

КРИЖАК Л. М.

<https://orcid.org/0000-0002-4882-897X>e-mail: liliakrizhak44@gmail.com

Вінницький торговельно-економічний інститут КНТЕУ

АНТОЦΙΑНИ ІЗ КВІТІВ CLITORIA TERNATEA

В роботі показано перспективна доцільність використання у харчовій промисловості кліторії трійчастої (*Clitoria ternatea* L.). Особливе місце серед біологічно активних речовин в рослинній сировині кліторії трійчастої, займають антоціанові барвники фенольної природи, які відносяться до біофлавоноїдів (C₆-C₃-C₆). Вони обумовлюють забарвлення квітів від блакитного до синього кольору. Ці пігменти рослин – антоціани – добре розчиняються у воді. Найважливіші фактори, від яких залежить стабільність антоціанів – ферменти, температура, кисень, рН, іони важких металів, аскорбінова кислота, світло тощо. Від вмісту кислот і величини рН залежить інтенсивність та різноманітність забарвлення в харчових продуктах. Одні й ті ж антоціани в кислому середовищі дають червоне забарвлення, при зміщенні рН в лужний бік дають блакитний або фіолетовий колір, а в сильнолужному середовищі – зелений колір. Антоціани квітів (*Clitoria ternatea* L.) можна використовувати як синій харчовий барвник у кислих та нейтральних харчових продуктах, з метою відновлення і підвищення інтенсивності природного забарвлення, фарбування безколірних продуктів та надання їм привабливого та товарного вигляду.

Ключові слова: квіти кліторії трійчастої, біологічно активні компоненти, антоціани, екстракти, харчовий барвник.

LILIA KRYZHAK

Vinnytsia Trade and Economic Institute KNTEU

ANTOCYANES FROM CLITORIA TERNATEA FLOWERS

The paper shows the promising feasibility of using the clitoral ternary *Clitoria ternatea* L. in the food industry. The main color molecules of *C. ternatea* flowers are various anthocyanins derived from the main classes of dolphinidin, such as ternatine. The blue color of flowers contains anthocyanins, which are widely used as a natural source of food dyes. The main properties of anthocyanins - adaptogenic, antispasmodic, anti-inflammatory and stimulating functions; antiallergic action; bactericidal, choleric, sedative, hemostatic, antiviral properties; insulin-like, photosensitizing action; reduction of fragility and permeability of capillaries, increase of elasticity of vessels; lowering blood cholesterol; increase visual acuity, normalize intraocular pressure; strengthening the body's immunity and protective functions. Anthocyanin dyes of phenolic nature, which belong to bioflavonoids, occupy a special place among biologically active substances in plant raw materials of the clitoral triad. They determine the color of flowers from blue to blue. These plant pigments - anthocyanins - are well soluble in water. The most important factors on which the stability of anthocyanins depends are enzymes, temperature, oxygen, pH, heavy metal ions, ascorbic acid, light, etc. The intensity and variety of color in food depends on the acid content and pH. The same anthocyanins in an acidic environment give a red color, when the pH is shifted to the alkaline side give a blue or purple color, and in a strongly alkaline environment - green. Anthocyanins of flowers *clitoria ternatea* L. can be used as a blue food coloring in acidic and neutral foods, in order to restore and increase the intensity of natural color, coloring colorless products and give them an attractive and marketable appearance.

Key words: clitoral flowers, biologically active components, anthocyanins, extracts, food dye.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Важливим критерієм здорового харчування є висока біодоступність поживних речовин і вітамінів при порівняно невеликій калорійності продукту. Останнім часом науковці велику увагу приділяють пошуку все новим видам різноманітних рослин, які містять органічні речовини з біологічною активністю, особливо з бактерицидною або фунгіцидною дією. Серед таких сполук найбільш представлені різні поліфеноли, фенольні глікозиди, сапоніни, ненасичені лактони, алкадієни та пігменти.

Встановлено, що у процесі виробництва продуктів харчування часто змінюють колір, особливо при теплової обробці. З метою покращення зовнішнього вигляду продуктів багато століть використовували натуральні барвники – вичавки та екстракти рослин. Природні барвники отримують з натуральної сировини (різні частини рослин, ягоди, відходи консервної промисловості) у вигляді соків та екстрактів. Вони безпечні для здоров'я, містять смакові речовини, деякі є біологічно активними. Однак, вміст натуральних барвників у сировині низький (1-3 %), вони можуть піддаватись мікробному псуванню, їх колір залежать від умов росту рослин, часу збирання, рН середовища тощо. Тому, для поліпшення технологічних властивостей барвників їх можуть піддавати хімічній модифікації. Але у ХХ столітті з'явилися стійкі синтетичні барвники, які поступово почали витісняти натуральні. Харчові барвники належать до групи харчових добавок, які поліпшують колір продуктів. У виробництві харчових продуктів використовують природні і синтетичні (органічні та неорганічні) барвники. За нормованими показниками вони повинні відповідати вимогам ДСТУ 3845-99 [1].

Аналіз досліджень та публікацій

Останніми роками все більше уваги приділяється використанню у харчовій промисловості барвників, ароматичних і смакових добавок природнього походження, рослинних екстрактів та інших фітопрепаратів (фітобіотиків) із нетрадиційних рослинних ресурсів.

В роботі наведено інформаційні джерела про можливість використання кліторії трійчастої в якості харчового барвника. Доведена користь для здоров'я та широкий спектр біоактивних сполук що роблять квіти

джерелом функціонального харчування та нутрицевтиків. Отриманий синій порошок з квітів містить велику кількість антоціанів синього кольору, які називаються тернатинами. Антоціани кліторії трійчастої мають гарну термостійкість і стабільність при зберіганні та є альтернативою спіруліні.

Іноземними дослідниками встановлено [2–4], що кліторія трійчаста зазвичай вирощується як декоративна рослина але має велику лікарську цінність. Всі частини рослини *Clitoria ternatea* надають позитивний вплив на здоров'я людини. Сині пелюстки квітів (їстівні), виявляють широкий спектр функціональної активності, в тому числі як антиоксидант, протидіабетичний засіб, засоби проти ожиріння, протиракового, протизапального та антибіотика. Фармакологічний потенціал очевидний завдяки різноманітним лікувальним властивостям різних частин рослини. *Clitoria ternatea L.* - традиційна аюрведична медицина, століттями використовується як підсилювач пам'яті, ноотропний, антистресовий, анксиолітичний, антидепресивний, протисудомний, заспокійливий і заспокійливий засіб.

Синій колір квітів *C. ternatea*, містять антоціани, які широко використовуються як природне джерело харчових барвників. Основні властивості антоціанів це [2]: адаптогенні, спазмолітичні, протизапальні і стимулюючі функції; протиалергічна дія; бактерицидні, жовчогінні, седативні, кровоспинні, антивірусні властивості; інсуліноподібний, фотосенсибілізуючі дії; зменшення ламкості і проникності капілярів, підвищення еластичності судин; зниження рівня холестерину в крові; підвищення гостроти зору, нормалізація внутрішньочесного тиску; зміцнення імунітету і захисних функцій організму.

Основні фарбувальні молекули квітів *C. ternatea* являють собою різні антоціани, отримані з основних класів дельфінідину, таких як тернатин A1-A3, B1-B4, C1 та D1-D3. Оpubліковані звіти показали, що екстракт квітів діє як прямий антиоксидант, який може забезпечити захист від вільних радикалів що утворюються внаслідок зовнішніх або ендогенних біологічних реакцій.

У Південно-Східній Азії квітки кліторії здавна використовують як харчовий барвник. Наприклад, у малайській кухні екстракт з кліторії використовується для фарбування рису в стравах. У Таїланді із кліторії виробляють напій блакитного кольору, званий «анчан».

Тому у подальшому актуальним є проведення аналітичного дослідження щодо стану та перспектив використання у харчовій промисловості кліторії трійчастої.

Формулювання цілей статті

Метою роботи є дослідження використання кліторії трійчастої (*Clitoria ternatea L.*) в харчовій промисловості як природного барвника для харчових продуктів і підвищення їх біологічної цінності.

Виклад основного матеріалу

На основі проведеного аналізу літературних джерел науково підтверджено великий потенціал використання *Clitoria ternatea* в харчових продуктах. В сухих квітах виділено широкий спектр вторинних метаболітів, включаючи тритерпеноїди, флавонолглікозиди, антоціани та стероїди.

(*Clitoria*) — рід квіткових рослин родини бобових (підродина метеликові). Таку незвичайну назву цей рід дістав завдяки будові квітки. Назву *Flos clitoridis tematensibus* дав у 1678 році німецький ботанік Г. Е. Румф першим описаним видам цього роду. Аналогічне ім'я їй дав німецький ботанік Й. Ф. Брейне у 1747 році [3]. На сьогодні налічується до 50 видів кліторії, вона є від білого до яскраво синього кольору, саме з усіх сортів, найпривабливішою виявилася - кліторія трійчата, і є актуальною та перспективною сировинною базою.

Інші назви *Clitoria ternatea L.* – «голубині крила» (англомовні країни), «соромітна квітка» (Німеччина), «метеликовий горошок» (англомовні країни, Німеччина), «анчан» (Таїланд).

Екстракція гарячою водою висушених або свіжих пелюсток квітів може бути успішно використана для вилучення антоціанів для послідовного використання в харчових продуктах. Антоціани квітів кліторії трійчастої показали хорошу термічну стабільність та стабільність при зберіганні, але меншу фотостабільність. Як і всі антоціани, колір екстракту квітів кліторії трійчастої, також змінюється залежно від рН. При рН нижче 3,2 є червоний колір, від рН 3,2 до 5,2 колір змінюється з фіолетового на синій, від рН 5,2 до рН 8,2 присутній блакитний колір, а від рН 8,2 до рН 10, 2 колір змінюється зі світло-блакитного на темно-зелений [4].

Екстракти антоціанів із сухих квітів продемонстрували значний ефект *in vitro*, та активність клітинних антиоксидантів. Антоціани можна використовувати як синій харчовий барвник у кислих та нейтральних продуктах.

Квіти кліторії можуть змінюватись від білого до інтенсивного синього та проміжних відтінків. Це забарвлення багато в чому обумовлене вмістом антоціанів та ступенем ароматичного ацилювання [5]. Темно-синій пігмент *C. ternatea* був особливо популярним в Азії, де квіткові пелюстки використовуються для фарбування чаю, десертів та одягу. Нещодавно екстракти квітів *C. ternatea* використовувалися для створення яскраво-блакитних алкогольних джінів, які змінюють колір залежно від рН, наприклад, при змішуванні з тоніком або вапном.

Зокрема, темно-синій колір квітів *C. ternatea* є особливо затребуваною альтернативою синтетичним синім харчовим барвникам, які стають все більш небажаними через проблеми зі здоров'ям [6].

Дослідження показали, що додавання екстрактів *C. ternatea* збільшує вміст поліфенолів та антиоксидантів у бісквітах [7], підвищує стійкість до окислення варених котлет зі свинини [8], і знижує прогнозований глікемічний індекс борошна [9].

Мікрокапсулювання з використанням альгінату запобігло деградацію та покращило збереження антиоксидантної активності поліфенольних екстрактів *C. ternatea* після травлення у шлунково-кишковому тракті [10].

В даний час не існує промислового виробництва *C. ternatea* для отримання антоціанів, а великомасштабний збір рослинного матеріалу навряд чи буде економічно доцільним. Проте недавні успіхи у розробці культур суспензій клітин рослин із генами регуляторного шляху антоціанів пропонують альтернативний підхід [11].

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

На підставі проведених аналітичних досліджень встановлено, що кліторія трійчаста є одним із джерел антоціанів, що містять поліацильовані антоціани стабільного синього кольору. Оскільки кількість доступних синіх харчових барвників обмежена, антоціани квітів кліторії будуть гарною альтернативою для використання як натуральний синій харчовий барвник. Тому, перспективним напрямком є застосування її в харчовій промисловості для виробництва безалкогольних напоїв, кондитерських виробів, консервів, молочних продуктів, що дозволить скласти конкуренцію продуктам в склад яких входять хімічно синтезовані харчові барвники.

Література

1. Барвники натуральні харчові. Технічні умови. ДСТУ 3845-99. – [Чинний від 2000-01-01] – Київ: Держстандарт України, 2000. – 35 с. (Національний стандарт України).
2. Ockermann P. A review of the properties of anthocyanins and their influence on factors affecting cardiometabolic and cognitive health / Ockermann P. // *Nutrients*. – 2021. – Т. 13. – №. 8. – С. 2831.
3. Fantz Paul R. Nomenclatural Notes on the Genus *Clitoria* for the Flora North American Project / Fantz, Paul R // *Castanea*, vol. 65, no. 2, Southern Appalachian Botanical Society, 2000 pp. – S. 89–92, <http://www.jstor.org/stable/4034108>.
4. Escher G. B. Phenolic composition according to UHPLC-Q-TOF-MS / MS and stability of anthocyanins from blue petals of *Clitoria ternatea* L. (pea butterfly) / Escher G.B, Wen M., Zhang L., Rosso N.D. and Granato D. // *Food chem.* – 2020a. – S. 331: 127341. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.127341.
5. Kazuma K. Flavonoid composition related to petal color in different lines of *Clitoria ternatea*. / Kazuma, K., Noda, N., and Suzuki, M. // *Phytochemistry* – 64. – 2003a, S. 1133–1139. doi: 10.1016/S0031-9422(03)00504-1.
6. Nigg, J. Meta-analysis of attentiondeficit/hyperactivity disorder or attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms, sestriction diet, and synthetic food color additives / Nigg, J., Lewis, K., Edinger, T., and Falk, M. // *J. Am. Acad. Child Adolesc. Psychiatry* 51–2011, S. 86–97. doi: 10.1016/j.jaac.2011.10.015.
7. Pasukamonset P. Physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of sponge cakes fortified with *Clitoria ternatea* extract. / Pasukamonset, P., Pumalee, T., Sanguansuk, N., Chumyen, C., Wongvasu, P., Adisakwattana, S., et al // *J. Food Sci. Technol.* 55 – 2018, S. 2881–2889. doi: 10.1007/s13197-018-3204-0.
8. Pasukamonset P. Oxidative stability of cooked pork patties incorporated with *Clitoria ternatea* extract (blue pea flower petal) during refrigerated storage / Pasukamonset, P., Kwon, O., and Adisakwattana, S. // *J. Food Process. Preserv.* 41 – 2017 e12751. doi: 10.1111/jfpp.12751.
9. Chusak C. Influence of *Clitoria ternatea* flower extract on the in vitro enzymatic digestibility of starch and its application in bread. *Foods* – 2018a – 7:102. doi: 10.3390/foods7070102.
10. Pasukamonset P. Alginate-based encapsulation of polyphenols from *Clitoria ternatea* petal flower extract enhances stability and biological activity under simulated gastrointestinal conditions / Pasukamonset, P., Kwon, O., and Adisakwattana, S. // *Food Hydrocoll.* 61, – 2016. – S. 772–779. doi: 10.1016/j.foodhyd.2016.06.039.
11. Appelhagen, I. Colour bio-factories: towards scale-up production of anthocyanins in plant cell cultures / Appelhagen, I., Wulff-Vester, A. K., Wendell, M., Hvoslef-Eide, A.-K., Russell, J., Oertel, A., et al // *Metab. Eng.* 48, 2018. – S. 218–232. doi: 10.1016/j.ymben.2018.06.004.

References

1. Natural food dyes. Specifications. DSTU 3845–99. – [Effective from 2000 –01–01] - Kyiv: State Standard of Ukraine, 2000. – 35 – p. (national standard of Ukraine).
2. Ockermann P. A review of the properties of anthocyanins and their influence on factors affecting cardiometabolic and cognitive health / Ockermann P. // *Nutrients*. – 2021. – Т. 13. – №. 8. – С. 2831.
3. Fantz Paul R. “Nomenclatural Notes on the Genus *Clitoria* for the Flora North American Project.” / Fantz, Paul R // *Castanea*, vol. 65, no. 2, Southern Appalachian Botanical Society, 2000 pp. – S. 89–92, <http://www.jstor.org/stable/4034108>.
4. Escher G.B. Phenolic composition according to UHPLC-Q-TOF-MS / MS and stability of anthocyanins from blue petals of *Clitoria ternatea* L. (pea butterfly). / Escher G.B, Wen M., Zhang L., Rosso N.D. and Granato D. // *Food chem.* – 2020a. – S. 331: 127341. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.127341.
5. Kazuma K. Flavonoid composition related to petal color in different lines of *Clitoria ternatea*. / Kazuma, K., Noda, N., and Suzuki, M. // *Phytochemistry* – 64. – 2003a, S. 1133–1139. doi: 10.1016/S0031-9422(03)00504-1.
6. Nigg, J. Meta-analysis of attentiondeficit/hyperactivity disorder or attention-deficit/hyperactivity disorder symptoms, sestriction diet, and synthetic food color additives / Nigg, J., Lewis, K., Edinger, T., and Falk, M. // *J. Am. Acad. Child Adolesc. Psychiatry* 51–2011, S. 86–97. doi: 10.1016/j.jaac.2011.10.015.
7. Pasukamonset P. Physicochemical, antioxidant and sensory characteristics of sponge cakes fortified with *Clitoria ternatea* extract. / Pasukamonset, P., Pumalee, T., Sanguansuk, N., Chumyen, C., Wongvasu, P., Adisakwattana, S., et al // *J. Food Sci. Technol.* 55 – 2018, S. 2881–2889. doi: 10.1007/s13197-018-3204-0.
8. Pasukamonset P. Oxidative stability of cooked pork patties incorporated with *Clitoria ternatea* extract (blue pea flower petal) during refrigerated storage / Pasukamonset, P., Kwon, O., and Adisakwattana, S. // *J. Food Process. Preserv.* 41 – 2017 e12751. doi: 10.1111/jfpp.12751.
9. Chusak C. Influence of *Clitoria ternatea* flower extract on the in vitro enzymatic digestibility of starch and its application in bread. *Foods* – 2018a – 7:102. doi: 10.3390/foods7070102.

10. Pasukamonset P. Alginate-based encapsulation of polyphenols from *Clitoria ternatea* petal flower extract enhances stability and biological activity under simulated gastrointestinal conditions / Pasukamonset, P., Kwon, O., and Adisakwattana, S. // *Food Hydrocoll.* 61. – 2016. – S. 772–779. doi: 10.1016/j.foodhyd.2016.06.039.

11. Appelhagen, I. Colour bio-factories: towards scale-up production of anthocyanins in plant cell cultures / Appelhagen, I., Wulff-Vester, A. K., Wendell, M., Hvoslef-Eide, A.-K., Russell, J., Oertel, A., et al // *Metab. Eng.* 48, 2018. – S. 218–232. doi: 10.1016/j.ymben.2018.06.004.

Рецензія/Peer review : 18.01.2022 р.

Надрукована/Printed : 27.02.2022 р.

За зміст повідомлень редакція відповідальності не несе

Повні вимоги до оформлення рукопису
http://journals.khnu.km.ua/vestnik/?page_id=37

**Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Хмельницького національного університету,
протокол № 12 від 23.02.2022 р.**

Підп. до друку 23.02.2022 р. Ум. друк. арк. 41,19 Обл.-вид. арк. 39,19
Формат 30x42/4, папір офсетний. Друк різнографією.
Наклад 100, зам. № _____

Тиражування здійснено з оригінал-макету, виготовленого
редакцією журналу “Вісник Хмельницького національного університету”
редакційно-видавничим центром Хмельницького національного університету
29016, м. Хмельницький, вул. Інститутська, 7/1. тел (0382) 72-83-63