

М. М. Кузнецова¹, В. В. Гуцол², І. О. Журавель¹
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ¹, ХАРКІВ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ М. І. ПИРОГОВА²

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКІСНОГО ВМІСТУ ТОКОФЕРОЛІВ У СИРОВИНІ КАПУСТИ ГОРОДНЬОЇ (BRASSICA OLERACEA L.)

Вступ. Капусту городню (*Brassica oleracea* L.) широко використовують у народній медицині. Комплекс вітамінів, який міститься в сировині капусти городньої, наділяє її багатьма фармакотерапевтичними властивостями. Токоферолі поширені в природі та входять до складу різних рослин, зокрема представників родини капустяні (*Brassicaceae*). Їх широко застосовують при лікуванні найрізноманітніших захворювань завдяки антиоксидантній та іншій дії.

Мета дослідження – визначити методом газової хроматографії/мас-спектрометрії якісний склад та кількісний вміст токоферолів у листі й насінні капусти городньої різних сортів.

Методи дослідження. Для досліджень токоферолів методом газової хроматографії/мас-спектрометрії використовували листя і насіння капусти городньої сортів “Білосніжка”, “Українська осінь” та “Ярославна”.

Результати й обговорення. У результаті проведених досліджень у листі й насінні капусти городньої сортів “Білосніжка”, “Українська осінь” та “Ярославна” було ідентифіковано γ - й α -токоферол. Вміст токоферолів у листі капусти досліджуваних сортів становив: “Українська осінь” – γ -токоферол 22 мг/кг, α -токоферол 32 мг/кг; “Ярославна” – γ -токоферол 52 мг/кг, α -токоферол 131 мг/кг. У листі капусти сорту “Білосніжка” токоферолі виявлено в слідових кількостях. Вміст досліджуваних сполук у насінні капусти за сортами склав: “Білосніжка” – γ -токоферол 66 мг/кг, α -токоферол 53 мг/кг; “Українська осінь” – γ -токоферол 154 мг/кг, α -токоферол 94 мг/кг; “Ярославна” – γ -токоферол 320 мг/кг, α -токоферол 213 мг/кг. Найбільший вміст γ - та α -токоферолу спостерігали в листі й насінні капусти городньої сорту “Ярославна”.

Висновок. Одержані результати можуть бути використані при розробці лікарських засобів на основі капусти городньої та методів контролю якості сировини досліджуваної рослини.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: капуста городня; листя; насіння; токоферолі; газова хроматографія/мас-спектрометрія.

ВСТУП. Терапевтична ефективність рослин зумовлена вмістом комплексу біологічно активних сполук, зокрема сполук фенольної та терпенової природи, полісахаридів, вітамінів. Капуста городня (*Brassica oleracea* L.), що належить до родини капустяні (*Brassicaceae*), містить значну кількість різноманітних необхідних для організму людини вітамінів. Завдяки багатому хімічному складу, споживання капусти може попередити ряд захворювань або покращити стан хворих [1, 2].

Капуста городня є однією з найпоширеніших сільськогосподарських рослин, яку застосовують як у народній, так і в науковій медицині [1, 3–5].

Здавна капусту городню використовували в народній медицині при запальних процесах, кровотечах, травмах шкіри, для лікування гіпо- й авітамінозів, захворювань органів шлунко-

во-кишкового тракту, дихальної та серцево-судинної систем, надлишкової маси та як загальноозміцнювальний засіб, що зумовлено, зокрема, дією вітамінів [1, 3, 4].

Токоферолі – сполуки природного походження, які беруть участь в обмінних процесах і попереджують розвиток інтоксикації, пов'язаної з порушенням обміну речовин, тому необхідні для життєдіяльності організму. Вони містяться в рослинній олії, зелених частинах рослин, а також у деяких тваринних продуктах. У живих організмах токоферолі не синтезуються, людина їх одержує з їжею [1, 2, 6, 7].

За біологічною дією токоферолі поділяються на речовини вітамінної та антиокиснювальної активності. Максимальну вітамінну активність проявляє α -токоферол. Порівняно з α -токоферолом біологічна активність β -токоферолу ста-

новить 40 %, γ -токоферолу – 8 %. Інші форми малоактивні. Найбільшу антиокиснювальну дію проявляє δ -токоферол, найменшу – α -токоферол [6, 7].

Токоферолі широко використовують у фармакотерапії різних захворювань. Тому доцільним є визначення вмісту γ - та α -токоферолу, які забезпечують усередині організму регенерацію пошкоджених клітин, захищають організм від серцево-судинних захворювань, мають захисні фактори при переломі кісток, відновлюють клітини печінки, постраждалі від різних токсичних речовин, покращують функції сальних залоз, стан шкіри і слизових, зменшують гіперпігментацію, підвищують силу і витривалість м'язів, збільшують розумову та фізичну активність [1, 2, 6, 7].

Мета дослідження – визначити методом газової хроматографії/мас-спектрометрії (ГХ/МС) якісний склад та кількісний вміст токоферолів у листі й насінні капусти городньої різних сортів.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ. Об'єктами досліджень були листя і насіння капусти городньої сортів “Білосніжка”, “Українська осінь” та “Ярославна”, які входять до Державного реєстру сортів рослин [8].

Ідентифікацію та кількісне визначення токоферолів проводили методом ГХ/МС за такою методикою: 0,05 г подрібненої сировини вміщували у віалу об'ємом 2 мл, додаючи при цьому 50 мкг тридекану як внутрішнього стандарту і 0,6 мл метиленхлориду як розчинника. Віалу витримували протягом 3 год в ультразвуковому екстракторі або протягом доби при кімнатній температурі. Одержану витяжку переносили до віали об'ємом 2 мл та концентрували, продуваючи потоком особливо чистого нітрогену (швидкість потоку – 100 мл/хв) до залишкового об'єму витяжки 10 мкл. Вводили пробу в хроматографічну колонку без поділу потоку протягом 0,5 хв, що дозволило ввести пробу без втрат на розділення та суттєво збільшити чутливість хроматографування (в 10–20 разів).

Експерименти проводили на хроматографі Agilent Technologies 6890 із мас-спектрометричним детектором 5973 з капілярною колонкою DB-5 (діаметр – 0,25 мм, довжина – 30 м). Швидкість газу-носія (гелію) становила 1,2 мл/хв, температура нагрівача вводу проби – 350 °С, температуру термостата програмували від 50 до 320 °С зі швидкістю 4 град/хв. Компоненти ідентифікували з використанням бібліотеки мас-спектрів NIST05 та WILEY 2007 із загальною кількістю спектрів 470 000 у поєднанні з програмами для ідентифікації AMDIS і NIST. Кількісний вміст токоферолів (X, мг/кг) визначали методом внутрішніх стандартів за формулою:

$$X = \frac{P_1 \cdot 50}{P_2 \cdot m},$$

де P_1 – площа піка досліджуваної речовини; 50 – маса внутрішнього стандарту, який вводили в зразок, мкг;

P_2 – площа піка стандарту;

m – наважка сировини, г [3].

РЕЗУЛЬТАТИ Й ОБГОВОРЕННЯ. У результаті проведених досліджень у листі й насінні капусти городньої сортів “Білосніжка”, “Українська осінь” та “Ярославна” було ідентифіковано γ - й α -токоферол.

Газові хроматограми токоферолів у листі та насінні капусти городньої наведено на рисунках 1–5. Результати визначення кількісного вмісту токоферолів у сировині капусти городньої досліджуваних сортів представлено в таблиці.

γ - та α -токоферолі було ідентифіковано в листі й насінні капусти городньої усіх досліджуваних сортів. Як свідчать дані, наведені в таблиці, більший вміст токоферолів спостерігали в листі капусти городньої сорту “Ярославна” (γ -токоферол – 52 мг/кг, α -токоферол – 131 мг/кг), дещо менший – сорту “Українська осінь” (γ -токоферол – 22 мг/кг, α -токоферол – 32 мг/кг).

Найбільший вміст досліджуваних сполук виявляли в насінні капусти городньої сорту “Ярославна” (γ -токоферол – 320 мг/кг, α -токоферол – 213 мг/кг), значно менший – сортів “Укра-

Таблиця – Кількісний вміст токоферолів у сировині капусти городньої

Сполука	Зразки №											
	листя						насіння					
	1		2		3		4		5		6	
час утримання, хв	вміст, мг/кг	час утримання, хв	вміст, мг/кг	час утримання, хв	вміст, мг/кг	час утримання, хв	вміст, мг/кг	час утримання, хв	вміст, мг/кг	час утримання, хв	вміст, мг/кг	
γ -токоферол	17,68	сліди	17,68	22,00	17,67	52,00	17,71	66,00	17,72	154,00	17,76	320,00
α -токоферол	18,68	сліди	18,68	32,00	18,69	131,00	18,10	53,00	18,71	95,00	18,72	213,00

Примітка. 1 – листя капусти сорту “Білосніжка”; 2 – листя капусти сорту “Українська осінь”; 3 – листя капусти сорту “Ярославна”; 4 – насіння капусти сорту “Білосніжка”; 5 – насіння капусти сорту “Українська осінь”; 6 – насіння капусти сорту “Ярославна”.

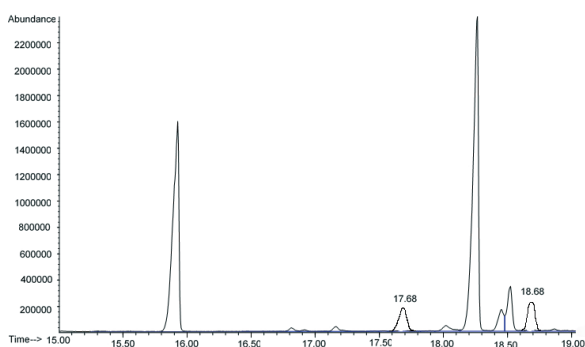


Рис. 1. Газова хроматограма визначення токоферолів у листі капусти городньої сорту "Українська осінь".

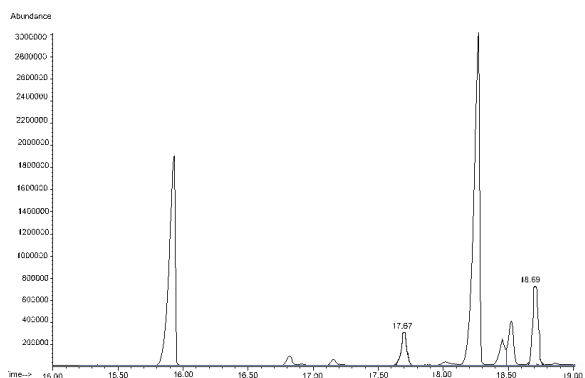


Рис. 2. Газова хроматограма визначення токоферолів у листі капусти городньої сорту "Ярославна".

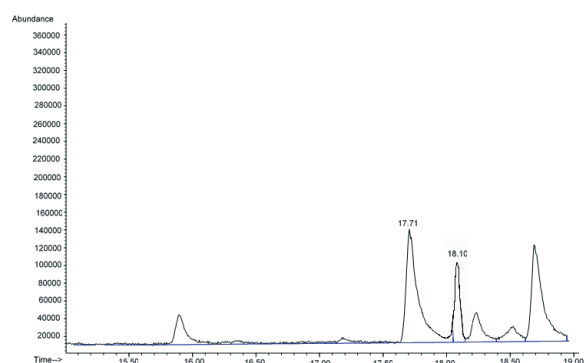


Рис. 3. Газова хроматограма визначення токоферолів у насінні капусти городньої сорту "Білосніжка".

їнська осінь" (γ-токоферол – 154 мг/кг, α-токоферол – 94 мг/кг) та "Білосніжка" (γ-токоферол – 66 мг/кг, α-токоферол – 53 мг/кг).

Дані проведених досліджень свідчать про те, що в листі капусти городньої досліджуваних сортів за кількісним вмістом переважав α-токоферол, а в насінні – γ-токоферол.

При порівнянні результатів досліджень встановлено, що найбільший вміст γ- та α-токоферолу спостерігали в листі й насінні капусти городньої сорту "Ярославна". Одержані результати досліджень можуть бути використані при розробці лікарських рослинних засобів та методів контролю якості сировини капусти городньої.

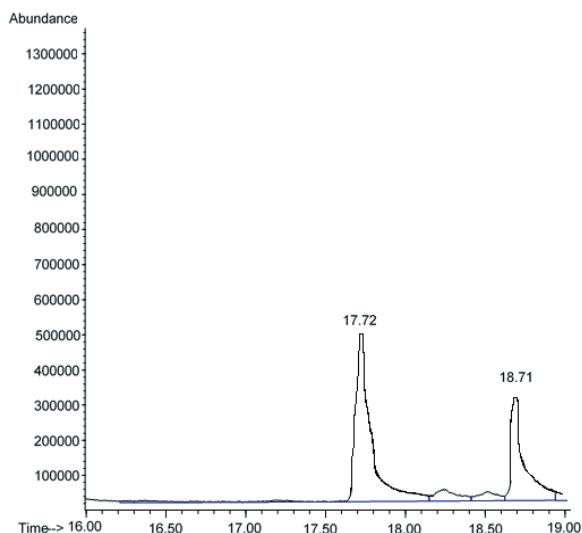


Рис. 4. Газова хроматограма визначення токоферолів у насінні капусти городньої сорту "Українська осінь".

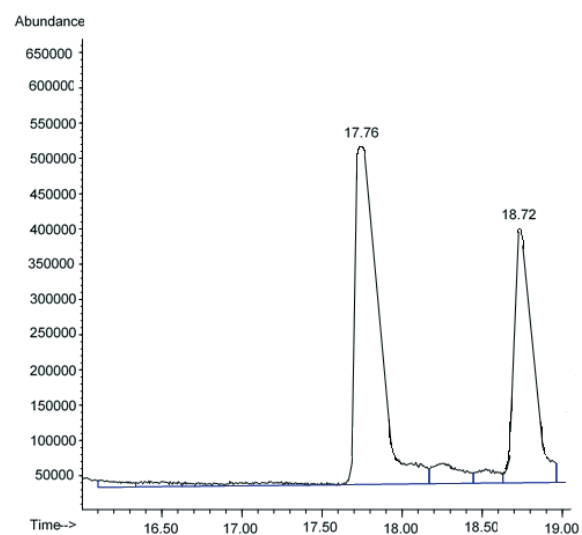


Рис. 5. Газова хроматограма визначення токоферолів у насінні капусти городньої сорту "Ярославна".

ВИСНОВКИ. 1. Методом ГХ/МС визначено вміст γ- та α-токоферолу в листі й насінні капусти городньої сортів "Білосніжка", "Українська осінь" та "Ярославна".

2. Токоферолі ідентифіковано в листі та насінні капусти городньої усіх досліджуваних сортів.

3. Найбільший вміст токоферолів спостерігали в листі та насінні капусти городньої сорту "Ярославна".

4. Одержані результати можуть бути використані при розробці лікарських засобів на основі капусти городньої та методів контролю якості сировини досліджуваної рослини.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Antioxidant phytochemicals in cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) / J. Singh, A. K. Upadhyay, A. Bahadur [et al.] // *Scientia Horticulturae*. – 2016. – No. 108. – P. 233–237.
2. Podsedek A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of *Brassica* vegetables: A review / Anna Podsedek // *LWT*. – 2007. – No. 40. – P. 1–11.
3. Кузнецова М. М. Ідентифікація та визначення кількісного вмісту стероїдних сполук у сировині капусти городньої / М. М. Кузнецова, О. А. Кисличенко, І. О. Журавель // *Science Rise: Pharmaceutical Science*. – 2017. – № 6 (10). – С. 10–16.
4. Dixon G. R. Vegetable Brassicas and related Crucifers / G. R. Dixon. – CABI. – 2007. – 327 p.
5. Ozone fumigation results in accelerated growth and persistent changes in the antioxidant system of *Brassica oleracea* L. var. *capitata* f. *alba* / P. Rozpądek, I. Ślesak, S. Cebula [et al.] // *Plant Physiology*. – 2013. – No. 170 (14). – P. 1259–1266.
6. Богуцька О. Є. Визначення складу токоферолів та їх вплив на фармакологічну дію настойки "Гретавоск" / О. Є. Богуцька // *Вісн. фармації*. – 2011. – № 2 (66). – С. 48–50.
7. Samec D. White cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *alba*): botanical, phytochemical and pharmacological overview / D. Samec, I. Pavlovic, B. Salopek-Sondi // *Phytochemistry Reviews*. – 2016. – No. 16 (1). – P. 30–49.
8. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2017 рік / Міністерство аграрної політики та продовольства України. – К., 2017. – 409 с.

REFERENCES

1. Singh, J., Upadhyay, A.K., & Bahadur, A. (2016) Antioxidant phytochemicals in cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*). *Scientia Horticulturae*, 108, 233-237.
2. Podsedek, A. (2007). Natural antioxidants and antioxidant capacity of *Brassica* vegetables: A review. *LWT*, 40, 1-11.
3. Kuznetsova, M.M., Kyslychenko, O.A., & Zhuravel, I.O. (2017). Identyfikatsiia ta vyznachennia kilkinsnoho vmistu steroidnykh spoluk u syrovyni kapusty ohodnoi [Identification and determination of quantitative content of steroid compounds in raw cabbage]. *Science-Rise: Pharmaceutical Science*, 6 (10), 10-16 [in Ukrainian].
4. Dixon, G.R. (2007). Vegetable Brassicas and related Crucifers. *CABI*.
5. Rozpądek P., Ślesak I., & Cebula S. (2013). Ozone fumigation results in accelerated growth and persistent changes in the antioxidant system of *Brassica oleracea* L. var. *capitata* f. *alba*. *Plant Physiology*, 170 (14), 1259-1266.
6. Bohutska, O.Ye. (2011). Vyznachennia skladu tokoferoliv ta yikh vplyv na farmakolohichnu diiu nastoiiky "Hretavosk" [Determination of the composition of tocopherols and their influence on the pharmacological action of tincture "Gretävosk"]. *Visnyk farmatsii – Messenger of Pharmacy*, 2 (66), 48-50 [in Ukrainian].
7. Samec, D., Pavlovic, I., & Salopek-Sond, B. (2016). White cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *alba*): botanical, phytochemical and pharmacological overview. *Phytochemistry Reviews*, 16 (1), 30-49.
8. (2017). *Derzhavnyi reiestr sortiv roslin, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini na 2017 rik* [State register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine in 2017]. Kyiv. Ministerstvo ahrarnoi polityky ta prodovolstva Ukrainy [in Ukrainian].

М. Н. Кузнецова¹, В. В. Гуцол², І. А. Журавель¹

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ¹, ХАРЬКОВ
ВИННИЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н. И. ПИРОГОВА²

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ ТОКОФЕРОЛОВ В СЫРЬЕ КАПУСТЫ ОГОРОДНОЙ (*BRASSICA OLERACEA* L.)

Резюме

Вступленіе. Капусту огородную (*Brassica oleracea* L.) широко используют в народной медицине. Комплекс витаминов, который содержится в сырье капусты огородной, наделяет ее многими фармако-терапевтическими свойствами. Токоферолы распространены в природе и входят в состав разных растений, в частности представителей семейства капустных (*Brassicaceae*). Их широко применяют при лечении самых разных заболеваний благодаря антиоксидантной и другой активности.

Цель исследования – определить методом газовой хроматографии/масс-спектрометрии качественный состав и количественное содержание токоферолов в листьях и семенах капусты огородной разных сортов.

Методы исследования. Для исследований токоферолов методом газовой хроматографии/масс-спектрометрии использовали листья и семена капусты огородной сортов "Белоснежка", "Украинская осень" и "Ярославна".

Результаты и обсуждение. В результате проведенных исследований в листьях и семенах капусты огородной сортов "Белоснежка", "Украинская осень" и "Ярославна" были идентифицированы γ - и α -токоферол. Содержание токоферолов в листьях капусты исследуемых сортов составило: "Украинская осень" – γ -токоферол 22 мг/кг, α -токоферол 32 мг/кг; "Ярославна" – γ -токоферол 52 мг/кг, α -токоферол 131 мг/кг. В листьях капусты сорта "Белоснежка" токоферолы выявлены в следовых количествах. Содержание исследуемых соединений в семенах капусты по сортам составило: "Белоснежка" – γ -токоферол 66 мг/кг, α -токоферол 53 мг/кг; "Украинская осень" – γ -токоферол 154 мг/кг, α -токоферол 94 мг/кг; "Ярославна" – γ -токоферол 320 мг/кг, α -токоферол 213 мг/кг. Наибольшее содержание γ - и α -токоферола наблюдали в листьях и семенах капусты огородной сорта "Ярославна".

Вывод. Полученные результаты могут быть использованы при разработке лекарственных средств на основе капусты огородной и методов контроля качества сырья исследуемого растения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: капуста огородная; листья; семена; токоферолы; газовая хроматография/масс-спектрометрия.

M. M. Kuznetsova¹, V. V. Hutsol², I. O. Zhuravel¹
NATIONAL UNIVERSITY OF PHARMACY¹, KHARKIV
M. PYROHOV VINNYTSIA NATIONAL MEDICAL UNIVERSITY²

IDENTIFICATION AND DETERMINATION OF QUANTITATIVE CONTENT OF TOCOPHEROLS IN BRASSICA OLERACEA L. RAW MATERIAL

Summary

Introduction. *Brassica oleracea L.* is widely used in folk medicine. The vitamins complex of cabbage gives it the great pharmacotherapeutic properties. Tocopherols are widespread in nature. They are representative in different plants and in the plants of Brassicaceae family as well. They are widely used for the treatment of a variety of diseases due to their antioxidant and other activities.

The aim of the study – using the method of gas chromatography/mass-spectrometry to determine the qualitative composition and quantitative content of tocopherols in leaves and seeds of *Brassica oleracea L.* of different species.

Research Methods. The method of gas chromatography/mass-spectrometry was used for the study of tocopherols of cabbage leaves and seeds of different species such as "Snow White", "Ukrainian Autumn" and "Yaroslavna".

Results and Discussion. According to the results of the study, γ -tocopherol and α -tocopherol were identified in leaves and seeds of the cabbage of "Snow White", "Ukrainian Autumn" and "Yaroslavna" species. The content of tocopherols in leaves of cabbage was: "Ukrainian Autumn" – γ -tocopherol 22 mg/kg, α -tocopherol 32 mg/kg; "Yaroslavna" – γ -tocopherol 52 mg/kg, α -tocopherol 131 mg/kg. Tocopherols are present in trace amounts in the leaves of cabbage of "Snow White" species. The content of tocopherols in the seeds of cabbage was: "Snow White" – γ -tocopherol 66 mg/kg, α -tocopherol 53 mg/kg; "Ukrainian Autumn" – γ -tocopherol 154 mg/kg, α -tocopherol 94 mg/kg; "Yaroslavna" – γ -tocopherol 320 mg/kg, α -tocopherol 213 mg/kg. The highest content of γ -tocopherol and α -tocopherol was found in the leaves and seeds of the cabbage of "Yaroslavna" species.

Conclusions. The obtained results can be used for the creation of medicines based on cabbage raw materials and the methods of quality control of leaves and seeds of *Brassica oleracea L.*

KEY WORDS: *Brassica oleracea L.*; leaves; seeds; tocopherols; gas chromatography/mass-spectrometry.

Отримано 30.03.18

Адреса для листування: М. М. Кузнецова, Національний фармацевтичний університет, вул. Пушкінська, 53, Харків, 61002, Україна, e-mail: snc@nuph.edu.ua.