

## КОМПЛЕКСООУТВОРЕННЯ АНТОЦΙΑНІВ ЧЕРВОНИХ СОРТІВ ВИНОГРАДУ З БІОПОЛІМЕРОМ ГУМІАРАБІКОМ

Л. С. Гураль, кандидат технічних наук, доцент, E-mail: [loris\\_shum@ukr.net](mailto:loris_shum@ukr.net)  
Кафедра харчової хімії, Одеська національна академія харчових технологій  
вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039

**Анотація.** Досліджено комплексоутворення антоціанів червоних сортів винограду з гуміарабіком – полімером природного походження, який містить полісахаридну і білкову компоненти. Встановлено, що найбільший ступінь зв'язування антоціанів з полімерною матрицею має місце при суміщенні їхніх 0,1 %-х водних розчинів у об'ємних співвідношеннях 1:1 за температури 40–45 °С. Утворення комплексу антоціанових пігментів з гуміарабіком доведено за допомогою методів гель-хроматографії, УФ- та ІЧ-спектроскопії. За даними диференційної ІЧ-спектроскопії утворення стабільного комплексу забезпечується за рахунок водневих зв'язків між оксигеновмісними функціональними групами взаємодіючих компонентів. У результаті комплексоутворення зростає рН- і термостабільність антоціанів. Їхня антиоксидантна активність у складі комплексу антоціани-гуміарабік підвищується у порівнянні з вільними антоціанами на 11,0 %. Отриманий комплекс є високоактивним фізіологічно-функціональним харчовим інгредієнтом.

**Ключові слова:** оздоровчі продукти харчування, функціональний інгредієнт, антиоксиданти, антоціани винограду, біополімери, гуміарабік, комплексоутворення.

## КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ АНТОЦИАНОВ КРАСНЫХ СОРТОВ ВИНОГРАДА С БИОПОЛИМЕРОМ ГУММИАРАБИКОМ

Л. С. Гураль, кандидат технических наук, доцент, E-mail: [loris\\_shum@ukr.net](mailto:loris_shum@ukr.net)  
Кафедра пищевой химии, Одесская национальная академия пищевых технологий  
ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65039

**Аннотация.** Исследовано комплексобразование антоцианов красных сортов винограда с гуммиарабином – полимером природного происхождения, содержащего полисахаридную и белковую компоненты. Установлено, что наибольшая степень связывания антоцианов с полимерной матрицей имеет место при совмещении 0,1 %-х водных растворов этих составляющих в объемных соотношениях 1:1 при температуре 40–45 °С. Образование продукта взаимодействия антоциановых пигментов с гуммиарабином доказано с помощью методов гель-хроматографии, УФ- и ИК-спектроскопии. По данным дифференциальной ИК-спектроскопии образование стабильного комплекса обеспечивается за счет водородных связей между кислородсодержащими функциональными группами взаимодействующих компонентов. В результате комплексобразования возрастает рН- и термостабильность антоцианов. Их антиоксидантная активность в составе комплекса антоцианы-гуммиарабик повышается по сравнению со свободными антоцианами на 11,0 %. Полученный комплекс является высокоактивным физиологически-функциональным пищевым ингредиентом.

**Ключевые слова:** оздоровительные продукты питания, функциональный ингредиент, антиоксиданты, антоцианы винограда, биополимеры, гуммиарабик, комплексобразование.

Copyright © 2015 by author and the journal "Food Science and Technology".

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI 10.15673/2073-8684.4/2015.55868

### Вступ

Питанням щодо здорового способу життя, зокрема й якісного харчування, в теперішній час приділяється особлива увага. Адже повноцінне та збалансоване харчування – запорука здоров'я людини, оскільки є ефективним регулятором всіх життєво важливих функцій організму. Однак в умовах сучасного урбанізованого суспільства, погіршення екології довкілля внаслідок технічного прогресу, шкідливих виробничих умов праці за рахунок традиційного харчування не вдається ліквідувати дефіцит есенціальних нутрієнтів, необхідних для нормальної життєдіяльності людини. Це, у свою чергу, спричиняє порушення в обмінні речовин, що супроводжується розвитком

патологічних змін в організмі людини та, як наслідок, виникненням ряду хронічних захворювань [1].

З метою корекції структури харчування населення в теперішній час харчова індустрія орієнтується на виробництво оздоровчих продуктів харчування та дієтичних добавок з вираженими фізіологічними ефектами. Завдяки включенню таких продуктів до щоденного раціону харчування вдається ліквідувати дефіцит важливих біологічно активних нутрієнтів [2–3].

### Постановка проблеми

З метою надання бажаних лікувально-профілактичних властивостей традиційним харчовим продуктам їх цілеспрямовано урізноманітнюють та збалансовують за рахунок введення до рецептури бі-

ологічно активних сполук, переважно природного походження. До таких функціональних інгредієнтів належать вітаміни, есенціальні мінеральні речовини, харчові волокна, пребіотики, поліненасичені жирні кислоти, амінокислоти, ферменти та антиоксиданти [2–3]. Серед останніх важливу роль відіграють фенольні сполуки [4–5].

Одним із розповсюджених джерел природних високоактивних антиоксидантів фенольної природи є виноград. Червоного забарвлення винограду надають, зокрема, водорозчинні пігменти класу антоціанів – сполук з високою антиоксидантною активністю. Їх отримують зі шкірки винограду екстракцією водно-спиртовими або підкисленими водними розчинами. Окрім антиоксидантної дії антоціанам притаманні капіляропротекторна, гіпоглікемічна та гіполіпідемічна активності, а також протизапальна, протипухлинна, антимутагенна й антимікробна властивості [4–7].

У харчовій промисловості антоціани застосовуються як безпечні натуральні харчові барвники Е163 (енобарвники), відтінки яких можна варіювати за рахунок зміни рН середовища. У зв'язку з цим, вони включаються до широкого спектру харчових систем: використовуються для надання забарвлення кондитерським виробам, безалкогольним та слабоалкогольним напоям, консервованим фруктам, джемам, конфіторам, соусам, майонезам, певним видам твердих сирів, а також молочним (йогурт, морозиво) і м'ясним продуктам [5,8–9].

Однією з умов ефективного застосування антоціанів як фізіологічно-функціонального інгредієнту у складі харчових систем є збереження їхньої біологічної активності в процесі виробництва і при зберіганні. Максимальну антиоксидантну активність антоціанові пігменти проявляють за нейтральних значень рН. Однак енобарвники є лабільними сполуками, оскільки легко піддаються структурним деформаціям у присутності кисню повітря, зміни рН середовища, підвищенні температури, опромінуванні, дії ферментів, комплексоутворенні з іонами К, Mg і Са, що в результаті знижує їхню фізіологічну дію [6–8]. Тому актуальним питанням є пошук способів підвищення стабільності антоціанів зі збереженням їхньої біологічної активності.

### Літературний огляд

Забезпечення збереження, а також підвищення фізіологічної активності сполук, чутливих до зовнішніх впливів, досягається звичай шляхом застосування допоміжних речовин – стабілізаторів. Раціональний підбір стабілізатору дозволяє отримувати високоякісні та високоєфективні функціональні харчові інгредієнти.

Альтернативним шляхом є іммобілізація лабільних біологічно активних сполук на різноманітних матрицях, зокрема некрохмальних полісахаридах. Полісахариди – це масштабний та відтворюваний сиро-

винний ресурс. Вони є нетоксичними і безпечними, біосумісними, біодеградованими, не викликають алергічних реакцій та широко застосовуються як харчові інгредієнти у складі харчових систем, оскільки володіють широким спектром функціонально-технологічних (використовуються як вологостримувальні агенти, загусники, драгпеутворювачі, стабілізатори пін та емульсій, текстуратори, імітатори жирів, поліпшувачі смаку, плівкоутворювачі, регулюють процес синерезису, підвищують стійкість харчових систем до механічного впливу, подовжують терміни зберігання готової продукції) та функціонально-фізіологічних властивостей (загальноозміцнювальна дія, нормалізація обмінних процесів, покращення перистальтики кишечника, ентеросорбційні, пребіотичні, протипроменеві, антиоксидантні ефекти, тощо) [8–11].

Іммобілізація біологічно активних речовин на полісахаридних матрицях дозволяє удосконалити їхні властивості – збільшувати активність, пролонгувати дію, знизити токсичність і побічні ефекти, збільшувати вибірковість дії, а також покращувати стабільність при зберіганні [12–13].

Одним із перспективних біополімерів, який належить до водорозчинних харчових волокон, є ексудат камедних дерев – гуміарабік. Йому властива висока фізіологічна активність: сприяє нормалізації складу кишкової мікрофлори, нормалізує ліпідний обмін, уповільнює процеси перекисного окиснення ліпідів, виявляє гастропротекторну, антимікробну, антисептичну, пом'якшувальну та заспокійливу дію щодо слизових оболонок людського організму. Окрім того, гуміарабік застосовується для інкапсулювання лабільних, малорозчинних та нерозчинних у воді речовин. У харчовій промисловості гуміарабік є одним з найбільш використовуваних в якості текстуратора, емульгатора, плівкоутворювача, стабілізатора емульсій і пін гідроколом (Е414) [14].

### Основна частина

Метою роботи було дослідження умов комплексоутворення антоціанів червоного винограду з гуміарабіком та характеристика отриманого фізіологічно-функціонального інгредієнту.

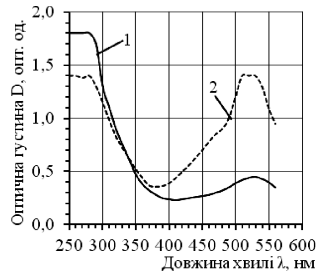
У дослідженнях використовували порошокопідібний препарат антоціанів «Еноціанін», отриманий розпилювальним сушінням екстракту шкірки винограду *Vitis Vinifera* (виробник «Rudolf Keller», Італія). Як матрицю для іммобілізації антоціанів застосовували препарат гуміарабіку «Fibregum В» (виробник «CNI – Colloide Natures Internationals», Франція).

За результатами попередніх досліджень препарат гуміарабіку «Fibregum В» містить 65,4 % полісахаридної компоненти, масова частка білкових речовин складає 3,4 %, вміст мінеральних речовин не перевищує 4,7 %. Полісахарид гуміарабіку є арабіногалактаном, оскільки у його складі домінують залишки галактози та арабінози, менше міститься залишків

рамнози і уронових кислот. Молекулярна маса гуміарабіку перевищує 100 кДа. Його водні розчини характеризуються низькою в'язкістю. Біополімеру притаманна антиоксидантна активність [15].

У зв'язку з існуванням на ринку широкого спектру антоціанових препаратів, отриманих із різних видів та сортів сировинних джерел, на першому етапі досліджень надавали первинну характеристику препарату «Еноціанін». УФ-спектри його 0,1 %-х розчинів (системи розчинників – дистильована вода і 0,1 н розчин хлорводневої кислоти) отримували в інтервалі від 250 до 560 нм з кроком сканування 10 нм, застосовуючи спектрофотометр СФ-26. В дослідках на присутність у препараті антоціанів ортогідроксильних груп використовували 5,0 %-й розчин  $AlCl_3$  в етанолі. Реєстрацію ІЧ-спектрів препарату здійснювали на спектрофотометрі Spekord-75 у діапазоні частот 4000–400  $cm^{-1}$  [16]. Середню молекулярну масу антоціанів визначали методом гель-хроматографії [17]. Зміну забарвлення розчинів пігментів досліджували візуально та спектрофотометрично [16].

Оскільки антоціани та гуміарабік є водорозчинними сполуками, то комплексоутворення здійснювали суміщенням їхніх водних розчинів з концентрацією 0,5–2,0 %. Реакційну суміш витримували паралельно при температурі навколишнього середовища 18–22 °С та при 40–45 °С протягом 20 хв. Отрима-



1 – у воді, 2 – в 0,1 н розчині HCl  
Рис. 1. УФ-спектри поглинання 0,1 %-х розчинів антоціанів червоного винограду

УФ-спектральні криві водного та хлорводневого розчинів антоціанів (рис. 1) характеризуються наявністю плеча при 280 нм та розмитого максимуму при 520–530 нм. Однак в спектрах антоціанів у розчині HCl в порівнянні з їхнім водним розчином максимум у довгохвильовій області відрізняється значно більшою величиною показника оптичної густини у видимій області спектру, що, очевидно, обумовлено посиленням інтенсивності кольору антоціанових пігментів за низьких значень pH. Широкий довгохвильовий максимум, присутній на

ний продукт ліофільно висушували. Середню молекулярну масу обох складових комплексів визначали, використовуючи гель-хроматографію (розчинник 1,0 M NaCl) на Sephadex S-150 Superfine (17×48 мм) [17]. В елюатах (по 2  $cm^3$ ) спектрофотометрично визначали кількісний вміст антоціанів при довжині хвилі  $\lambda = 530$  нм [16] та домінуючої вуглеводної складової гуміарабіку антроновим методом при довжині хвилі  $\lambda = 670$  нм [18]. Аналіз продуктів взаємодії антоціани-гуміарабік проводили методами УФ-спектроскопії, а також диференційної ІЧ-спектроскопії за значенням величини відносної оптичної густини (ВВОГ), використовуючи метод базисної лінії й внутрішнього стандарту [19,20]. pH-стійкість вільних антоціанів та в складі комплексу оцінювали шляхом визначення їхнього вмісту у розчинах із різними значеннями pH (1,0–9,0) після інкубації за температури 18–22 °С протягом 10 хв. Термостабільність іммобілізованих пігментів у порівнянні з вільними досліджували протягом 30 хв за температури 100 °С. Антиоксидантну активність визначали модифікованим тіоціанатним методом з неспецифічним субстратом окиснення [21].

Результати проведених УФ- та ІЧ-спектроскопічних досліджень комерційного препарату антоціанів червоного винограду «Еноціанін» наведено на рис. 1 і 2.

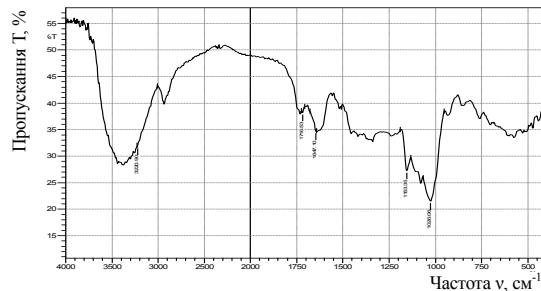


Рис. 2. ІЧ-спектр антоціанів червоного винограду

обох УФ-кривих, свідчить, що досліджуваний зразок являє суміш декількох сполук. При додаванні спиртового розчину  $AlCl_3$  до водного і кислотного розчинів антоціанів зміни забарвлення та характеру в їхніх електронних спектрах не спостерігалися. Це вказує на відсутність ортогідроксильних груп в ізолюваному бензольному кільці глікозидів мальвідину. У зв'язку з цим, можна припускати, що основною складовою глікозидів мальвідину антоціанового препарату із червоного сорту винограду Vitis Vinifera є мальвідин-3-глюкозид [16].

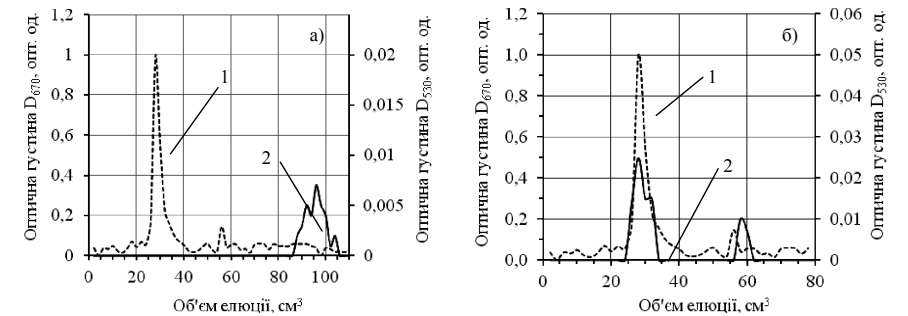
В ІЧ-спектрі досліджуваних антоціанів (рис. 2) присутня смуга поглинання в області 1637–1650  $cm^{-1}$ , що свідчить про валентні коливання C=O групи флавонолів. Валентні коливання подвійних зв'язків проявляються у вигляді декількох смуг поглинання в області 1600–1470  $cm^{-1}$ . Про присутність глікозидних зв'язків свідчить максимум при 1526  $cm^{-1}$ , а також максимуми при 1153 та 840–820  $cm^{-1}$ , властиві коливанням піранозних циклів. В області 3000–2700  $cm^{-1}$  ідентифіковано фенольні гідроксили аглікону, а в області 3600–3300  $cm^{-1}$  – OH-групи вуглеводних компонентів антоціанів.

Комерційний препарат антоціанів червоних сортів винограду відповідно до отриманих результатів хроматографічних досліджень на Sephadex S-150 Superfine є низькомолекулярною сполукою, середня молекулярна маса якого складає біля 500 Да.

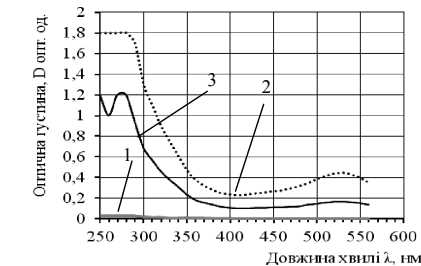
В результаті досліджень щодо впливу pH середовища на забарвлення антоціанових пігментів та їхню стабільність встановлено, що їхній природний колір зберігається за значень pH 5,5–6,0. Інтенсивність забарвлення розчинів антоціанів зростає

при підвищенні кислотності. Під час збільшення показника pH розчину, а саме при pH 7,0–8,0 рожевий колір антоціанів змінюється на сіро-зелений, а при pH 9,0 він набуває синього кольору.

На наступному етапі визначали умови комплексоутворення антоціанових колорантів з гуміарабіком. В результаті досліджень за допомогою методу гель-хроматографії встановлено, що комплексоутворення між обома складовими відбувається за температури 40–45 °С протягом 15–20 хв (рис. 3б), про що свідчить співпадіння піків полісахаридної складової гуміарабіку та антоціанів винограду в продукті їхньої взаємодії. За температури ж навколишнього середовища комплексоутворення не відбувається, оскільки відповідні піки на кривих гель-хроматографії продукту суміщення пігментів з біополімерним носієм не співпадають (рис. 3а). Згідно отриманих гель-хроматографічних даних найбільший ступінь зв'язування енобарвників з біополімерною матрицею має місце при суміщенні їхніх 0,1 %-х водних розчинів у об'ємних співвідношеннях 1:1. За цих умов досягається 92,1 % зв'язування антоціанів гуміарабіком.



1 – полісахарид гуміарабіку, 2 – антоціани червоного винограду  
Рис. 3. Вихідні криві гель-хроматографії продуктів суміщення 1,0 %-х водних розчинів гуміарабіку з антоціанами при об'ємних співвідношеннях 1:1 за температури 18–22 °С (а) та за температури 40–45 °С (б) на Sephadex S-150 Superfine



1 – гуміарабік, 2 – антоціани винограду, 3 – гуміарабік : антоціани (1:1)  
Рис. 4. УФ-спектри 0,1 %-х водних розчинів препаратів

На кривій УФ-спектру продукту антоціани-гуміарабік (рис. 4) спостерігається незначний батохромний зсув характерного для антоціанів максимуму при 520–530 нм у низькочастотну область, а також на відміну від спектральних кривих його окремих складових присутній чіткий пік з максимумом при 280 нм. Такі зміни в характері спектру отриманого продукту є непрямим свідченням утворення комплексу в результаті взаємодії пігментів з біополімерною матрицею.

Природу зв'язків, які беруть участь у комплексоутворенні антоціанових колорантів з гуміарабіком, визначали за допомогою методу ІЧ-спектроскопії. Диференційні ІЧ-спектри отриманого комплексу відносно гуміарабіку та антоціанів винограду представлені відповідно на рис. 5а і 5б. У порівнянні з

ІЧ-спектрами вихідних сполук, у спектрі досліджуваного зразка відбувається зміщення характерної для карбонільних груп смуги поглинання у низькочастотну область, а смуги поглинання ОН-груп – у високо-частотну область. ІЧ-спектр продукту антоціани-гуміарабік характеризується зниженням інтенсивності

поглинання при 3600 – 3400 см<sup>-1</sup>, 1748 см<sup>-1</sup>, 705 – 970 см<sup>-1</sup>. Інтерпретація отриманих даних свідчить про участь гідроксильних та карбонільних груп, а також окиснених піранозних циклів у системі водневих зв'язків між взаємодіючими компонентами.

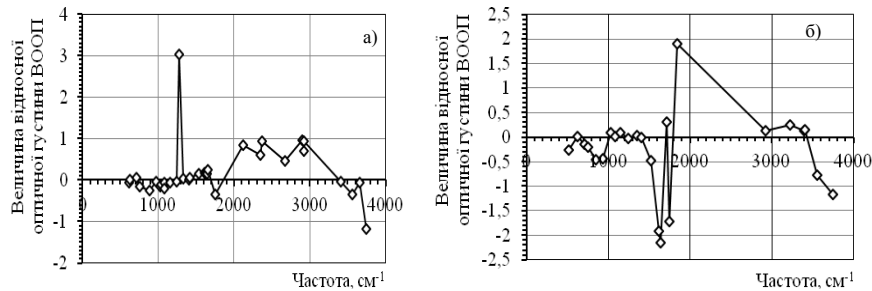
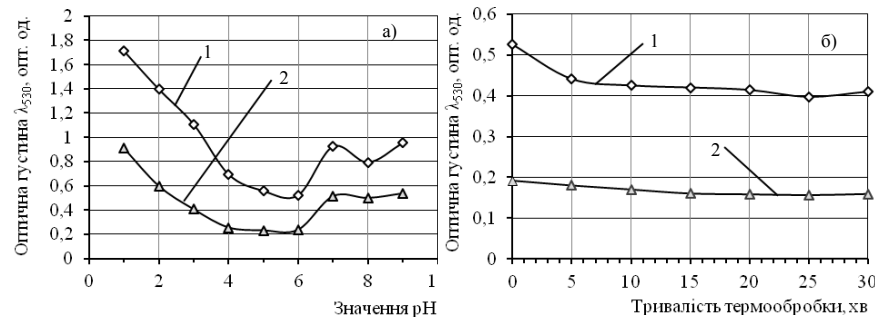


Рис. 5. Диференційні ІЧ-спектри комплексу антоціани-гуміарабік відносно гуміарабіку (а) та відносно антоціанів винограду (б)

Результати УФ- та диференційної ІЧ-спектроскопії разом з даними гель-хроматографії є ще одним підтвердженням комплексоутворення антоціанових пігментів з біополімером.

Досліджено вплив величини рН та підвищеної температури на іммобілізовані антоціани. Результати проведених експериментів свідчать, що в результаті комплексоутворення інтервал рН-стабільності зв'язаних пігментів зі збереженням нативного забарвлення розширюється до значень 3,5 – 6,5 (рис. 6а) у

порівнянні з таким вільних пігментів (5,5 – 6,0). Іммобілізація антоціанів на біополімерній матриці також сприяє підвищенню їхньої стійкості за температури 100 °С. Так, наприклад, показник оптичної густини розчинів комерційного антоціанового препарату вже протягом 5 хв термічної обробки знижувався на 20,5 %, в той час як зв'язані природні колоранти зберігали своє природне забарвлення майже на 10,3 % ефективніше протягом 30 хв.



1 – вільні антоціани, 2 – антоціани у складі комплексу антоціани-гуміарабік  
Рис. 6. Вплив рН (а) та температури 100 °С (б) на стабільність антоціанів

Таким чином, дані щодо рН-стабільності антоціанів свідчать про збереження їхнього нативного кольору, а, відповідно, й фізіологічної активності в розширеному діапазоні рН, що забезпечить підвищення стабільності цих біоколіорантів в умовах шлунково-кишкового тракту людини. Пігменти у складі ком-

плексу протягом тривалого проміжку часу високотемпературної обробки є термостабільними та зберігають свою фізіологічну дію, що, у свою чергу, розширює можливості варіації режимів технологічної обробки при виробництві оздоровчих продуктів з їхнім включенням.

## Висновки

Доцільно застосування гуміарабіку як матриці для іммобілізації антоціанових пігментів червоних сортів винограду. Комплексоутворення сприяє збереженню нативних властивостей антоціанів при тривалій високотемпературній обробці та розширенню діапазону рН-стабільності, що підвищує можливості варіації технологічних прийомів у виробництві продуктів харчування з їхнім включенням, а також дозволяє прогнозувати пролонгацію їхньої дії в умовах шлунково-кишкового тракту.

Отриманий продукт можна розглядати в якості високоактивного фізіологічно-функціонального харчового інгредієнту, здатного ефективно інгібувати процеси перекисного окиснення ліпідів.

Антиоксидантну активність комплексу антоціани-гуміарабік досліджували у порівнянні з окремими його складовими (антоціанами та гуміарабіком), а також з водорозчинним високоактивним антиоксидантом – аскорбіною кислотою. Масову частку кожного з досліджуваних зразків у реакційній суміші, яка містила як субстрат окиснення соняшникову олію, витримували однаковою (0,7 %). Вільні пігменти та біополімерна компонента виявляють властивості антиоксидантів, однак в результаті комплексоутворення показник антиоксидантної активності продукту антоціани-гуміарабік у порівнянні з вільними антоціанами зростає на 11,0 %, що очевидно обумовлено синергетичним ефектом обох компонентів, та перевищує антиоксидантну активність аскорбінової кислоти на 5,4 %.

## Список літератури:

1. Все о пище с точки зрения химика [Текст]: монография / И. М. Скурихин, А. П. Нецаев. – М.: Высшая школа, 1991. – 288 с. – ISBN 5-06-000673-5.
2. Шемета, О. О. Функциональное харчування – новый підхід до здорового способу життя [Текст] / О. О. Шемета, К. М. Дожук // Ліки України. – 2015. – № 1 (186). – С. 24-27.
3. El Sohaimy, S. A. Functional foods and nutraceuticals-modern approach to Food Science [Text] / S. A. El Sohaimy // World Applied Sciences Journal. – 2012. – № 20 (5). – P. 691-708.
4. Lachman, J. Antioxidant contents and composition in some vegetables and their role in human nutrition [Text] / J. Lachman, M. Orsák, V. Pivec // Hort. Sci. – 2000. – № 27. – P. 65-78.
5. Кучин, А. В. Антиоксиданты: химия и применение [Текст] / А. В. Кучин, И. Ю. Чукичева // Вестник уральского отделения РАН. – 2011. – № 3 (37). – С. 43-57.
6. Biosynthesis of Anthocyanins and Their Regulation in Colored Grapes [Text] / Fei He, Lin Mu, Guo-Liang Yan, Na-Na Liang and etc. // Molecules. – 2010. – № 15. – P. 9057-9091.
7. Функции и свойства антоцианов растительного сырья. Обзор [Текст] / А. М. Макаревич, А. Г. Шутова, Е. В. Спиридович, В. Н. Решетников // Труды ВГУ. – 2010. – Т. 4. Вып. 2. – С. 1-11.
8. Нецаев, А. П. Пищевая химия [Текст] / А. П. Нецаев, С. Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова; 2-е изд., перераб. и исправл. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 640 с. – ISBN 5-901065-38-0.
9. Нецаев, А. П. Пищевые добавки [Текст]: Учеб.-метод. пособие / А. П. Нецаев, А. А. Кочеткова, А. Н. Зайцев. – М.: Издательский комплекс МГУПП, 1999. – 71 с. – ISBN 5-230-12832-1.
10. Alistair, M. Stephen. Food Polysaccharides and Their Applications [Text] / Alistair M. Stephen, Glyn O. Phillips, Peter A. Williams. Second Edition. – CRC Press, 2006. – 752 p. – ISBN-13: 978-0824759223, ISBN-10: 0824759222.
11. Перспективы использования растительных полисахаридов в качестве лечебных и лечебно-профилактических средств [Текст] / Н. А. Криштанова, М. Ю. Сафонова, В. Ц. Болотова и др. // Вестник ВГУ. Сер. Химия, биология, фармация. – 2005. – № 1. – С. 212-221.
12. Черно, Н. К. Стабилизация бетанина комплексообразованием с арабиногалактаном [Текст] / Н. К. Черно, О. В. Ломака // Известия вузов. Пищевая технология. – Краснодар. – 2013. – № 4. – С. 32-34.
13. Cherno, N. Preparation and characterization of iron complexes based on polysaccharides from Agaricus bisporus [Text] / N. Cherno, S. Osolina, O. Nikitina // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2014. – № 5/11(71). – С. 52-57.
14. John, F. Kennedy. Gum Arabic [Text] / John F. Kennedy, Glyn O. Phillips, Peter A. Williams. – Royal Society of Chemistry; Hardback, 2011. – 372 p. – ISBN-13: 978-1849731935, ISBN-10: 1849731934.
15. Гураль, Л. С. Фізико-хімічна характеристика препарату гуміарабіку [Текст] / Л. С. Гураль // 36. тез доповідей Міжнарод. наук.-практ. конф. «Харчові технології, лібобпродукти і комбікорми» – Одеса: ОНАХТ, 2015. – С. 107-108.
16. Шестерин, В. И. Изучение состава антоцианов винограда [Текст] / В. И. Шестерин, В. П. Сведовин // Химия растительного сырья. – 2013. – №3. – С. 177-180.
17. Striegel, A. Modern size-exclusion liquid chromatography: practice of gel permeation and gel filtration chromatography [Text] / A. Striegel, W. W. Yau, J. J. Kirkland, D. D. Bly. – 2nd ed. – NJ: John Wiley & Sons, 2009. – 494 p.
18. Chung, C. Polysaccharide synthesis in growing yeast [Text] / C. Chung, W. Nickerson // J. Biol. Chem. – 1954. – Vol. 208. – P. 395-407.
19. Clark, B. J. UV Spectroscopy: Techniques, instrumentation and data handling [Text] / B. J. Clark, T. Frost, M. A. Russell. – Springer Science & Business Media, 1993. – 146 p.
20. Barbara, H. Stuart. Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications [Text] / Barbara H. Stuart. – John Wiley & Sons, Ltd, 2004. – 244 p. – ISBNs: 0-470-85427-8 (НВ); 0-470-85428-6 (РВ).
21. Салькова, Е. Г. Изучение антиоксидантной активности экстрактов кутикулы яблок [Текст] / Е. Г. Салькова, М. Г. Амзашвили // Прикл. биохимия и микробиология. – 1987. – Т. 23, № 5. – С. 686-691.

## COMPLEXING OF ANTHOCYANS OF RED GRAPE VARIETY WITH BIOLOGICAL POLYMER OF GUM-ARABIC

L. Gural, Candidate of Technical Sciences, associate professor, E-mail: [loris\\_shum@ukr.net](mailto:loris_shum@ukr.net)  
Food Chemistry Department, Odessa National Academy of Food Technologies  
Kanatna, 112 Str., Odessa City, Ukraine, 65039

**Summary.** There was performed a research of complexing of anthocyanins of red grape variety with gum-arabic – the polymer of natural origin, which contains polysaccharide and protein components. It was determined that the highest binding rate of anthocyanins with polymer matrix takes place when 0,1 % aqueous solutions of these ingredients are mixed in volumetric proportions of 1:1 at a temperature of 40-45 °C. Formation of reaction product of anthocyanins' pigments with gum-arabic is proved by using the methods of gel-chromatography, UV and IR spectroscopy. According to the data of differential IR spectroscopy the formation of stable complex is provided by means of hydrogen bonds between oxygen-containing functional groups of interacting ingredients. pH- and heat stability of anthocyanins grows as a result of complexing. Their antioxidant status in complex of anthocyanins + gum-arabic increases in comparison with free anthocyanins at 11,0 %. The received complex is a highly active physiologically functional food ingredient.

**Key words:** revitalizing food products, functional ingredient, antioxidants, grape anthocyanins, biological polymers, gum-arabic, complexing.

## References:

- Skurikhin IM., Nechaev AP. Vse o pishche s tochki zreniya himika: monografiya. Moskva: Vysshaja shkola; 1991.
- Shemeta OO, Dozhuk KM, Shemeta OO. Funktsionalne kharchuvannya – novyy pidkhid do zdorovoho sposobu zhyttya. Liky Ukrainy. 2015; 1(186):24-27.
- El Sohaimy SA. Functional foods and nutraceuticals-modern approach to Food Science. World Applied Sciences Journal. 2012; 20(5):691-708.
- Lachman J, Orsák M, Pivec V. Antioxidant contents and composition in some vegetables and their role in human nutrition. Hortic. Sci. 2000; 27:65-78.
- Kuchin AV, Chukicheva Iu. Antioksidanty: himija i primenenie. Vestnik uralskogo otdelenija RAN. 2011; 3(37):43-57.
- Fei He, Lin Mu, Guo-Liang Yan, Na-Na Liang, et al. Biosynthesis of Anthocyanins and Their Regulation in Colored Grapes. Molecules. 2010; 15:9057-9091.
- Makarevich AM, Shutova AG, Spiridovich EV, Reshetnikov VN. Funkcii i svojstva antocianov rastitel'nogo syrja. Obzor. Trudy BGU. 2010; 2(4):1-11.
- Nechaev AP, Traubenberg SE., Kochetkova AA. Pishhevaja himija; 2-e izd., pererab. i ispravl. Sankt Peterburg: GIORD; 2003.
- Nechaev AP, Kochetkova AA, Zajcev AN. Pishhevye dobavki: Ucheb.-metod. posobie. Moskva: Izdatelskij kompleks MGUPP; 1999.
- Alistair M. Stephen. Glyn O. Phillips, Peter A. Williams. Food Polysaccharides and Their Applications. CRC Press; 2006.
- Krishtanova NA, Safonova Mju, Bolotova VC i dr. Perspektivy ispolzovanija rastitel'nyh polisaharidov v kachestve lechebnyh i lechebno-profilaktičeskich sredstv. Vestnik VGU. Ser. Himija, biologija, farmacija. 2005; 1:212-221.
- Chernom NK, Lomaka OV. Stabilizacija betanina kompleksobrazovanijem s arabinogalaktanom. Izvestija vuzov. Pishhevaja tehnologija. 2013;4:32-34.
- Chernom N, Osolina S, Nikitina O. Preparation and characterization of iron complexes based on polysaccharides from Agaricus bisporus. Skhidno-Yevropejskyy zhurnal peredovykh tehnolohiy. 2014; 5/11(71):52-57.
- John F. Kennedy. Glyn O. Phillips, Peter A. Williams. Gum Arabic. Royal Society of Chemistry; Hardback; 2011.
- Gural LS. Fizyko-khimična kharakterystyka preparatu humiarabiku. Zb. tez dopovidy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Kharchovi tehnolohiyi, khliboproducty i kombikormy». Odessa: ONAHT, 2015:107-108.
- Shesterin VI, Sevodin VP. Izuchenie sostava antocianov vinograda. Himija rastitel'nogo syrja. 2013. 3:177-180.
- Striegel A, Yau WW, Kirkland JJ, Bly DD. Modern size-exclusion liquid chromatography: practice of gel permeation and gel filtration chromatography. 2nd ed. NJ: John Wiley & Sons; 2009.
- Chung C, Nickerson W. Polysaccharide synthesis in growing yeast. J. Biol. Chem. 1954. 208:395–407.
- Clark BJ, Frost T, Russell MA. UV Spectroscopy: Techniques, instrumentation and data handling. Springer Science & Business Media; 1993.
- Barbara H. Stuart. Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications. John Wiley & Sons, Ltd; 2004.
- Salkova EG, Amzashvili MG. Izuchenie antioksidantnoj aktivnosti jekstraktov kutikuly jablok. Prikl. biohimija i mikrobiologija. 1987. 23(5):686-691.

Отримано в редакцію 18.09. 2015  
Прийнято до друку 14.10.2015

УДК 664

## СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВИПЕЧЕНИХ БІСКВІТНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ З ДОДАВАННЯМ БОРОШНА «ЗДОРОВ'Я» ТА ПОРОШКУ КЕРОБУ

M.Ф. Кравченко, доктор технічних наук, професор, E-mail: [m.f.kravchenko@gmail.com](mailto:m.f.kravchenko@gmail.com)  
кафедра технології і організації ресторанного господарства\*

R.П. Ромащенко, кандидат технічних наук, доцент, E-mail: [romance@ukr.net](mailto:romance@ukr.net)  
кафедра інженерно-технічних дисциплін\*

\*Київський національний торговельно-економічний університет, Київ, вул. Кіото, 19, 02156

O.Л. Романовська, асистент, E-mail: [romaolga-1@mail.ru](mailto:romaolga-1@mail.ru)  
кафедра технології і організації ресторанного господарства

Чернівецький торговельно-економічний інститут КНТЕУ, Центральна площа, 7, м. Чернівці, Україна,

**Анотація.** У статті розглянуто актуальність розроблення технології випечених бісквітних напівфабрикатів з додаванням борошна «Здоров'я» та порошку кербу різного ступеня обсмажування. Досліджено вплив борошна «Здоров'я» та порошку кербу (світлого, медіум, темного) на структурно-механічні властивості випечених бісквітних напівфабрикатів за допомогою пенетрометра. Встановлено, що додавання борошна «Здоров'я» та порошку кербу позитивно впливають на міцність, стан поверхні та сприяє збільшенню терміну зберігання випечених бісквітних напівфабрикатів.

**Ключові слова:** борошно, керб, межа міцності, вологість, цукри, бісквіт, похібка.

## СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЫПЕЧЕННЫХ БИСКВИТНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ С ДОБАВЛЕНИЕМ МУКИ «ЗДОРОВЬЕ» И ПОРОШКА КЕРОБА

M.Ф. Кравченко, доктор технических наук, профессор, E-mail: [mkravchenko@gmail.com](mailto:mkravchenko@gmail.com)  
кафедра технологии и организации ресторанного хозяйства\*

G. П. Ромащенко, кандидат технических наук, доцент, E-mail: [romance@ukr.net](mailto:romance@ukr.net)  
кафедра инженерно-технических дисциплин\*

\*Киевский национальный торгово-экономический университет, Киев, ул. Киото, 19, 02156

A. Л. Романовская, ассистент, E-mail: [romaolga-1@mail.ru](mailto:romaolga-1@mail.ru)  
кафедра технологии и организации ресторанного хозяйства

Черновицкий торгово-экономический институт КНТЭУ, Центральная площадь, 7, г. Черновцы, Украина

**Аннотация.** В статье рассмотрена актуальность разработки технологии выпеченных бисквитных полуфабрикатов с добавлением муки «Здоровье» и порошка кербара разной степени обжарки. Исследовано влияние муки «Здоровье» и порошка кербара (светлый, медіум, темный) на структурно-механические свойства выпеченных бисквитных полуфабрикатов с помощью пенетрометра. Установлено, что добавление муки «Здоровье» и порошка кербара положительно влияют на прочность, состояние поверхности и способствует увеличению срока хранения выпеченных бисквитных полуфабрикатов.

**Ключевые слова:** мука, керб, предел прочности, влажность, сахара, бисквит, погрешность.

Copyright © 2015 by author and the journal "Food Science and Technology".

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI 10.15673/2073-8684.4/2015.55869

## Вступ. Постановка проблеми

Борошняні кондитерські вироби користуються великою популярністю в Україні та займають найбільшу частку ринку, а саме 42 % від загального виробництва кондитерських виробів. Бісквіти посідають значне місце за обсягом виробництва (11 %) від загального об'єму ринку борошняних кондитерських виробів. Проте аналіз харчової та біологічної цінності дає змогу стверджувати, що бісквітні напівфабрикати потребують удосконалення їхнього хімічного складу. Необхідність поліпшення якості бісквітних напівфабрикатів зумовлено високим вмістом вуглеводів та жирів у їхньому складі, низьким вмістом харчових волокон, вітамінів, макро- та мікроелементів.

Питання поліпшення якості та харчової цінності бісквітних напівфабрикатів потрібно вирішувати одночасно з проблемою подовження терміну зберігання їх в свіжому вигляді. Під час зберігання бісквітів знижується їхня пружність і еластичність, підвищується твердість і крихкість, погіршується смак, що зумовлено змінами стану крохмалю і білків. Під час замішування бісквітного тіста, водопоглинаючим чинником виступає клейковина і крохмаль [1]. Випікання призводить до погіршення структурно-механічних властивостей бісквітного напівфабрикату, що пов'язано з руйнуванням та перерозподілом водневих зв'язків, що утримують воду між білками та вуглеводами [3].