

УДК 633.863.9 : 634.18

О.С. КОНДЯ, Л.В. САЛЄБА

Херсонський національний технічний університет

## ЕКСТРАГУВАННЯ АНТОЦІАНІВ З ГОРОБИНИ ЧОРНОПЛІДНОЇ

Антоціани як водорозчинні природні барвники E163 рекомендовані для підфарбовування вин, безалкогольних напоїв, консервованих овочів, джемів, желе, мармеладу в різні відтінки червоного. В роботі досліджено процес екстрагування етанолом природних барвників антоціанів з плодів чорноплідної горобини. У дослідженні використовували плоди горобини різних способів підготовки: гомогенізовані свіжі, плоди заморожені при  $-7^{\circ}\text{C}$  та плоди висушені при  $40 - 50^{\circ}\text{C}$ . Вивчено вплив наступних факторів: стан сировини, концентрація екстрагенту, гідромодуль, час проведення екстракції, кількість стадій екстракції.

Метою роботи було дослідження процесу екстракції біологічно активних речовин з чорноплідної горобини та вибір оптимальних умов для ефективного вилучення натуральних харчових барвників – антоціанів. Аналіз кількісного визначення антоціанів проводили спектрофотометричним методом з використанням питомого показника поглинання ціанідин-3-О-глюкозиду та з перерахунком на сульфат кобальту у відповідності до ДСТУ 3845-99.

Механізм екстракції залежить від типу попередньої обробки сировини: для висушеної сировини характерно вимивання барвників з пошкоджених рослинних клітин, а значимими факторами є процеси набухання і змочування; для свіжої сировини лімітуючою стадією є руйнування приклітинного шару, без якого екстракція через клітинну структуру здійснюється за принципом напівпроникної мембрани; для замороженої сировини механізм екстракції змішаний, що пояснюється частковим руйнуванням клітинних структур під дією утворення великих за розміром кристалів льоду. Встановлено, що кількість екстрагованих антоціанів зростає у ряду висушена сировина – заморожена – свіжа. Визначені оптимальні умови екстрагування та концентрація етилового спирту для вилучення з сухої, свіжої та замороженої горобини чорноплідної.

Ключові слова: антоціани, горобина чорноплідна, екстракція.

О.С. КОНДЯ, Л.В. САЛЄБА

Херсонский национальный технический университет

## ЭКСТРАКЦИЯ АНТОЦИАНОВ ИЗ РЯБИНЫ ЧЕРНОПЛОДНОЙ

Антоцианы – растворимые в воде природные красители E163, которые рекомендованы для подкрашивания вина, безалкогольных напитков, консервированных овощей, джемов, желе, мармелада, в разные оттенки красного. В работе исследовано процесс экстрагирования этанолом природных красителей антоцианов из плодов черноплодной рябины. В исследовании использовали плоды рябины разных способов подготовки: гомогенизированные свежие, плоды, замороженные при  $-7^{\circ}\text{C}$  и плоды, высушенные при  $40 - 50^{\circ}\text{C}$ . Изучено влияние следующих факторов: состояние сырья, концентрация растворителя, гидромодуль, время проведения экстракции, количество стадий экстракции.

Целью работы было исследование процесса экстракции биологически активных веществ из черноплодной рябины и выбор оптимальных условий для эффективного извлечения натуральных пищевых красителей – антоцианов. Анализ количественного определения антоцианов проводили спектрофотометрическим методом с использованием удельного показателя поглощения цианидин-3-О-глюкозида и с пересчетом на сульфат кобальта в соответствии с ДСТУ 3845-99.

Механизм экстракции зависит от способа подготовки сырья: для высушенного сырья характерно вымывание красителей из поврежденных растительных клеток, а значимыми факторами являются процессы набухания и смачивания; для свежего сырья лимитирующей стадией является разрушение приклеточного слоя, без которого экстракция через клеточную структуру осуществляется по принципу полупроницаемой мембраны; для замороженного сырья механизм экстракции смешан, что объясняется частичным разрушением клеточных структур при образовании больших кристаллов льда. Установлено, что количество экстрагированных антоцианов растет в ряду высушенное сырье – замороженное – свежее. Определены оптимальные условия экстрагирования и концентрация этилового спирта для извлечения из сухой, свежей и замороженной черноплодной рябины.

Ключевые слова: антоцианы, рябина черноплодная, экстракция.

O. KONDIA, L. SALEBA  
Kherson national technical university

## EXTRACTION OF ANTOCIANES FROM ARONIA MELANICARPA

*Anthocyanins are water soluble E163 natural dyes, which are recommended for tinting wine, soft drinks, canned vegetables, jams, jelly, marmalade, in different shades of red. In this work, the process of extraction with ethanol of natural dyestuffs of anthocyanins from the Aronia melanocarpa is studied. In the study, the fruits of mountain ash of different methods of preparation were used: homogenized fresh ones, fruits frozen at -7 °C and fruits dried at 40 – 50 °C. The influence of the following factors was studied: the state of raw materials, the concentration of the extractant, the hydromodule, the time of extraction, the number of extraction stages.*

*The aim of the work was to study the process of extraction of biologically active substances from the Aronia melanocarpa and the choice of optimal conditions for the efficient extraction of natural food dyes – anthocyanins. Analysis of the quantitative determination of anthocyanins was performed spectrophotometrically using a specific absorption rate of cyanidin-3-O-glucoside and with a conversion to cobalt sulfate in accordance with DSTU 3845-99.*

*The mechanism of extraction depends on the method of preparing the raw materials: the dried raw materials are characterized by leaching of dyes from damaged plant cells, and the significant factors are the processes of swelling and wetting; for fresh raw materials, the limiting stage is the destruction of the extracellular layer, without which the extraction through the cell structure is carried out according to the principle of a semi-permeable membrane; for frozen raw materials, the extraction mechanism is mixed, which is explained by the partial destruction of cellular structures during the formation of large ice crystals. It is established that the amount of extracted anthocyanins grows in the row dried raw materials – frozen – fresh. The optimal conditions for the extraction and the concentration of ethanol for extraction from dry, fresh and frozen Aronia melanocarpa are determined.*

*Keywords: anthocyanins, Aronia melanocarpa, extraction.*

### Постановка проблеми

Найбільш ефективним і економічно доцільним шляхом поліпшення забезпеченості населення вітамінами і мінеральними речовинами є додаткове збагачення ними продуктів харчування масового споживання до рівня, відповідного фізіологічним потребам людини. В якості таких наповнювачів як вітчизняна, так і зарубіжна промисловість традиційно використовує концентровані екстракти і витяжки з плодово-ягідної і рослинної сировини. При цьому важливу роль в даному випадку відіграє можливість використання сировини, що росте і культивується в безпосередній близькості від місць її переробки. Крім того, використання екстрактів в якості вітамінно-мінеральних добавок дозволяє регулювати хімічний склад продуктів і приводити його у відповідність до сучасних вимог науки про харчування, і тим самим створювати конкуренцію продуктам харчування, до складу яких входять хімічно синтезовані харчові барвники та ароматизатори [1].

Антоціани як водорозчинні природні барвники, здатні фарбувати продукти харчування в різні відтінки червоного. Вони дозволені в якості харчової добавки E163 і рекомендовані СанПіН № 222 від 23.07.96 р. для підфарбовування деяких видів сирів, вин, безалкогольних напоїв, консервованих овочів, сухих сніданків (до 500 мг/кг), джемів, желе, мармеладу.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Відомо, що вихід речовини залежить від розчинника, температури і тривалості процесу. Доведено, що найкращим розчинником антоціанів є 0,1 % соляна кислота в метанолі [2]. Однак в умовах харчових виробництв використання цього розчинника небажано. У практиці набули поширення вода, етиловий спирт в поєднанні з різними добавками кислот для регулювання рН середовища і стабілізації барвника. Є методики екстракції антоціанів 1%-м розчином соляної кислоти у воді. Хоча вихід антоціанів досить високий, стабільність витягів є значно нижче, ніж при використанні спиртових розчинів. Можливо також застосування гліцерину, ацетону, а також суміші етилацетат – ацетон в різному співвідношенні [3].

За даними [4] в будь-якому з випробуваних розчинників (вода, спирт з добавками неорганічних і органічних кислот) перехід антоціанів в розчин найменший при нейтральній реакції середовища (вилучається тільки 30 – 40 %), а з підвищенням кислотності середовища екстрактна здатність збільшується. Тому краще екстрагування антоціанів проходить при 0,5 – 1,0 % соляної кислоти, коли створюється низьке значення рН середовища. Подальше збільшення концентрації до 1,5 % результатів не покращує. Використання дорогих і дефіцитних харчових кислот і розчинників робить екстракцію малодоступною для широкого виробничого застосування. Крім того, екстракти на основі водних розчинів органічних кислот не стійкі до дії мікроорганізмів, зберігати їх можна не більше 15 діб.

Останнім часом все більше використовують ультразвукову екстракцію. Застосування ультразвуку відрізняється істотними перевагами в порівнянні з традиційними технологіями обробки сировини. Зокрема, забезпечує більш глибоке проникнення розчинника в матеріал з клітинною структурою, зменшує тривалість обробки, забезпечує більш високий вихід продукту і відтворюваність результатів, знижує витрату розчинника, збільшує швидкість процесу, дозволяє екстрагувати термолабільні речовини. Обладнання не вимагає великих витрат на обслуговування, для обробки витрачається менше енергії; в результаті процес стає більш екологічним і економічно обґрунтованим. Застосування ультразвуку підвищує вихід поліфенолів на 85 % при екстракції [5].

#### Формулювання мети дослідження

Метою роботи було дослідження процесу екстракції біологічно активних речовин з чорноплідної горобини та вибір оптимальних умов для ефективного вилучення натуральних харчових барвників – антоціанів.

#### Викладення основного матеріалу дослідження

Чорноплідна горобина – *Sorbus melanocarpa* Neunhold – відноситься до роду *Sorbus* сімейства Трояндових – Rosaceae, підродини Яблоневих – Pomoideae. У літературі зустрічається і інша назва чорноплідної горобини – *Agonia melanicarpa*.

Чорноплідна горобина – це багаторічний морозостійкий багатостовбурний чагарник. У висоту досягає 2,5 м. Листки еліптичні або обернено яйцевидні із загостреною верхівкою, яскраво-зелені, блискучі, восени червоні. Плоди у аронії кулясті, чорні або чорно-пурпурові з сизуватим нальотом, 6 – 15 мм в діаметрі, соковиті, зібрані в грона. Шкірочка плодів щільна, м'якоть їх при дозріванні майже чорного кольору, свіжий сік рубінового кольору, сильно забарвлений. Насіння темно-пурпурове, дрібне, зморшкувате. Рослина цвіте в травні-червні. Плоди дозрівають в серпні-жовтні. Плодоносіння настає на другий рік. Аронія невибаглива до ґрунтів, світлолюбна, морозостійка, високоврожайна [6]. Плоди містять органічні кислоти (0,8 %), вітамін С (30 – 167 мг%), із цукрів: глюкозу, фруктозу, сахарозу (4,6 – 10,2 %), каротин (4,4 – 5,6 мг%), нікотинову кислоту (0,2 – 0,7 мг%), дубильні речовини, пектинові речовини [7].

У дослідженні використовували плоди горобини різних способів підготовки: гомогенізовані свіжі, плоди заморожені при  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$  та плоди висушені при  $40\text{ – }50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

З літературних джерел відомо, що застосування спиртів (метанол, етанол, гліцерин) збільшує ефективність вилучення водорозчинних барвників, до яких відносяться антоціани (АЦ). Оскільки дослідження проводяться для подальшого застосування у харчовій промисловості, то використання метанолу небажане через його отруйність. Використання гліцерину ускладнено стадією його наступного очищення. Тому для дослідів було обрано етиловий спирт, як класичний розчинник, що використовується в харчовій промисловості.

Відомо, що до складу барвника чорноплідної горобини входять 4 антоціани: пеонідин-3-глюкозид 0 – 15 %; ціанідин-3-арабінозид 15 – 45 %; ціанідин-3-глюкозид 0 – 15 %; ціанідин-3-галактозид >45 %. Кількісне визначення антоціанів проводили спектрофотометричним методом з перерахунком на ціанідин-3-глюкозид в абсолютну сухій сировині, використовуючи довжину хвилі 540 нм і питомий показник поглинання ціанідин-3-О-глюкозиду в розчині етилового спирту з 1% по об'єму соляної кислоти [10] та сульфат кобальту у відповідності до ДСТУ 3845-99 [9]. Дослідження впливу концентрації екстрагенту на спектральні характеристики вилученого екстракту наведено на рис.1. Результати, представлені на рис.1, свідчать про зростання інтенсивності поглинання у 2 рази з підвищенням концентрації етилового спирту з 10 до 70 %. Крім того спостерігається зрушення максимуму поглинання з 490 нм на 540 нм при використанні високих концентрацій спирту, що свідчить про зміну відтінку забарвлення у синю область.

На першому етапі в роботі досліджували вплив концентрації етилового спирту на ефективність вилучення АЦ з сировини різних способів підготовки (гомогенізованої свіжої, висушеної і замороженої), для чого проводили подвійну екстракцію свіжими розчинами етилового спирту різної концентрації при температурі  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , гідромодулі 10 протягом 30 хв. Одержані результати свідчать, що при підвищенні концентрації етилового спирту ефективність вилучення зростає для сировини всіх типів підготовки, що можна пояснити різницею поверхневого натягу (для води  $72,86 \cdot 10^{-3}\text{ Н/м}$  та  $22,8 \cdot 10^{-3}\text{ Н/м}$  для етилового спирту) та природою розчинника і будовою барвника. При зростанні концентрації етилового спирту полярність та поверхневий натяг отриманої суміші знижуються, що призводить до кращого вилучення АЦ з сировини. Результати узгоджуються з літературними даними: моноглікозиди краще розчинні в міцних спиртах, диглікозиди – в 50 %-вому, триглікозиди – в слабкому розчині спирту та воді [8].

Слід відзначити, що кількість вилучених АЦ з сировини різних способів підготовки неоднакова (табл.1). Різницю в кількості та якості вилучення антоціанів для різних типів підготовки сировини можна пояснити різними механізмами екстракції та впливом на процес полярності екстрагенту.

Для висушеної сировини ефективність вилучення АЦ зростає від 44 % для етилового спирту 10 об.% до 97 % для етилового спирту 70 об.%, що свідчить про те що, в механізмі екстракції для даного

типу сировини лімітуючою стадією є стадія набухання сировини та вимивання барвника зі зруйнованих клітин, а також необхідність зменшення поверхневого натягу розчину екстрагенту.

Для свіжої сировини характерне найбільше вилучення барвних речовин при зростанні концентрації етилового спирту, що пояснюється впливом спирту на клітинні стінки рослин. Під дією етанолу приклітинний шар протоплазми руйнується і стінка перетворюється на пористу мембрану, через яку ефективно дифундує пігмент. Результати, наведені в табл.1 свідчать, що підвищення концентрації етанолу до 70 % недоцільно.

Для замороженої горобини одержані середні значення за кількістю екстрагованих пігментів між двома попередніми способами підготовки сировини до екстракції. При заморожуванні сировини клітинний сік замерзає, збільшується в об'ємі, чим спричиняє руйнування клітин. Останнє в свою чергу збільшує проникність екстрагенту до клітин. Збільшення концентрації етанолу в екстрагенті для замороженої сировини до 70 % також недоцільно. Слід відзначити, що попереднє заморожування сировини покращує ступінь вилучення АЦ.

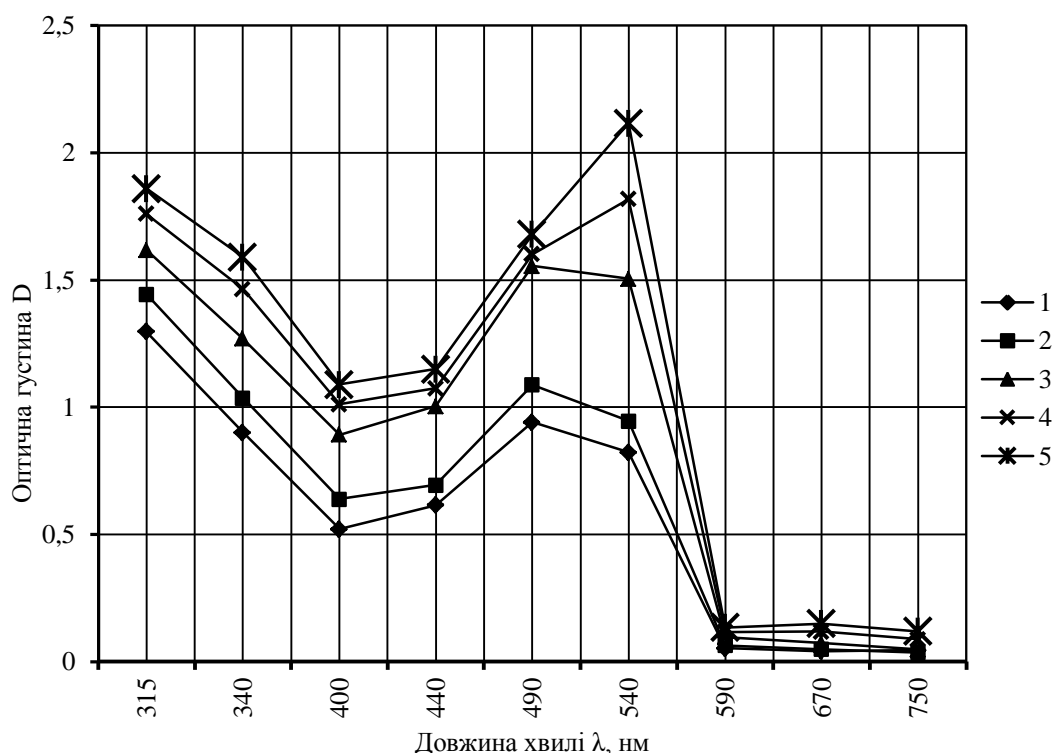


Рис. 1. Спектри поглинання екстрактів з сухої сировини при концентрації етанолу: 1 – 0%; 2 – 10%; 3 – 30%; 4 – 50%; 5 – 70%

Таблиця 1

**Вплив концентрації етанолу на ефективність екстракції антоціанів з чорноплідної горобини**

Концентрація етанолу, %	Кількість вилучених АЦ в перерахунку на ціанідин / сульфат кобальту та абс. суху сировину різного типу підготовки, мг/г		
	висушена	свіжа	заморожена
0	1,89 / 0,068	6,94 / 0,249	7,69 / 0,276
10	2,73 / 0,098	8,19 / 0,294	9,15 / 0,329
30	2,96 / 0,106	11,61 / 0,417	10,20 / 0,366
50	3,12 / 0,112	18,23 / 0,653	11,68 / 0,418
70	3,73 / 0,134	18,54 / 0,654	11,94 / 0,427

Примітка: в чисельнику наведені данні у перерахунку на ціанідин, в знаменнику на сульфат кобальту.

Таким чином для наступної серії дослідів були обрані концентрації спиртових розчинів: для висушеної сировини – 70 %; для свіжої та замороженої – 50 %.

У процесі екстрагування рослинної сировини слід враховувати, що технологічні процеси піддаються впливу великої кількості різноманітних факторів: гідромодуль, температура, час і кратність

екстракції. Для визначення впливу гідромодулю на процес вилучення антоціанів з горобини було проведено однократну екстракцію підкисленим 70 %-вим розчином етилового спирту для сухої сировини та 50 %-вим для свіжої та замороженої сировини при температурі 70 °С, протягом 30 хв. Встановлено, що для сировини всіх трьох способів підготовки збільшення гідромодуля призводить до збільшення кількості вилучених антоціанів (табл. 2.).

Таблиця 2

Величина гідромодулю	Кількість вилучених АЦ в перерахунку на ціанідин / сульфат кобальту та абс. суху сировину різного типу підготовки, мг/г		
	висушена	свіжа	заморожена
5	1,09 / 0,039	13,83 / 0,497	10,75 / 0,386
10	1,33 / 0,048	16,69 / 0,599	12,25 / 0,440
30	2,11 / 0,076	16,89 / 0,607	12,82 / 0,460
50	3,55 / 0,128	17,34 / 0,631	13,11 / 0,471

Для свіжої та замороженої сировини приріст кількості барвних речовин зі збільшенням модуля ванни в 10 разів не перевищує 26 %, в той час як для висушеної сировини якість вилучення зростає в 2,25 рази. Це в черговий раз підтверджує різницю в механізмах екстракції для різних типів підготовки сировини. При збільшенні гідромодуля збільшується рушійна сила процесу екстракції – різниця концентрацій барвної речовини, що екстрагують, в розчині і всередині клітини. Однак, кількість вилучених АЦ з висушеної сировини менше в 4 – 5 разів ніж зі свіжої та замороженої горобини. Таким чином, оптимальним модулем при екстрагуванні антоціанів з висушеної сировини слід вважати – 50; свіжої та замороженої – 10.

Літературні джерела пропонують широкий діапазон часу проведення екстракції природних барвників з рослинної сировини, який залежить від температури: від 15 хвилин до 96 годин [6, 11]. В деякий момент проведення екстракції настає рівновага, коли концентрація барвних речовин в екстракті дорівнює залишковій концентрації в сировині. В цьому випадку процес екстракції закінчується. В роботі досліджували одностадійну екстракцію з терміном проведення від 10 до 40 хвилин (табл. 3) при температурі 70 °С з визначеними вище оптимальними параметрами.

Таблиця 3

Час екстракції	Кількість вилучених АЦ в перерахунку на ціанідин / сульфат кобальту та абс. суху сировину різного типу підготовки, мг/г		
	висушена	свіжа	заморожена
10	3,63 / 0,130	12,70 / 0,456	11,51 / 0,413
20	4,45 / 0,158	17,21 / 0,618	13,64 / 0,491
30	4,68 / 0,168	17,36 / 0,624	13,76 / 0,494
40	4,41 / 0,158	17,49 / 0,628	13,88 / 0,499

Встановлено, кількість екстрагованих антоціанів зростає у ряду висушена сировина – заморожена – свіжа, що пояснюється особливостями функції спирту при екстракції з сировини різного способу підготовки та часом необхідним для виконання цієї функції: для сухої сировини – процес змочування, вимивання; для свіжої – проникнення до рослинної клітини; для замороженої – комбінована. На основі отриманих даних обрано оптимальний час проведення екстракції – 20 хвилин незалежно від типу сировини. Після 20 хвилин процес екстракції мало ефективний, оскільки настає рівновага між концентраціями барвних речовин в рідкій та твердій фазах.

Висушена сировина має низький вміст АЦ внаслідок їх втрат при тепловій обробці, свіжа сировина має короткий термін зберігання і псується під дією окисно-відновних та мікробіологічних процесів, більш перспективним є використання замороженої сировини.

З метою визначення кратності екстракції за оптимальних умов проведення процесу досліджували багатостадійну екстракцію з замороженої гомогенізованої чорноплідної горобини 50 %-вим розчином етилового спирту при гідромодулі 10, температурі 70 °С протягом 20 хвилин. Результати наведені в табл. 4.

Таблиця 4

**Вплив багатостадійної екстракції на ефективність вилучення антоціанів**

Показник	Загальний час екстракції, хв			
	20	40	60	80
Кількість вилучених АЦ в перерахунку на сульфат кобальту з абс. сухої сировини [9], мг/г	0,413	0,069	0,010	0,002
Кількість вилучених АЦ в перерахунку на ціанідин-3-О-глюкозид з абс. сухої сировини, мг/г	11,49	1,92	0,29	0,06
Частина вилучених АЦ, %	83,50	13,95	2,11	0,44
Сумарна кількість вилучених АЦ, %	83,50	97,45	99,56	100

Встановлено, що оптимальна кількість стадій проведення екстракції дорівнює двом, оскільки сумарна кількість вилучених АЦ за дві стадії складає 97,45 %, подальше збільшення стадій екстракції недоцільне.

**Висновки**

1. Механізм екстракції залежить від типу попередньої обробки сировини: для висушеної сировини характерно вимивання барвників з пошкоджених рослинних клітин, а значимими факторами є процеси набухання і змочування; для свіжої сировини лімітуючою стадією є руйнування приквіттинного шару без якого екстракція через клітинну структуру здійснюється за принципом напівпроникної мембрани; для замороженої сировини механізм екстракції змішаний, що пояснюється частковим руйнуванням клітинних структур під дією утворення великих за розміром кристалів льоду. Кількість екстрагованих антоціанів зростає у ряду висушена сировина – заморожена – свіжа.

2. Оптимальними умовами екстрагування для сухої сировини визначено концентрацію етилового спирту 70 %, гідромодуль 50, для свіжої та замороженої горобини – концентрація етилового спирту 50 %, гідромодуль 10.

3. Встановлено, що при одностадійній екстракції заморожених ягід при оптимальних умовах вдається вилучити до 83,5 % барвників (11,49 мг/г), при двостадійній екстракції – до 97,45 % (13,95 мг/г).

**Список використаної літератури**

1. Bridle P., Timberlake C.F. Anthocyanins as natural food colours – selected aspects // Food Chem. – 1997. – V.58. – P. 103–109.
2. Лубсандоржиева П.Б. Антиоксидантная активность экстрактов из *bergenia crassifolia* fritsch. и *vaccinium vitis-idaea* in vitro / П.Б. Лубсандоржиева // Химия растительного сырья. – 2006. – №4. – С. 45–48.
3. Бузук Г.Н. Определение продуктов деструкции проантоцианидинов в корневищах с корнями сабельника болотного / Г.Н. Бузук, О.А. Ёршик // Химико-фармацевтический журнал. – 2009. – № 7. – С. 32–33.
4. Скорикова Ю.Г. Методика определения антоцианов в плодах и ягодах / Ю.Г. Скорикова, Э.А. Шафтан // Труды III Всесоюзного семинара по биологически активным (лечебным) веществам плодов и ягод. – Свердловск, 1968. – С. 451–459.
5. Шабуня П.С. Состав антоцианового комплекса *Vaccinium corymbosum* L. и *Vaccinium uliginosum* L. / П.С. Шабуня, А.М. Деева, С.А. Фатыхова, А.Г. Шутова и др. // Труды БГУ. Биохимия. – 2011. – Том 6, часть 1 – С. 128–135.
6. Харламова О.А. Натуральные пищевые красители. : науч.пособ. / О.А. Харламова, Б.В. Кафка – М.: Пищевая Промышленность, 1979. – 191 с.
7. Пустырский И.Н. Универсальная энциклопедия лекарственных растений / Сост. И.Н. Пустырский, В.Н. Прохоров. – Мн: Махаон, 2000. – 656 с.
8. Куркин В.А. Новые подходы к стандартизации плодов черники обыкновенной / В.А. Куркин, Т.К. Рязанова // Химия растительного сырья. – 2012. – № 4. – С.167–173.
9. ДСТУ 3845 – 99. Барвники натуральні харчові. Технічні умови. – [Дата введення 2010 – 01 – 01]. – К.: Держспоживстандарт, 2010. – 13 с. – (Національні стандарти України).
10. ГОСТ 32709 – 2014. Продукция соковая. Методы определения антоцианов. – [Дата введення 2016 – 01 – 01]. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2014. – 20 с. – (Межгосударственный стандарт).
11. Дейнека Л.А. Метод экстракции и очистки антоцианов из плодов аронии черноплодной / Л.А. Дейнека, И.П. Блинова, А.Н. Чулкова, В.И. Дейнека // Научные ведомости. Серия Медицина. Фармация. – 2015. – №10. – Выпуск 18/2. – С. 60–64.