

STUDYING OF THE PROPERTIES OF CRANBERRY

E. Kostenko, M. Milyukin, E. Butenko, N. Rubaha

National University of Food Technologies

Key words:

Cranberry properties
Toxic metals
Food products

Article history:

Received 04.07.2019
Received in revised form
23.07.2019
Accepted 08.08.2019

Corresponding author:

E. Kostenko
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The organoleptic characteristics of cranberry berries and concentrates based on it were investigated. The pH and dry matter content of all samples were determined. It has been established that the composition of cranberry concentrate with citric acid in a ratio of 1.5: 1 is optimal for creating a new additive.

It was established that the content of ascorbic and benzoic acids remains the highest in cranberry concentrate, and the lowest in squeezes from cranberries. That is, it can be expected that the supplement with concentrate will have the longest shelf life without the use of synthetic preservatives.

The protective properties of cranberry berries have been studied for the first time relative to ions of toxic metals such as Pb (II), Hg (II), Cd (II). The obtained quantitative characteristics of the binding capacity of the studied samples (PPS — indicators of the protective properties). It is established that $IPP-Pb = 99.04 \pm 0.1$, $IPP-Cd = 98.87 \pm 0.3$, $IPP-Hg = 99.52 \pm 0.2$ for chopped berries.

The possible chemistry of complexation of the main components of cranberries with ions of toxic metals has been considered. It can be expected that the coordination of the ions of the studied metals can be carried out as follows: by oxygen atoms due to the substitution of hydrogen in the hydroxyl groups of the thiazole fragment of vitamin B₁; due to the replacement of hydrogen in the hydroxyl groups of vitamin B₄ (choline), sugars, flavonoids; oxygen atoms due to substitution of hydrogen in hydroxyl groups of tannins (pyrocatechin, pyrogallol, etc.) with the formation of 5-membered cycles; on oxygen atoms due to the substitution of hydrogen in hydroxogroups and the rupture of a double bond in the $>C=O$ -groups of individual flavonoids with the formation of 5-membered cycles, vitamins A, K; on the oxygen atoms due to the double bond breaking in the 6-acetoxy-fragment of tocopherol; by replacing hydrogen in carboxyl groups of ascorbic (vitamin C), malic, citric, folic (vitamin B₉), benzoic, quinic, ursolic acids; due to the substitution of hydrogen in carboxyl and hydroxyl groups of pectin substances.

The obtained information was used during the development of a new additive — a complex acidulant of functional action in the form of a frozen “Cranberry tablet” with preservative, antioxidant activity and protective properties, and also as a ready basis for creating soft, hot or cold drinks.

DOI: 10.24263/2225-2924-2019-4-20

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЯГІД ЖУРАВЛИНИ**Є. Є. Костенко, М. В. Мілюкін, О. М. Бутенко, Н. С. Рубаха***Національний університет харчових технологій*

У статті досліджено органолептичні показники ягід журавлини та концентратів на її основі. Визначено рН і вміст сухих речовин усіх зразків. Встановлено, що композиція журавлиновий концентрат з лимонною кислотою у співвідношенні 1,5:1 є оптимальною для створення нової добавки, а вміст аскорбінової та бензойної кислот найбільший у журавлиновому концентраті, а найменший — у вичавках з ягід журавлини. Тобто можна очікувати, що добавка з концентратом матиме найбільший термін зберігання без застосування синтетичних консервантів.

Вперше досліджено протекторні властивості ягід журавлини щодо іонів таких токсичних металів, як Pb (II), Hg (II), Cd (II). Отримано кількісні характеристики зв'язуючої здатності досліджених зразків (ППВ — показники протекторних властивостей). Встановлено, що ППВ-Pb = $99,04 \pm 0,1$, ППВ-Cd = $98,87 \pm 0,3$, ППВ-Hg = $99,52 \pm 0,2$ для подрібнених ягід.

Розглянуто можливий хімізм комплексоутворення основних компонентів журавлини з іонами токсичних металів. Координація іонів досліджуваних металів може здійснюватися таким чином: за атомами кисню внаслідок заміщення гідрогену в гідроксогрупах тіазольного фрагменту вітаміну B₁; за рахунок заміщення гідрогену в гідроксогрупах вітаміну B₄ (холін), цукрах, флавоноїдах; за атомами кисню внаслідок заміщення гідрогену в гідроксогрупах дубильних речовин (пірокатехін, пірогалол тощо) з утворенням 5-членних циклів; за атомами кисню внаслідок заміщення гідрогену в гідроксогрупах та розриву подвійного зв'язку в >C=O-групах окремих флавоноїдів з утворенням 5-членних циклів, вітамінів A, K; за атомами кисню внаслідок розриву подвійного зв'язку в б-ацетокси-фрагменті токоферолу; за рахунок заміщення гідрогену в карбоксильних групах аскорбінової (вітамін C), яблучної, лимонної, фолієвої (вітамін B₉), бензойної, хінної, урсолової кислот; за рахунок заміщення гідрогену в карбоксильних та гідроксогрупах пектинових речовин.

Отримана інформація була використана під час розробки нової добавки — комплексного підкислювача функціональної дії у формі замороженої «журавлинової таблетки» з консервуючою, антиоксидантною активністю та протекторними властивостями, а також як готова основа для створення безалкогольних, гарячих або холодних напоїв. Пропонована таблетка застосована для створення нового безалкогольного напою.

Ключові слова: властивості журавлини, токсичні метали, харчові продукти.

Постановка проблеми. Відомо, що ягоди журавлини — цінний харчовий і лікувальний продукт, адже в ньому міститься багато пектинів, флавоноїдів, дубильних речовин і органічних кислот (яблучної, хінної, лимонної, урсолової, бензойної). Остання кислота має виражену антимікробну й антигрибкову дію,

пригнічує цвіль і деякі бактерії, тому журавлина відмінно зберігається і дуже довго не псується. В ягодах, зібраних навесні, цінних речовин більше, і вони зберігаються довше, ніж осінні плоди. Найбільше в журавлині аскорбінової кислоти (вітамін С); наявні й інші вітаміни — А, Е, К, вітаміни групи В.

З мінеральних речовин є калій — він займає перше місце; кальцій, натрій, фосфор, магній, залізо, бор, йод, марганець, срібло. Калорійність журавлини невисока — близько 18 ккал на 100 г.

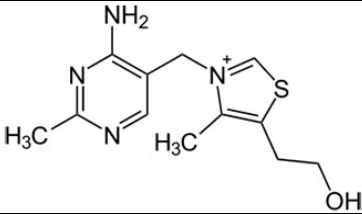
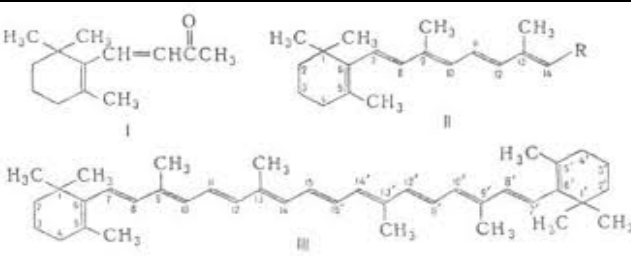
Відомі цілющі властивості журавлини. Якщо регулярно пити журавлиновий сік або навіть морс, то організм буде захищений від багатьох інфекційних захворювань, і не тільки простудних. Журавлина містить багато танінів — фенольних сполук, що пригнічують ріст патогенних мікроорганізмів і перешкоджають їх проникненню в живі клітини. Тому журавлиновий сік може посилювати дію багатьох ліків, наприклад, антибіотиків.

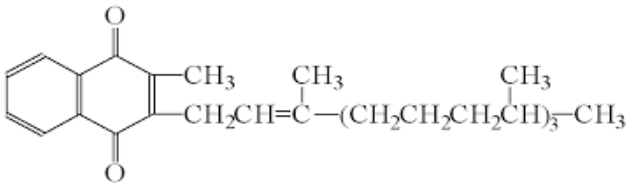
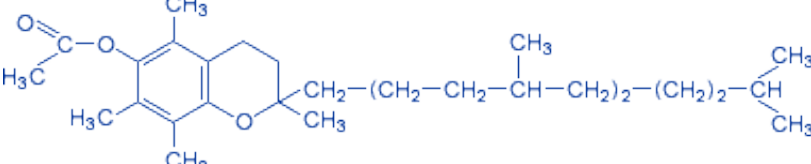
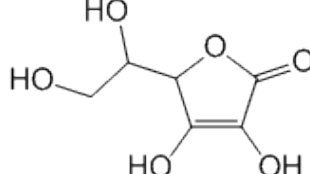
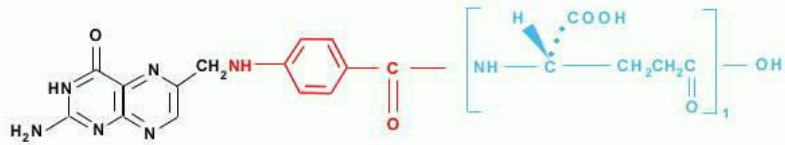
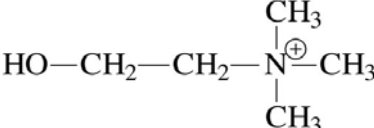
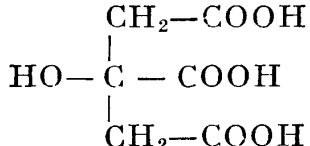
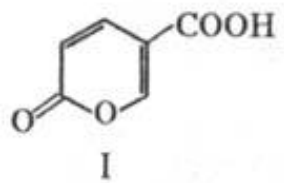
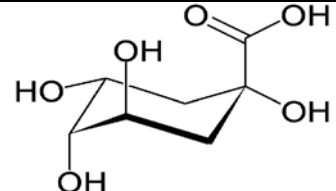
При інфекційних захворюваннях сечостатевої системи, коли сеча має лужну реакцію, мікроби розмножуються швидко, журавлиновий сік працює як природний підкислювач, зменшуючи їх кількість і не даючи адсорбуватися на стінках сечовивідних шляхів. Тому журавлину застосовують при лікуванні хвороб нирок і сечового міхура, сечокам'яної хвороби, для профілактики цих хвороб, при нефритах, циститах тощо.

У народній медицині журавлину застосовують як вітамінний, жарознижувальний, сечогінний, бактерицидний, тонізуючий засіб. Її вживають для поліпшення апетиту і працездатності, при хворобах серцево-судинної системи, гіпертонії, порушеннях обміну речовин, ревматизмі, грипі й ангіні. При запальних процесах порожнини рота і виразці шлунку журавлина абсорбує хвороботворні бактерії, що викликають виникнення і розвиток цих захворювань [1—4].

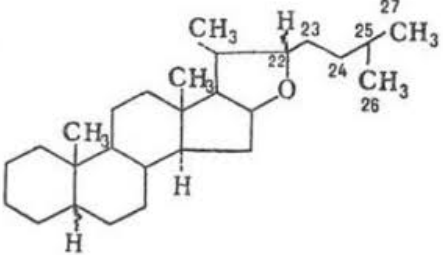
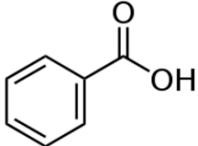
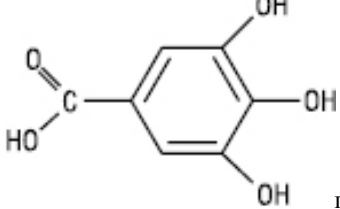
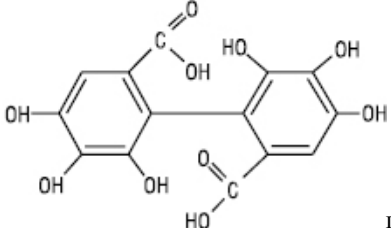
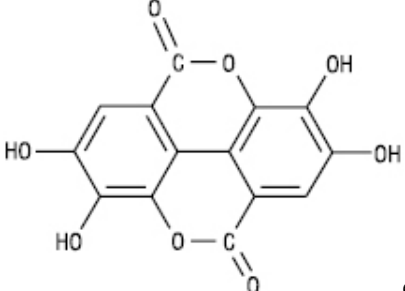
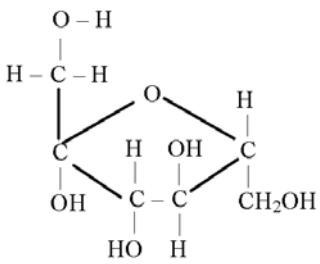
У табл. 1 представлені органічні речовини, які входять до складу журавлини і обумовлюють її властивості.

Таблиця 1. Структурні формули біологічно активних речовин, які зумовлюють поживні та лікувальні властивості ягід журавлини

| | |
|------------------------------------|--|
| Вітамін В ₁ (тіамін) |  |
| Вітамін А (ретинол) |  |

| | |
|--|--|
| Вітамін К |  |
| Вітамін Е (токоферол) |  |
| Вітамін С (аскорбінова кислота) |  |
| Вітамін В ₉ (фолієва кислота) |  |
| Вітамін В ₄ (холін) |  |
| Лимонна кислота |  |
| Яблучна кислота |  <p style="text-align: center;">I</p> |
| Хінна кислота |  |

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

| | |
|----------------------------|--|
| Урсолова кислота |  |
| Бензойна кислота |  |
| Дубильні речовини (таніни) |  <p style="text-align: right;">галова кислота</p> |
| |  <p style="text-align: right;">гексагідроксидифенова кислота</p> |
| |  <p style="text-align: right;">елагова кислота</p> |
| Цукри |  <p style="text-align: right;">фруктоза</p> |

| | |
|---------------------------|--|
| Пектин | |
| Флавоноїди (кверцетин) | |

Видно, що всі наведені біологічно активні речовини містять у своєму складі функціонально-активні угруповання, здатні до комплексоутворення з іонами металів і з токсичними, зокрема [5—8]. Тобто ці речовини можуть зв'язувати іони Pb^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} та виводити їх з організму людини.

У літературі є відомості про дослідження протекторних властивостей різних харчових продуктів та їхніх основних компонентів [9—15]. Оскільки така інформація щодо плодів журавлини відсутня в літературі, було цікаво це дослідити.

Отже, подрібнені ягоди, сік, пюре, екстракт журавлини можуть стати цінними добавками до нових харчових і косметичних продуктів. Для вирішення цієї проблеми необхідно спочатку оцінити основні властивості таких добавок.

Мета статті: дослідження основних властивостей ягід журавлини, що характеризують якість та безпеку добавок (подрібнені ягоди, сік, пюре, екстракт) з них.

Матеріали і методи.

Реагенти. Вихідні 0,1 моль/дм³ розчини солей $Pb(II)$, $Hg(II)$, $Cd(II)$ готували розчиненням наважок: Cd^0 (ос.ч.) у 1,0 моль/дм³ H_2SO_4 ; $Pb(NO_3)_2$, $Hg(NO_3)_2 \times \times 0,5 H_2O$ (х.ч.) у 0,1 моль/дм³ HNO_3 [16]. Стандартизацію проводили комплексометрично (Pb) [17] та меркуриметрично (Hg) [18]. При цьому використовували 10^{-3} моль/ дм³ водні розчини металохромних індикаторів: ксиленолового оранжевого + KO , ч.д.а. (Chemapol) та сульфоназо III (СФАЗ), ч.д.а. (Merk).

pH розчинів створювали за допомогою 0,01 моль/дм³ HNO_3 і уротропіну кристалічного 10^{-3} моль/дм³ розчини солей металів готували розведенням більш концентрованих розчинів перед проведенням експерименту. Воду очищали, як описано в [19].

Методики експерименту

Методика підготовки зразків до оцінки органолептичних показників.

Для аналізу готували шість зразків: шкірочки з кісточками, журавлиновий сік, упарений журавлиновий концентрат і три розчини суміші журавлинового концентрату з лимонною кислотою у співвідношеннях 1:1, 1,5:1, 2:1 з метою

вибору найбільш оптимальної рецептури комплексного підкислювача функціонального призначення [20].

Методика визначення зв'язуючої здатності основних компонентів ягід обліпихи щодо іонів токсичних металів. У склянку місткістю 150 см³ вносили 1 г подрібненого у порцеляновій ступці зразка; додавали 50 см³ теплої (45—50°C) дистильованої води, перемішували скляною паличкою і залишали на 10 хв. для набухання.

До отриманої суміші додавали 1 см³ 0,1 моль/дм³ розчину солі досліджуваного токсичного металу, перемішували 0,5 години на магнітній мішалці, фільтрували крізь складчастий фільтр.

У фільтраті визначали вміст іонів досліджуваних металів за методом градувального графіка. Кількість Pb(II), Hg(II), Cd(II), що сорбувалася подрібненими ягодами обліпихи, визначали як різницю між $m_{\text{Pb, Cd, Hg}}$, що була внесена, і $m_{\text{Pb, Cd, Hg}}$, що була знайдена у фільтраті.

Методика визначення Pb(II) у фільтраті [21]. У мірну пробірку місткістю 10 см³ вносили 1 см³ фільтрату, 1 см³ 10⁻³ моль/дм³ водного розчину NaF для зв'язування іонів Fe³⁺, що заважають, 1 см³ 0,01 моль/дм³ HNO₃ для створення рН 3, додавали 2 см³ 10⁻³ моль/дм³ водного розчину СФАЗ, доводили загальний об'єм до 10 см³ дистильованою водою і перемішували. Оптичну густину вимірювали при $\lambda = 660$ нм в кюветі з $\ell = 0,1$ см відносно контрольної проби через 5 хвилин після змішування розчинів.

Методика приготування серії стандартних розчинів Pb(NO₃)₂.

У 7 мірних пробірок місткістю 10 см³ вносили 0,1, 0,2, 0,3, 0,5, 0,6, 0,7, 1,0 см³ 10⁻³ моль/дм³ стандартного розчину Pb(NO₃)₂, 1 см³ 10⁻³ моль/дм³ водного розчину NaF, 1 см³ 0,01 моль/дм³ HNO₃ для створення рН 3 в об'ємі 10 см³, додавали 2 см³ 10⁻³ моль/дм³ водного розчину сульфоназо III, доводили загальний об'єм до 10 см³ дистильованою водою і перемішували. Оптичну густину вимірювали при $\lambda = 660$ нм в кюветі з $\ell = 0,1$ см відносно контрольної проби через 5 хвилин після змішування розчинів.

Паралельно готували *контрольну пробу* Pb(NO₃)₂: в мірну пробірку вносили 1 см³ 10⁻³ моль/дм³ водного розчину NaF, 1 см³ 0,01 моль/дм³ HNO₃ для створення рН 3 в об'ємі 10 см³, додавали 2 см³ 10⁻³ моль/дм³ водного розчину сульфоназо III, доводили загальний об'єм до 10 см³ дистильованою водою і перемішували. Оптичну густину вимірювали при $\lambda = 660$ нм в кюветі з $\ell = 0,1$ см відносно води через 5 хвилин після змішування розчинів.

Методика визначення Cd(II) у фільтраті [22]. У мірну колбу місткістю 25 см³ вносили 1 см³ фільтрату, 1 см³ 10⁻³ моль/дм³ водного розчину NaF для зв'язування іонів Fe³⁺, що заважають, додавали 1 см³ 10⁻³ моль/дм³ розчину КО, доводили до риски дистильованою водою, перемішували і переносили у склянку, опускали електроди і при сталому перемішуванні створювали в об'ємі 25 см³ рН-5,8 за допомогою уротропіну кристалічного. Оптичну густину вимірювали при $\lambda = 580$ нм в кюветі з $\ell = 1$ см відносно контрольної проби через 5 хвилин після змішування розчинів.

Методика приготування серії стандартних розчинів Cd(NO)₂.

У 5 мірних колб місткістю 25 см³ вносили: 0,1, 0,3, 0,5, 0,7, 1,0 см³ розчину Cd(NO)₂, 1 см³ 10⁻³ моль/дм³ водного розчину NaF, додавали 1 см³ 10⁻³ моль/дм³ розчину ксиленолового оранжевого, доводили до риски дистильованою водою, перемішували і переносили у склянку, опускали електроди і при сталому перемішуванні створювали в об'ємі 25 см³ рН~5,8 за допомогою уротропіну кристалічного. Оптичну густина вимірювали при λ = 580 нм в кюветі з ℓ = 1 см відносно контрольної проби через 5 хвилин після змішування розчинів.

Паралельно готували *контрольну пробу*: у мірну колбу місткістю 25 см³ вносили: 1 см³ 10⁻³ моль/дм³ водного розчину NaF, додавали 1 см³ 10⁻³ моль/дм³ розчину KO, доводили до риски дистильованою водою, перемішували і переносили у склянку, опускали електроди і при сталому перемішуванні створювали в об'ємі 25 см³ рН~5,8 за допомогою уротропіну кристалічного. Оптичну густина вимірювали при λ = 580 нм в кюветі з ℓ = 1 см відносно води через 5 хвилин після змішування розчинів.

Методика визначення Hg (II) у фільтраті [22]. У мірну колбу місткістю 25 см³ вносили 1 см³ фільтрату, 1 см³ 10⁻³ моль/дм³ водного розчину NaF для зв'язування іонів Fe³⁺, що заважають, додавали 1 см³ 10⁻³ моль/дм³ розчину KO, доводили до риски дистильованою водою, перемішували і переносили у склянку, опускали електроди і при сталому перемішуванні створювали в об'ємі 25 см³ рН~5,8 за допомогою уротропіну кристалічного. Оптичну густина вимірювали при λ = 580 нм в кюветі з ℓ = 1 см відносно контрольної проби через 5 хвилин після змішування розчинів.

Методика приготування серії стандартних розчинів Hg(NO)₂.

У 5 мірних колб місткістю 25 см³ вносили: 0,1, 0,3, 0,5, 0,7, 1,0 см³ розчину Hg(NO)₂, 1 см³ 10⁻³ моль/дм³ водного розчину NaF, додавали 1 см³ 10⁻³ моль/дм³ розчину KO, доводили до риски дистильованою водою, перемішували і переносили у склянку, опускали електроди і при сталому перемішуванні створювали в об'ємі 25 см³ рН~5,8 за допомогою уротропіну кристалічного. Оптичну густина вимірювали при λ = 580 нм в кюветі з ℓ = 1 см відносно контрольної проби через 5 хвилин після змішування розчинів.

Паралельно готували *контрольну пробу*: у мірну колбу місткістю 25 см³ вносили 1 см³ 10⁻³ моль/дм³ водного розчину NaF, додавали 1 см³ 10⁻³ моль/дм³ розчину KO, доводили до риски дистильованою водою, перемішували і переносили у склянку, опускали електроди і при сталому перемішуванні створювали в об'ємі 25 см³ рН~5,8 за допомогою уротропіну кристалічного. Оптичну густина вимірювали при λ = 580 нм в кюветі з ℓ = 1 см відносно води через 5 хвилин після змішування розчинів.

Апаратура. Спектри світлопоглинання розчинів знімали, користуючись спектрофотометром СФ-46. Світлопоглинання розчинів вимірювали на КФК-3 при оптимальній довжині хвилі (λ_{опт}) відносно контрольної проби або води. Кислотність розчинів контролювали іономіром И-160 зі скляним електродом.

Результати і обговорення. У табл. 2 та на рис. 1 представлені результати оцінювання органолептичних показників ягід журавлини та концентратів з неї.

Таблиця 2. Оцінка органолептичних показників журавлини та її концентратів

| Ягідна сировина | Зовнішній вигляд ягід | Смак ягід | Консистенція м'якоті | Колір м'якоті | Аромат ягід |
|---|------------------------------------|--|---------------------------|------------------|---|
| Журавлина | Округлі, червоні, блискучі, пружні | Кислі з добре відчутною гірчинкою | Щільна, густа | Вишнево-червоний | Свіжий, з приємною кислинкою |
| Журавлиновий сік | Рідина | Кисла | Рідка | Вишнево-червоний | Приємний свіжий |
| Журавлиновий концентрат | В'язка, тягуча | Кислий з гірчинкою | Щільна, в'язка, драглиста | Багряно-червоний | Приємний аромат свіжості |
| Журавлиновий концентрат з лимонною кислотою (1:1) | В'язка, тягуча | Кислий з гірчинкою | Щільна, в'язка, драглиста | Багряно-червоний | Приємний аромат свіжості |
| Журавлиновий концентрат з лимонною кислотою (1,5:1) | В'язка, тягуча | Більш виявлена кислинка з не яскраво вираженою гірчинкою | Щільна, в'язка, драглиста | Багряно-червоний | Приємний аромат свіжості, з легкою кислотою |
| Журавлиновий концентрат з лимонною кислотою (2:1) | В'язка, тягуча | Дуже кислий | Щільна, в'язка, драглиста | Багряно-червоний | Приємний кислий аромат |

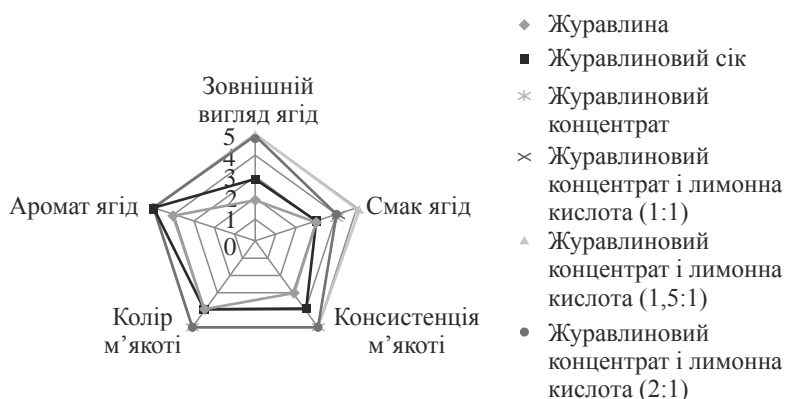


Рис. 1. Профілограма органолептичних показників журавлини та концентратів з неї

Для всіх зразків контролювали рН. Результати дослідження представлені в табл. 3.

Таблиця 3. Визначення показника рН ($V=100\text{ см}^3$, водна суміш)

| Концентрація зразків | 20 % | 30 % | 50 % |
|--|------|------|------|
| рН шкірочок | 5 | 4,8 | 4,3 |
| рН соку | 4,4 | 3,9 | 3,7 |
| рН концентрату | 3,0 | 2,9 | 2,8 |
| рН журавлинового концентрату + лимонна кислота (1:1) | 3,0 | 2,9 | 2,8 |
| рН журавлинового концентрату + лимонна кислота (1,5:1) | 2,7 | 2,5 | 2,4 |
| рН журавлинового концентрату + лимонна кислота (2:1) | 2,4 | 2,3 | 2,1 |

З табл. 3 і рис. 1 видно, що при збільшенні концентрації журавлинового концентрату і лимонної кислоти у сумішах спостерігається збільшення кислотності. Найбільше значення рН — у зразку № 6 — 50-процентна суміш журавлинового концентрату і лимонної кислоти (2:1).

Найбільший вміст сухих речовин знаходиться у суміші із співвідношенням журавлинового концентрату і лимонної кислоти 1,5:1. На другому місці за кількістю сухих речовин знаходиться зразок упареного концентрату із свіжих ягід журавлини.

Для зразків був визначений показник кислотності, результати представлені в табл. 4.

Таблиця 4. Показники кислотності зразків

| Назва зразка | Кислотність зразка, град |
|---|--------------------------|
| Ягоди | 2,70 |
| Вичавки | 1,60 |
| Концентрат | 2,85 |
| Журавлиновий концентрат + лимонна кислота (1:1) | 2,85 |
| Журавлиновий концентрат + лимонна кислота (1,5:1) | 2,88 |
| Журавлиновий концентрат + лимонна кислота (2:1) | 2,90 |

Видно, що при додаванні лимонної кислоти і у співвідношенні 1:1 показник кислотності не змінюється, при співвідношенні 2:1 журавлинового концентрату і лимонної кислоти — показник кислотності найбільший, що погіршує органолептичні показники комплексного підкислювача.

Для оцінки антисептичної дії зразків із журавлини було визначено вміст аскорбінової та бензойної кислот. В табл. 5 представлені результати визначення вмісту вказаних кислот.

Таблиця 5. Вміст аскорбінової та бензойної кислот

| Назва зразка | Вміст аскорбінової кислоти, мг/100 г | Вміст бензойної кислоти, мг/100 г |
|--------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Ягоди | 7 | 0,29 |
| Вичавки | 5,3 | 0,34 |
| Концентрат | 8 | 0,39 |

Результати дослідів свідчать, що вміст аскорбінової та бензойної кислот зберігається найбільшим у концентраті, а найменший — у вичавках. Тобто можна очікувати, що добавка з концентратом матиме найбільший термін зберігання без застосування синтетичних консервантів.

Для оцінки протекторних властивостей журавлини вивчали здатність компонентів, наведених у табл. 1, зв'язувати іони Pb^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} .

Встановлено, що іони $Pb(II)$, $Cd(II)$, $Hg(II)$ утворюють з більшістю речовин, які наведені в табл. 1, практично безбарвні комплексні сполуки [6; 8], що поглинають світло в далекій ультрафіолетовій частині спектра.

Враховуючи вищевикладене, можливий склад комплексів і дані літератури [5—15], можна очікувати, що координація іонів досліджуваних металів може здійснюватися таким чином:

- за атомами кисню внаслідок заміщення гідрогену в гідроксогрупах тіазольного фрагменту вітаміну B_1 ;

- за рахунок заміщення гідрогену в гідроксогрупах вітаміну B_4 (холін), цукрах, флавоноїдах;

- за атомами кисню внаслідок заміщення гідрогену в гідроксогрупах дубильних речовин (пірокатехін, пірогалол тощо) з утворенням 5-членних циклів;

- за атомами кисню внаслідок заміщення гідрогену в гідроксогрупах та розриву подвійного зв'язку в $>C=O$ -групах окремих флавоноїдів з утворенням 5-членних циклів, вітамінів А, К;

- за атомами кисню внаслідок розриву подвійного зв'язку в 6-ацетоксифрагменті токоферолу — (6-ацетокси-2-метил-2-(4,8,12-триметилтридецил)хроману);

- за рахунок заміщення гідрогену в карбоксильних групах аскорбінової (вітамін С), яблучної, лимонної, фолієвої (вітамін B_9), бензойної, хінної, урсолової кислот;

- за рахунок заміщення гідрогену в карбоксильних і гідроксогрупах пектинових речовин.

У табл. 6 наведені результати визначення показників протекторних властивостей щодо іонів токсичних металів (%/1 г зразка).

Таблиця 6. Результати визначення зв'язуючої здатності ягід журавлини щодо іонів $Pb(II)$, $Hg(II)$, $Cd(II)$

| Досліджуваний зразок | Сорбувалось іонів металу, % | | |
|----------------------------|-----------------------------|-----------|-----------|
| | Pb (II) | Cd (II) | Hg (II) |
| Подрібнені ягоди журавлини | 99,04±0,1 | 98,87±0,3 | 99,52±0,2 |

За здатністю адсорбуватися подрібненими ягодами журавлини токсичні метали можна розташувати у такий ряд: $Pb \approx Hg > Cd$. Подібна залежність збігається з даними літератури щодо стійкості комплексних сполук досліджуваних металів з O-, N-, S-вмісними органічними комплексоутворюючими органічними реагентами [6—8]. Це свідчить про достовірність отриманих результатів.

Отримана інформація може бути використана під час розробки нових харчових і косметичних об'єктів з протекторними властивостями до іонів токсичних металів.

З метою порівняння вмісту біологічно активних речовин екстракту і свіжого концентрату, отриманого після упарювання, вичавки екстрагували водою при температурі 20 та 75°C до моменту настання постійного показника сухих речовин в екстрагенті. Фізико-хімічні показники отриманого водного екстракту із журавлини представлені в табл. 7.

Таблиця 7. Фізико-хімічні показники водного екстракту із вичавок журавлини

| Назва зразка | Масова частка, % | | рН | Вміст вітаміну С, мг/100 г |
|----------------------------|------------------|-------------------|-----|----------------------------|
| | Сухих речовин | Титрованих кислот | | |
| Водний екстракт із вичавок | 4,5 | 0,8 | 3,2 | 0,76 |

На підставі вищевикладеного і з урахуванням фізико-хімічних показників, які були отримані при дослідженні отриманого упарюванням концентрату із журавлини з додаванням лимонної кислоти у співвідношенні 1,5:1, можна зробити висновок про доцільність використання його як комплексного підкислювача функціональної дії у формі замороженої «журавлинової таблетки». При заморожуванні фізико-хімічні показники не втрачаються, а спосіб отримання концентрату без оброблення високими температурами екстрагування забезпечує збереження більшої кількості корисних властивостей і сприяє заощадженню часу на його отримання.

Запропонована «таблетка» оптимальна для використання як комплексний підкислювач із консервуючою, антиоксидантною активністю, а також як готова основа для створення безалкогольних, гарячих або холодних напоїв.

На основі нового комплексного підкислювача було розроблено рецептуру фруктового напою, до складу якого входить, окрім журавлинового концентрату з лимонною кислотою у співвідношенні 1,5:1, цукор, персиковий сік.

Для визначення якості напою було проведено органолептична оцінка концентратів, результати якої наведені в табл. 8 і на рис. 2.

Таблиця 8. Органолептичні показники журавлинових концентратів

| Назва зразка | Органолептичні показники | | |
|---|--------------------------------------|--|------------------|
| | Смак | Аромат | Колір |
| Концентрат журавлиновий | Кисло-терпкий, з гірчинкою | Приємний аромат свіжих ягід | Багряно-вишневий |
| Концентрат журавлини + персиковий сік | Приємний смак, з відчутною кислинкою | Легкий аромат журавлини з нотками персиків | Вишневий |
| Концентрат журавлиновий + лимонна кислота(1,5:1) + персиковий сік | Приємний смак з відчутною кислинкою | Легкий аромат журавлини з нотками персиків | Вишневий |

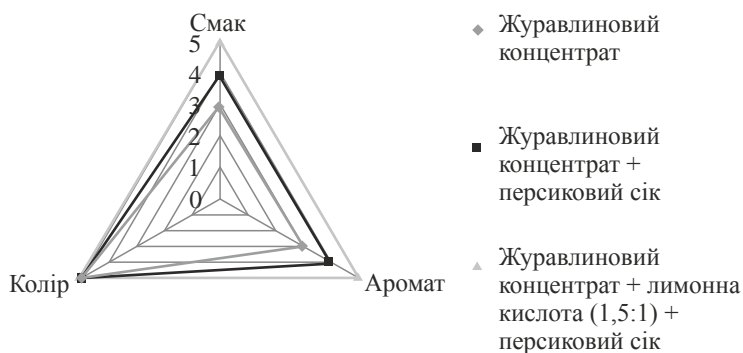


Рис. 2. Профілограма органолептичної оцінки напоїв

З результатів, представлених у табл. 8 і на рис. 2, видно, що запропонований напій з додаванням комплексного підкислювача (суміш журавлинового концентрату з лимонною кислотою у співвідношенні 1,5:1) є найкращим за органолептичними показниками. Напій характеризується приємним смаком, ароматом і кольором. Він не містить штучних барвників й ароматизаторів. А «журавлинова таблетка» може бути використана як функціональна добавка у кондитерських виробках, лікєро-горілчанних та безалкогольних напоях. Додавання до виробу нової добавки надасть йому підкислюючий і підфарбовуючий ефекти, консервуючу та антиоксидантну дію.

Висновки

Досліджено органолептичні показники, встановлено рН, визначено вміст сухих речовин ягід журавлини та концентратів з неї. Для оцінки антисептичної дії зразків з журавлини визначено вміст аскорбінової та бензойної кислот.

Вперше досліджені протекторні властивості ягід журавлини щодо іонів таких токсичних металів, як Рb(II), Hg(II), Cd(II). Отримані кількісні характеристики зв'язуючої здатності досліджених зразків (ППВ — показники протекторних властивостей).

На підставі отриманих результатів розроблено нову добавку — комплексний підкислювач функціональної дії у формі замороженої «журавлинової таблетки» з консервуючою, антиоксидантною активністю та протекторними властивостями, а також як готова основа для створення безалкогольних, гарячих або холодних напоїв. Пропонована таблетка використана для створення нового безалкогольного напою.

Література

1. Лютикова М. Н. Изучение состава биологически активных компонентов дикорастущих ягод в зависимости от степени зрелости и условий хранения: аттореферат. дисс. канд. хим. Наук. Черноголовка, 2013. 26 с.

2. Вульф Е. В., Малеева О. Ф. Мировые ресурсы полезных растений: пищевые, кормовые, лекарственные и др. / отв. ред. Ф.Х. Бахтеев; БИН АН СССР: монографія. Ленинград: Наука, 1969. 566 с.

3. Турова А. Д., Сапожникова Э. Н. Лекарственные растения СССР и их применение: монографія. Москва: Медицина, 1984. 304 с.
4. Андреева И. И., Родман Л. С. Ботаника: монографія. Москва: Колос, 2005. 528 с.
5. Пилипенко А. Т. Органічні реактиви в неорганічному аналізі: монографія. Київ: Вища школа, 1972. 255 с.
6. Яцимирский К. Б. Биологический аспекты координационной химии: монографія. Київ: Наукова думка, 1979. 263 с.
7. Эйхгорн Г. Неорганическая биохимия: монографія. Москва: Мир, 1978. 736 с.
8. Мак Олифф К. Методы и достижения бионеорганической химии: монографія. Москва: Мир, 1978. 390 с.
9. Костенко Є. Є., Бутенко О. М. Вивчення комплексоутворення Pb (II), Cd (II), Hg (II) з амінокислотами для прогнозування протекторних властивостей харчових продуктів. *Наукові праці НУХТ*. Київ, 2012. № 44. С. 85—91.
10. Костенко Є. Є., Стахмич Т. В., Бутенко О. М. Протекторні властивості харчових продуктів, які не містять пектину, щодо П्लомбуму (II): матеріали Сесії наук. ради НАН України з пробл. «Аналітична хімія», м. Гурзуф, 16-19 трав. 2011 р. Київ: РВЦ КНУ, 2011. С. 54.
11. Костенко Є. Є., Тасенко М. А., Ромоданова В. О. Вивчення здатності деяких основних компонентів молока та сумішей на його основі зв'язувати іони плумбуму. *Наукові праці УДУХТ*. Київ, 2001. № 10. С. 46—47.
12. Спосіб визначення комплексоутворювальної здатності основних компонентів молока та сумішей на його основі: пат. № 41841 А. Україна. МПК 7 G01N33/04. заявл. № 2001053132; заявлено 07.05.01; опубл. 17.09.2001, Бюл. № 8. 4 с.
13. Костенко Є. Є., Ковбаса В. М., Терлецька В. А., Біла Г. М., Зінченко І. М., Боднар А. В. Дослідження комплексоутворення плумбуму (II) з валіном. *Наукові праці НУХТ*. Київ, 2010. № 33. С. 30—32.
14. Костенко Є. Є., Ковбаса В. М., Терлецька В. А., Біла Г. М., Зінченко І. М., Боднар А. В. Дослідження комплексоутворення плумбуму (II) з метіоніном. *Харчова і переробна промисловість*. Київ, 2010. № 2(366). С. 26—28.
15. Костенко Є. Є., Ковбаса В. М., Терлецька В. А., Зінченко І. М., Боднар А. В. Дослідження комплексоутворення плумбуму (II) з лейцином. *Наукові праці НУХТ*. Київ, 2009. № 29. С. 6—8.
16. Коростелев П. П. Приготовление растворов для химико-аналитических работ: монографія. Москва: Химия, 1967. 304с.
17. Полянский Н. Г. Аналитическая химия элементов. Свинец: монографія. Москва: Наука, 1986. 352 с.
18. Гладышев В. П., Левицкая С. А., Филиппова Л. М. Аналитическая химия ртути: монографія. Москва: Наука, 1974. 224 с.
19. Методы анализа чистых химических реактивов / ред. П.П. Коростелев. Москва: Химия, 1984. 280 с.
20. Назарко І. С. Інноваційні інгредієнти в технології консервованих продуктів: Конспект лекцій. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2016. 100 с.
21. Костенко Є. Є., Христиансен М. Г., Бутенко Е. Н. Фотометрическое определение микроколичеств свинца в питьевой воде с помощью сульфаноazo III. *Химия и технология воды*. Киев, 2002. № 6. С. 324—328.
22. Марченко З. Фотометрическое определение элементов: монографія. Москва: Мир, 1971. 501 с.