



БІОЛОГІЯ

УДК 582.682.1:581.6

DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.10.2024.1>

ТРАДИЦІЇ, МОЖЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ РОСЛИН РОДИНИ МОЛОЧАЙНІ (*EUPHORBACEAE* JUSS.) У ПРОМИСЛОВІСТІ, МЕДИЦИНІ, ПОБУТІ ТА У ВИРОБНИЦТВІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

Н. Я. Левчик¹, Н. В. Заіменко², Н. Є. Горбенко³, Г. І. Скрипка⁴

У статті проводиться аналіз наукових літературних джерел, де в історичному аспекті висвітлюються результати комплексних досліджень рослин родини *Euphorbiaceae*, з'ясовуються їх ботанічні відкриття, біолого-морфологічні особливості, характер біохімічного вмісту та пов'язані із цим корисні властивості рослин, традиції стародавнього та реалії сучасного використання рослин у доказовій, альтернативній та народній медицинах, косметології, харчуванні, побуті, енергетиці, промисловості. Завдяки вмісту алканів, тритерпенів, фітостеринів, дубильних речовин рослини роду *Euphorbia* здійснюють ефективний, широкого спектру дії, лікувально-оздоровчий вплив на здоров'я людини. Ключовими лікувальними властивостями є протиракова, жарознижуюча, анальгетична, антиоксидантна, антимікробна, протизапальна та антиартритна дії. Понад 80 фітохімічних речовин міститься у складі ефірних олій видів *Euphorbia*, зокрема сесквітерпени та сесквітерпенові вуглеводні. Свіжі екстракти рослин містять вторинні метаболіти: сесквітерпени, дитерпени, стерени, флавоноїди та інші поліфеноли. Вагоме місце в житті та побуті людини рослини *Euphorbiaceae* займають, як джерело фітонутрієнтів, каучуку та біопалива. У країнах, де рослини є ендеміками, традиційним є використання рослин

¹ кандидат біологічних наук, науковий співробітник
(Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України, м. Київ)
e-mail: levchuk.n@ukr.net
ORCID: 0000-0001-8668-8763

² доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент НАНУ, директор
(Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України, м. Київ)
e-mail: zaimenkonnv@ukr.net
ORCID: 0000-0003-2379-1223
ResearcherID: AAJ-3096-2020
ScopusID: 6505833757

³ кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри ботаніки,
деревинознавства та недревних ресурсів лісу
(Національний лісотехнічний університет України, м. Львів)
e-mail: nata.horbenko@gmail.com
ORCID: 0000-0002-6053-6582

⁴ кандидат біологічних наук, науковий співробітник відділу квітничково-декоративних рослин
(Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України, м. Київ)
e-mail: anna.skrypka777@gmail.com
ORCID: 0009-0000-4299-1904

у народній медицині, кулінарії, побуті, будівництві та застосування рослинного латексу в якості молюскоцидних, пестицидних засобів або отрути для полювання. Рослини Euphorbiaceae корисні та перспективні, оскільки мають здатність використовувати C₃ та CAM-типи фотосинтезу, проте фізіологічний механізм процесів перемикання фіксації вуглецю вивчений недостатньо. Крім того, потрібні інтродукційні заходи щодо акліматизації та промислового вирощування рослин на території України, як перспективної лікарської, харчової та біопаливної сировини. Актуальними будуть дослідження щодо біохімічного вмісту, динаміки накопичення мікро- та макронутрієнтів, вивчення отруйних властивостей рослин, особливостей роботи C₃- та CAM-типу фотосинтезу в нових погодно-кліматичних та ґрунтових умовах України. Нові знання розширять сфери та ефективність використання рослин Euphorbiaceae у майбутньому, як джерело біопалива, біологічно активних екстрактів, вторинних метаболітів та чистих сполук, як компоненти лікарських засобів для лікування спектру захворювань, що в цілому буде сприяти зміцненню здоров'я та довголіття людей.

Ключові слова: родина Молочайні, фармакологічні властивості, медичне застосування, латекс, біопаливо, джерело харчування, побутове використання.

SPURGE FAMILY PLANTS (EUPHORBIACEAE JUSS.) IN INDUSTRY, MEDICINE, DAILY LIFE, AND FOOD PRODUCTION: TRADITIONS, OPPORTUNITIES, AND PROSPECTS

N. Ya. Levchyk, N. V. Zaimenko, N. Ye. Horbenko, H. I. Skrypka

The article analyzes scientific literary sources that present the results of complex studies of the spurge family plants from a historical perspective, their botanical discoveries, biological and morphological features, the nature of their biochemical content and related useful properties, and both ancient traditions and modern realities of the plants' use in evidence-based, alternative, and folk medicine, cosmetology, nutrition, daily life, energy, and industry. As they contain alkanes, triterpenes, phyosterols, and tannins, the Euphorbia plants have an effective and broad therapeutic and improving impact on human health. Their key medicinal properties are anticancer, antipyretic, analgesic, antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory, and anti-arthritic effects. The essential oils of Euphorbia species contain over 80 phytochemicals, including sesquiterpenes and sesquiterpene hydrocarbons. Fresh plant extracts have secondary metabolites: sesquiterpenes, diterpenes, sterols, flavonoids, and other polyphenols. Euphorbiaceous plants play an important role in human life, including daily life, as a source of phytonutrients, rubber, and biofuel. In countries where these plants are endemic ones, they are traditionally used in folk medicine, cooking, daily life, and construction, while their latex is used as a molluscicide, pesticide, or hunting poison. Spurge plants are beneficial and promising, since they are able to use C₃ and CAM photosynthesis, though the physiological mechanism of carbon fixation switching is not yet sufficiently studied. Besides, acclimatization and industrial cultivation of these plants – as promising medicinal, food, and biofuel raw materials – requires introductory measures on the territory of Ukraine. Research of biochemical content and dynamics of accumulation of micro- and macronutrients, as well as study of poisonous properties of the plants and peculiarities of C₃ and CAM photosynthesis in the new weather, climate, and soil conditions of Ukraine will be relevant.

The new knowledge will expand the scope and effectiveness of the future use of Euphorbiaceae plants as a source of biofuels, biologically active extracts, secondary metabolites, pure compounds, and a component of medicinal products for treating a wide variety of diseases, which will generally contribute to the promotion of human health and longevity.

Key words: Spurge family, pharmacological properties, medical use, latex, biofuel, food source, daily life use.

Вступ

Нестримний розвиток цивілізації, створення матеріалів хімічного походження та відкриття нових технологій надають можливості змінювати натуральну сировину на штучні заміники у всіх сферах виробництва та побуту людини. І все це має фантастичні перспективи для виробників, виправдано дешевою ціною та економічною вигодою.

Проте, не всі штучно синтезовані медикаменти, синтетичні продукти харчування або токсичні предмети побуту є безпечними для людини та для довкілля. Тому, важливою ознакою сьогодення є пошук та виявлення у світовій флорі природних безпечних джерел рослинної сировини для харчової, косметичної, фармацевтичної, енергетичної та інших галузей промисловості.

Крім того, людство стоїть на межі поступового зменшення природних енергетичних ресурсів, таких як кам'яне вугілля та нафта. Ця ситуація, звісно, стимулює до стрімкої та масштабної заміни вичерпних корисних копалин на біопаливо та альтернативні джерела енергії.

Рослини родини *Euphorbiaceae* Juss. можна назвати рослинами майбутнього, оскільки вони є стійкими та невибагливими до умов зростання, достатньо відомими завдяки практичному використанню та накопиченим упродовж століть знанням. Знання фіксувались, починаючи від писемних згадок на шумерських глиняних табличках, медичних папірусах Стародавнього Єгипту, текстах греко-римської античності, у численних священних текстах, включно із Кораном та Біблією, і до трактатів цілої плеяди вчених та дослідників від Середньовіччя до наших днів. Завдяки багатому практичному використанню, культурним традиціям та наявності в місцевій флорі різних країн світу, уже є досвід із визнанням та застосуванням рослин *Euphorbiaceae* у нетрадиційній та традиційній світових медицинах, включно з китайською (Petrovska, 2012; Vikas Kurhekar, 2021).

Природна флора України нараховує 63 таксони багаторічних, рідше однорічних видів цієї родини, які можна зустріти на Поліссі і в Лісостепу, у степовій зоні, у Карпатах на гірських луках та полонинах (Лікарські рослини ..., 1992; Нечитайло та ін., 2000). Деякі види були піддані ретельним хімічним та фармакологічним дослідженням українських вчених-фармацевтів в середині ХХ ст. з метою дослідження, як джерела нових гіпотензивних, Р-вітамінних та діуретичних препаратів (Чаговець та ін., 1967). Велика зацікавленість з боку офіційної медицини рослинами родини *Euphorbiaceae*, їх фітонутрієнтами і біологічно-активними сполукам, різними класами природних сполук залишається та зростає з кожним днем, зокрема в стоматологічній сфері покладаються великі надії та очікування (Огієнко, 2023).

В Україні рицина звичайна *Ricinus communis* L. і деякі види молочаю внаслідок токсичності обмежені у використанні та вирощуванні як на присадибних ділянках, так і в умовах закритого ґрунту (Цебржинський і Орлова, 2013). Проте ботанічні сади України зібрали у своїх оранжереях цінні колекції сукулентних видів молочаю з різних флористичних областей, які

створювали покоління науковців упродовж десятиліть, інколи століть, та є частиною національного надбання України (Капустян та ін., 2004; Гайдаржи, 2009).

Для відкриття нових перспектив та можливостей використання рослин родини *Euphorbiaceae* на теренах України, особливо в умовах глобального потепління, виникла необхідність детального аналізу набутого досвіду використання рослин *Euphorbiaceae* у світовій практиці.

Метою нашої роботи було провести огляд та аналіз наукових літературних джерел, встановити біологічні особливості та корисні властивості представників родини *Euphorbiaceae* Juss., висвітлити традиції, можливості та перспективи використання рослинної сировини молочаїв у харчуванні, фармакології, побуті, промисловості, енергетиці задля продовження наукових досліджень та розширення сфери їхнього використання в Україні.

Матеріал і методи

Матеріалом досліджень були рослини родини *Euphorbiaceae* Juss. колекцій провідних ботанічних садів України та Європи. У роботі користувались історичними та архівними джерелами, здійснювали огляд сучасних наукових публікацій із ботанічних, систематичних, морфолого-описових, екологічних досліджень. Опрацьовували гербарні зразки та фотографували живі колекції ботанічних садів. Назви рослин подані відповідно до останнього видання Королівських Ботанічних Садів К'ю, синоніми – за WFO Plant List (WFO, 2024).

Результати та їх обговорення

Люди упродовж розвитку цивілізації завжди використовували свою рідну флору, щоб задовольнити низку життєвих потреб, зокрема у їжі, паливі, одязі, будівництві будинків, виготовленні предметів побуту, виробництві хімічних та лікарських засобів. Цінні знання про рослини та їхні властивості передавалися з покоління в покоління природним чином у повсякденному житті. Мільйони людей світу покладаються на лікарські рослини для надання первинної медичної допомоги, отримання прибутків та підвищення добробуту. Сьогодні відомо від 50 000 до 70 000 видів рослин, які використовуються в традиційних і сучасних медичних системах світу (Özbilgin & Saltan Citoğlu, 2012).

Рослини родини *Euphorbiaceae* Juss. (Молочайні) відомі та застосовуються понад 2000 років у народній медицині різ-

них частин світу, включно з традиційною китайською, про що є свідчення в стародавніх літературних джерелах, лікарських трактатах та гомеопатичних фармакопеях (рис. 1) (Jian et al., 2018).

Рослини *Euphorbiaceae* використовували ще за часів Гіпократата (400 р. до н.е.) для лікування раку та інших серйозних захворювань, і тому вони описані в літературі стародавніх греків і римлян (Podolski-Renić, 2013). Знахарі та лікарі виготовляли та призначали натуральні рослинні препарати молочною для профілактики та лікування численного переліку захворювань. Рослинами продукується низка біологічно активних інгредієнтів – вторинних метаболітів, які використовуються для виготовлення ліків, зокрема засобів гомеопатії, алопатії, медицини Юньнань та Аюрведи (Özbilgin & Saltan Citoğlu, 2012).

Рід *Euphorbia* L. (родина *Euphorbiaceae*) є третім за розміром родом покритонасінних рослин, нараховує майже 2000 видів. Цей рід має значне поширення та трапляється у всіх помірних та тропічних регіонах. Для цієї групи рослин характерною є велика різноманітність форм, від дрібних ефемерів трав'янистих однорічників або багаторічників, великих кущів, невеликих дерев, ґрунтопокривних напівкущів та кактусоподібних сукулентів (Гайдаржи, 2009; Salehi et al., 2019). Із 243 видів, які перебувають під загрозою та розміщені в Червоному списку Міжнародного союзу охорони природи, 170 видів (70%) перебувають під загрозою зникнення в категорії уразливих, зникаю-

чих та перебуваючих у критичній небезпеці (Salehi et al., 2019; The IUCN Red List...).

Виявлено, що основними діючими компонентами рослин роду *Euphorbia* є алкани, тритерпени, фітостерини, дубильні речовини. Вважається, що поліфеноли та флаваноїди мають різні спектри направленості своєї дії (Aleksandrov et al., 2019). У разі застосування рослин *Euphorbia* для профілактики, лікування чи підтримання здоров'я людини вони здійснюють на її організм потужну біологічну активність широкого діапазону дії завдяки своєму багатому біохімічному вмісту (Salehi et al., 2019). Тому рослинну сировину деяких видів цього роду здавна використовували для лікування шкірних захворювань, новоутворень, мігрень, паразитарних інвазій та запальних процесів (Özbilgin & Saltan Citoğlu, 2012).

Відомо три напрямки використання рослин родини залежно від їх географічного зростання: лікування розладів травної системи (має дуже широке застосування у всьому світі, включаючи Україну, за винятком Австралії та Азії), засоби захисту від інфекцій/інвазій (головним чином у Південній Африці та Америці, Тихоокеанському, Азійсько-тропічному та Азійсько-помірному кліматі) та лікування захворювань шкіри/підшкірної клітинної тканини (зокрема в Австралії, Європі, в тому числі України, Азії та Північній Америці) (Цебржинський і Орлова, 2013; Salehi et al., 2019).

Крім того, із 33 видів, які згадуються в народній практиці світу, види роду

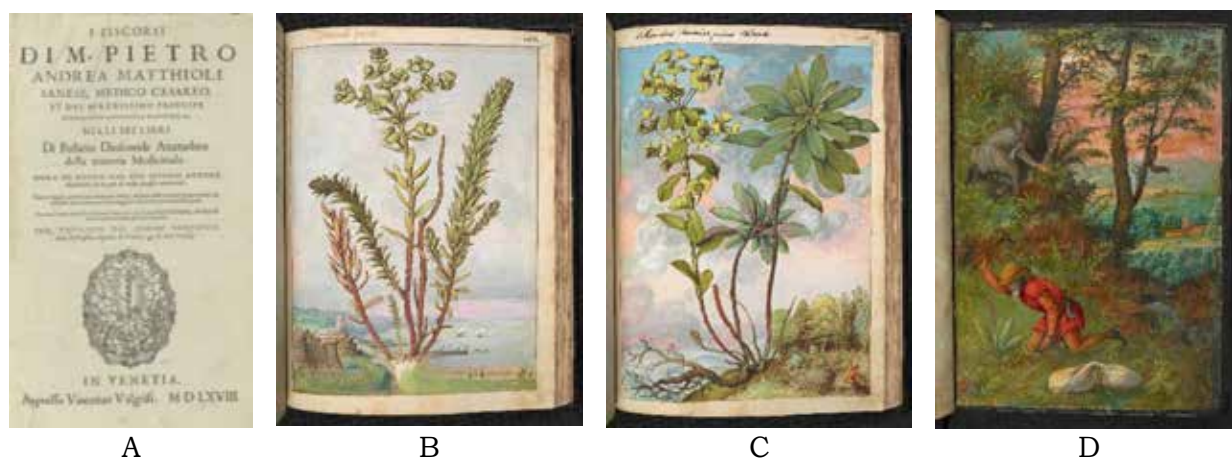


Рис. 1. Ілюстрації книги М. Pietro Andrea Mattioli «Pedacio Diofcoride Anazarbeo della materia Medicinale» (1554): А – титульна сторінка; В – *Euphorbia paralias*; С – *Euphorbia characias*; D – збирачі лікарських трав в XVI ст. (художник Gherardo Cibo) (Sciencephotolibrerу...)

Молочай (*Euphorbia* L.) – *Euphorbia hirta* L., *E. thymifolia* L. і *E. lathyris* L. – згадуються найчастіше (Salehi et al., 2019). В Аюрведичній медицині рослини *E. hirta* та латекс *E. periiifolia* L. є основними активними інгредієнтами численних аюрведичних препаратів та разом із *Ricinus communis* L., *Mallotus philippensis* (Lam.) Muell. Arg. традиційно вказуються у Ведах (The Ayurvedic Pharmacopoeia ..., 2001; Mali Prashant & Panchal Shital, 2017).

Китайська традиційна медицина широко використовує *Euphorbia helioscopia* L., *E. resinifera* O. Berg, *E. fischeriana* Steud., у Чилі – *E. thymifolia*, у Північній Америці – *E. maculata* L., в Ефіопії повідомляється про використання *E. heterophylla* L. та *E. prostrata* Aiton. *E. tirucalli* L. – у Південній Америці, Індії, на Близькому Сході та в Африці (Salehi et al., 2019). У В'єтнамі застосовують рослини *E. antiquorum* L. для знеболення в стоматології (Salehi et al., 2019).

Euphorbia pekinensis Rupr. походженням з Азії, належить до переліку 50 основних трав, які найчастіше використовуються в традиційній китайській медицині, а її корінь показаний для очищення та дренажу організму, проте має численні побічні ефекти та потребує обережного застосування (Nempen & Fischer, 2009).

Використання кожної рослини може бути багатогранним залежно від країни, її культури та традицій. Так, *E. hirta* у народній медицині Китаю, Філіппін та Нігерії широко використовують для лікування діареї, у той час як у В'єтнамі, Індії, Мозамбіку – для лікування дизентерії, а в Непалі, Австралії, на південному заході США та на Гавайських островах – для лікування легеневих захворювань. Латекс цієї рослини використовують переважно в Азії, зокрема Малайзії, для лікування шкірних захворювань, лихоманок та навіть венеричних захворювань. Населення Індії використовує відвар *E. hirta* для лікування поранень від укусів отруйних змій (Salehi et al., 2019).

На Русі багато видів молочаю також застосовувались в народній медицині без вивчення їхнього складу від водобоязні, «наврочення», для лікування проблем із шкірою, як проносний та блювотний засіб та навіть для лікування ракових пухлин (Цебржинський і Орлова, 2013).

Частина рослин, які можна практично використовувати – це коріння, насіння, латекс, деревина стебла, кора стебла, листки та цілі рослини. Повідомляється про

використання квіток у *E. virgata* Waldst. & Kit., коренів у *E. apios* L., надземної частини у *E. coniosperma* Boiss. & Buhse (Özbilgin & Saltan Citoğlu, 2012; Pharmacopoeia of the PPRC).

Цілющі властивості рослинам надають вторинні метаболіти, які часто перебувають у складній суміші. Це ізопреноїдні компоненти, дитерпеноїди, здебільшого такі, як ятрофани, інгенани, латирани, тигліани тощо. Крім того, було виявлено сесквітерпеноїди, флавоноїди та стероїди. Сполуки рослин мають цілий спектр біологічної дії, до якого належать антипрофілеративна, цитотоксична, протимікробна та протизапальна, протиракова та актиоксидантна тощо (Özbilgin & Saltan Citoğlu, 2012; Podolski-Renić, 2013).

Ефірні олії, екстракти та чисті сполуки рослин *Euphorbiaceae* також надзвичайно активні, із широким спектром біологічної дії, спрямованої на підтримання та відновлення здоров'я людини. До складу ефірних олій входять понад 80 фітохімічних сполук, переважно насичених киснем сесквітерпенів та сесквітерпенових вуглеводнів, тоді як їх екстракти містять вторинні метаболіти: монотерпени, дитерпени, сесквітерпени, стерини, флавоноїди та інші поліфеноли (Salehi et al., 2019).

Екстракти та вторинні метаболіти молочаїв мають великий потенціал для використання у фармакології та медицині для лікування багатьох захворювань людини, переважно запальних процесів, раку та мікробних інфекцій (Salehi et al., 2019).

Онкологічні захворювання посідають друге місце у світі за поширеністю та причиною смертності людини, проте їхня кількість щороку збільшується. Традиційні методи лікування є занадто коштовними та мають цілий спектр побічних ефектів та рецидивів. Тому, пошук ефективних, безпечних протипухлинних препаратів рослинного походження став важливим напрямком протиракових досліджень.

Однією із незамінних у східній народній медицині рослин для лікування раку є *E. fischeriana* Steud. (syn. *E. pallasii* Turcz. ex Ledeb.) (рис. 2-A), яка зростає на сході Азії, переважно на півночі Китаю. Завдяки вмісту дитерпеноїдів рослина надзвичайно ефективна в концентрації 1 мг/мл проти кількох типів раку, зокрема злоякісної меланоми, карциноми легень Льюїса та асцитичної гепатоми (Sun & Liu, 2011; Jian et al., 2018).

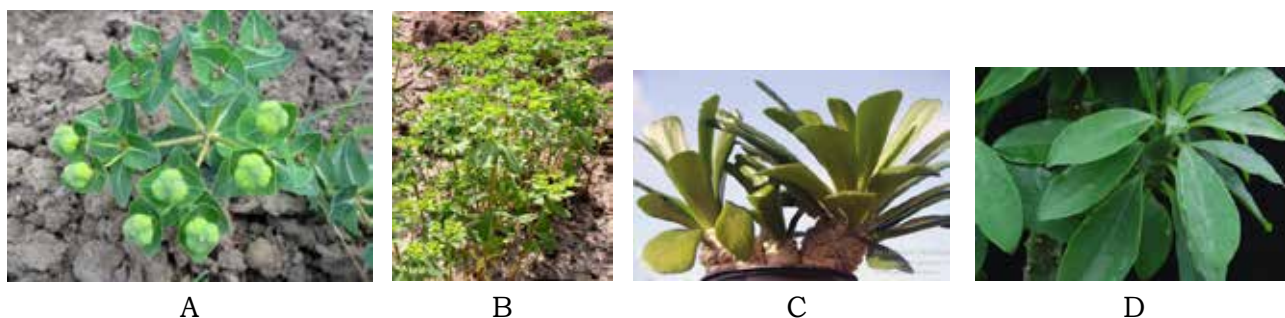


Рис. 2. А – *E. fischeriana* Steud. (Liu, 2012); В – *E. helioscopia* L., фото Borremans P. (Meise Botanic Garden...);
С – *E. poissonii* Pax (Seidelt, 2021); D – *E. nivulia* Buch.-Ham., фото Dumont A-M (Meise Botanic Garden...)

Крім дитерпеноїдів у *E. fischeriana* виявлено тритерпени, стероїди, ароматичні компоненти, таніни та інші біологічно активні сполуки, які маючи біологічну та фармакологічну активність, здійснюють протиракову, антимікробну, противірусну, імуномодулюючу, седативну та болезаспокійливу, протилейкозну дію на організм людини (Sun & Liu, 2011).

Повідомляється про виявлення вторинних метаболітів у *E. helioscopia* L., зокрема дитерпеноїдів, флавоноїдів, поліфенолів, стероїдів та ліпідів. Екстракти етилацетату рослин *E. helioscopia* із високим вмістом флавоноїдів (кверцетин, мірицетин і кемпферол) продемонстрували значний антипроліферативний потенціал проти різних типів раку людини. Висунуто припущення, що це відбувається саме завдяки флавоноїдам (рис. 2-В) (Wang et al., 2011; Огієнко, 2023).

Дитерпеноїди латексу *E. poissonii* Pax показали сильну цитотоксичну селективність для лінії клітин карциноми нирки людини, що перевищує ефективність протипухлинного антибіотику адриаміцину у 10 000 разів (рис. 2-С) (Özbilgin & Saltan Citoğlu, 2012). Латирани, виділені з *E. nivulia* Buch.-Ham., здійснюють значну цитотоксичну активність щодо клітинних ліній колатерального раку, раку молочної залози та інших видів раку (рис. 2-Д) (Shi et al., 2008).

В умовах *in vitro* у *E. ebracteolata* Hayata виявлено властивості пригнічення проліферації В-лімфоцитів, які здійснюють специфічну гуморальну імунну відповідь (Özbilgin & Saltan Citoğlu, 2012). Повідомляється про виявлений в *in vitro* протипухлинний ефект *E. hirsuta* L. (syn. *E. pubescens* Vahl), що проявлявся в помірному інгібуванні клітинних

ліній пухлин людини, які спричиняють аденокарциному молочної залози, недрібноклітинний рак легенів та рак ЦНС (Valente et al., 2004).

E. jolkinii Boiss. – це лікарська рослина, яка використовується для лікування ревматизму, цирозу печінки, оперізувального лишая та є дієвим засобом для пригнічування росту пухлин. Відзначається потужний протипухлинний ефект, що проявляється в зупинці клітинного циклу, апоптозу лейкозу ракових клітин. *E. tirucalli* використовували для отримання метанольних екстрактів, які ефективні проти багатьох типів ракових клітин (Aleksandrov et al., 2019).

На сьогодні тривають медичні клінічні випробування лікарських препаратів на основі рослинної сировини *Euphorbiaceae*. Зокрема, сік *E. replus* L. тестується для місцевого застосування під час лікування карцином та поверхневих уражень шкіри. Діючою речовиною *E. replus* є інгенол метубат із торговельною назвою Picato (Ramsay et al., 2011). Проте, у 2020 р. Європейська комісія відкликкала дозвіл на продаж Picato у країнах Євросоюзу, мотивуючи можливим ризиком раку шкіри та іншими побічними ефектами (Picato, 2020).

Повідомляється про проліфераційну активність екстракту рослин *E. lunulata* Bunge (syn. *E. esula* subsp. *esula*) на інсуліно- та інтерлейкіно-10 залежні клітинні лінії. А виділені кверцетини та галова кислота екстракту *E. lunulata* показали найсильнішу ІЛ-10 активність, що підтверджує доцільність його використання як рослинного засобу для лікування бронхіальної астми (Nishimura et al., 2005).

Розроблено технологію зеленого синтезу, завдяки якій синтезовано наночастинки

внаслідок поєднання нітрату срібла AgNO_3 з екстрактом свіжих листків молочаю зонтичного *Euphorbia umbellata* (Pax) Вруцн. Результати тестування показали суттєву активність цих наночастинок проти патогенів, які спричиняють захворювання рослин, включно з нематодами, грибами, бактеріями, серед яких збудник захворювання раку цитрусових рослин *Xantomonas citri*, деякі види мікоплазм та бактерії ссавців *Escherichia coli*, *Bacillus* spp., *Pseudomonas* spp., у деяких випадках перевищуючи дію антибіотиків, зокрема пеніциліну, ванкоміцину, еритроміцину (Kumar et al., 2019).

На численних тестових моделях, зокрема на щурах та мишах продемонстровано дозозалежну протизапальну та антиартеритну дію водорозчинної фракції латексу *E. royleana* Boiss. (Bani et al., 2000).

Жарознижуюча та анальгетична активність виявлена завдяки сполуці мірсіану, виділеній із рослинного хлороформного екстракту *E. decipiens* Boiss. & Buhse, яка за умови введення мишам у дозі 5–20 мг/кг, що відповідає 100 мг/кг аспірину або ібупрофену, здійснювала значну анальгетичну дію (Ahmad et al., 2005). Резиніфератоксин, надпотужний аналог капсаїцину, присутній у латексі *E. resinifera*, знімає запалення нервової системи та послаблює нейропатичний біль, сприяючи покращенню сприйняття болю (Shi et al., 2008).

Простатин, отриманий із *E. fischeriana*, показав суттєву анальгетичну та седативну дію (Ma et al., 1997). А фракція етилацетату латексу *E. royleana* показала дозозалежний периферичний анальгетичний ефект та жарознижуючу дію (Shi et al., 2008). У традиційній медицині етилацетатний екстракт кореня *E. heterophylla* використовується для заспокоєння болю.

Відомо, що вільні радикали мають сильний вплив на здоров'я людини, спричиняючи оксидативний стрес, який прискорює старіння організму, спричиняє проблеми з пам'яттю, розвиток хронічних захворювань, зокрема атеросклероз, хворобу Альцгеймера, рак, зниження імунітету та запальні процеси (Choudhary & Tandon, 2009). Ці вільні радикали утворюються в організмі під час обміну речовин внаслідок зовнішніх та внутрішніх чинників. Ефективно протистояти вільним радикалам допомагають екзогенно вжиті натуральні антиоксиданти. Важливим науковим завданням на сьогодні є пошук нових джерел безпечних та недорогих антиоксидантів.

Результати досліджень свідчать, що молочай *E. hirta* має потужний антиоксидативний потенціал. Найактивнішим виявився екстракт листків, що становить 72,96%, дещо нижчий – квітів, коріння та стебла, поглинаючи активність яких становить 52,45%, 48,59%, 44,42% відповідно за стандартним показником 75,13%.

Фітохімічний скринінг екстракту листків *E. hirta* виявив наявність компонентів із відновлювальною дією (подібною до аскорбінової кислоти): цукрів, терпеноїдів, алкалоїдів, стероїдів, дубильних речовин, флавоноїдів та фенольних сполук. Подальші дослідження необхідні для виділення та характеристики активних антиоксидантів, які можна використовувати для лікування захворювань, пов'язаних з окислювальним стресом (Basma et al., 2011).

Дослідження антиоксидантної активності екстрактів *E. heuneana* Spreng., *E. acanthothamnos* Heldr. & Sartori ex Boiss., *E. macroclada* Boiss. і *E. rigida* M. Bieb. виявили, що етанольний екстракт *E. acanthothamnos* із високим вмістом поліфенольних сполук має найвищу антиоксидантну активність на рівні стандартного показника α -токоферолу (вітамін Е). Ацетоновий екстракт *E. macroclada* продемонстрував найвищий вміст флавоноїдів та вищу антиоксидантну активність у порівнянні із α -токоферолом (Barla-Demirkoz et al., 2007).

Отже, вміст фенольних сполук призводить до підвищення антиоксидантної активності екстрактів та відіграє важливу роль у стабілізації перекисного окиснення ліпідів (Barla-Demirkoz et al., 2007). Проте в метанольному екстракті *E. petiolata* Banks & Sol. найактивнішими сполуками є флавоноїди кемпферол, кверцетин та похідні міріцетину (Nazemiyeh et al., 2010). Тому, для досліджень антиоксидантної активності рослин *Euphorbiaceae* відкриваються великі перспективи та необхідність вивчення якісного складника екстрактів, щоб зрозуміти, які класи сполук відповідають за антиоксидантну активність.

Етанольні екстракти надземної маси рослин *E. hirta* проявляють широкий спектр протимікробної дії проти бактерій, які спричиняють важкі захворювання людини: *Escherichia coli*, *Pseudomonas vulgaris*, *P. aeruginosa* та *Staphylococcus aureus*. Похідні гідроксипроліну, виділені з *E. paralias* L., здійснили помірну противірусну активність проти ВІА-1 інфекції. Латекс *E. characias* L. продемонстрував протигрибкову актив-

ність проти інфекції *Candida albicans* (Mali Prashant & Panchal Shital, 2017).

Неочищений розчин сапонінів стебла молочаю *E. nerifolia* у концентрації вище 10 мг/мл проявив потужну антимікробну активність, яка цілком ідентична дії стандартних антибактеріальних лікарських препаратів, проти кишкової палички *Escherichia coli*, синьогнійної палички *Pseudomonas aeruginosa* та стафілококу золотистого *Staphylococcus aureus*, грибка кандиди біліючої *Candida albicans*. Крім того, екстракт *E. nerifolia* здійснює суттєву ранозагоювальну дію та виражену знеболювальну активність, яку можна порівняти з диклофенаком натрію (Mali Prashant & Panchal Shital, 2017).

Встановлено дію *E. helioscopia* проти *Bacillus cereus* – ґрунтової грам-позитивної бактерії, яка спричиняє тяжкі токсикоінфекції у людини у разі недотримання умов зберігання та приготування продуктів харчування. Механізм дії полягає в тому, що поліфенольні сполуки, зокрема полісахариди, лігніни та флавоноїди, зв'язуються з білковою оболонкою і таким способом припиняють поглинання вірусу (Ramezani et al., 2008).

Виявлено синергетичну дію із проти-грибковими засобами щодо штаму *Candida tropicalis* в екстракті надземної частини представників місцевої флори України: молочаю мигдалевидного *Euphorbia amygdaloides* L. та молочаю городнього (садового) *E. peplus* L., надземної частини і особливо коренів молочаю гострого *E. esula* L., значно слабше – у молочаю соняшного *E. helioscopia* L. та молочаю кипарисовидного *E. cyparissias* L. Тому, ці

молочаї флори України потрібно розглядати як перспективні засоби в антифунгальній клінічній практиці, зокрема, в стоматології (Огієнко, 2023).

Сухий екстракт рослин *E. prostrata* Aiton ефективний для лікування геморою завдяки вмісту в ньому флавоноїдів, фенольних сполук і фенолкарбонових кислот, покращує загальний стан упродовж перших 3 днів, а через 14 днів викликає максимальне покращення (Bakhshi et al., 2008; Özbilgin & Saltan Citoğlu, 2012).

Mallotus oppositifolius (Geiseler) Müll. Arg. – кущ родини молочайних з Африки та Мадагаскару, використовується в трав'яних сумішах у народній медицині. Екстракти *M. oppositifolius* містять алкалоїди, серцеві глікозиди та фенольні сполуки, концентрація яких вища в листках, ніж у коренях. А метанольний та етанольний екстракти коренів мають антиоксидантну та протизапальну дію, чому сприяє наявність фенольних сполук, зокрема, флавоноїдів (Nafiu et al., 2013).

Cnidoscopus aconitifolius (Mill.) I.M. Johnst. – посухостійкий деревовидний шпинат або шпинатне дерево 3–5 м заввишки із західних частин Нігерії (рис. 3-А). Екстракти рослин містять алкалоїди, сапоніни, фенольні, дубильні речовини, флавоноїди, антрахінони, флобатаніни і тритерпени. Практично з'ясовано, що екстракт *C. aconitifolius* може погіршувати фертильність та запліднення у дослідних тварин (Toyin et al., 2014).

Aleurites moluccanus (L.) Willd. (тунг молуккський, лумбанга) – дерево походженням із тропічних районів Індонезії, вид культивувався в багатьох

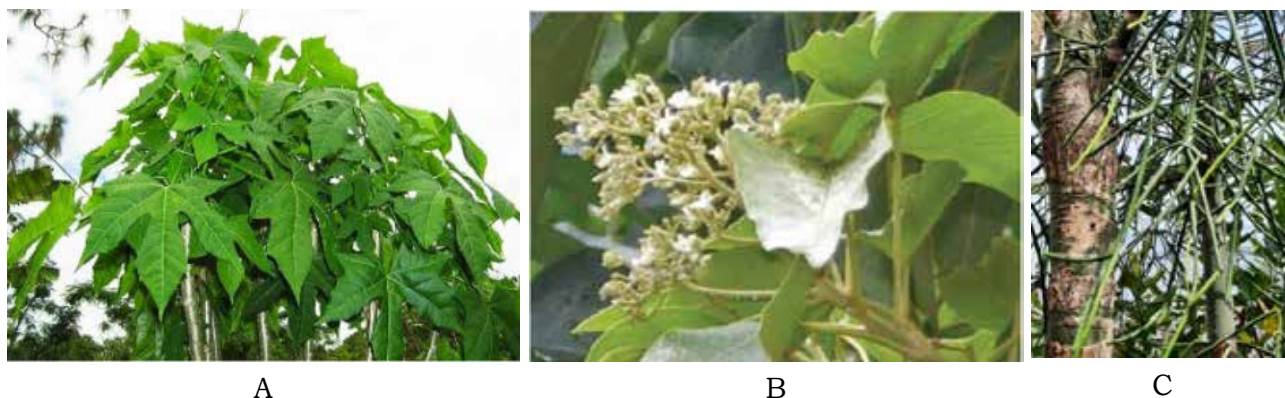


Рис. 3. А – *Cnidoscopus aconitifolius* subsp. *aconitifolius* (Dias Dileep, 2021); В – *Aleurites moluccanus*, фото Haruni Krisnawati (Krisnawati, 2011); С – *E. tirucalli* у колекції Ботанічного саду м. Мейзе, Бельгія (фото автора Н. Левчик)

тропічних країнах, де й натуралізувався (рис. 3-В). В засобах масової інформації горіхи дуже наполегливо рекламують та пропонують для схуднення без наукових доказів їх терапевтичної ефективності та безпечності. Тому, потенційно можуть бути небезпечними, спричиняючи серйозні проблеми зі здоров'ям та смерть (переважно в жінок) (González-Stuart & Rivera, 2019).

Монотерпени з листків *Croton cajucara* Benth. та біологічно-активні сполуки (12-О-тетрадеканойлфорбол-13 ацетат, дитерпени ятрофон і ятрогроссидіон), отримані із видів родини *Euphorbiaceae* (*Jatropha grossidentata* Pax & K. Hoffm. та *Jatropha isabellei* Müll.Argl.), мають лейшманіцидну дію проти збудників *Leishmania chagasi*, *L. amazonensis*, *L. braziliensis*, які спричиняють трансмісивне смертельне захворювання та поширюються через укуси москітів переважно в тропіках та субтропіках (Gouri et al., 2021).

Різностороннє дослідження та медичне використання рослин *Euphorbiaceae* має давню історію, традиції, тисячолітній практичний досвід застосування в народній медицині багатьох країн світу. Сьогодні процес дослідження лікарських та отруйних властивостей рослин *Euphorbiaceae* відбувається на сучасному обладнанні із застосуванням новітніх технологій, базується на досягненнях науки на фоні ретельних досліджень та чисельних випробувань із метою розширення спектру використання цих рослин у офіційній медицині, фармакогнозії та фармакології.

Унаслідок токсичності рослин, здатності спричинити отруєння, опіки, запалення шкіри та слизових оболонок, їхнє використання вимагає продуманого та уважного індивідуального підходу. Крім того, рослини є загрозою для худоби, а окремі види молочною здійснюють суттєвий аделопатичний вплив з ознаками інвазивності на важливі сільськогосподарські рослини та представників природної флори (Rizk, 1987).

Стрімке зменшення запасів природних енергоресурсів у світовому масштабі та забруднення довкілля, як наслідок їхнього використання, призвели людство до необхідності пошуку альтернативних джерел біопалива. Біопаливо має низку переваг: високу теплоємність, низьку зольність, багате на аліфатичні вуглеводні та може бути порівняне із нафтою. Рослини родини *Euphorbiaceae* виявились надзвичайно

ефективними, невибагливими та перспективними джерелами біопалива (Patan et al., 2021).

Біопаливо (біодизель та біоетанол) із рослин *Euphorbiaceae* – це прекрасна відновлювана альтернатива викопному паливу, яке отримують із різноманітної рослинної сировини з використанням сучасних технологій. Проте, є протиріччя та конфлікт «їжа проти палива» внаслідок конкуренції між харчовими та паливними рослинами за родючі землі та водопостачання, крім того, є загроза голоду в результаті використання продовольчих культур для біодизеля.

У цій ситуації рослини *Euphorbiaceae* мають суттєві переваги, завдяки яким вони не створюють конкуренції сортовим аграрним культурам. До цих переваг належать здатність рослин до високого рівня продуктивності в посушливих умовах на маргінальних територіях. Крім того, біопаливо рослин цієї родини за хімічними, фізичними та горючими властивостями відповідає властивостям та вимогам викопного палива або перевершує їх (Patan et al., 2021).

Рослини *E. tirucalli* є яскравим представником родини, альтернативним надзвичайно перспективним джерелом енергії та виробництва рідкого біопалива, оскільки вони мають швидкий приріст надземної маси на маргінальних територіях з обмеженим водопостачанням, *непридатних для вирощування інших культур*, тому не створюють конкуренції культурним рослинам (рис. 3-С) (Mwine, 2011).

Крім того, *E. tirucalli* рекомендовано комерційним проектам із виробництва паливної деревини для відновлення лісів у напівзасушливих районах Кенії (Mwine, 2011).

Активні дослідження в 1970-х – на початку 1980-х рр. та робота із впровадження *E. tirucalli* як джерела енергії були проведені Duke A. James у 1983 р. та Calvin M. У 1982 р. (Nchimbi, 2021). Дослідники повідомили, що латекс *E. tirucalli* складається з нафтоподібних вуглеводнів, переважно тритерпеноїдів C_{30} , який за умови проведення крекінгу дає високооктановий бензин утричі дешевший, ніж звичайна сира нафта (Mwine, 2011).

Виявлено, що кора стебел *E. tirucalli* має значно вищий вміст вуглеводнів (>17%), ніж більшість видів широколистяних рослин, що робить цей вид більш ефективним джерелом енергії (Nchimbi, 2021). Підраховано лабораторним методом, що вуглеводень латексу *E. tirucalli* міг би виробляти еквівалент 15 (в

діапазоні від 10 до 50) барелів нафти на акр або 37 барелів на гектар. Крім того, латекс містить велику кількість стеролів і тритерпенів, які необхідні для отримання біопалива. Хроматографічні тестування показали стероїдний, тритерпеноїдний та дитерпеноїдний вміст *E. tirucalli* (Uchida et al., 2010). Проміжним продуктом синтезу стеролів та терпеноїдів у мевалонатному шляху *E. tirucalli* є сквален.

Повідомляється про ряд чинників (клімат, сезонні коливання та етапи онтогенезу), що впливають на урожайність олій рослин *Euphorbiaceae*. Крім того, спостерігається видова особливість накопичення більшої кількості олії в тих чи інших органах.

Виявлено також, що товщина стебла та сухість клімату суттєво впливають на процес синтезу олії. Так, у рослин *E. tirucalli* з великим (80 см) обхватом стебла у напівпосушливих районах Танзанії вихід олії становить $16,47 \pm 0,34\%$, а найнижчу кількість олії, $4,17 \pm 0,01\%$, отримано з рослин із малим (20 см) обхватом стебла, які зростають на південних високогірних районах берегової зони країни. Зазвичай на ділянках із напівпосушливим кліматом урожайність *E. tirucalli* суттєво вища, ніж на прибережних ділянках та тропічних територіях (Nchimbi, 2021).

Композиція олій *E. tirucalli* – це суміш легких та натуральних органічних речовин, зосереджених у вегетативних органах (стеблах та філокладіях). Олію можна видобути за допомогою дистиляції, віджиму або екстракції розчинником. Олія цього молочаю широко використовувалася в стародавньому Римі, Греції, Єгипті та на Близькому Сході як парфуми, ароматизатори, дезодоранти, антисептики та фармацевтичні препарати (Nchimbi, 2021).

Молочай *E. lathyris* – посухостійкий вид, названий другим найкращим видом, який може зростати на непридатних для харчових культур територіях, містить до 10% відновлених вуглеводнів, запропонований для виробництва олій з низьким вмістом ізопрену (Calvin, 1982; Rizk, 1987). Суміш вуглеводнів складається в основному з ізопрену із відкритим ланцюгом та циклічних терпеноїдів. За даними Calvin M. (1982) 95% олії *E. lathyris* можна розділити на корисні продукти, що робить його дуже цінною нафтохімічною сировиною, з якої можна виробляти сам бензин. За оцінками науков-

ців урожайність *E. tirucalli* та *E. lathyris* становить понад 10 барелів олії/акр/рік і важливо, що на напівпосушливих територіях та без генетичних чи агрономічних покращень рослин (Calvin, 1982; Rizk, 1987).

Рослини *E. caducifolia* Haines, що зростають у Індії та Пакистані, також можна використовувати як замітник біопалива, джерело хімічної сировини та біоетанолу. Особливо важливо те, що *E. caducifolia* зростає в посушливих та напівпосушливих регіонах і дає латекс без аграрнотехнічних заходів та родючих ґрунтів (рис. 4-А) (Patan, 2021).

Початок використання латексу датовано початком ХХ ст. Латекс рослин надзвичайно цінний, оскільки використовується в комерційно важливих виробках, таких як фарби та сирий натуральний каучук (Rizk, 1987; Dabholkar et al., 1991).

Кілька важливих каучуконосних рослин належать саме до родини *Euphorbiaceae*. Зокрема, *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg. є основним джерелом виробленого каучуку у світовому масштабі (рис. 4-В). Із рослин гевеї бразильської та інших видів *Hevea* виготовляють еластик, каучук або так званий індійський каучук (Rizk, 1987).

Велику увагу виробників каучуку привертає латекс рослин *E. tirucalli*, який містить від 2,8% до 8,3% каучуку та від 50,4% до 82,1% смоли, а також багатий на терпеноїди, стерини та вуглеводні, надзвичайно схожі на компоненти нафти, які за умови змішування йдуть на виробництво біопалива (Zhang, 2019), а вуглеводневі полімери *E. tirucalli* є джерелом виробництва заміників каучуку (Mwine et al., 2013).

Каучук *E. tirucalli* являє собою суміш кетонів із довгим ланцюгом і цис-1,4 поліізопрену, який погано розчиняється в гарячому спирті. Крім того, латекс рослини містить смолу, яка перешкоджає його тривалій стабільності (Hastilestari et al., 2013). Тому латекс *E. tirucalli* за якісними показниками поступається місцем *Hevea brasiliensis*, проте він є перспективним для досліджень та ефективного використання, як природного полімеру.

Ефективність виробництва суттєво відрізняється залежно від генотипу рослин *E. tirucalli*. Найбільшу кількість каучуку зі свіжої маси (10,74 мг/г) отримано із генотипу рослин із Республіки Сенегал, дещо нижче (8,80 мг/г) – із генотипу рослин зі США, найменше (1,42 мг/г) – із генотипу рослин із держави на заході Африки – Республіки Того (Hastilestari et al., 2013).

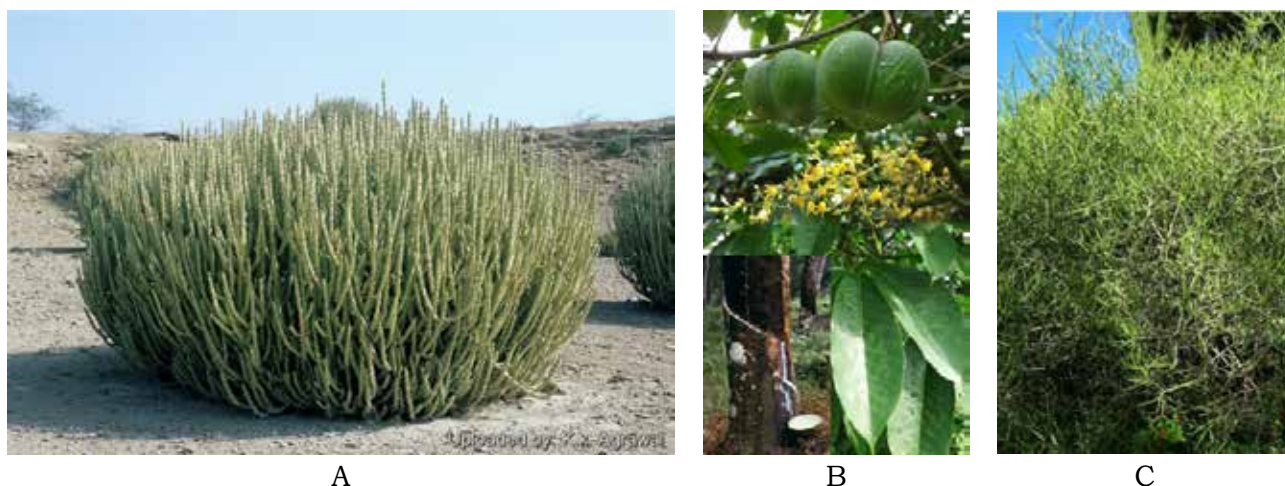


Рис. 4. Види *Euphorbiaceae* промислового значення: А – *E. caducifolia*, фото Кк Agrawal (The Encyclopedia of Succulents...); В – *Hevea brasiliensis* (Valentine floral creations...); С – *E. intisy* Drake в колекції Ботанічного саду університету в м. Палермо, Італія (фото М. Sajeва) (Poma et al., 2021)

Сильні фіксуєчі властивості смоли *E. tirucalli* застосовували здавна в побуті на східноафриканському узбережжі для виробництва жувальної гумки, для кріплення лез ножів до дерев'яних ручок та наконечників списів до дрівка (Mwine et al., 2013).

Отже, *E. tirucalli* належить до посухостійких технічних рослин і завдяки унікальній комбінації фотосинтетичних шляхів C_3 та САМ-типів є джерелом фітонутрієнтів, каучуку та біопалива (Nastilestari et al., 2013).

До представників *Euphorbiaceae*, з яких одержують каучук, відносяться також: *Manihot carthagenensis* subsp. *glaziovii* (Müll. Arg.) Allem (syn. *Manihot glaziovii* Müll. Arg.) – родом із Бразилії, Колумбії, Венесуели, види роду *Micrandra* Benth. (Бразилія, Венесуела, Перу, Еквадор, Колумбія) та видів роду *Snidoscolus* Pohl. (Північна та Південна Америка, включно із Вест-Індією), а також ендемік о. Мадагаскар *E. intisy* Drake (рис. 4-С) (Rizk, 1987).

Численні види *Euphorbia* вже дають урожай сировини, або про них повідомляється, як про потенційне джерело каучуку: *E. myrsinites* L., *E. rigida* M. Bieb., *E. macroclada* Boiss., *E. sequieriana* Neck., *E. stricta* L., *E. agraria* M. Bieb., *E. smirnovii* Geltman, *E. falcata* L. subsp. *falcata* var. *falcata*, *E. heteradena* Jaub. & Spach., *E. nicaeensis* All. subsp. *lasiocarpa* Boiss., *E. coniosperma* Boiss. & Buhse (Özbilgin & Saltan Citoğlu, 2012).

Латекс відрізняється за якістю залежно від видового походження. Наприклад, латекс *E. caducifolia* Haines дає якісніший

природний каучук, ніж *Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton. На якість впливає відсоток вмісту каучуку та може мати такі показники: *E. abyssinica* J.F. Gmel. – 16,7%, *E. candelabrum* Welw. – 20%, *E. dregeana* E. Mey. ex Boiss. – 17,6% та *E. mauritanica* L. – 15,81% (Rizk, 1987).

На вміст та якість латексу *Euphorbiaceae* суттєво впливає також тип ґрунту. Червоний гравійний ґрунт пустирищ надає можливість збирати максимальний урожай та покращує вміст латексу в перспективних біопаливних рослин, зокрема у *E. antisiphilitica* Zucc. (Johari & Kumar, 2013).

Ще однією перспективною культурою для виробництва біодизелю є *Jatropha curcas* L. (рис. 5-А). Побічні продукти видобутку олії ятрофи куркас успішно використовують для виробництва целюлозного етанолу, сприяючи у такий спосіб задоволенню виробничих потреб у спирті (Abdelgadir et al., 2012).

Широкого практичного використання набула рицинова олія із насіння рицини звичайної *Ricinus communis* (рис. 5-В) (вихід до 54%), яка містить 1,0% токоферолу, 21,6% нестерольної фракції неомилуваних речовин та 0,9% рицинової олії. Основним компонентом олії є рицинолеїн – гліцериновий ефір рицинолевої кислоти (Rizk, 1987).

Рицинова олія знайшла широкий спектр промислового застосування. Крім широковідомого фармацевтичного засобу, вона використовується в лакофарбовій і текстильній промисловостях, є компонентом мастила та гальмівної рідини, мила та чорнил, пластмас та відбілювачів. Олія є водостійкою і тому

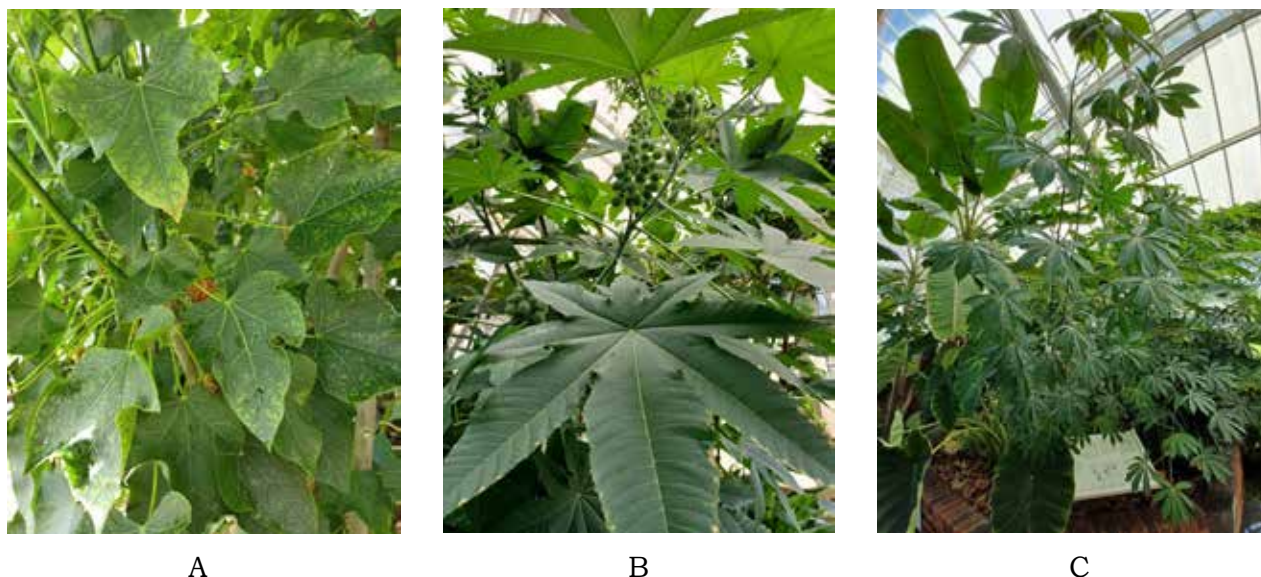


Рис. 5. Рослини *Euphorbiaceae* в колекції Ботанічного саду м. Мейзе, Бельгія: А – *Jatropha curcas* L.; В – *Ricinus communis*; С – *Manihot esculenta* (фото Н. Левчик)

активно використовується для захисного покриття тканин, літаків, ізоляції, харчових контейнерів, гуми (Rizk, 1987).

Тунгова олія або олія китайського дерева, є нелеткою олією тунга китайського *Vernicia fordii* (Hemsl.) Airy Shaw (syn. *Aleurites fordii* Hemsl.) та китайського олійного дерева *Vernicia montana* Lour. (syn. *Aleurites montana* (Lour.) E.H.Wilson), не вживається в їжу, але є розчинником для фарб та лаків, який швидко висихає. Олія належить до хороших консервантів та дуже стійка до атмосферних впливів і тому має широкий спектр промислового застосування.

Олія свічкового горіха або лумбангова олія отримується зі шкаралупи насіння та коріння *Aleurites moluccanus* (L.) Willd. Використовується для захисту корпусів суден (Rizk, 1987). Насіння рослин *Mallotus nudiflorus* (L.) Kulju & Welzen (syn. *Trevis nudiflora* L.) містить олію, яка за вмістом та властивостями подібна до тунгової олії.

Маніок їстівний або касава *Manihot esculenta* Crantz (рис. 5-С) – поруч із солодкою картоплею є найважливішим тропічним коренеплодом та основною їжею для мільйонів людей Африки, Індії та Бразилії. Поживні бульбоподібні корені містять 77,5–88,5% крохмалю, цукор, нітрогенові сполуки, жирні олії, достатньо вітаміну С та кальцію, проте менш ніж 1,0% білку, отруйний глікозид, який руйнується під час термічної обробки, тому в їжу вживають вареними або печеними. Хліб із маніоком має високу харчову цінність та замінює пшенич-

ний хліб у харчуванні. Промислово з коренів маніока їстівного отримують борошно, крохмаль, крупу тапіоку, спирт та ацетон (Kueke, 2014; Rizk, 1987).

Вторинні метаболіти рослин *Euphorbiaceae* корисні та перспективні для консервування продуктів у харчовій промисловості. Так званий канделільський віск, який був знайдений у Північній Мексиці та на південному заході США, отриманий із суміші листків деяких видів молочаю, серед яких *E. antisyalitica*, був визнаний харчовою добавкою E902 з гелеутворюючими властивостями. Він дозволений для глазурування кондитерських виробів, горіхів, вафель, кавових зерен, дієтичних добавок та свіжих фруктів (Scientific opinion, 2012; Salehi et al., 2019).

Результати біохімічного аналізу рослин *E. graminea* Jacq., походженням із Південної Мексики, свідчать про те, що листки є хорошим перспективним джерелом первинних метаболітів: вуглеводів – 17,86±0,08%, білків – 65,34±0,04% та невеликої кількості жирів – 0,32±0,05%, що надає можливість включати рослини в дієтичне харчування людини, а низький вміст вологи запобігає розвитку мікроорганізмів та псуванню листків (Bolaji, 2019).

Можливе широке застосування свіжих рослин *Euphorbiaceae* у харчовій промисловості. Зокрема, висушена кора рослин *Croton eluteria* (L.) W.Wright, які зростають на Багамських о-вах та на Кубі, містить 1–3% ефірної олії у вигляді суміші терпенів та дитерпенів, смолу, ванілін, танін та лігнін,

використовується як пряно-ароматичний засіб. Як гіркота додається в лікери, вермути, кампарі, як гіркий шлунковий засіб та для ароматизації тютюну (Rizk, 1987).

Листки *Cnidoscopus urens* (L.) Janti (syn. *Cnidoscopus marcgravii* Pohl) – трав'янистої рослини з тропічної Америки місцеві жителі використовують в їжу на о. Юкатан, а олію з горіхів – для її приготування (рис. 6-А) (Rizk, 1987).

Біохімічний вміст, лікувальні та антиоксидантні властивості меду двох видів *E. resinifera* O.Berg. (рис. 6-В) та *E. officinarum* L. різних регіонів Марокко встановлено завдяки наявності дев'яти хімічних елементів: Fe, Zn, Mn, Cu, Al, Ca, K, Mg, Na. Підвищений вміст заліза, міді та алюмінію в складі меду *E. officinarum* може свідчити про забруднення довкілля або неналежне зберігання зразків меду. Зразок *E. officinarum* завдяки більшому вмісту загальних фенолів показав кращу здатність поглинати вільні радикали порівняно з медом *E. resinifera*.

Виявлено, що водні екстракти меду в умовах *in vitro* мають вищі показники активності, порівнюючи із відповідними зразками меду. Завдяки своєму біохімічному вмісту та властивостям мед молочаю є рекомендованим для лікування симптомів подагри, гіперпігментації, хвороби Альцгеймера або затримання процесу прогресування цих захворювань (Boutoub et al., 2021).

Відомо, що із деревних рослин родини молочайних виготовляють меблі та застосовують їх на будівельних роботах. Наприклад, дерево-пісочниця *Hura crepitans* L. (рис. 7-А, В) дає деревину, придатну для виготовлення меблів, *Ricinodendron heudelotii* subsp. *africanum* (рис. 7-С) (syn. *Ricinodendron africanum* Müll.Arg.) є джерелом цінних сортів деревини (Rizk, 1987).

Із рослинної сировини *Euphorbiaceae* є можливість отримувати целюлозу та папір. Наприклад, рослини *Hura crepitans*, *Macaranga tanarius* (L.) Müll.Arg., *Ricinodendron heudelotii* (Baill.) Heckel та *Triadica sebifera* (L.) Small (syn. *Sapium sebiferum* (L.) Dum.Cours.); *Ricinus communis* дають волокно, яке із домішкою бамбукової целюлози йде на виготовлення паперу найвищої якості. А слиз рослин роду маниок *Manihot* Mill. використовують для виготовлення паперу (Rizk, 1987).

У минулому в країнах Африки рослини родів *Euphorbia* L. та *Hippomane* L. (*Hippomane mancinella* L., манцинелла) були біологічною зброєю, зокрема отрутою для стріл під час полювання на великих хижих тварин. Отруйними властивостями рослин із давніх часів користувались також і племенні народи та жителі Індії під час рибної ловлі. Вони розкидали квітки, кору, листки і навіть насіння *E. tirucalli*, спричинюючи одурманювання риби. Внаслідок чого риба піднімалась на поверхню води та ставала легкою здобиччю для рибалок (Tiwari & Singh, 2006).



А



В

Рис. 6. А – *Cnidoscopus urens* L. колекції Королівських ботанічних садів, К'ю, фото William Milliken (Royal Botanic Gardens, Kew...); В – *E. resinifera* O.Berg. колекції Ботанічного саду імені акад. Олекс. Фоміна (фото Н. Левчик)

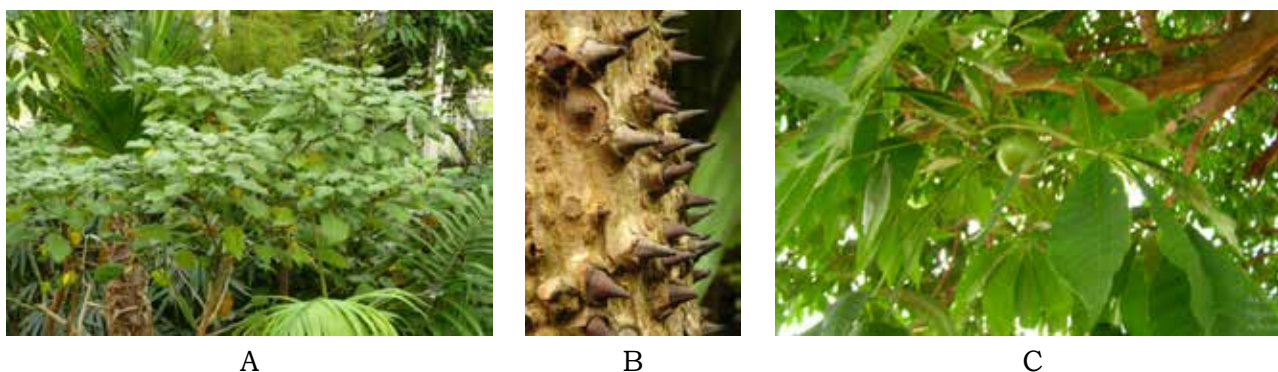


Рис. 7. А, В – *Hura crepitans* L. колекції Ботанічного саду м. Мейзе Бельгія, фото Mamdy G. (Meise Botanic Garden...)
С – *Ricinodendron africanum* в Конго, фото Jos Stevens (West African Plants...)

Водні екстракти *E. tirucalli* спричиняють справжнє біохімічне отруєння організму прісноводного змієголова плямистого *Channa punctatus* (Bloch), викликаючи енергетичний, обмінний колапс, зниження активності ферментів печінки та м'язів риб (Tiwari & Singh, 2006).

І сьогодні продовжують використовувати латекс *Vernicia montana* Lour. (syn. *Aleurites montanus* (Lour.) E.H.Wilson), *Croton reflexifolius* Kunth (syn. *Croton sylvaticus* Schltdl.), *Euphorbia drupifera* Thonn. (syn. *Elaeophorbia drupifera* (Thonn.) Stapf), та ін. для отрути риби (Rizk, 1987). Макуху рослин видів роду *Aleurites* J.R.Forst. & G.Forst. після видалення олії використовують на добриво, але її не можна використовувати на корм для тварин (Rizk, 1987).

Дитерпеноїди рослин *E. paralias* L. здійснюють суттєву молюскоцидну отруйну дію проти равликів *Biomphalaria alexandrina*. Латексні екстракти рослин *E. pulcherrima* Willd. ex Klotzsch та *E. hirta* також мають потужну молюскоцидну активність та є дієвими засобами захисту від комах (Özbilgin & Saltan Citoğlu, 2012).

Латекс рослин *E. tirucalli* є ефективним засобом проти тих молюсків *Biomphalaria gabrata*, які є головним проміжним хазяїном трематоди *Schistosoma mansoni* та переносником тяжкого захворювання людини кишкового шистосомозу в Америці (Mwine et al., 2013).

Водний розчин *E. tirucalli* у концентрації 0,3 г/л упродовж 2–7 діб руйнує та призводить до загибелі 100% осіб *Lymnaea natalensis* – прісноводного равлика, який є проміжним господарем переносника збудника фасціольозу в Нігерії та багатьох інших видів

африканських трематод (Oreyemi et al., 2023). Проте ефективність 0,3–0,5 г/л розчину *E. tirucalli* на равликів *Bulinus guernei* становить лише 40–65% осіб. На відміну, 0,1–0,2 г/л розчин *Jatropha curcas* менш ніж за 7 діб ефективно отруєє 100% осіб як *Lymnaea natalensis*, так і *Bulinus guernei* (Vassiliades, 1984).

Завдяки рослинам родини *Euphorbiaceae* сьогодні успішно проводять агролісомеліоративні заходи та здійснюють охорону природи. Внаслідок стійкості до посухи та невибагливості до ґрунту рослини *E. tirucalli* цілком успішно застосовують у напівпосушливих районах для проведення заходів лісорозведення та відновлення лісів із метою збереження та відновлення ґрунту. Такі програми відомі в Танзанії, Кенії, Шрі-Ланці та ін.

Крім того, *E. tirucalli*, стебла якої можуть щільно зростатись і сягати 12 м у висоту, використовують для демаркації кордонів, живої огорожі навколо поселень та краалів, як захист від вітру в напівпосушливих районах, а завдяки токсичності латексу – як захист від тварин (Mwine et al., 2013). Можуть бути використані дещо нижчі за висотою види: *E. kamerunica* Pax, *E. lateriflora* Schumacher & Thonning, *E. bussei* Pax var. *kibwezensis* (N.E.Br.) S.Carter в країнах Африки, Арабського світу, Далекого Сходу та Південної Америки (Newton, 2024).

Представники *Euphorbiaceae* все частіше стають популярними декоративними рослинами. Їх розміщують у контейнерах в офісах, житлових приміщеннях та на присадибних ділянках. Вони є бажаними серед рослин альпійських гірок, кам'янистих садів та рокаріїв. Популярність та перевагу рослини *Euphorbiaceae* набули

внаслідок своїх біоморфологічних особливостей: посухостійкості, невибагливості, здатності до витримування високої сонячної інсоляції, вічнозеленої та естетичної форми крони. Дуже естетично виглядають рослини як солітери, так і в групових посадках (рис. 8).

Прикладом застосування можуть бути рослини *E. tirucalli*, які внаслідок своєї декоративності завдяки красивим вічнозеленим гілкам від тьмяно-зеленого до червоно-зеленого кольору, що нагадують олівці, є популярними в міжнародній торгівлі рослинами. Збільшений попит на рослини та розширення торгівлі ними призвело до значного поширення в областях, де *E. tirucalli* ніколи не були ендемічними (рис. 8-В) (Mwine et al., 2013).

Обмеженим є використання відомої в Середземноморському басейні, Африці та

Індії декоративної рослини *Ricinus communis* внаслідок належності до переліку найотруйніших рослин світу (Kueete, 2014). Проте останнім часом рослини *Euphorbiaceae* набули популярності в озеленінні інтер'єрів, у створенні так званих фітостін (Лугова, 2022). Ці фітостіни отримали назву ботанічних фільтрів та стали популярними не тільки в декоративному та естетичному плані, але й завдяки здатності до фіторемерації та біофільтрації, покращуючи здоров'я та самопочуття людини (рис. 9) (Montaluisa-Mantilla et al., 2023).

Отже, рослини родини *Euphorbiaceae* мають великий історичний досвід використання та широкий спектр застосування. Проте, їх отруйні властивості та можливі побічні ефекти, а також здебільшого неофіційний шлях застосування, позбавлений

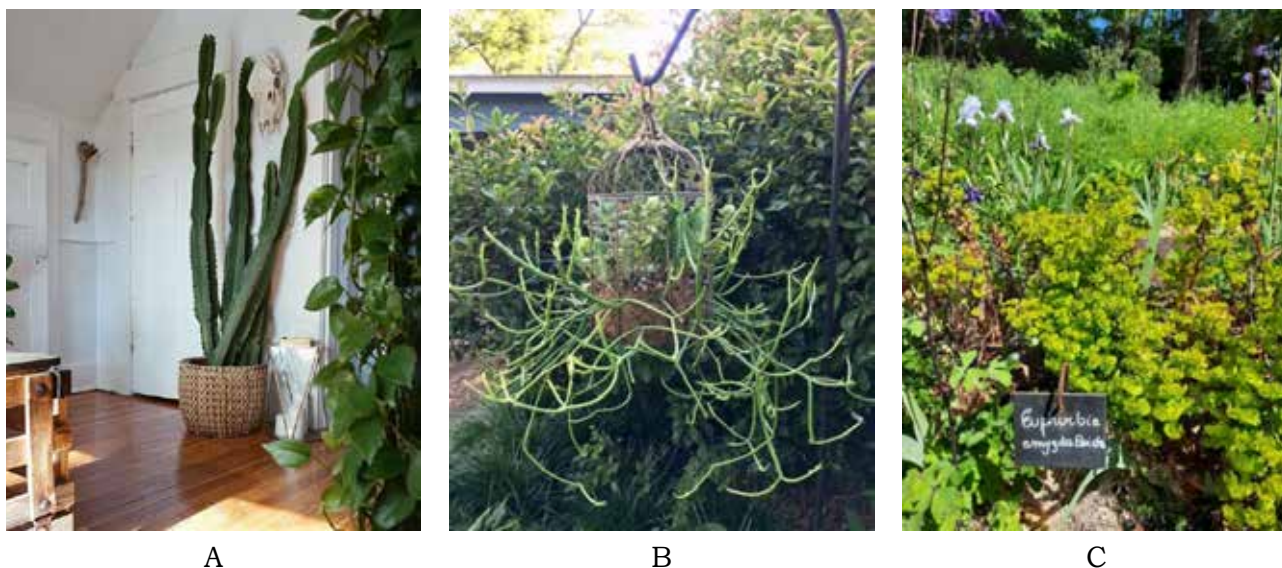


Рис. 8. А – *Euphorbiaceae* в інтер'єрі житла (Unusual seeds...); В – *E. tirucalli* у декорі присадибної ділянки (ESTY...); С – *Euphorbia amygdaloides* у квітковій композиції відкритого ґрунту Арборетуму Роберта Леноар, Бельгія (фото автора Н. Левчик)



Рис. 9. Приклади ботанічних стін використанням рослин *Euphorbia* А – в Бразилії (Лугова, 2022); В – в м. Аліканте, Іспанія зелена фірма «Urbanarbolismo» (Urbanarbolismo...)

наукового підґрунтя, потребують продовження ретельних наукових досліджень, а фармацевтичні препарати – численних попередніх випробувань.

На сьогоднішній момент недостатньо також проводилася робота з відбору найбільш перспективних видів та селекційне виведення нових сортів цих рослин із підвищеним вмістом вторинних метаболітів. Тому, продовження досліджень агроекологічних, ботанічних, морфолого-анатомічних, біохімічних вважаємо актуальним та необхідним.

Крім того, у зв'язку із перспективою вирощування рослин на території України вважаємо за доцільне розпочати інтродукційні заходи перспективних видів. Важливими будуть дослідження біохімічного вмісту рослин, накопичення мікро- та макронутрієнтів, особливості роботи C_3 та САМ-типу фотосинтезу в нових погодно-кліматичних та ґрунтових умовах України.

Вивчення біохімічного вмісту, динаміки накопичення нутрієнтів, корисних властивостей розширить сфери та ефективність використання рослин *Euphorbiaceae* у майбутньому. Важливою сферою застосування екстрактів та вторинних метаболітів може стати фармацевтика та медицина. Отже, рослини *Euphorbiaceae* мають великі перспективи використання як джерело біопалива, біологічно активних сполук, для декорування і екологічного очищення приміщень та прибудинкових територій, що в комплексі буде сприяти зміцненню здоров'я, підвищенню добробуту та довголіття людей.

Висновки

Завдяки тисячолітнім дослідженням, багатому практичному використанню, культурним традиціям та наявності в місцевій флорі різних країн світу, накопичено великий досвід застосування рослин родини *Euphorbiaceae* у різних сферах життя людини: в неофіційній та офіційній медицинах, фармакології, харчуванні, побуті, промисловості.

Із споживацькою метою рослин *Euphorbiaceae* застосовують коріння, насіння, латекс, деревину та кору стебла, листки та цілі рослини родини *Euphorbiaceae*. Встановлено, що цілющих властивостей рослинам надають вторинні метаболіти, серед яких дитерпеноїди, сесквітерпеноїди, флавоноїди, стероїди.

Завдяки біологічно активним сполукам рослини *Euphorbiaceae* проявляють протиракову, антипрофілеративну, цитотоксичну, протимікробну, протизапальну, актиоксидантну дії та можуть бути застосовані з метою профілактики, лікування та підтримки здоров'я людини.

Рослини *Euphorbiaceae* є токсичними, можуть нанести суттєву шкоду здоров'ю людей та тварин, здійснюють суттєвий аелопачний вплив на важливі сільськогосподарські культури. Тому, вимагають дуже уважного використання, точного дозування та ретельних випробувань.

Олія рослин *Euphorbiaceae* є цінною сировиною для виробництва біопалива, каучуку та фітохімікатів. Виявлено, що на вміст, якість та продуктивність олії та латексу рослин впливає їх видове походження, генотип, тип ґрунту, погодно-кліматичні умови, сезонні коливання, етапи онтогенезу та розмір рослин.

Традиційним є широке використання рослин *Euphorbiaceae* у країнах, де вони є ендеміками, зокрема, у народній медицині, кулінарії, побуті, будівництві, полюванні, захисті від диких тварин, під час природоохоронних та агролісомеліоративних заходів.

Окреслені для України перспективи використання рослин родини *Euphorbiaceae* потребують продовження комплексу агро-екологічних, ботанічних, морфолого-анатомічних, фізіологічних, біохімічних досліджень, результати яких нададуть можливість у майбутньому розширити ефективність та сфери їх використання. Доцільним та актуальним вважаємо проведення інтродукційних заходів особливо перспективних видів родини *Euphorbiaceae*.

Список використаної літератури

Гайдаржи М.М. Життєві форми і онтоморфогенез сукулентних рослин: автореферат дисертації доктора біологічних наук: 03.00.05 ботаніка. Київський національний університет імені Тараса Шевченка. Київ, 2009. 40 с.

Капустян В.В., Нікітіна В.В., Гайдаржи М.М. Колекція тропічних та субтропічних рослин ботанічного саду імені акад. О.В. Фоміна КНУ імені Тараса Шевченка. *Інтродукція рослин*. 2004. № 1. С. 27–35.

Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник / відп.ред. А.М. Гродзінський. Київ: Видавництво «Українська Енциклопедія» ім. М.П. Бажана. Укр. вироб.-комерц. центр «Олімп», 1992. 544 с.

Лугова О. М., Баданіна В. А. Досвід використання сукулентів при створенні вертикальних садів. "Modern scientific research: achievements, innovations and development prospects": The 14 th International scientific and practical conference (July 17-19, 2022). MDPC Publishing, Berlin, Germany, 2022. С. 22–29.

Нечитайло В.А., Кучерява Л.Ф. Ботаніка. Вищі рослини. Київ: Фітосоціоцентр, 2000. 432 с.

Огієнко Т.Ю. Мікробіологічне обґрунтування нових засобів на основі лікарських рослин для лікування кандидозу ротової порожнини Дис.докт.філософії: 221-Стоматологія, 22-Охорона здоров'я. Ів.-Франківськ, 2023. 206 с.

Цебржинський О.І., Орлова Л.Д. Токсичні представники родини молочайних (Euphorbiaceae). Біорізноманіття України в світлі ноосферної концепції академіка В.І. Вернадського: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції / За загальною редакцією проф. М.В. Гриньової. Полтава: Астроя, 2013. С. 215–219.

Чаговець Р.К., Перцев І.М., Соболева В.О. Вивчення деяких видів Молочайв. Фармацевтичний журнал. 1967. № 3. С. 64–67.

Abdelgadir H.A., Johnson S.D., J.Van Staden Pollen viability, pollen germination and pollen tube growth in the biofuel seed crop *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae). *South African Journal of Botany*. 2012. Vol. 79. P. 132–139. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2011.10.005>.

Ahmad V.U., Hussain H.B., Bukhari I.A.S., et al. Antinociceptive diterpene from *Euphorbia decipiens*, *Fitoterapia*. 2005. Vol. 76. № 2. P. 230–232. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2004.12.014>.

Aleksandrov M., Maksimova V., Koleva Gudeva L. Review of the Anticancer and Cytotoxic Activity of some Species from Genus *Euphorbia*. *Agric. conspec. sci*. 2019. Vol. 84. № 1. P. 1–5.

Bakhshi G.D., Langade D.G., Desai V.S. Prospective, Open label study of *Euphorbia prostrata* extract 100 mg in the treatment of bleeding haemorrhoids, *Bombay Hospital Journal*. 2008. Vol. 50. №4. P. 577–583.

Bani S., Kaul A., Jaggi B.S., Suri K.A., Suri O.P., Sharma O.P. Anti-inflammatory activity of the hydrosoluble fraction of *Euphorbia royleana* latex. *Fitoterapia*. 2000. Vol. 71. № 6. P. 655–662. [https://doi.org/10.1016/s0367-326x\(00\)00225-2](https://doi.org/10.1016/s0367-326x(00)00225-2).

Barla-Demirkoz A., Öztürk M., Kültür Ş.K., Öksüz S. Screening of antioxidant activity of three *Euphorbia* species from Turkey. *Fitoterapia*. 2007. № 78 (6). P. 423–425. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2007.02.021>.

Basma A.A., Zakaria Z., Latha L.Y., Sasidharan S. Antioxidant activity and phytochemical screening of the methanol extracts of *Euphorbia hirta* L. *Asian Pac J Trop Med*. 2011. Vol. 4. № 5. P. 386–390. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(11\)60109-0](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(11)60109-0).

Bolaji A. O., Adeniran I. O., Awotunde A., Akinpelu B.A. Evaluation of Chemical Composition, Anti-inflammatory, Antioxidant and Cytotoxic Potential of Leaf and Root Extracts of *Euphorbia graminea*. *Tropical Journal of Natural Product Research*. 2019. Vol. 3. № 6. P. 201–209. <https://doi.org/10.26538/tjnpr/v3i6.4>.

Boutoub O., El-Guendouz S., Estevinho L.M., Paula V.B., et al. Antioxidant activity and enzyme inhibitory potential of *Euphorbia resinifera* and *E. officinarum* honeys from Morocco and plant aqueous extracts. *Environmental Science and Pollution Research*. 2021. Vol. 28. P. 503–517. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10489-6>.

Calvin M. Energy agriculture. Presented at the *Symposium on Controversial Topics in Agricultural and Food Chemistry* (12-17 Sept. 1982). American Chemical Society, Kansas City, Mo, U.S.A., 1982. P. 1–46. [Електронний ресурс]. URL: <https://escholarship.org/uc/item/9790c7gt> (дата звернення 16.10.2024).

Choudhary R., Tandon R.V. Consumption of functional food and our health concerns. *Pakistan Journal of Physiology*. 2009. Vol. 5. № 1. P. 73–86. <https://doi.org/10.69656/pjp.v5i1.713>.

Dabholkar D.A., Kaicker P.K., Diwan R.K. *Euphorbia* latex-Its chemistry and industrial applications: Part 1. *Research and Industry*. 1991. Vol. 36. № 2. P. 126–131.

Dias Dileep E., Sarathlal P.S., Ajith Babu T.K. Ayishath Shabna Cnidocolus Aconitifolius – An Overview. *International Journal of Research and Scientific Innovation (IJRSI)*. 2021. Vol. 8, № 7. P. 22–24. <https://doi.org/10.51244/IJRSI.2021.8703>.

ESTY. Official website of the company [Електронний ресурс]. URL: <https://www.etsy.com/fr/listing/717596633/boutures-de-cactus-crayon-euphorbia> (дата звернення 16.10.2024).

González-Stuart A.E., Rivera J.O. Chapter 14-Herbal Weight Loss Supplements: From Dubious Efficacy to Direct Toxicity. *Dietary Interventions in Liver Disease (Foods, Nutrients, and Dietary*

Supplements): book/ edited by Ronald Ross Watson and Victor R. Preedy. Academic Press, 2019. P. 175–181. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814466-4.00014-8>.

Gouri V., Pandey S.C., Joshi D., Pande V., Upreti S., Samant M. Chapter 8 – Natural products as a novel source for antileishmanial drug development. *Pathogenesis, Treatment and Prevention of Leishmaniasis*. 2021. P. 141–159. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822800-5.00011-1>.

Hastilestari B.R., Mudersbach M., Tomala F., et al. *Euphorbia tirucalli* L.– Comprehensive Characterization of a Drought Tolerant Plant with a Potential as Biofuel Source. *PlosONE*. 2013. Vol. 8. № 5. e63501. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063501>.

Hempen C.-H., Fischer T. III-Herbs that purge and drain. *A Materia Medica for Chinese Medicine (Plants, minerals and animal products)*: book / C.-H. Hempen, T. Fischer. Churchill Livingstone, Elsevier Ltd, 2009. P. 84–109. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-10094-9.00006-6>.

Jian B., Zhang H., Han C., Liu J. Anti-Cancer Activities of Diterpenoids Derived from *Euphorbia fischeriana* Steud. *Molecules*. 2018. Vol. 23. № 2. 387. P. 1–11. <https://doi.org/10.3390/molecules23020387>.

Johari S., Kumar A. Improving growth and productivity of *Euphorbia antisyphilitica*: a biofuel plant for semi-arid regions. *International Journal of Life science & Pharma Research*. 2013. Vol. 3. № 4. P. 20–24.

Krisnawati H., Kallio M., Kanninen M. *Aleurites moluccana* (L.) Willd.: ecology, silviculture and productivity. CIFOR (*Center of International Forestry Research*), Bogor, Indonesia, 2011. 11 p.

Kuete V. 22 – Physical, Hematological, and Histopathological Signs of Toxicity Induced by African Medicinal Plants. *Toxicological Survey of African Medicinal Plants:book* / edited by Victor Kuete. Elsevier, 2014. P. 635–657. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800018-2.00022-4>.

Kumar S.A., Harichandan Priyadarshini S.S., Acharya Prangya Paramita, et al. Green synthesis and biochemical characterization of silver nanoparticles by using *Euphorbia umbellata* leaf extract and analysis of antimicrobial activity against plant Pathogens. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*. 2019. Vol. 08. № 02. P. 59–69. <https://doi.org/10.30574/gscbps.2019.8.2.0137>.

Vikas Kurhekar J. Chapter 4 – Ancient and modern practices in phytomedicine. *Preparation of Phytopharmaceuticals for the Management of Disorders. The Development of Nutraceuticals and Traditional Medicine*: book / edited by: Chukwuebuka Egbuna, Abhay Prakash Mishra and Megh R. Goyal. Academic Press is an imprint of Elsevier, 2021. P. 55–75. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820284-5.00019-8>.

Liu J., Sun Y., Liu L., Yu C. A water-soluble polysaccharide (EFP-AW1) from the alkaline extract of the roots of a traditional Chinese medicine, *Euphorbia fischeriana*: Fravtion and characterization. *Carbohydrate Polymers*. 2012. Vol. 88. № 4. P. 1299–1303. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.02.004>.

Ma Q.-G., Liu W.-Z., Wu X.-Y., Zhou T.-X., Qin G.-W. Diterpenoids from *Euphorbia fischeriana*. *Phytochemistry*. 1997. Vol. 44. № 4. P. 663–666. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(96\)00605-X](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(96)00605-X).

Mali Prashant Y., Panchal Shital S. *Euphorbia nerifolia* L.: Review on botany, ethnomedicinal uses, phytochemistry and biological activities. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. 2017. Vol. 10. № 5. P. 430–438. <https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2017.05.003>.

Meise Botanic Garden, Meise, Belgium. Official site [Електронний ресурс]. URL: <https://www.plantentuinmeise.be/en> (дата звернення 19.10.2024).

Montaluisa-Mantilla M.S., Garcia-Encina P., Lebrero R., Muñoz R. Botanical filters for the abatement of indoor air pollutants. *Chemosphere*. 2023. Vol. 345. 140483. P. 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.140483>.

Mwine J.T. Evaluation of Pesticidal Properties of *Euphorbia tirucalli* L. (Euphorbiaceae) against Selected Pests. PhD thesis. Belgium: Ghent University, Faculty of Bioscience Engineering, 2011. 145p.

Mwine J., Van Damme P., Hastilestari B.R., Papenbrock J. *Euphorbia tirucalli* L. (Euphorbiaceae) – The Miracle Tree: Current Status of Knowledge. *African Natural Plant Products*. 2013. Vol. II: *Discoveries and Challenges in Chemistry, Health, and Nutrition*. Chapter 1. P. 3–7. <https://doi.org/10.1021/bk-2013-1127.ch001>.

Nafiu M.O., Salawu M.O., Kazeem M.I. 21–Antioxidant Activity of African Medicinal Plants. *Medicinal Plant Research in Africa. Pharmacology and Chemistry*: book / ed. Victor Kuete, Elsevier, 2013. P. 787–803. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-405927-6.00021-7>.

Nazemiyeh H., Kazemi E.M., Zare K., Jodari M., Nahar L., Sarker S.D. Free radical scavengers from the aerial parts of *Euphorbia petiolata*. *Journal of Natural Medicines*. 2010. Vol. 64. P. 187–190. <https://doi.org/10.1007/s11418-009-0382-0>.

Nchimbi H.Y. Hydrocarbon yields and stability from *Euphorbia tirucalli* for quality energy use. *Energy Conversion and Management: X*. 2021. Vol. 12. 9 p. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2021.100122>.

Newton L.E. *Euphorbias* as hedhes. *Euphorbia World*. Vol. 19. № 2. 2024. P. 11–12.

Nishimura T., Wang L.Y., Kusano K., Kitanaka S. Flavonoids that mimic human ligands from the whole plants of *Euphorbia lunulata*. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*. 2005. Vol. 53. № 3. P. 305–308. <https://doi.org/10.1248/cpb.53.305>.

Opeyemi G. Oso, Joseph O. Sunday, Alexander B. Odaibo Temporal modelling of *Lymnaea natalensis* (Krauss, 1848) in tropical aquatic habitats. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*. 2023. Vol. 90. № 1. P. 1–13. <https://doi.org/10.4102/ojvr.v90i1.2023>.

Özbilgin S., Saltan Citoğlu G. Uses of some *Euphorbia* species in traditional medicine in Turkey and their biological activities. *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2012. Vol. 9. № 2. P. 241–256.

Patan Shaik Sha Valli Khan, Rajeswari B., Kumar S.P., Terry R.G. Use of *Euphorbia* sp. (Euphorbiaceae) as biofuel feedstock for semi-arid and arid lands. *Biofuels*. 2021. Vol. 12. № 5. P. 511–521. <https://doi.org/10.1080/17597269.2018.1501637>.

Petrovska B.B. Historical review of medicinal plants' usage. *Pharmacognosy Reviews*. 2012. Vol. 6. № 11. P. 1–5. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.95849>.

Pharmacopoeia of the PPRC Plant List. Southern Cross University [Електронний ресурс]. URL: <https://www.scu.edu.au/analytical-research-laboratory---arl/herbal-authentication/pharmacopoeial-monographs/pharmacopoeia-of-the-pprc-plant-list/> (дата звернення 11.10.2024).

Picato. Withdrawal of the marketing authorisation in the European Union, 2020 [Електронний ресурс]. URL: https://www.ema.europa.eu/en/documents/public-statement/public-statement-picato-withdrawal-marketing-authorisation-european-union_.pdf (дата звернення 11.10.2024).

Podolski-Renić A. The establishing of resistant cancer cell lines as a model for testing of new chemotherapeutics: molecular characterization of resistance developed after continuous treatment with paclitaxel: doctoral dissertation; Faculty of biology University of Belgrade. Belgrade, 2013. 128 p. URL: <https://doiserbia.nb.rs/phd/fulltext/BG20130704PODOLSKIRENIC.pdf> (дата звернення 16.10.2024).

Poma P., Labbozzetta M., Ramarosandratana A. V., Rosselli S., Tutone M. *In vitro* modulation of P-glycoprotein activity by *Euphorbia intisy* Essential oil on acute myeloid leukemia cell line HL-60R. *Pharmaceuticals*. 2021. Vol. 14. № 2: 111. 20 p. <https://doi.org/10.3390/ph14020111>.

Ramezani M., Behravan J., Arab M., Amel Farzad S. Antiviral Activity of *Euphorbia helioscopia* Extract. *Journal of Biological Science*. 2008. № 8 (4). P. 809–813. <https://doi.org/10.3923/jbs.2008.809.813>.

Ramsay J.R., Suhrbier A., Aylward J.H., et al. The sap from *Euphorbia peplus* is effective against human nonmelanoma skin cancers. *Then British journal of dermatology*. 2011. Vol. 164. №3 P. 633–636. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2010.10184.x>.

Rizk A.F.M. The chemical constituents and economic plants of the *Euphorbiaceae*. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 1987. Vol. 94. № 1–2. P. 293–326. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1987.tb01052.x>.

Royal Botanic Gardens, Kew. Plants of the World Online [Електронний ресурс]. URL: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:61899-2/images> (дата звернення 12.10.2024).

Salehi B., Iriti M., Vitalini S., Antolak H., et al. *Euphorbia*-Derived Natural Products with Potential for Use in Health Maintenance. *Biomolecules*. 2019. Vol. 9. № 8:337. P. 1–22. <https://doi.org/10.3390/biom9080337>.

Sciencephotolibrary. Scientific Photo Library of France [Електронний ресурс]. URL: <https://www.sciencephoto.fr/image/11734639-Sea-spurge-Euphorbia-paralias> (дата звернення 12.10.2024).

Scientific opinion on the re-evaluation of candelilla wax (E 902) as a food additive Aguilar Fernando, Crebelli Riccardo, Dusemund Birgit, et al. *European Food Safety Authority Journal*. 2012. Vol. 10. № 11: 2946. 27 p. doi: 10.2903/j.efsa.2012.2946 [Електронний ресурс]. URL: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2012.2946> (дата звернення 19.10.2024).

- Seidelt R. Some remarks on *Euphorbia poissonii* Pax. *Euphorbia World*. 2021. Vol. 17. № 1. P. 46–52.
- Shi Q.-W., Su X.-H., Kiyota H. Chemical and pharmacological research of the plants in genus *Euphorbia*. *Chemical Reviews*. 2008. Vol. 108. № 10. P. 4295–4327. <https://doi.org/10.1021/cr078350s>.
- Sun Y.-X., Liu J.-C. Chemical constituents and biological activities of *Euphorbia fischeriana* Steud. *Chemistry and Biodiversity*. 2011. Vol. 8. № 7. P. 1205–1214. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201000115>.
- The Ayurvedic Pharmacopoeia of India Part-I. Volume-I. First edition / Government of India. Ministry of Health and Family Welfare. *Department of Indian Systems of Medicine Homoeopathy*. Delhi, 2001. 171 p. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.ayurveda.hu/api/API-Vol-1.pdf> (дата звернення 15.10.2024).
- The Encyclopedia of Succulents [Електронний ресурс]. URL: https://www.llifle.com/Encyclopedia/SUCCULENTS/Family/Euphorbiaceae/28041/Euphorbia_caducifolia (дата звернення 11.10.2024).
- The IUCN Red List of Threatened Species. [Електронний ресурс] URL: <https://www.iucnredlist.org/> (дата звернення 19.10.2024).
- Tiwari S.K., Singh A.K. Biochemical stress response in freshwater fish *Channa punctatus* induced by aqueous extracts of *Euphorbia tirucalli* plant. *Chemosphere*. 2006. Vol. 64. № 1. P. 36–42. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.11.049>.
- Toyin Y.M., Ajiboye T.O., Akanji M.A. 15- Toxicity and Beneficial Effects of Some African Plants on the Reproductive System. *Toxicological Survey of African Medicinal Plants*. 2014. P. 445–492. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800018-2.00015-7>.
- Uchida H., Ohyama K., Suzuki M., et al. Triterpenoid levels are reduced during *Euphorbia tirucalli* L. callus formation. *Plant Biotechnology*. 2010. Vol. 27. № 1. P. 105–109. <https://doi.org/10.5511/plantbiotechnology.27.105>.
- Unusual seeds [Електронний ресурс]. URL: <https://unusualseeds.net/euphorbiaceae-a-comprehensive-collection-of-stem-succulents/> (дата звернення 16.10.2024).
- «Urbanarbolismo». The official website of the company [Електронний ресурс]. URL: <https://www.urbanarbolismo.es/blog/aireacondicionado-vegetal-oficina/> (дата звернення 11.10.2024).
- Valente C., Pedro M., Duarte A., et al. Bioactive diterpenoids, a new jatropane and two ent-abietanes, and other constituents from *Euphorbia pubescens*. *Journal of Natural Products*. 2004. Vol. 67. № 5. P. 902–904. <https://doi.org/10.1021/nr0400048>.
- Valentine floral creations. The Greek Flowers Portal [Електронний ресурс]. URL: https://www.valentine.gr/linkOfTheMonth_gr-march2016.php (дата звернення 16.10.2024).
- Vassiliades G. Note sur les propriétés molluscicides de deux *Euphorbiacées*: *Euphorbia tirucalli* et *Jatropha curcas*. Essais en laboratoire Sénégal. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*. 1984. Vol. 37. № 1. P. 32–34. <https://doi.org/10.19182/remvt.8447>.
- Wang Z.Y., Liu H.P., Zhang Y.C., Guo L.Q., Li Z.X., Shi X.F. Anticancer potential of *Euphorbia helioscopia* L. extracts against human cancer cells. *The Anatomical Record*. 2011. Vol. 295. № 2. P. 223–233. <https://doi.org/10.1002/ar.21517>.
- West African Plants. A photo guide. [Electronic resource] URL: http://www.westafricanplants.senckenberg.de/root/index.php?page_id=14&species=2591# . (дата звернення 16.10.2024).
- WFO (2024): World Flora Online. Published on the Internet [Електронний ресурс]. URL: <http://www.worldfloraonline.org>. (дата звернення 16.10.2024).
- Zhang Y., Shi Y., Duan Na, Liu Bing-Bing, Mi Jia. Complete chloroplast genome of *Euphorbia tirucalli* (Euphorbiaceae), a potential biofuel plant. *Mitochondrial DNA Part B: Resources*. 2019. Vol. 4. № 1. P. 1973–1974. <https://doi.org/10.1080/23802359.2019.1617069>.

References

- Ghajdarzhy, M.M. (2009). Zhyttjevi formy i ontomorfogenez sukulentnykh roslyn [Life forms and ontomorphogenesis of succulent plants]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Kyjivsjkyj nacionaljnyj universytet imeni Tarasa Shevchenka. Kyiv, 40 p. [in Ukrainian].
- Каруст'ян, В.В., Никитина В.В., & Ghajdarzhy M.M. (2004). Kolekcija tropichnykh ta subtropichnykh roslyn botanichnoho sadu imeni akad. O.V. Fomina KNU imeni Tarasa Shevchenka [Collection of

tropical and subtropical plants of the botanical garden named after Academician O.V. Fomin of Taras Shavchenko National University of Kyiv]. *Introdukciya roslyn [Introduction of plants]*, 1, 27–35 [in Ukrainian].

Likarsjki roslyny: Encyklopedychnyj dovidnyk (1992). [Medicinal plants: Encyclopedic guide] / vidp.red. A.M. Ghrodzinsjkyj. Kyiv : Vydavnyctvo «Ukrajinsjka Encyklopedija» im. M.P. Bazhana. Ukr. vyrob.-komerc. centr «Olimp», 544 s. [in Ukrainian].

Lughova, O.M., & Badanina, V.A. (2022). Dosvid vykorystannja sukulentiv pry stvorenni vertykaljnykh sadiv [Experience using succulents in creating vertical gardens]. «Suchasni naukovy doslidzhennja: dosjaghnennja, innovaciji ta perspektyvy rozvytku» XIV Mizhnarodna naukovo-praktyčna konferencija (17–19 lypnja 2022 r.) [«Modern scientific research: achievements, innovations and development prospects» The 14 th International scientific and practical conference (July 17–19, 2022)]. MDPC Publishing, Berlin, Germany, 22–29 [in Ukrainian].

Nechytajlo, V.A., & Kucherjava L.F. (2000). Botanika. Vyshhi roslyny [Botany. Higher plants]. Kyiv : Fitosociocentr, 432 p. [in Ukrainian].

Oghijenko, T.Ju. (2023). Mikrobiologichne obgruntuvannja novykh zasobiv na osnovi likarsjkykh roslyn dlja likuvannja kandydozu rotovoji porozhnyny [Microbiological substantiation of new means based on medicinal plants for the treatment of candidiasis of the oral cavity]. *Doctor's thesis*. Iv.-Frankivsk, 206 p. [in Ukrainian].

Cebrzhyns'kyj, O.I., & Orlova, L.D. (2013). Toksychni predstavnyky rodyny molochajnykh (Euphorbiaceae) [Toxic representatives of the milkweed family (Euphorbiaceae)]. *Bioriznomanittja Ukrajiny v svitli noosfernoji koncepciji akademika V.I. Vernadskogho: materialy Vseukrajinsjkoji naukovo-praktyčnoji konferenciji [Biodiversity of Ukraine in the light of the noosphere concept of Academician V.I. Vernadskyi: materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference]* / Za zaghal'noju redakcijeju prof. M.V. Ghrynjovoji. Poltava : Astraja, pp. 215–219 [in Ukrainian].

Chaghovec, R.K., Percev I.M., & Soboljeva, V.O. (1967). Vyvchennja dejakykh vydiv Molochajiv [Study of some species of milkweed]. *Farmaceutychnyj zhurnal [Pharmaceutical journal]*, 3, 64–67 [in Ukrainian].

Abdelgadir, H.A., Johnson, S.D., & Van Staden, J.V. (2012). Pollen viability, pollen germination and pollen tube growth in the biofuel seed crop *Jatropha curcas* (Euphorbiaceae). *South African Journal of Botany*, 79, 132–139. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2011.10.005> [in English].

Ahmad, V.U., Hussain, H.B., & Bukhari, I.A.S. (ed.) (2005). Antinociceptive diterpene from *Euphorbia decipiens*. *Fitoterapia*, volume 76, issue 2, 230–232. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2004.12.014> [in English].

Aleksandrov, M., Maksimova, V., & Koleva Gudeva, L. (2019). Review of the Anticancer and Cytotoxic Activity of some Species from Genus *Euphorbia*. *Agric. conspec. sci.*, 84 (1), 1–5 [in English].

Bakhshi, G.D., Langade, D.G., & Desai, V.S. (2008). Prospective, Open label study of *Euphorbia prostrata* extract 100 mg in the treatment of bleeding haemorrhoids. *Bombay Hospital Journal*, 50 (4), 577–583 [in English].

Bani, S., Kaul, A., Jaggi, B.S., Suri KA, Suri, O.P., & Sharma, O.P. (2000). Anti-inflammatory activity of the hydrosoluble fraction of *Euphorbia royleana* latex. *Fitoterapia*, 71 (6), 655–662. [https://doi.org/10.1016/S0367-326X\(00\)00225-2](https://doi.org/10.1016/S0367-326X(00)00225-2) [in English].

Barla-Demirköz, A., Öztürk, M., Kültür, Ş.K., & Öksüz, S. (2007). Screening of antioxidant activity of three *Euphorbia* species from Turkey. *Fitoterapia*, 78 (6), 423–425. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2007.02.021> [in English].

Basma, A.A., Zakaria, Z., Latha, L.Y., & Sasidharan, S. (2011). Antioxidant activity and phytochemical screening of the methanol extracts of *Euphorbia hirta* L. *Asian Pac J Trop Med.*, 4 (5), 386–390. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(11\)60109-0](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(11)60109-0) [in English].

Bolaji, A.O., Adeniran, I.O., Awotunde, A., & Akinpelu, B.A. (2019). Evaluation of Chemical Composition, Anti-inflammatory, Antioxidant and Cytotoxic Potential of Leaf and Root Extracts of *Euphorbia graminea*. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 3 (6), 201–209. <https://doi.org/10.26538/tjnpr/v3i6.4> [in English].

Boutoub, O., El-Guendouz, S., Estevinho, L.M., & Paula, V.B. (ed.) (2021). Antioxidant activity and enzyme inhibitory potential of *Euphorbia resinifera* and *E. officinarum* honeys from Morocco and plant aqueous extracts. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 503–517. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10489-6> [in English].

Calvin, M. (1982). Energy agriculture. Presented at the *Symposium on Controversial Topics in Agricultural and Food Chemistry* (12–17 Sept. 1982). American Chemical Society, Kansas City, Mo,

U.S.A, pp. 1–46. [Electronic resource] URL: <https://escholarship.org/uc/item/9790c7gt> (access date 16.10.2024) [in English].

Choudhary, R., & Tandon, R.V. (2009). Consumption of functional food and our health concerns. *Pakistan Journal of Physiology*, 5 (1), 73–86. <https://doi.org/10.69656/pjp.v5i1.713> [in English].

Dabholkar, D.A., Kaicker, P.K., & Diwan, R.K. (1991). *Euphorbia latex*-Its chemistry and industrial applications: Part 1. *Research and Industry*, 36 (2), 126–131 [in English].

Dias Dileep, E., Sarathlal, P. S., Ajith Babu, T. K., & Ayishath Shabna (2021). *Cnidioscolus Aconitifolius* – An Overview. *International Journal of Research and Scientific Innovation (IJRSI)*, 8 (7), 22–24. <https://doi.org/10.51244/IJRSI.2021.8703> [in English].

González-Stuart, A.E., & Rivera, J.O. (2019). Chapter 14-Herbal Weight Loss Supplements: From Dubious Efficacy to Direct Toxicity / book *Dietary Interventions in Liver Disease (Foods Nutrients, and Dietary Supplements)* edited by Ronald Ross Watson and Victor R. Preedy. Academic Press, 175–181. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814466-4.00014-8> [in English].

Gouri, V., Pandey, S.C., Joshi, D., Pande, V., Upreti, S., & Samant, M. (2021). Chapter 8 – Natural products as a novel source for antileishmanial drug development. *Pathogenesis, Treatment and Prevention of Leishmaniasis*, 141–159. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822800-5.00011-1> [in English].

Hastilestari, B.R., Mudersbach, M., & Tomala, F. (ed.) (2013). *Euphorbia tirucalli*L.– Comprehensive Characterization of a Drought Tolerant Plant with a Potential as Biofuel Source. *PlosONE*, 8(5), e63501. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063501> [in English].

Hempen, C.-H., & Fischer, T. (2009). III-Herbs that purge and drain. *A Materia Medica for Chinese Medicine (Plants, minerals and animal products)*: book / C.-H. Hempen, T. Fischer. Churchill Livingstone, Elsevier Ltd, 84–109. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-10094-9.00006-6> [in English].

Jian, B., Zhang, H., Han, C., & Liu, J. (2018). Anti-Cancer Activities of Diterpenoids Derived from *Euphorbia fischeriana* Steud. *Molecules*, 23 (2), 387, 1–11. <https://doi.org/10.3390/molecules23020387> [in English].

Johari, S., & Kumar, A. (2013). Improving growth and productivity of *Euphorbia antisiphilitica*: a biofuel plant for semi-arid regions. *International Journal of Life science & Pharma Research*, 3 (4), 20–24 [in English].

Krisnawati, H., Kallio, M., & Kanninen, M. (2011). *Aleurites moluccana* (L.) Willd.: ecology, silviculture and productivity. *CIFOR (Center of International Forestry Research)*, Bogor, Indonesia. 11 p. [in English].

Kuete, V. (2014). 22 – Physical, Hematological, and Histopathological Signs of Toxicity Induced by African Medicinal Plants. *Toxicological Survey of African Medicinal Plants:book* / edited by Victor Kuete. Elsevier, 635–657. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800018-2.00022-4> [in English].

Kumar, S., Harichandan Priyadarshini, S.S., & Acharya Prangya Paramita (ed.) (2019). Green synthesis and biochemical characterization of silver nanoparticles by using *Euphorbia umbellata* leaf extract and analysis of antimicrobial activity against plant Pathogens. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 08 (02), 59–69. <https://doi.org/10.30574/gscbps.2019.8.2.0137> [in English].

Vikas Kurhekar, J. (2021). Chapter 4– Ancient and modern practices in phytomedicine. *Preparation of Phytopharmaceuticals for the Management of Disorders. The Development of Nutraceuticals and Traditional Medicine*: book / edited by: Chukwuebuka Egbuna, Abhay Prakash Mishra and Megh R. Goyal. Academic Press is an imprint of Elsevier, 55–75. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820284-5.00019-8> [in English].

Liu, J., Sun, Y., Liu, L., & Yu, C. (2012). A water-soluble polysaccharide (EFP-AW1) from the alkaline extract of the roots of a traditional Chinese medicine, *Euphorbia fischeriana*: Fravtion and characterization. *Carbohydrate Polymers*, 88 (4), 1299–1303. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.02.004> [in English].

Ma, Q.-G., Liu, W.-Z., Wu, X.-Y., Zhou, T.-X., & Qin, G.-W. (1997). Diterpenoids from *Euphorbia fischeriana*. *Phytochemistry*, 44 (4), 663–666. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(96\)00605-X](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(96)00605-X) [in English].

Mali, Prashant Y., & Panchal, Shital S. (2017). *Euphorbia neriifolia* L.: Review on botany, ethnomedicinal uses, phytochemistry and biological activities. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 10 (5). 430–438. <https://doi.org/10.1016/j.apjtm.2017.05.003> [in English].

- Montaluisa-Mantilla, M.S., García-Encina, P., Lebrero, R., & Muñoz, R. (2023). Botanical filters for the abatement of indoor air pollutants. *Chemosphere*, 345, (140483), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.140483> [in English].
- Mwine, J.T. (2011). Evaluation of Pesticidal Properties of *Euphorbia tirucalli* L. (Euphorbiaceae) against Selected Pests. PhD thesis. Belgium: Ghent University, Faculty of Bioscience Engineering, 145p. [in English].
- Mwine, J., Van Damme, P., Hastilestari, B.R., & Papenbrock, J. (2013). *Euphorbia tirucalli* L. (Euphorbiaceae) – The Miracle Tree: Current Status of Knowledge. *African Natural Plant Products*. Volume II: *Discoveries and Challenges in Chemistry, Health, and Nutrition*, Chapter 1, 3–7. <https://doi.org/10.1021/bk-2013-1127.ch001> [in English].
- Nafiu, M.O., Salawu, M.O., & Kazeem, M.I. (2013). 21–Antioxidant Activity of African Medicinal Plants. *Medicinal Plant Research in Africa. Pharmacology and Chemistry*: book / ed. Victor Kuete, Elsevier, 787–803. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-405927-6.00021-7> [in English].
- Nazemiyeh, H., Kazemi, E.M., Zare, K., Jodari, M., Nahar, L., & Sarker, S.D. (2010). Free radical scavengers from the aerial parts of *Euphorbia petiolata*. *Journal of Natural Medicines*, 64, 187–190. <https://doi.org/10.1007/s11418-009-0382-0> [in English].
- Nchimbi, H.Y. (2021). Hydrocarbon yields and stability from *Euphorbia tirucalli* for quality energy use. *Energy Conversion and Management: X*, 12, 9 p. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2021.100122> [in English].
- Newton, L.E. (2024). *Euphorbias* as hedhes. *Euphorbia World*, 19 (2), 11–12 [in English].
- Nishimura, T., Wang, L.Y., Kusano, K., & Kitanaka, S. (2005). Flavonoids that mimic human ligands from the whole plants of *Euphorbia lunulata*. *Chem Pharm Bull (Tokyo)*, vol. 53, 3, 305–308. <https://doi.org/10.1248/cpb.53.305> [in English].
- Opeyemi G. Oso, Joseph, O. Sunday, & Alexander B. Odaibo (2023). Temporal modelling of *Lymnaea natalensis* (Krauss, 1848) in tropical aquatic habitats. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research*, 90 (1), 1–13. <https://doi.org/10.4102/ojvr.v90i1.2023> [in English].
- Özbilgin, S., & Saltan Citoğlu, G. (2012). Uses of some *Euphorbia* species in traditional medicine in Turkey and their biological activities. *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, 9 (2), 241–256 [in English].
- Patan Shaik Sha Valli Khan, Rajeswari, B., Kumar, S.P., & Terry, R.G. (2021). Use of *Euphorbia* sp. (Euphorbiaceae) as biofuel feedstock for semi-arid and arid lands. *Biofuels*, 12 (5), 511–521. <https://doi.org/10.1080/17597269.2018.1501637> [in English].
- Petrovska, B.B. (2012). Historical review of medicinal plants' usage. *Pharmacognosy Reviews*, 6 (11), 1–5. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.95849> [in English].
- Podolski-Renić, A. (2013). The establishing of resistant cancer cell lines as a model for testing of new chemotherapeutics: molecular characterization of resistance developed after continuous treatment with paclitaxel: doctoral dissertation; Faculty of biology University of Belgrade. Belgrade, 128 p. [Electronic resource] URL: <https://doiserbia.nb.rs/phd/fulltext/BG20130704PODOLSKIRENIC.pdf> (access date 16.10.2024) [in Serbian].
- Poma, P., Labbozzetta, M., Ramarosandratana, A.V., Rosselli, S., & Tutone, M. (2021). *In vitro* modulation of P-glycoprotein activity by *Euphorbia intisy* Essential oil on acute myeloid leukemia cell line HL-60R. *Pharmaceuticals*, 14 (2), 111. 20 p. <https://doi.org/10.3390/ph14020111> [in English].
- Ramezani, M., Behravan, J., Arab, M., & Amel Farzad, S. (2008). Antiviral Activity of *Euphorbia helioscopia* Extract. *Journal of Biological Science*, 8 (4), 809–813. <https://doi.org/10.3923/jbs.2008.809.813> [in English].
- Ramsay, J.R., Suhrbier, A., & Aylward, J.H. (ed.) (2011). The sap from *Euphorbia peplus* is effective against human nonmelanoma skin cancers. *The British journal of dermatology*, 164, 633–636. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2010.10184.x> [in English].
- Rizk, A.F.M. (1987). The chemical constituents and economic plants of the *Euphorbiaceae*. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 94 (1–2), 293–326. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1987.tb01052.x> [in English].
- Salehi, B., Iriti, M., Vitalini, S., & Antolak, H. (ed.) (2019). *Euphorbia*-Derived Natural Products with Potential for Use in Health Maintenance. *Biomolecules*, 9 (8):337, 1–22. <https://doi.org/10.3390/biom9080337> [in English].
- Seidelt, R. (2021). Some remarks on *Euphorbia poissonii* Pax. *Euphorbia World*, 17 (1), 46–52 [in English].

Shi, Q.-W., Su, X.-H., & Kiyota, H. (2008). Chemical and pharmacological research of the plants in genus *Euphorbia*. *Chemical Reviews*, 108 (10), 4295–4327. <https://doi.org/10.1021/cr078350s> [in English].

Sun, Y.-X., & Liu, J.-C. (2011). Chemical constituents and biological activities of *Euphorbia fischeriana* Steud. *Chemistry and Biodiversity*, 8 (7), 1205–1214. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201000115> [in English].

Tiwari, S.K., & Singh, A.K. (2006). Biochemical stress response in freshwater fish *Channa punctatus* induced by aqueous extracts of *Euphorbia tirucalli* plant. *Chemosphere*, 64(1), 36–42. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.11.049> [in English].

Toyin, Y.M., Ajiboye, T.O., & Akanji, M.A. (2014). 15-Toxicity and Beneficial Effects of Some African Plants on the Reproductive System. *Toxicological Survey of African Medicinal Plants*, 445–492. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800018-2.00015-7> [in English].

Uchida, H., Ohyama, K., & Suzuki, M. (ed.) (2010). Triterpenoid levels are reduced during *Euphorbia tirucalli* L. callus formation. *Plant Biotechnology*, 27 (1), 105–109. <https://doi.org/10.5511/plantbiotechnology.27.105> [in English].

Valente, C., Pedro, M., & Duarte, A. (ed.) (2004). Bioactive diterpenoids, a new jatrophone and two ent-abietanes, and other constituents from *Euphorbia pubescens*. *Journal of Natural Products*, 67 (5), 902–904. <https://doi.org/10.1021/np0400048> [in English].

Vassiliades, G. (1984). Note sur les propriétés molluscicides de deux Euphorbiacées: *Euphorbia tirucalli* et *Jatropha curcas*. Essais en laboratoire Sénégal. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 37 (1), 32–34. <https://doi.org/10.19182/remvt.8447> [in French].

Wang, Z.Y., Liu, H.P., Zhang, Y.C., Guo, L.Q., Li, Z.X., & Shi, X.F. (2011). Anticancer potential of *Euphorbia helioscopia* L. extracts against human cancer cells. *The Anatomical Record*, 295 (2), 223–233. <https://doi.org/10.1002/ar.21517> [in English].

Zhang, Y., Shi, Y., Duan, Na, Liu, Bing-Bing, & Mi, Jia (2019). Complete chloroplast genome of *Euphorbia tirucalli* (Euphorbiaceae), a potential biofuel plant. *Mitochondrial DNA Part B: Resources*, 4. (1), 1973–1974. <https://doi.org/10.1080/23802359.2019.1617069> [in English].

Отримано: 22.10.2024

Прийнято: 18.11.2024