

УДК 543.544.3:665.525:615.322  
DOI: <https://doi.org/10.17721/1728.2748.2025.101.10-16>

Світлана КОВТУН-ВОДЯНИЦЬКА<sup>1</sup>, канд. біол. наук  
ORCID ID: 0000-0002-2367-461X  
e-mail: catta-s@ukr.net

Ірина ЛЕВЧУК<sup>2</sup>, канд. техн. наук  
ORCID ID: 0000-0002-9337-8816  
e-mail: iryna.levchuk.v@gmail.com

Ольга ГОЛУБЕЦЬ<sup>2</sup>, канд. с.-г. наук  
ORCID ID: 0000-0002-6840-4955  
e-mail: golubetsolga@ukr.net

Джамал РАХМЕТОВ<sup>1</sup>, д-р біол. наук, проф., чл.-кор. НАН України  
ORCID ID: 0000-0001-7260-3263  
e-mail: rjb2000.16@gmail.com

<sup>1</sup> Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України, Київ, Україна

<sup>2</sup> Науково-дослідний центр випробувань продукції  
ДП "УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ", Київ, Україна

## ОСОБЛИВОСТІ ФІТОХІМІЧНОГО СКЛАДУ ЕФІРНОЇ ОЛІЇ *THYMUS TAURICUS* (LAMIACEAE) ЗА ІНТРОДУКЦІЇ У ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

**Вступ.** *Натуральні ефірні олії (ЕО) мають широкий спектр використання і на сьогодні користуються високим попитом на світовому ринку. Для розширення вітчизняного асортименту ефіроолійних видів рослин та заміни вимушеного імпорту сировини необхідним є дослідження видів рослин, насамперед аборигенної флори, добір кращих для інтродукційних досліджень і культивування. На території України інтродукція ефіроолійних видів рослин з урахуванням кліматичної мінливості дозволяє розглядати центральні та північні регіони, не обмежуючись південними.*

*У цій роботі ми мали за мету дослідити ефіроолійність виду *Thymus tauricus* Klokov & Des.-Shost. (Lamiaceae), інтродукованого в умовах Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України (Правобережний Лісостеп) та окреслити перспективи практичного використання як сировинної культури.*

*Методи.* У лабораторних дослідженнях використано надземну частину *Th. Tauricus*. Заготівлю сировини проведено у фазу квітання рослин. ЕО виділено методом гідродистиляції. Аналіз компонентного складу ЕО – методом газової хроматографії з мас-спектрометричним детектуванням (ГХ-МС).

**Результати.** *Уміст ЕО у надземній частині *Th. tauricus* становить 1,91–2,66 %. У ній виявлено й ідентифіковано 70 сполук. Домінантними є ліналілацетат (19,6 %), ліналоол (18,3 %),  $\alpha$ -терпініл ацетат (13,4 %), карвакрол (12,4 %), *p*-Цимен (4,2 %) та інші. Дані сполуки виявляють різнобічну фармакологічну дію на організм людини, зокрема анти-оксидантну, протизапальну, антидіабетичну, протівірусну, протипухлинну, антибактеріальну тощо. Виявлено, що *Th. tauricus* притаманна внутрішньовидова фітохімічна варіація, що вказує на окремий метаболічний тип інтродукованих рослин.*

**Висновки.** *За результатами експериментальної роботи встановлено, що в запропонованих нових умовах зростання *Th. tauricus* є перспективним інтродуцентом ефіроолійного напряму використання. Фітохімічний склад ЕО рослин цього виду містить біологічно активні сполуки, відомі своїми фармакологічними властивостями, корисними для організму людини, що обумовлює використання *Th. tauricus* у біохімічних, екологічних дослідженнях, селекційній роботі та на практиці – у різних вітчизняних галузях.*

**Ключові слова:** *Thymus tauricus*, інтродукція, ефірна олія, газова хроматографія, метаболічний тип.

### Вступ

Інтродукція рослин сприяє збільшенню числа видів, придатних до вирощування у тих чи інших регіонах. Цікавими з наукової позиції й перспективними з практичної, є ефіроносні види рослин, які продукують запашні леткі речовини – ефірні олії (ЕО).

На сьогодні у світі спостерігається стійка тенденція зростання виробництва і споживання натуральних ЕО. Їх найбільше використовують у харчовій галузі та косметологічній індустрії, також для забезпечення потреб у виготовленні засобів особистої гігієни, для спа-процедур, створення умов для релаксації. Завдяки відсутності суттєвих побічних ефектів ЕО затребувані у фармацевтичній та медичній сферах (Business Research Insights, 2024).

Ефіроолійна промисловість охоплює процеси вирощування, переробки та використання сировини ефіроносних рослин з метою отримання натуральних ЕО.

Зростання попиту на ЕО стимулює розширення видового асортименту рослин-ефіроносів як джерела сировини, збільшення масштабів їх вирощування. З економічного погляду ця промислова галузь є однією із високорентабельних сфер сучасного економічного розвитку. За підрахунками експертів, ринок виробництва ЕО у 2023 р. досяг 8,41 млрд доларів США, а до кінця 2031 р. досягне 13,91 млрд. На сьогодні лідируючу позицію на світовому ринку ЕО займає Європа і залишається найбільшим імпортером (Market Research Report, 2024). У той же час українські виробники натуральних ЕО, на жаль, нечисленні, мають обмежений асортимент сировини і у більшості випадків залежні від імпортованої. Тому розширення вітчизняного асортименту ефіроолійних рослин матиме позитивний вплив на вирішення даного питання.

Природні умови України сприятливі для вирощування ефіроолійних видів рослин. Попри стійкі тен-

© Ковтун-Водяницька Світлана, Левчук Ірина, Голубець Ольга, Рахметов Джамал, 2025

денції кліматичної мінливості у світі, Україна не входить до переліку найуразливіших до потепління регіонів, проте певні зміни все ж спостерігаються. Помічається зростання посушливих періодів улітку, особливо на півдні країни, недостатня кількість опадів, понаднормові температурні показники протягом року. За сучасних кліматичних умов інтродукція рослин аборигенної та зарубіжної флори, їхні комплексні дослідження, селекційна робота сприяють формуванню вітчизняної сировинної бази ефіроносів. Їхнє вирощування перспективне не лише у південних регіонах країни, а й у центральних і північних областях (Рахметов та ін., 2024).

**Метою** даної роботи є дослідження якісного складу ефірної олії одного із представників флори України – чебрецю кримського *Thymus tauricus* Klokov & Des.-Shost. (Lamiaceae) за інтродукції в умовах Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України (НБС) (Правобережний Лісостепу) та окреслити перспективи практичного використання цієї як культури як сировинної.

**Огляд літератури.** *Th. tauricus* за життєвою формою є багаторічним сланким карликовим напівчагарником, що притаманний помірному біому. Природний ареал рослин цього виду зосереджений на півострові Крим та у північно-західній частині Кавказу (Крицька, 2014; Royal Botanic Gardens Kew, 2025). Уважається ендеміком Криму. У гірській частині Криму трапляється у верхньому поясі, на південних схилах, надаючи перевагу відслоненням вапняків, мергелів, доломітів (Дідух, & Соколенко, 2014). Надземна частина рослин має надзвичайно потужний приємний аромат завдяки вмісту ЕО. *Th. tauricus* здавна використовується місцевим населенням, має позитивні фармакологічні характеристики. Саме тому, мабуть, цю рослину зображено на гербі Кримської медичної академії (Фуклева, 2016; Красиленко, 2019; Фуклева, & Гречана, 2018).

Сучасних наукових досліджень *Th. tauricus* українською мало, але оприлюднені відомості привертають увагу до цього виду рослин як перспективного об'єкта (Фуклева, 2016; Fukleva, 2021; Ковтун-Водяницька, 2020; Teflik, & Yegorova, 2021).

З медичної позиції надземна частина *Th. tauricus* має широкий спектр фармакологічного впливу на організм людини. Зокрема, протизапальну, протимікробну, протигрибкову, ранозагоювальну, антиоксидантну дію (Фуклева, 2014). Використовується для лікування захворювань травних органів і печінки, виразки шлунку, сечостатевої системи; гострих та хронічних інфекцій дихальних шляхів, опіків, вегетосудинної дистонії, глистяних інвазій. Це пояснюється, насамперед, наявністю ЕО у надземній частині *Th. tauricus* як багатокомпонентної суміші біологічно активних сполук. Завдяки ЕО *Th. tauricus* має високу активність стосовно штамів патогенних грибів роду *Candida*, а також бактерій *Staphylococcus aureus*, *St. pyogenes*, *Bacillus anthracoides*, *Escherichia coli* (Фуклева, 2016). Також у надземній частині рослин виявлено 15 основних макро- та мікроелементів, які важливі для здоров'я людини. Їхній вміст у загальній біомасі вищий під час фази бутонізації рослин порівняно із квітучими: К – 3,64 мг/г; Са – 1,27; Na – 0,74;

Mg – 1,39; P – 0,66; Mn – 0,20; Fe – 0,48; Zn – 0,04 мг/г та інші (Фуклева, 2018). Досліджено, що сировина збагачена флавоноїдами (до 2,63%) і гідроксикоричними кислотами (до 0,38%). Було виявлено та ідентифіковано еріоцитрин, лютеолін, лютеолін-7-О-β-D-глікозид, апігенін-7-О-β-D-глікозид, апігенін, кафтарову, хлорогенову, ферулову та розмаринову кислоти; а також зв'язані (12,01%) та вільні (2,65%) амінокислоти, аскорбінову кислоту (0,55%), каротиноїди (27,09 мг%), хлорофіл а (2,01 мг%) та хлорофіл b (6,03 мг%), дубильні речовини, сахариди та інші (Фуклева, 2014, 2016; Fukleva, 2021; Mazulin et al., 2023).

У НБС *Th. tauricus* інтродукований у 2013 р. садивним матеріалом, наданим професором Д. Б. Рахметовим після експедиції до АР Крим. Наразі рослини даного виду зростають у складі наукової колекції відкритого ґрунту "Нетрадиційні ефіроносні рослини" відділу культурної флори. За інтродукції у НБС *Th. tauricus* виявився доволі адаптованим видом рослин: добре зимує, має тривалий період квітання – з травня, з першої декади червня і до кінця липня. Рослини активно відвідуються комахами-запилувачами, зокрема бджолами та джмелями. Під час затяжних спекотних періодів улітку *Th. tauricus* може скорочувати період квітання, частково підсихати, інколи випадати. Плодів практично не формує, проте гарно розмножується вегетативним способом. В осінній вологий і теплий період спостерігається активне наростання надземної вегетативної частини рослин, іноді окремі пагони мають пізнє квітання. За результатами первинної інтродукції *Th. tauricus* є перспективним об'єктом подальших комплексних досліджень (Ковтун-Водяницька, 2020).

#### Методи

В експериментальному дослідженні було використано надземну частину *Th. tauricus*, без здерев'янілих фрагментів пагонів, зібрану у фазу квітання рослин. Вегетативну масу подрібнено і доведено до повітряно-сухого стану у дегідраторі *Eridri ULTRA FD1000* за температури 32–34 °С.

ЕО отримано методом гідродистиляції із використанням насадки Клевенджера відповідно до методики ДФУ (Державна фармакопея, 2015). Уміст ароматичних компонентів установлено за допомогою газового хроматографа Agilent Technologies 7890, їх хроматографічний профіль – на газовому хроматографі з мас-спектрометричним детектором "Hewlett Packard 6890", США. Для ідентифікації компонентів ЕО використано бібліотеку мас-спектру NIST у комплексі із програмами ідентифікації за часом утримання компоненту AMDIS.

#### Результати

У процесі експериментальної роботи встановлено, що вміст ЕО у надземній частині інтродукованих рослин *Th. tauricus* у фазу масового квітання становить 1,91–2,66% у перерахунку на масу сухої речовини. Отримані показники вмісту ЕО високі та свідчать про інтенсивність біосинтезу ЕО дослідними рослинами. ЕО *Th. tauricus* за консистенцією масляниста на дотик рідина, виразного жовтого кольору, із приємним потужним ароматом (рис. 1).

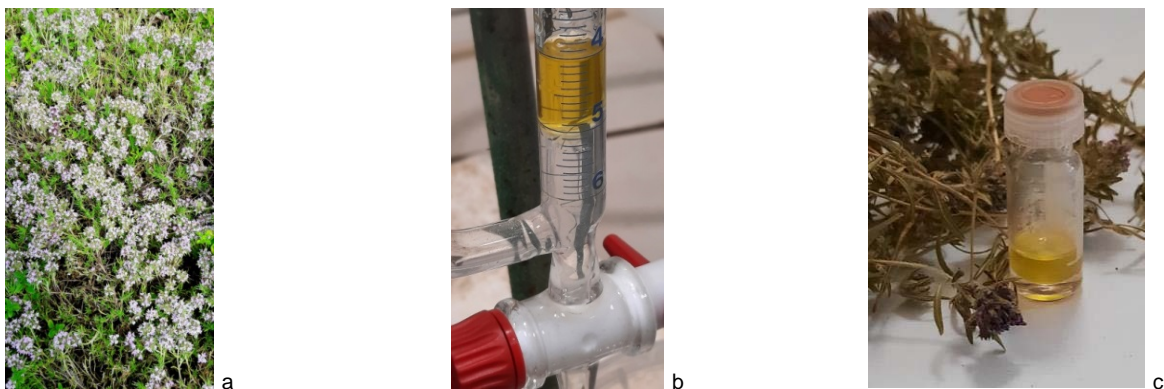


Рис. 1: а – *Thymus tauricus* Klokov & Des.-Shost. за інтродукції у Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка НАН України (фрагмент ділянки); б – колонка апарату Клевенджера з олієводними фазами екстракту при експериментальному виділенні ефірної олії із сировини (стоп-кадр); с – зразок сировини та ефірної олії у віалі

За підсумком хроматографування ЕО, *Th. tauricus* виявлено та ідентифіковано 70 сполук (табл. 1), встановлено хроматографічний профіль (рис. 2).

Таблиця 1

Хімічні компоненти ефірної олії *Thymus tauricus* Klokov & Des.-Shost., інтродукованого у Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка НАН України

№ п/п	Час утримання, хв	Кількісний вміст, %	Назва компоненту (сполуки)
1.	8,171	0,008	трициклен α-пінен
2.	8,317	0,138	α-туєн
3.	8,821	0,427	α-пінен
4.	9,475	0,003	туя-2,4(10)-дієн
5.	9,938	0,238	камфен
6.	11,676	0,146	сабінен
7.	12,122	0,303	1-октен-Зол
8.	12,640	0,609	β-пінен
9.	12,946	0,066	2-метилгептенон
10.	13,175	0,428	мірцен
11.	14,082	0,208	α-фелландрен
12.	15,464	0,113	З-карен
13.	16,211	1,155	α-терпінен
14.	16,686	4,220	р-цимен
15.	16,914	1,063	лімонен
16.	17,075	0,097	β-фелландрен
17.	17,463	0,003	о-цимен
18.	17,804	0,076	β-оцимен (Е)
19.	18,671	0,545	цис-сабінен гідрат
20.	19,608	0,041	цис-ліналоол оксид (фураноїд)
21.	20,987	0,002	транс-ліналоол оксид (фураноїд)
22.	22,322	18,349	ліналоол
23.	24,643	0,013	камфора
24.	24,934	1,511	ментон
25.	25,325	0,530	борнеол
26.	25,805	1,392	транс-ізопулегон
27.	25,855	1,330	терпінен-4-ол
28.	26,119	0,997	лімонен-4-ол
29.	26,758	0,104	ментол
30.	26,816	0,401	α-терпінеол
31.	27,860	0,001	пулегон
32.	27,989	0,149	карвон
33.	28,247	0,295	нераль
34.	28,679	9,942	метиловий ефір тимолу
35.	29,102	19,593	ліналілацетат
36.	29,574	2,064	хразантенілацетат
37.	29,634	0,668	гераніаль
38.	29,905	0,016	борнілацетат



Рис. 2. Хроматографічний профіль ефірної олії *Thymus tauricus* Klokov & Des.-Shost**Дискусія і висновки**

Проведено експериментальне дослідження надземної частини рослин *Th. tauricus*, інтродукованого у ґрунтово кліматичні умови НБС. Установлено якісний вміст ЕО у сировині, її хімічний склад і дольову частку кожного компоненту. З огляду на кількісний вміст виявлених біологічно активних сполук домінують ліналіл ацетат (19,6 %), ліналоол (18,3 %),  $\alpha$ -терпініл ацетат (13,4 %), карвакрол (12,4 %),  $p$ -цимен (4,2 %) тощо.

Порівняння отриманих результатів із даними, оприлюдненими Л. Фуклевою, дозволило виявити відмінності у кількісному вмісті та хімічному складі ЕО у зразках *Th. tauricus*, різних за регіоном походження. Сировина рослин *Th. tauricus*, з якою працювала Л. Фуклева, зібрана на території АР Крим (м. Севастополь). Вміст ЕО у сировині *Th. tauricus* кримського походження становить понад 3 %, у її складі виявлено 64 компоненти, із яких 32 ідентифіковані. Домінантними серед них є тимол (39,7 %),  $p$ -цимол (19,7 %), карвакрол (7,6 %),  $\gamma$ -терпінен (4,5 %),  $\beta$ -каріофілен (3,7 %), камфора (2,6 %), ліналоол (2,5 %) (Фуклева, 2016).

Вочевидь, що інтродуковані у НБС рослини *Th. tauricus* мають менший вміст ЕО, але більш чисельний компонентний склад та інші домінуючі сполуки. Це свідчить про те, що в експерименті ми мали справу з іншим хімічним фенотипом (хемотипом) рослин *Th. tauricus*, якому притаманний власний перебіг метаболічних процесів, зумовлений ґрунтово-кліматичними умовами зростання. Такі особливості компонентного складу загального пулу ефірної олії одного виду рослин розглядаються як фенотиповий (хемотип) прояв метаболічних процесів, що характеризуються специфічним вмістом хімічних речовин у його складі (Clancy et al., 2018).

Відмінності метаболічних процесів, їхнє хеморізоманіття в межах виду рослин, становить неабиякий інтерес у науковців як необхідна ланка у комплексному дослідженні питання стійкості рослин та забезпечення сталості екосистем (Müller, Robert, & Junker, 2022). Метаболічні процеси рослин є визначальним явищем в їхній адаптації до умов середовища (Rivas-Ubach et al., 2025), особливо за наявності кліматичних кризових ситуацій; а вторинні метаболіти відіграють у цих біохімічних трансформаціях роль специфічних маркерів (Keefover-Ring, 2022).

Із практичного погляду фітохімічний склад ЕО *Th. tauricus*, інтродукованого в НБС, обумовлює перспективність застосування рослинної сировини даного виду, оскільки виявлені домінантні сполуки є унікальними та специфічними для даної ґрунтово-кліматичної зони і можуть бути використані з різноплановою фармакологією метою на організм людини. Ліналоол та його основний компонент ліналілацетат має антигіпертензивні, антидіабетичні, нейропротекторні, протизапальні та антиоксидантні властивості, завдяки яким вони потенційно здатні запобігати легким когнітивним порушенням (Seo et al., 2021; Shin, & Seo, 2023). Однак потрібно врахувати, що продукти окислення ліналоолу і ліналілацетату можуть бути потенційними алергенами (Kozuharova, 2023).  $\alpha$ -терпініл ацетат містить терапевтичний потенціал і сприяє полегшенню перебігу хвороби Альцгеймера (Chowdhury, & Kumar, 2020), виявляє фітотоксичну дію і антимікробний ефект, вважається перспективною сполукою для розробки профілактичних засобів (ліків) від мікозу (Vaičiulytė et al., 2021). Карвакрол на сьогодні є сполукою з найвищою антимікробною активністю серед інших летких сполук, які

трапляються у рослинних ЕО, а також виявляє антиоксидантні, протипухлинні властивості (Sharifi-Rad et al., 2018); його широко використовують у харчових продуктах для надання смаку, також як натуральний консервуючий агент (Mondal et al., 2021).  $p$ -цимен має численні фармакологічні властивості, зокрема антиоксидантну, протизапальну, протипаразитарну, антидіабетичну, протівірусну, протипухлинну, антибактеріальну та протигрибкову дії, може діяти як анальгетик, імуномодуючий, судинорелаксуючий і нейропротекторний компонент тощо (Balahbib et al., 2021).

Отже, проведені дослідження фітохімічного складу ефірної олії *Thymus tauricus*, інтродукованого НБС імені М. М. Гришка НАН України, показали перспективність використання надземної частини як ефіроолійної сировини для збільшення асортименту лікарських засобів рослинного походження. Завдяки природним процесам внутрішньовидової фітохімічної варіації та роботі селекціонерів з'являтимуться нові підвиди, сорти та хемотипи у межах видів роду *Thymus*. Наявність потужного комплексу біологічно активних речовин (більше 70) з бактеріцидною, протигрибковою, протівірусною, імуномодуючою, антиоксидантною, протизапальною та іншими видами біологічної активності надає актуальності вивчення їхнього хімічного складу та фармакологічних властивостей для широкого використання в різних галузях.

**Внесок авторів:** Світлана Ковтун-Водяницька – аналіз джерел, підготовка огляду літератури, отримання даних, написання і редагування статті; Ірина Левчук – методологія, валідація даних; Ольга Голубець – отримання даних; Джамал Рахметов – концептуалізація.

**Список використаних джерел**

- Державна фармакопея України: в 3 т. (2015). (2-е вид., Т. 1). ДП "Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів".
- Дідух, Я. П., & Соколенко, У. М. (2014). Екологічна диференціація біотопів Карабі-Яйли (Гірський Крим). *Український ботанічний журнал*, 71(2), 127–139.
- Ковтун-Водяницька, С. М. (2020). Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених і науково-педагогічних працівників. У О. О. Непочатенко, В. П. Карпенко, А. Ф. Балабак (Ред.), *Малопоширені чебреці: Thymus tauricus Klokov ex Des.-Shost., Thymus sibthorpii Benth., Thymus mongolicus (Ronniger) Ronniger, інтродуковані в умови Правобережного Лісостепу України* (с. 88–90). ВПЦ "Візаві".
- Красиленко, Ю. (2019). П'яний вітер Середземномор'я: Каперці, ялівець, чебрець, полин та шафран у кулінарії. [https://yizhakultura.com/material/20190817\\_2313](https://yizhakultura.com/material/20190817_2313)
- Крицька, Л. І. (2014). Типіфікація видів судинних рослин, описаних із України: Родина Lamialesae (рід *Thymus*). *Український ботанічний журнал*, 71(3), 301–307.
- Рахметов, Д. Б., Ковтун-Водяницька, С. М., Бондарчук, О. П., & Нікішова, Н. В. (2024). *Фундаментальні аспекти адаптації нових культур в Україні*. НАН України, НБС імені М. М. Гришка.
- Фуклева, Л. А. (2014). Фармакогностичне дослідження чебреців звичайного та кримського та отримання субстанцій на їх основі [Автореф. дис. канд. фармацевт. наук, Запорізький держ. мед. ун-т.].
- Фуклева, Л. А. (2016). Комплексне дослідження перспективного виду роду *Thymus* L. флори України чебрецю кримського. У Л. А. Фуклева (Ред.), *Науково-технічний прогрес і оптимізація технологічних процесів створення лікарських препаратів* (с. 72–73). ТДМУ.
- Фуклева, Л. А., & Гречана, О. В. (2018). Дослідження елементного складу у трави чебрецю кримського півдня України. У Л. А. Фуклева, & О. В. Гречана (Ред.), *Лікарське рослинництво: Від досвіду минулого до новітніх технологій* (с. 219–222). Коупальне видавництво "Лубни".
- Balahbib, A., El Omari, N., El Hachlafi, N., Lakhdar, F., El Menyiy, N., Salhi, N., Naceiri Mrabti, H., Bakrim, S., Zengin, G., & Bouyahya, A. (2021). Health beneficial and pharmacological properties of  $p$ -cymene. *Food and Chemical Toxicology*, 153, Article 112259. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2021.112259>
- Business Research Insights. (2024). Isolate essential oil market report overview. <https://www.businessresearchinsights.com/market-reports/isolate-essential-oil-market-110084>
- Chowdhury, S., & Kumar, S. (2020). Alpha-terpinyl acetate: A natural monoterpene from *Elettaria cardamomum* as multi-target directed ligand in Alzheimer's disease. *Journal of Functional Foods*, 68, Article 103892. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103892>

- Clancy, M. V., Zytynska, S. E., Moritz, F., Witting, M., Schmitt-Kopplin, P., Weisser, W. W., & Schnitzler, J. P. (2018). Metabotype variation in a field population of tansy plants influences aphid host selection. *Plant, Cell & Environment*, 41(12), 2791–2805. <https://doi.org/10.1111/pce.13407>
- Fukleva, L. (2016). A complex chemical composition study for *Thymus tauricus* a prospective medicinal species of Ukrainian flora. In L. Fukleva (Ed.), *Plants in Pharmacy & Nutrition: Book of abstracts* (p. 76). Wrocław Medical University.
- Fukleva, L. A. (2021). Investigation of ascorbic acid accumulation in plant raw materials *Thymus tauricus* Klok. et Shost. *Modern Scientific Researches*, 16(1), 94–97. <https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/msr16-01-025>
- Keefover-Ring, K. (2022). The chemical biogeography of a widespread aromatic plant species shows both spatial and temporal variation. *Ecology and Evolution*, 12(9), Article 9265. <https://doi.org/10.1002/ece3.9265>
- Kozuharova, E., Simeonov, V., Batovska, D., Stoycheva, C., Valchev, H., & Benbassat, N. (2023). Chemical composition and comparative analysis of lavender essential oil samples from Bulgaria in relation to the pharmacological effects. *Pharmacia*, 70(2), 395–403. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.70.e104404>
- Market Research Report. (2024). Essential oil extraction market – 2024–2031. <https://www.giiresearch.com/report/dmin1448047-essential-oil-extraction-market.html>
- Mazulin, O. V., Fukleva, L. A., Steshenko, Y. M., Mazulin, G. V., Sali, O. O., & Puchkan, L. O. (2023). Study of carotenoids and chlorophylls content in *Thymus L.* essential oils genus species at the reproductive period. *Pharmaceutical Journal*, 78(6), 104–113.
- Mondal, A., Bose, S., Mazumder, K., & Khanra, R. (2021). Carvacrol (*Origanum vulgare*): Therapeutic properties and molecular mechanisms. In D. Pal & A. K. Nayak (Eds.), *Bioactive natural products for pharmaceutical applications* (pp. 347–366). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-54027-2\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-030-54027-2_13)
- Müller, C., Robert, R., & Junker, R. R. (2022). Chemical phenotype as important and dynamic niche dimension of plants. *New Phytologist*, 234(4), 1168–1174. <https://doi.org/10.1111/nph.18075>
- Rivas-Ubach, A., Aranda, I., Sardans, J., Liu, Y., & Peñuelas, J. (2025). An outline on the chemical phenotype flexibility of forest species: An ecometabolomics study of *Pinus uncinata* along an altitudinal gradient. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 66, Article 125844. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2024.125844>
- Royal Botanic Gardens Kew. (2025). *Thymus tauricus* Klokov & Des.-Shost. <https://powo.science.kew.org/results?q=thymus%20tauricus>
- Seo, E., Shin, Y. K., Hsieh, Y. S., Lee, J.-M., & Seol, G. H. (2021). Linalyl acetate as a potential preventive agent against muscle wasting in rheumatoid arthritis rats chronically exposed to nicotine. *Journal of Pharmacological Sciences*, 147(5), 157–165. <https://doi.org/10.1016/j.jpshs.2021.05.003>
- Sharifi-Rad, M., Varoni, E.-M., Iriti, M., Martorell, M., Setzer, W. N., del Mar Contreras, M., Salehi, B., Soltani-Nejad, A., Rajabi, S., Tajbakhsh, M., Bagherniya, M., Askari, G., Sahebkar, A., Battino, M., Atanasov, A. G., D'Antuono, I., Pizzi, A., Butassi, E., Zacchino, S. A., & Sharifi-Rad, J. (2018). Carvacrol and human health: A comprehensive review. *Phytotherapy Research*, 32(9), 1675–1687. <https://doi.org/10.1002/ptr.6103>
- Shin, Y. K., & Seol, G. H. (2023). Effects of linalyl acetate on oxidative stress, inflammation and endothelial dysfunction: Can linalyl acetate prevent mild cognitive impairment? *Frontiers in Pharmacology*, 14, Article 1233977. <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1233977>
- Tevfik, A. S., & Yegorova, N. A. (2021). Influence of culture medium composition on the micropropagation of *Thymus tauricus* Klokov et Des.-Shost. *Earth and Environmental Science*, 937(4), Article 042078. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/937/4/042078>
- Vaičiulytė, V., Ložienė, K., Švedienė, J., Raudonienė, V., & Paškevičius, A. (2021). α-Terpinyol acetate: Occurrence in essential oils bearing *Thymus pulegioides*, phytotoxicity, and antimicrobial effects. *Molecules*, 26(14), Article 4106. <https://doi.org/10.3390/molecules2614106>
- References**
- Balahbib, A., El Omari, N., El Hachlafi, N., Lakhdar, F., El Menyiy, N., Salhi, N., Naceiri Mrabti, H., Bakrim, S., Zengin, G., & Bouyahya, A. (2021). Health beneficial and pharmacological properties of p-cymene. *Food and Chemical Toxicology*, 153, Article 112259. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2021.112259>
- Busines Research Insights. (2024). *Isolate essential oil market report overview*. <https://www.businessresearchinsights.com/market-reports/isolate-essential-oil-market-110084>
- Chowdhury, S., & Kumar, S. (2020). Alpha-terpinyl acetate: A natural monoterpene from *Elettaria cardamomum* as multi-target directed ligand in Alzheimer's disease. *Journal of Functional Foods*, 68, Article 103892. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103892>
- Clancy, M. V., Zytynska, S. E., Moritz, F., Witting, M., Schmitt-Kopplin, P., Weisser, W. W., & Schnitzler, J. P. (2018). Metabotype variation in a field population of tansy plants influences aphid host selection. *Plant, Cell & Environment*, 41(12), 2791–2805. <https://doi.org/10.1111/pce.13407>
- Didukh, Ya. P., & Sokolenko, U. M. (2014). *Ecological differentiation of Karabi-Yayla biotopes (Mountainous Crimea)*. *Ukr. Botany. Journ.* 71(2), 127–139 [in Ukrainian].
- Fukleva, L. A. (2014). Pharmacognostic study of common and Crimean thyme and obtaining substances based on them [Author's ref. dissertation candidate of pharmaceutical sciences, Zaporizhzhya State Medical University, Zaporizhzhya] [in Ukrainian].
- Fukleva, L. (2016). A complex chemical composition study for *Thymus tauricus* a prospective medicinal species of Ukrainian flora. In *Plants in Pharmacy & Nutrition: 2nd International Young Scientists Symposium*, 15–17 September, 2016: Book of abstracts (p. 76). Wrocław Medical University.
- Fukleva, L. A. (2021). Investigation of ascorbic acid accumulation in plant raw materials *Thymus tauricus* Klok. et Shost. *Modern scientific researches*. 16(1), 94–97. URL: <https://www.modscires.pro/index.php/msr/article/view/msr16-01-025>
- Fukleva, L. A. (2016). Comprehensive study of a promising species of the genus *Thymus L.* of the flora of Ukraine, Crimean thyme. *Scientific and technical progress and optimization of technological processes for the creation of medicinal products* (p. 72–73). Ternopil State Medical University [in Ukrainian].
- Fukleva, L. A., & Grechana, O. V. (2018). Study of the elemental composition of thyme grass from the Crimean south of Ukraine. In L. A. Fukleva, & O. V. Grechana (Eds.), *Medicinal plant cultivation: from past experience to the latest technologies* (219–222). Municipal publishing house "Lubny" [in Ukrainian].
- Keefover-Ring, K. (2022). *The chemical biogeography of a widespread aromatic plant species shows both spatial and temporal variation*. *Ecology and Evolution*, 12(9). <https://doi.org/10.1002/ece3.9265>
- Kovtun-Vodyanytska, S. M. (2020). Materials of the All-Ukrainian Scientific Conference of Young Scientists and Scientific and Pedagogical Workers. In O. O. Nepochatenko, V. P. Karpenko, & A. F. Balabak (Eds.), *Rare thymes: Thymus tauricus Klokov ex Des.-Shost., Thymus sibthorpii Benth., Thymus mongolicus (Ronniger) Ronniger, introduced into the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine* (pp. 88–90). VPC "Vizavi".
- Kozuharova, E., Simeonov, V., Batovska, D., Stoycheva, C., Valchev, H., & Benbassat, N. (2023). Chemical composition and comparative analysis of lavender essential oil samples from Bulgaria in relation to the pharmacological effects. *Pharmacia*, 70(2), 395–403. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.70.e104404>
- Krasylenko Y. *Heady Mediterranean Wind: Capers, Juniper, Thyme, Wormwood, and Saffron in Cooking*. 2019. [https://yizhakultura.com/material/20190817\\_2313](https://yizhakultura.com/material/20190817_2313)
- Krytska, L. I. (2014). Typification of vascular plant species described from Ukraine: family Lamiaceae (genus *Thymus*). *Ukr. Botany Journ.*, 71(3), 301–307 [in Ukrainian].
- Market Research Report. (2024). *Essential Oil Extraction Market – 2024–2031*. <https://www.giiresearch.com/report/dmin1448047-essential-oil-extraction-market.html>
- Mazulin, O. V., Fukleva, L. A., Steshenko, Y. M., Mazulin, G. V., Sali, O. O., & Puchkan, L. O. (2023). Study of carotenoids and chlorophylls content in *Thymus L.* essential oils genus species at the reproductive period. *Farmatsychnyi Zhurnal*, 78(6), 104–113.
- Mondal, A., Bose, S., Mazumder, K., & Khanra, R. (2021). Carvacrol (*Origanum vulgare*): Therapeutic properties and molecular mechanisms. In D. Pal & A. K. Nayak (Eds.), *Bioactive natural products for pharmaceutical applications* (pp. 347–366). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-54027-2\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-030-54027-2_13)
- Müller, C., Robert, R., & Junker, R. R. (2022). Chemical phenotype as important and dynamic niche dimension of plants. *New Phytologist*, 234(4), 1168–1174. <https://doi.org/10.1111/nph.18075>
- Rakhmetov, D. B., Kovtun-Vodyanytska, S. M., Bondarchuk, O. P., & Nikishova, N. V. (2024). *Fundamental aspects of adaptation of new cultures in Ukraine*. NAS of Ukraine, NBS named after M. M. Hryshko.
- Rivas-Ubach, A., Aranda, I., Sardans, J., Liu, Y., & Peñuelas, J. (2025). An outline on the chemical phenotype flexibility of forest species: An ecometabolomics study of *Pinus uncinata* along an altitudinal gradient. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 66, Article 125844. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2024.125844>
- Royal Botanic Gardens Kew. (2025). *Thymus tauricus* Klokov & Des.-Shost. <https://powo.science.kew.org/results?q=thymus%20tauricus>
- Seo, E., Shin, Y. K., Hsieh, Y. S., Lee, J.-M., & Seol, G. H. (2021). Linalyl acetate as a potential preventive agent against muscle wasting in rheumatoid arthritis rats chronically exposed to nicotine. *Journal of Pharmacological Sciences*, 147(5), 157–165. <https://doi.org/10.1016/j.jpshs.2021.05.003>
- Sharifi-Rad, M., Varoni, E.-M., Iriti, M., Martorell, M., Setzer, W. N., & Sharifi-Rad, J. (2018). Carvacrol and human health: A comprehensive review. *Phytotherapy Research*, 32(9), 1675–1687. <https://doi.org/10.1002/ptr.6103>
- Shin, Y. K., & Seol, G. H. (2023). Effects of linalyl acetate on oxidative stress, inflammation and endothelial dysfunction: Can linalyl acetate prevent mild cognitive impairment? *Frontiers in Pharmacology*, 14, Article 1233977. <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1233977>
- State Pharmacopoeia of Ukraine: in 3 vols.* (2015). (2nd ed., Vol. 1). SE "Ukrainian Scientific Pharmacopoeial Center for the Quality of Medicines" [in Ukrainian].
- Tevfik, A. S., & Yegorova, N. A. (2021). Influence of culture medium composition on the micropropagation of *Thymus tauricus* Klokov et Des.-Shost. *Earth and Environmental Science*, 937(4), Article 042078. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/937/4/042078>
- Vaičiulytė, V., Ložienė, K., Švedienė, J., Raudonienė, V., & Paškevičius, A. (2021). α-Terpinyol acetate: Occurrence in essential oils bearing *Thymus pulegioides*, phytotoxicity, and antimicrobial effects. *Molecules*, 26(14), Article 4106. <https://doi.org/10.3390/molecules2614106>

Отримано редакцією журналу / Received: 10.03.25

Прорецензовано / Revised: 14.04.25 |

Схвалено до друку / Accepted: 29.05.25

Svitlana KOVTUN-VODYANYTSKA<sup>1</sup>, PhD (Biol.)  
ORCID ID: 0000-0002-2367-461X  
e-mail: catta-s@ukr.net

Iryna LEVCHUK<sup>2</sup>, PhD (Engin.)  
ORCID ID: 0000-0002-9337-8816  
e-mail: iryna.levchuk.v@gmail.com

Olga GOLUBETS<sup>2</sup>, PhD (Agricult.)  
ORCID ID: 0000-0002-6840-4955  
e-mail: golubetsolga@ukr.net

Dzhamal RAKHMETOV<sup>1</sup>, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Ukraine, Prof.  
ORCID ID: 0000-0001-7260-3263  
e-mail: rjb2000.16@gmail.com

<sup>1</sup> M. M. Gryshko National Botanical Garden of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup> Scientific and research center for products testing, State Enterprise "UKRMETRETESTSTANDART", Kyiv, Ukraine

## FEATURES OF THE PHYTOCHEMICAL COMPOSITION OF *THYMUS TAURICUS* (LAMIACEAE) ESSENTIAL OIL DURING THE INTRODUCTION IN THE FOREST-STEP OF UKRAINE

**Background.** Natural essential oils (EOs) have a wide range of applications and are currently in high demand on the world market. To expand the domestic range of essential oil plant species and replace the forced import of raw materials, it is necessary to study plant species, primarily native flora, and select the best ones for introduction studies and cultivation. In Ukraine, the introduction of essential oil plant species, taking into account climatic variability, allows us to consider the central and northern regions, not limited to the southern ones.

In this work, we pursued the goal of studying the essential oil content of the species *Thymus tauricus* Klokov & Des.-Shost. (Lamiaceae), introduced in the conditions of the M. M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine (Right-Bank Forest-Steppe) and outline the prospects for practical use as a raw material crop.

**Methods.** The aerial part of *Th. tauricus* was used in laboratory studies. Raw materials were harvested in the flowering phase of plants. EO was isolated by hydrodistillation. The component composition of EO was analyzed by gas chromatography with mass spectrometric detection (GC-MS).

**Results.** The EO content in the aerial part of *Th. tauricus* is 1,91-2,66%. 70 compounds were found and identified in it. The dominant ones are linalyl acetate (19,6%), linalool (18,3%),  $\alpha$ -terpinyl acetate (13,4%), carvacrol (12,4%), *p*-cymene (4,2%) and others. These compounds have a diverse pharmacological effect on the human body, in particular antioxidant, anti-inflammatory, antidiabetic, antiviral, antitumor, antibacterial, etc. It was revealed that *Th. tauricus* is characterized by intraspecific phytochemical variation, indicating a separate metabolic type of the introduced plants.

**Conclusions.** According to the results of the experimental work, it was established that in the proposed new growing conditions, *Th. tauricus* is a promising introducer for essential oil use. The phytochemical composition of the EO plants of this species contains biologically active compounds known for their pharmacological properties that are beneficial to the human body, which determines the use of *Th. tauricus* in biochemical, environmental studies, breeding work and in practice – in various domestic industries.

**Keywords:** *Thymus tauricus*, introduction, essential oil, gas chromatography, metabolic type.

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів. Спонсори не брали участі в розробленні дослідження; у зборі, аналізі чи інтерпретації даних; у написанні рукопису; в рішенні про публікацію результатів.

The authors declare no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses or interpretation of data; in the writing of the manuscript; in the decision to publish the results.