

УДК 664.64.022.39

Ярошенко Н. Ю.,

*ynatalya@email.ua, ORCID ID: 0000-0003-4582-6490,
старший викладач кафедри готельно-ресторанного та туристичного бізнесу,
Херсонський державний університет, м. Херсон*

ДОСЛІДЖЕННЯ ФЛАВОНОЇДНИХ СПОЛУК У ФІТОПОРОШКУ ІЗ ГІРЧАКА ЗМІЙНОГО ТА МОЖЛИВІСТЬ ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ В БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБАХ

Анотація. Досліджено технологічні параметри, що впливають на процес водної екстракції флавоноїдів у фітопорошку із коріння гірчака змійного, та показано, що єдиним значущим фактором, що впливає на нього, є співвідношення сировини та розчинника, що своєю чергою дозволило запропонувати експрес-метод визначення водорозчинних флавоноїдів. Закономірності, виявлені під час розробки аналітичної методики визначення водорозчинних флавоноїдів у фітопорошку із гірчака змійного, дозволили розробити новий спосіб одержання флавоноїдів (технічного рутину) на основі водної екстракції.

Розроблено методику кількісного визначення суми флавоноїдів у фітопорошку із коріння гірчака змійного у перерахунку на рутин. Вивчено та підібрано оптимальні умови вилучення суми флавоноїдів із гірчака змійного. Помилка одиничного визначення не перевищує 4,25%. Підібрано умови проведення екстрагування. Отримано густий екстракт фітопорошку із коріння гірчака змійного. Досліджено якісний склад густого екстракту методами тонкошарової хроматографії, вискоефективної рідинної хроматографії. Проведено кількісний аналіз визначення флавоноїдів густого екстракту фітопорошку із коріння гірчака змійного спектрофотометричним методом. Підібрано оптимальні умови поділу та екстракції флавоноїдів. Отримані результати свідчать, що 75% концентрація етилового спирту є у вивченому діапазоні оптимальною. Основна маса флавоноїдів при цьому витягується розчинником уже в перші хвилини екстракції і надалі йде вилучення невеликих залишкових кількостей.

Встановлено, що сума флавоноїдів у перерахунку на рутин у досліджуваному зразку густого екстракту становить $6,28 \pm 0,099$.

Доведено, що фітопорошок із коріння гірчака змійного може використовуватися як природне джерело для отримання біологічно активних добавок у технологіях борошняних кондитерських виробів.

Ключові слова: гірчак змійний, флавоноїди, екстрагування, рутин, хроматографія.

Yaroshenko N. Y.,

*ynatalya@email.ua, ORCID ID: 0000-0003-4582-6490,
Senior Lecturer of the Department of Hotel and Restaurant and Tourism Business,
Kherson State University, Kherson*

STUDY OF FLAVONOID COMPOUNDS IN PHYTOPOWDER FROM SNAKE BITTER AND THE POSSIBILITY OF ITS USE IN FLOUR CONFECTIONERY

Abstract. The technological parameters influencing the process of aqueous extraction of flavonoids in phytopowder from the root of snake bitter were studied, and it was shown that the only significant factor influencing it is the ratio of raw materials and solvent, which in turn suggested an express method for determining water-soluble flavonoids. The regularities revealed during the development of the analytical method for the determination of water-soluble flavonoids in phytopowder from snake bitter, allowed to develop a new method of obtaining flavonoids (technical routine) based on aqueous extraction.

A method for quantifying the amount of flavonoids in phytopowder from the root of snake bitter in terms of rutin has been developed. The optimal conditions for extracting the amount of flavonoids from variable snake bitter have been studied and selected. The error of a single definition does not exceed 4,25%. The conditions of extraction are selected. A thick extract of phytopowder from the roots of snake bitter gourd was obtained. Quantitative analysis of flavonoids of dense extract of phytopowder from the roots of bitter snake by spectrophotometric method was carried out. The obtained results show that 75% concentration of ethyl

alcohol is optimal in the studied range. The bulk of flavonoids is removed by the solvent in the first minutes of extraction and then the removal of small residues.

It was found that the amount of flavonoids in terms of rutin in the test sample of the thick extract is $6,28 \pm 0,099$.

It is proved that phytopowder from the root of snake bitter can be used as a natural source for obtaining biologically active additives in flour confectionery technologies.

Key words: bitter gourd, flavonoids, extraction, rutin, chromatography.

JEL Classification: L 66.

DOI: <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2022-29-11>

Постановка проблеми. Серед найважливіших завдань країни має бути збереження здоров'я та працездатності населення, збільшення тривалості та поліпшення якості життя своїх громадян. Саме тому розширення асортименту корисних для здоров'я продуктів є пріоритетним напрямом у харчовій промисловості України. Актуальність такої стратегії в галузі харчування зумовлена об'єктивними причинами: погіршенням екологічних умов життя, зміною якості споживаної їжі, що призводить до сталого дефіциту нутрієнтів, які надходять з нею [1].

Використання нових видів сировини для цілеспрямованої корекції складу борошняних кондитерських виробів потребує розробки технологічних рішень, що забезпечують отримання високоякісної і конкурентоспроможної продукції. У зв'язку з цим розробка ефективних технологій борошняних кондитерських виробів з пряничного тіста з використанням фітопорошків є актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Останніми роками все більше уваги приділяється пошуку нових лікарських рослин та розробці препаратів із рослинної сировини, що використовується у харчових продуктах. Одним із перспективних напрямів є дослідження антиоксидантної активності лікарської рослинної сировини, яка зумовлена наявністю у ній флавоноїдів, катехинів, поліфенольних сполук та інших груп біологічно активних речовин.

Найбільш перспективними є антиоксидантні нетрадиційні рослинні компоненти. Найвищу антиоксидантну дію має рослинна сировина з високим вмістом фенольних та поліфенольних сполук, а також вітамінних засобів флавоноїдної будови, каротиноїдів (провітамін А), мікроелементів – селену й цинку, вітамінів А (ретинол), Е (α , β , γ , δ токофероли), С (аскорбінова кислота, її солі та ефіри) та Р (рутин, аскорутин, урутин, кверцетин). Це насамперед стосується таких біологічно активних сполук, як різноманітні групи флавоноїдів, які містяться в коріннях гірчака зміїного [2; 3]

Збирають і заготовляють гірчак зміїний у західних областях України. Цілющі властивості коріння гірчака зумовлені його хімічним складом. Коріння гірчака зміїного містять сапоніни, флавонони, полівітаміни, макро- і мікроелементи, протеїни та амінокислоти, антиоксиданти, харчові волокна. Він дозволяє нормалізувати обмін речовин, поліпшити процеси травлення, посилити імунітет організму. У гірчаку міститься близько 35% дубильних речовин, галова кислота – 0,44%, яка являє собою органічне з'єднання ароматичного ряду, еллагова та аскорбінова кислоти, білки, пігменти, катехіни, глюкоза, велика кількість крохмалю, сіль кальцію і щавлевої кислоти (оксалат кальцію), зола, мікро- (калій, кальцій, марганець, залізо) і макроелементи (магній, мідь, хром, алюміній, барій, йод та ін.). Коріння у змозі концентрувати барій, селен і стронцій [4].

Катехіни, які містяться в коріннях гірчака зміїного, також називаються катехіновими поліфенолами. Вони належать до групи флавоноїдів, які є вторинними метаболітами рослин. Ці речовини необхідні для підтримки здоров'я людини [5].

Введення фітопорошків у борошняні кондитерські вироби зміцнює структурно-механічні властивості тіста, збагачує вироби біологічно активними речовинами, сприяє розширенню асортименту продукції. Такі вироби із додаванням фітопорошків мають розвинуту пористість та об'єм [6].

Досліджено та доведено, що фітопорошок з гірчака зміїного може використовуватися як біологічна активна добавка у технологіях борошняних кондитерських виробів [7; 8].

Постановка завдання. Мета цього дослідження – вивчення якісного та кількісного складу флавоноїдних сполук у гірчаку зміїному.

Об'єктом досліджень вибраний фітопорошок із гірчака зміїного, що має біологічно активні властивості, які дозволяють забезпечити отримання виробів підвищеної поживної харчової цінності для спеціального харчування і густий екстракт, отриманий зі змеленого коріння гірчака зміїного.

Для отримання густого екстракту гірчака зміїного застосували класичний метод екстрагування – настоювання.

Для якісного аналізу використовували метод хроматографії в тонкому шарі сорбенту на пластинках у системах розчинників: н-бутанол – крижана оцтова кислота – вода (4: 2 : 2), етилацетат – мурашина кислота – вода (80: 20 : 20). Для хроматографування брали 0,5% розчин густого екстракту в розчині 75% етилового спирту. Дослідження виконували на високоефективному рідинному хроматографі фірми GILSON, модель 305 [9; 10].

Виклад основного матеріалу дослідження.

Підібрано умови проведення екстрагування (вид екстрагента, його концентрація, співвідношення сировини: екстрагент, ступінь подрібнення сировини, час екстракції) (табл. 1). При цьому основним критерієм вибору був вміст суми флавоноїдів у екстракті в перерахунку на рутин.

Спиртові вилучення гірчака зміїного об'єднували, поміщали в прохолодне місце (холодильна камера за температури 8–12°C) на 10 год. У результаті отримали прозоре вилучення темно-червоного кольору з характерним запахом етилового спирту та ароматичним запахом гірчака зміїного. Цю витяжку згущали методом відгону спирту етилового на роторному випарнику до стану густого екстракту з вологістю трохи більше 12%.

Екстракт гірчака зміїного є густою в'язкою масою темно-червоного кольору зі специфічним своєрідним запахом.

На стартову лінію хроматографічних пластинок розміром 12×8 см наносили по 25 мкл досліджуваного розчину і по 15 мкл 1% розчину у 75% етилового спирті достовірних зразків флавоноїдних сполук, пластинки з нанесеними про-

бами висушували на повітрі протягом 7 хв. Після проходження фронтів елюентів 10 см пластинки витягували і висушували. Далі пластинки розглядали в УФ світлі за довжини хвилі 265 нм. Внаслідок цього ідентифікували гіперозид та рутин.

Близько 0,5 гірчака зміїного поміщали в мірну колбу місткістю 20 мл, додавали 15 мл 75% спирту етилового, колбу поміщали в ультразвукову баню, вміст перемішували за температури 45°C протягом 10 хв.

Далі готували серію 0,02% розчинів стандартних зразків фенольних сполук у 75% етилового спирті.

Як стандартні розчини застосовували 0,02% розчини флавоноїдних сполук в етилового спирті. Ідентифікацію розділених речовин проводили методом внутрішнього нормування піків у порівнянні площ піку та часів утримування зі стандартними розчинами.

У густому екстракті гірчака зміїного ідентифікували 5 флавоноїдних сполук (табл. 2).

Кількісне визначення флавоноїдів у густому екстракті проводили спектрофотометричним методом. Основою методу аналізу нами вибрано реакцію взаємодії флавоноїдів з хлоридом алюмінію серед 75% етилового спирту.

Дослідження компонентного складу екстракту показало, що переважаючими флавоноїдними сполуками в ньому є рутин, гіперозид, кверцетин, як стандартний зразок застосували рутин-стандарт.

Нами досліджено спектри поглинання густого екстракту з хлоридом алюмінію та робочого стандартного зразка рутину з хлоридом алюмінію за ТУ 64-4-127-96 НВО ВІЛАР. Ці спектри збігалися, а максимум поглинання знаходився за довжини хвилі 415 нм. Вимірювання про-

Таблиця 1

Отримання екстракту з гірчака зміїного

Кратність екстрагування	Ступінь подрібнення	Вид екстрагента	Концентрація екстрагента	Співвідношення сировина – екстрагент	Час екстракції
5	1,2 мм	Водний розчин гірчака зміїного	80 %	1:10	10 год.

Таблиця 2

Компонентний склад флавоноїдів гірчака зміїного

Найменування флавоноїдів	Час утримування, хв.	Кількісне співвідношення, %
Рутин	27,68	6,42
Кверцетин	61,84	0,07
Апігенін	72,24	0,2
Гіперозид	32,36	11,16
Кверцимеритрин	21,78	8,62

Метрологічна характеристика методики визначення суми флавоноїдів у густому екстракті фітопорошку із гірчака зміїного

n	f	x_{cp}	S^2	S	P, %	t (P, f)	$x_{cp} \pm \Delta x$	E, %
10	9	6,28	0,00974	0,2648	0,95	4,42	6,28±0,099	5,05

дили в ділянці максимуму поглинання. Як розчин порівняння використовували вихідний розчин вилучення без хлориду алюмінію, тобто застосували диференціальний варіант спектрофотометрії, що дає змогу виключити вплив на результати аналізу супутніх речовин. У разі проведення аналізу проби підкисляли оцтовою кислотою з метою покращення відтворюваності результатів.

Були вивчені оптимальні умови фотометричної реакції, кількість спиртового розчину густого екстракту гірчака зміїного, концентрація та обсяг алюмінію хлориду. Максимальна оптична щільність досягається у разі використання 5 мл розчину густого гірчака зміїного в 75% етиловому спирті з 3 мл 2% розчину хлориду алюмінію в 75% етиловому спирті.

Стилке фарбування спиртового розчину густого екстракту з хлоридом алюмінію настає через 40 хв. і зберігається протягом 2 годин, що достатньо для проведення аналізу.

На підставі проведених досліджень розроблено методику кількісного визначення суми флавоноїдів у густому екстракті гірчака зміїного.

Для порівняння використовували розчин, що містить 3 мл розчину густого екстракту гірчака зміїного, 0,2 мл 30%-ного розчину оцтової кислоти і 75%-ного етилового спирту до 20 мл.

Результати дослідження опрацьовані статистично згідно з ГФ-ХІ. Помилка одиничного визначення із 95% ймовірністю не перевищує 4,25%. Вміст суми флавоноїдів у густому екстракті гірчака зміїного становить 6,28% (табл. 3).

Висновки і перспективи подальших досліджень у такому напрямі. Вивчено якісний склад густого екстракту фітопорошку із коріння гірчака зміїного методом тонкошарової хроматографії.

Підібрано оптимальні умови та розроблено методику кількісного визначення суми флавоноїдів у густому екстракті гірчака зміїного спектрофотометричним методом.

У ході проведених досліджень флавоноїдних сполук у фітопорошку із гірчака зміїного встановлено, що в ньому виявлено п'ять флавоноїдних сполук, переважають: гіперозид – 11,16%, кверцимеритрин – 8,62%, рутин – 6,42%. Загальна сума флавоноїдів у фітопорошку становить 6,28%.

На підставі отриманих результатів дослідження встановлена та доведена можливість і доцільність використання фітопорошку із гірчака зміїного у технологіях борошняних кондитерських виробів, що дозволить підвищити більш повне використання харчового потенціалу сировини, сприятиме підвищенню харчової і біологічної цінності та розширенню асортименту борошняних кондитерських виробів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Мазаракі А.А., Кравченко М.Ф. Технологія харчових продуктів функціонального призначення. Київ : КНТЕУ, 2012. 1116 с.
2. Кравченко М.Ф. Технологія продуктів з харчовими добавками рослинного походження для оздоровчого харчування : автореф. дис. ... докт. техн. наук : 05.18.16. Київ, 2006. 34 с.
3. Державна фармакопея України. 1-е вид. Доповнення 2. Харків. 2008. 620 с.
4. Ярошенко Н.Ю. Використання фітопорошку з коріння гірчака зміїного у технологіях пряничних виробів. *Збірник наукових праць. Технічні науки.* Одеса : ОНАХТ, 2014. Вип. 46. Т. 1. С. 170–174.
5. Ярошенко Н.Ю. Підвищення харчової цінності пряників за рахунок внесення фітопорошків. *Журнал «Харчова промисловість».* 2016. Вип. 19. С. 10–14.
6. Ярошенко Н.Ю. Дослідження технологічних властивостей фітопорошків. *Збірник наукових праць* Київ : НУХТ, 2016. Вип. IV, Т. 22. С. 192–198.
7. Kravchenko M., Yaroshenko N. Study into effect of plant supplements on the quality indicators of gingerbread and similar spice-cakes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 2017. No. 5/11 (89). P. 45–54.
8. Спосіб приготування пряника із фітопорошком із коріння гірчака зміїного : пат. 110626 Україна. Ярошенко Н.Ю. № u 2016 04045 ; заяв. 14.04.2016 ; опубл. 25.10.2016, Бюл. № 20.
9. Гризодуб О.І., Євтіфєєва О.А., Проскуріна К.І. Особливості фармакопейних підходів щодо кількісного визначення лікарської рослинної сировини та сумарних фітопрепаратів. Харків : Фармаком, 2012. № 3. С. 7–31.
10. Hassing A., Liang X., Schwabl R., Stampfl K. Flavonoids and tannins: Plant-based antioxidants with vitamin character. *Med. Hypotheses.* 2001. 52, № 5. P. 479–481.

REFERENCES:

1. Mazaraki, A., Kravchenko, M. (2012), Functional food technology. Kyiv: KNTEU, 1116 s.
2. Kravchenko, M. (2006), Technology of products with food additives of plant origin for health nutrition: author's ref. dis. ... Dr. tech. Science: 05.18.16. Kyiv. S. 34.
3. State Pharmacopoeia of Ukraine. 1st ed. 2 ext. Kharkiv. 2008. S. 620.
4. Yaroshenko, N.Y. (2014), The use of phytopowder from the roots of mountain snake in the technology of gingerbread products. *Coll. Science work. Technical sciences*. Odessa: ONAHT, 2014. Issue 46. Vol. 1. S. 170–174.
5. Yaroshenko, N.Y. (2016), Increasing the nutritional value of gingerbread through the introduction of phytopowders. Magazine "Food Industry". Vol. 19. S. 10–14.
6. Yaroshenko, N.Y. (2016), Research of technological properties of phytopowders. *Coll. Science work*. Kyiv: NUHT. Issue IV. Vol. 22. S. 192–198.
7. Kravchenko, M., Yaroshenko, N. (2017), Study into effect of plant supplements on the quality indicators of gingerbread and similar spice-cakes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 5/11 (89). P. 45–54.
8. Sposib of preparing gingerbread with phytopowder from the root of snake bitter: pat. 110626 Ukraine. Yaroshenko N.Y. № u 2016 04045; zaiav. 14.04.2016; opubl. 10.25.2016, Biul. № 20.
9. Grizodub, O.I, Evtifeeva, O.A, Proskurina, K.I. (2012), Features of pharmacopoeial approaches to quantitative determination of medicinal plant raw materials and total phytopreparations. Kharkiv: Pharmacom, № 3. S. 7–31.
10. Hassing, A., Liang, X., Schwabl, R., Stampfl, K. (2001), Flavonoids and tannins: Plant-based antioxidants with vitamin character. *Med. Hypotheses*. 52, № 5. P. 479–481.

Стаття надійшла до редакції 11.01.2022