

Architect of Ukraine and lecturer at the Department of Fine Arts, Design, and Methods of Teaching at TNPU, together with designer Mykhailo Tverdyi.

The foundation of the Biblical Botanical Garden at TNPU was laid on April 15, 2019, as part of the University Day celebrations, commemorating the 79th anniversary of the university's founding. The official launch of the garden was marked by the unveiling of a marble sculpture of an open book titled *The Ascension of the Lord* and an art installation depicting the Crucifixion, *Golgotha*.

Currently, 44 plant species grow in the TNPU Biblical Botanical Garden, 17 of which are mentioned in the Holy Scriptures. Four species belong to the Pinophyta division, and 13 to the Magnoliophyta division. Future plans include expanding the garden's plant collection by incorporating additional biblical species, Red Book-listed species, and ornamental flowering and deciduous trees, shrubs, and vines.

Key words: biblical botanical garden, TNPU, Holy Scriptures, creation history, biblical plants.

Надійшла 27.11.2024.

УДК 581.192: [582.998.1+ 633.88]

doi: 10.25128/2078-2357.24.3–4.10

О. В. СОРОКА, М. З. ПРОКОП'ЯК, Л. Р. ГРИЦАК, Н. М. ДРОБИК

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

вул. М. Кривоноса, 2, Тернопіль, 46027

e-mail: coroka912@gmail.com, drobyk.n@gmail.com

БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ РЕЧОВИНИ ВИДІВ РОДУ *CARLINA* L. ФЛОРИ УКРАЇНИ

У статті представлено огляд літературних джерел щодо біологічно активних речовин, які синтезуються у підземній та надземній частинах лікарських рослин роду *Carlina* L. Описано хімічний склад відкасників, який включає флавоноїди, ефірні олії, терпени, сапоніни, алкалоїди, полісахариди, дубильні речовини, глікозиди, хлорогенову кислоту та інші сполуки у різних концентраціях.

Рослину сировину відкасників використовують для виготовлення сечогінних, антигельмінтних, седативних, відхаркувальних, протизапальних, антимікробних та інших лікарських засобів, які застосовують для лікування захворювань шлунково-кишкового тракту, шкірних інфекцій та гнійних висипань.

Описано обмеження використання рідкісних лікарських рослин роду *Carlina* через загрозу скорочення їх запасів. Обґрунтовано доцільність методів культивування відкасників *in vitro* для збереження біорізноманіття, стійкого виробництва БАР та розширення можливостей фармацевтичної промисловості.

Ключові слова: види роду Carlina L., біологічно активні речовини, інулін, ефірна олія, тритерпени, терпеноїди, сапоніни, флавоноїди, ксантони.

Лікарські рослини здавна використовують у традиційній медицині як джерело лікарських засобів. Вони є важливим ресурсом для відкриття та дослідження біологічно активних речовин (БАР) із цінними фармакологічними властивостями. Завдяки багатому біологічному різноманіттю, лікарські рослини продукують широкий спектр хімічних сполук. Застосування фітопрепаратів зумовлене високою біологічною активністю їхніх хімічних речовин. Ці біоактивні сполуки є цінними для терапевтичних цілей і часто використовують як попередники для біосинтезу лікарських препаратів [14, 37].

Доведено, що природні хімічні сполуки, загалом, мають менший шкідливий вплив на тваринний і людський організм, ніж їхні синтетичні аналоги, а це дозволяє застосовувати їх з лікувальною та профілактичною метою [6, 22].

БАР навіть у незначних концентраціях виявляють значну фізіологічну активність щодо окремих груп живих організмів або їхніх клітин. Їх часто класифікують як фітопродукти [10]. Більшість БАР рослин є вторинними метаболітами [21], які підвищують загальну здатність рослини виживати, адаптовуватися до несприятливих умов навколишнього середовища; забезпечують повноцінну взаємодію з навколишнім середовищем, але не беруть безпосередньої участі у рості, розвитку або розмноженні рослини. Ці речовини сприяють стійкості проти мікроорганізмів та допомагають зберегти цілісність рослинного організму в умовах безперервної дії шкідливих чинників довкілля, таких як ультрафіолетове випромінювання, високі температури, зневоднення тощо [13].

До БАР відносять ензими, вітаміни, ефірні олії, полісахариди, антраглікозиди, сапоніни, фенольні сполуки, алкалоїди, екдистероїди, лектини, флавоноїди, каротиноїди, антоціани, дубильні речовини, терпеноїди, таурин, фітоестрогени та інші. Ці групи хімічних сполук є важливими для фізіологічних процесів в організмі рослин. Незважаючи на те, що класифікація БАР все ще залишається неузгодженою, їх можна розділити на три основні категорії: терпени і терпеноїди, алкалоїди і фенольні сполуки (рис. 1) [10, 21].

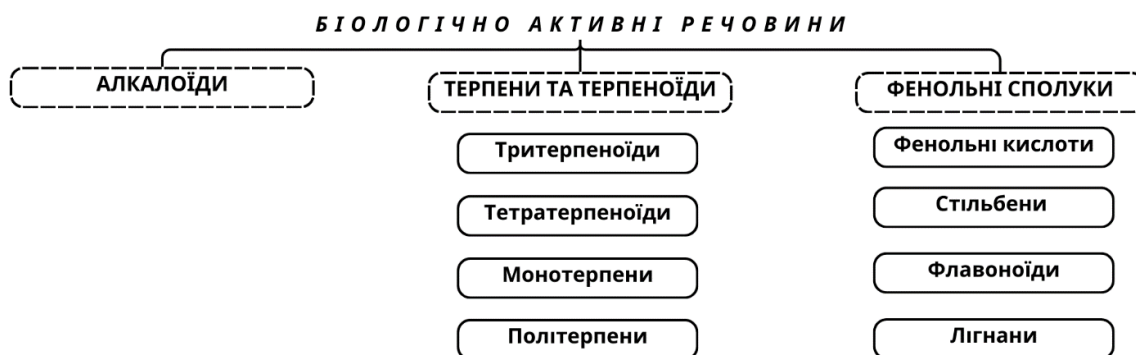


Рис. 1. Класифікація біологічно активних речовин [21].

Дослідження вмісту біологічно активних речовин у лікарських рослинах є одним із важливих етапів вдосконалення медичних засобів, що сприяє розвитку екологічно безпечному та економічно вигідному виробництву лікарських препаратів. Виявлення цінних властивостей БАР рослин, вивчення механізмів дії цих сполук дозволяє розробляти ефективніші препарати, зменшуючи ризик побічних ефектів, та розширює їхнє застосування у медицині та інших галузях. Також це забезпечує контроль якості сировини і готових продуктів.

Перспективними є дослідження БАР лікарських рослин з роду *Carlina* L. (родина Айстрові Asteraceae або Складноцвіті Compositae). Згідно із сучасними дослідженнями відомо, що види цього роду містять велику кількість фармакологічно цінних БАР різних груп у підземній та надземній частинах рослин [8, 9, 15, 16, 20, 29, 39, 40]. Це зумовлює комерційне використання відкасників при виготовленні настоянок, екстрактів та інших фітопрепаратів таких, як: настоянка «Swedish Bitters» (Nature's Way, NatureWorks), водний екстракт «Flora» (Maria's Original Formula), «Carline Thistle» (HerbalTerra); креми та мазі для зовнішнього застосування («Eberwurz Salbe», St. Severin; «Carline Thistle (Carlina)», Bianca Rosa).

Метою дослідження є пошук та аналіз літературних джерел, що стосуються біологічно активних речовин, які синтезуються у підземній та надземній частинах лікарських рослин роду *Carlina*.

Рід *Carlina* налічує понад 30 видів, ареали яких охоплюють територію Європи. На території України зростають у західній та правобережній її частинах, трапляються у південній частині Полісся, на Поділлі та у межах Карпатської гірської системи [1, 3, 40]. На території України поширені такі представники роду *Carlina*: відкасник татарниколистий або дев'ятисил татарниколистий (*Carlina onopordifolia* Besser ex Szafer, Kulcz. et Pawł), відкасник

осотоподібний або дев'ятисил осотовий (*Carlina cirsioides* Klokov), відкасник безстебловий або дев'ятисил безстебловий (*Carlina acaulis* L.).

C. onopordifolia та *C. cirsioides* занесено до Червоної книги України (2009 р.) [3] як види із вразливим природоохоронним статусом (рис. 2). Крім цього, вони включені до Червоного списку Міжнародного союзу охорони природи та природних ресурсів (англ. *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*, IUCN). Також відбувається прогресуюче скорочення чисельності *C. acaulis*, який є регіонально-рідкісним [1, 3, 42].



Рис. 2. Представники роду *Carlina*, занесені до Червоної книги України:
1 – відкасник татарниколистий; 2 – відкасник осотоподібний; 3 – відкасник безстебловий [3, 18].

У видах роду *Carlina* у різних концентраціях ідентифікована велика кількість БАР різних груп, а саме: флавоноїди, ефірні олії, терпени та терпеноїди, сапоніни, алкалоїди, полісахариди, дубильні та смолисті речовини, глікозиди, кетонів, поліацетиленові та альдегідні сполуки [8, 9, 15, 16, 20, 29, 39, 40].

Згідно з сучасними дослідженнями у найбільшій кількості у коренях відкасників виявлено інулін, вміст якого становить 12–22 % (рис. 3) [15, 16, 29]. Це резервний полісахарид, полімер D-фруктози (фруктан). Молекулярна формула – $C_{6n}H_{10n+2}O_{5n+1}$.

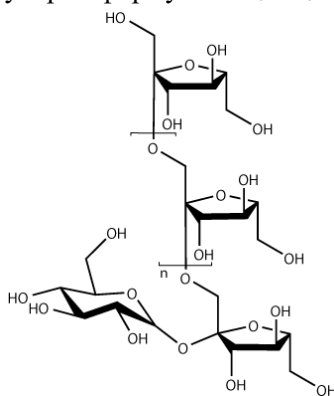


Рис. 3. Структурна формула інуліну [25].

Інулін містить залишки β -D-фруктофуранози, зв'язані 1→2 глікозидними зв'язками, полімерний ланцюг якого закінчується залишком α -D-глюкози, що не окиснюється [2].

Завдяки наявності цих зв'язків, інулін не перетравлюється ензимами травної системи людини, що зумовлює його властивості: знижену калорійність, підтримку оптимальної біфідобактеріальної мікрофлори шлунково-кишкового тракту та пребіотичний вплив. Численні дослідження підтверджують, що інулін є ефективним пребіотиком і широко використовується у медицині. Встановлено, що інулін при споживанні допомагає знизити рівень глюкози та ліпопротеїнів низької щільності. Завдяки цим властивостям його використовують при таких

захворюваннях, як цукровий діабет, атеросклероз та ожиріння. Інулін має антикоагулянтну, імуномодулюючу, протипухлинну та протизапальну дії [30, 36].

За допомогою методу гідродистиляції з кореня відкасників отримують ефірну олію (1–5 %) – рідину жовтого кольору зі стійким запахом. У таблиці 1 відображено вміст основних її хімічних компонентів [9, 15, 16, 39, 40].

Таблиця 1

Компоненти ефірної олії коренів видів роду *Carlina*

Тривіальна назва речовин	Міжнародна назва речовин	Вміст, %
карліна оксид	2-(3-фенілпроп-1-ініл)фуран	85–98 %
β -сесквіфелландрен	3-(6-метилгепт-5-ен-2-іл)-6-метиліденциклогексен	1,5–2,8 %
α -зінгіберен	(5S)-2-метил-5-[(2R)-6-метилгепт-5-ен-2-іл]циклогекса-1,3-дієн	1,0–2,4 %
бензойний альдегід	бензальдегід	1,2–3,1 %
<i>ar</i> -куркумен	1-метил-4-[(2S)-6-метилгепт-5-ен-2-іл]бензол	0,4–1,6 %
γ -куркумен	1-метил-4-[(2R)-6-метилгепт-5-ен-2-іл]циклогекса-1,3-дієн	0,5–1,1 %
β -фарнезен	(6E)-7,11-диметил-3-метилідендодека-1,6,10-трієн	0,1–0,4 %
β -бісаболен	1-метил-4-(1-метилен-5-метил-4-гексеніл)циклогекс-1-єн	0,01–0,1 %

Встановлено, що поліацетилен карліна оксид (2-(3-фенілпроп-1-ініл)фуран, бензил-2-фурацителен) міститься у коренях відкасників у переважній більшості (до 98 %), порівнюючи з іншими БАР (рис. 4). Це органічна речовина, яка виявляє антимікробну, протигрибкову, протизапальну, противиразкову та антиоксидантну активність, є інгібітором ацетилхолінестерази (КФ 3.1.1.7). Виявлено високу ефективність використання поліацетилену карліна оксид проти виду паразитичних одноклітинних організмів, що спричиняють сонну хворобу людини (*Trypanosoma brucei* Plimmer & Bradford), метицилін-резистентного грам-позитивного аеробного золотистого стафілококу (*Staphylococcus aureus* Rosenbach), грам-негативної аеробної палички синьогнійної (*Pseudomonas aeruginosa* (Schroeter) Migula), грам-позитивного аеробного стрептокока групи А (*Streptococcus pyogenes* Rosenbach), грибків, що спричиняють інфекційно-запальне ураження уrogenітального тракту (*Candida glabrata* (H. W. Anderson) S. A. Mey. & Yarrow та *Candida albicans* (C. P. Robin) Berkhout) [8, 11, 20, 29, 41, 45].

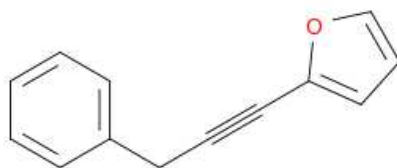


Рис. 4. Структурна формула головного компонента ефірної олії відкасників – карліна оксид [12].

В ефірній олії коренів видів роду визначено велику кількість терпенових компонентів, таких як β -сесквіфелландрен, α -зінгіберен, β -фарнезен, *ar*-куркумен, γ -куркумен, β -бісаболен [40].

Згідно з результатами досліджень багатьох науковців, α -зінгіберен сприяє зниженню запальних процесів, захищає клітини від ушкодження вільними радикалами, демонструє антибактеріальну та протигрибкову дію, що робить його корисним для підтримки імунної системи. β -сесквіфелландрен здійснює інгібування пухлин. β -фарнезен є природним

репелентом для деяких комах. Завдяки цим властивостям, може застосовуватися як екологічно безпечний інсектицид. α -куркумен, γ -куркумен відомі своєю здатністю до антиоксидантної дії, зменшення запалення. Ці сполуки виявляють антибактеріальну та протигрибкову активність. β -бісаболен – це природна хімічна речовина з бальзамічним запахом, із протипухлинними властивостями та бактерицидною активністю [17, 28, 31, 34, 38].

Надземна частина рослин роду *Carlina* також містить у хімічному складі терпени, у листках визначено велику кількість тритерпенів. Ідентифіковані сполуки, їх вміст та властивості підсумовано у таблиці 2 [40].

Таблиця 2

Біологічно активні речовини – тритерпени у надземних органах видів роду *Carlina*

Тривіальна назва речовин	Вміст, мг/г	Властивості
урсолова кислота	1,35–6,89	протизапальні, антиоксидантні, антиканцерогенні [35]
олеанолова кислота	0,62–2,89	пригнічення гліюконеогенезу та сприяння утилізації глюкози; антибактеріальна, протипухлинна активність [4, 7]
бетулінова кислота	0,11–0,29	протизапальна, антимікробна, цитотоксична дія на різні клітинні лінії пухлин [19]
α -амірин, β -амірин	0,07	протипухлинна, протизапальна, гепатопротекторна дія [43]
ацетат лупеолу	0,06–0,33	протизапальна, антибактеріальна дія [26]
лупеол	0,05–0,33	протизапальний потенціал; протизапальна, протиракова, протидіабетична дія; запобігання захворюванням серця, нирковій та печінковій токсичності [33]

Отже, зазначені терпени, виділені із рослин відкашників, володіють здебільшого антисептичною, протизапальною, протипухлинною та спазмолітичною дією.

Як слідові БАР у коренях визначено представників кетонівих сполук ацетофенону і бензилметилкетону, ароматичний альдегід – бензальдегід. Також визначено дубильні та смолисті речовини [8]. Ацетофенон (метилфенілкетон, $C_6H_5COCH_3$) володіє снодійною дією, а бензилметилкетон (фенілацетон, $C_6H_5CH_2COCH_3$) використовують у фармацевтичній промисловості в деяких країнах під час виготовлення лікарських засобів групи психостимуляторів. Бензальдегід (C_6H_5CHO) інколи використовується в синтезі деяких ліків, відтак може бути вихідною сировиною для фармацевтичної продукції [27, 38].

Корені та надземні органи відкашників є джерелом хлорогенової кислоти (вміст 1,94 %), яка має антиоксидантні властивості. Ферментативно окислені форми цієї кислоти виявляють антивірусну активність щодо збудників герпесу [32].

У коренях відкашників ідентифіковано невелику кількість тритерпенових сапонінів. Ці БАР є одними з найбільш ефективних гіполіпідемічних засобів рослинного походження, які застосовують у комплексній терапії серцево-судинних захворювань [44]. Відкашники синтезують ацетиленові похідні лупеолу (0,067–0,22 мг/г) та β -амірину (0,10–0,35 мг/г). Дослідниками з'ясовано широкий спектр протипухлинної, антиоксидантної, протизапальної та антимікробної активності лупеолу [23]. Бета-амірин – це пентациклічна тритерпеноїдна сполука, яка відома своїми потенційними антидепресантними ефектами [5]. Ідентифіковані у надземних органах відкашників сапоніни відомі нейротрофічними, відхаркувальними та антибактеріальними властивостями.

У підземній та надземній частинах рослин роду *Carlina* ідентифіковано алкалоїди і флавоноїди. Алкалоїди, як правило, містяться в рослинах у вигляді солей органічних кислот, а також в складі глікозидів. У медичній практиці рослинну сировину, що містить ці речовини, застосовують як лікувальний засіб з протизапальною, седативною, тонізуючою і діуретичною дією [21]. Флавоноїди є однією з найпоширеніших груп фенольних сполук, отриманих із надземних органів рослин видів роду *Carlina*. Вони є ефективними антимікробними речовинами проти широкого спектру мікроорганізмів. Також, завдяки високому окислювально-відновному потенціалу, флавоноїди є важливим джерелом антиоксидантів. Споживання флавоноїдів у великих кількостях допомагає запобігти онкологічним та серцево-судинним захворюванням. Основні флавоноїди у листках рослин представлені глікозидними флавонами,

а саме: орієнтином, гомоорієнтином і вітексином, які мають антиоксидантні, протівірусні, антибактеріальні та знеболювальні властивості. Крім цього, у листках виявлено апігенін, що характеризується високою біологічною активністю, взаємодіє з молекулярними мішенями в організмі, проявляючи протизапальні, антиоксидантні та нейропротекторні фармакологічні властивості [21, 24, 46, 47].

Висновки

Ідентифіковані БАР у рослинах видів роду *Carlina* зумовлюють їхнє широке використання в медицині багатьох країн, зокрема в Україні. На основі фармакологічно цінних БАР, отриманих із відкасників, виготовляють сечогінні, антигельмінтні, седативні, відхаркувальні, протизапальні, знеболювальні, потогінні, протигеморойдальні, антимікробні лікарські засоби тощо. Фітопрепарати на основі відкасників також використовують для лікування шлунково-кишкових розладів. Крім цього, їх застосовують для промивання різних уражень шкіри.

Однак практичне значення та використання рідкісних лікарських рослин роду *Carlina* обмежене через загрозу скорочення їх запасів. Масовий збір у природі може призвести до повної втрати цих видів. Культури клітин, тканин та органів відкасників є альтернативними джерелами цінних БАР. Культивування *in vitro* дозволяє забезпечувати контрольовані умови середовища – температуру, вологість, освітлення і склад живильних середовищ, що сприяє підвищенню концентрації бажаних БАР у рослинах. У культурі *in vitro* ці показники є стабільними, що дозволяє отримувати лікарські препарати з постійною концентрацією активних компонентів.

Таким чином, використання методів культивування *in vitro* для рідкісних лікарських рослин є важливим інструментом для стійкого виробництва БАР, збереження біорізноманіття та розширення можливостей фармацевтичної промисловості.

1. Колісник Х. М., Прокоп'як М. З., Грицак Л. Р., Дробик Н. М. Хорология та біоекологічні особливості видів роду *Carlina* L. флори України. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія Біологія*. 2024. Т. 83, № 3–4. С. 48–57. <https://doi.org/10.25128/2078-2357.23.3-4.6>.
2. Сабат М. Я., Іскра Р. Я. Фруктани: хімічна структура, біологічні властивості та метаболізм кишковою мікрофлорою. *Біологічні студії*. 2016. Т. 10, № 2. С. 203–214. <https://doi.org/10.30970/sbi.1002.486>.
3. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я. П. Дідуха. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.
4. Akhtar N., Mohammed A. A. S., Khan R. A., Yusuf M., Singh V., Mohammed H. A., Al-Omar M. S., Abdellatif A. A. H., Naz M., Khadri H. Self-Generating nano-emulsification techniques for alternatively-routed, bioavailability enhanced delivery, especially for anti-cancers, anti-diabetics, and miscellaneous drugs of natural, and synthetic origins. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*. 2020. Vol. 58. P. 101808. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2020.101808>.
5. Ana B. Ramos-Hryb, Mauricio P. Cunha, Manuella P. Kaster, Ana Lúcia S Rodrigues. Natural Polyphenols and Terpenoids for Depression Treatment: Current Status. *Studies in Natural Products Chemistry*. 2018. P. 181–221. <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-64068-0.00006-1>.
6. Atanasov A. G., Zotchev S. B., Dirsch V. M., Supuran C. T. Natural products in drug discovery: advances and opportunities. *Nature Reviews Drug Discovery*. 2021. Vol. 20, No 3. P. 200–216. <https://doi.org/10.1038/s41573-020-00114-z>.
7. Ayeleso T., Matumba M. Oleanolic Acid and Its Derivatives: Biological Activities and Therapeutic Potential in Chronic Diseases. *Molecules*. 2017. Vol. 22, No 11. P. 1915. <https://doi.org/10.3390/molecules22111915>.
8. Benelli G., Pavela R., Petrelli R., Nzekoue F. K., Cappellacci L., Lupidi G., Quassinti L., Bramucci M., Sut S., Dall'Acqua S., Canale A., Maggi F. *Carlina* oxide from *Carlina acaulis* root essential oil acts as a potent mosquito larvicide. *Industrial Crops and Products*. 2019. Vol. 137. P. 356–366. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.05.037>.
9. Benelli G., Rizzo R., Zeni V., Govigli A., Samková A., Sinacori M., Verde L. G., Pavela R., Cappellacci L., Petrelli R., Spinozzi E., Morshedloo M. R., Maggi Filippo, Canale A. *Carlina acaulis* and *Trachyspermum ammi* essential oils formulated in protein baits are highly toxic and reduce aggressiveness in the medfly, *Ceratitis capitata*. *Industrial Crops and Products*. 2021. Vol. 161. P. 113191. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.113191>.

10. Biesalski H.-K., Dragsted L. O., Elmadfa I., Grossklaus R., Müller M., Schrenk D., Walter P., Weber P. Bioactive compounds: Definition and assessment of activity. *Nutrition*. 2009. Vol. 25, No. 11–12. P. 1202–1205. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2009.04.023>.
11. Bohlmann F., Schuster A., Meusel H. A carlina oxide derivative from *Carlina diae*. *Phytochemistry*. 1981. Vol. 20, No. 4. P. 823–824. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(81\)85186-2](https://doi.org/10.1016/0031-9422(81)85186-2).
12. Carlina oxide Structure. *Mol-Instincts*. <https://www.molinstincts.com/structure/Carlina-oxide-cstr-CT1000773185.html> (Last accessed: 12.09.2024).
13. Chaachouay N., Zidane L. Plant-Derived Natural Products: A Source for Drug Discovery and Development. *Drugs and Drug Candidates*. 2024. Vol. 3, No. 1. P. 184–207. <https://doi.org/10.3390/ddc3010011>.
14. Dar R. A., Shahnawaz M., Ahanger M. A., Majid ul I. Exploring the Diverse Bioactive Compounds from Medicinal Plants: A Review. *The Journal of Phytopharmacology*. 2023. Vol. 12, No. 3. P. 189–195. <https://doi.org/10.31254/phyto.2023.12307>.
15. Djordjevic S., Petrovic S., Ristic, D. M. Composition of *Carlina acanthifolia* Root Essential Oil. *Chemistry of Natural Compounds*. 2005. Vol. 41, No. 4. P. 410–412. <https://doi.org/10.1007/s10600-005-0163-2>.
16. Đorđević S., Petrović S., Dobrić S., Milenković M., Vučićević D., Žižić S., Kukić J. Antimicrobial, anti-inflammatory, anti-ulcer and antioxidant activities of *Carlina acanthifolia* root essential oil. *Journal of Ethnopharmacology*. 2007. Vol. 109, No. 3. P. 458–463. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.08.021>.
17. Ferreira B. A., Ferreira R. S., de Moura F. B. R., Narduchi C. T., Deconte S. R., Sartorelli P., Tomiosso T. C., Lago J. H. G., Araújo F. de A. α -zingiberene, a sesquiterpene from essential oil from leaves of *Casearia sylvestris*, suppresses inflammatory angiogenesis and stimulates collagen deposition in subcutaneous implants in mice. *Natural Product Research*. 2021. C. 1–5. <https://doi.org/10.1080/14786419.2021.2019729>.
18. Herbal & Natural Medicine. *herbal-organic.com*. URL: <http://www.herbal-organic.com> (Last accessed: 09.06.2024).
19. Jit B. P., Pattnaik S., Arya R., Dash R., Sahoo S. S., Pradhan B., Bhuyan P. P., Behera P. K., Jena M., Sharma A., Agrawal P. K., Behera R. K. Phytochemicals: A potential next generation agent for radioprotection. *Phytomedicine*. 2022. P. 154188. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2022.154188>.
20. Kavallieratos N. G., Nika Erifili P., Skourti A., Spinozzi E., Ferrati M., Petrelli R., Maggi F., Benelli G. *Carlina acaulis* essential oil: a candidate product for agrochemical industry due to its pesticidal capacity. *Industrial Crops and Products*. 2022. Vol. 188. P. 115572. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115572>.
21. Kumar A., Ahmad F., Zaidi S. Importance of Bioactive Compounds Present in Plant Products and Their Extraction – A Review. *Agricultural Reviews*. 2019. Vol. 40, No. 04. <https://doi.org/10.18805/ag.r-1926>.
22. Lahlou M. Screening of natural products for drug discovery. *Expert Opinion on Drug Discovery*. 2007. Vol. 2, No. 5. P. 697–705. <https://doi.org/10.1517/17460441.2.5.697>.
23. Liu K., Zhang X., Xie L., Deng M., Chen H., Song J., Long J., Li X., Luo J. Lupeol and its derivatives as anticancer and anti-inflammatory agents: Molecular mechanisms and therapeutic efficacy. *Pharmacological Research*. 2021. Vol. 164. P. 105373. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2020.105373>.
24. Marinho L. de F., Sganzerla W. G., Ferreira V. C., Moreno J. A. J., Rostagno M. A., Forster-Carneiro T. Advances in green extraction methods, biological properties, and applications of betanin and vitexin: An updated review and bibliometric analysis. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 2023. P. 102744. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2023.102744>.
25. Moldoveanu S. C. Analytical pyrolysis of polymeric carbohydrates. *Analytical Pyrolysis of Natural Organic Polymers*. 2021. P. 111–269. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818571-1.00004-2>.
26. Muktar B., Bello I., Sallau M. Isolation, characterization and antimicrobial study of lupeol acetate from the root bark of Fig-Mulberry Sycamore (*Ficus sycomorus* LINN). *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*. 2018. Vol. 22, No. 7. P. 1129. <https://doi.org/10.4314/jasem.v22i7.21>.
27. NCATS Inxight Drugs – Benzaldehyde. *Inxight Drugs*. URL: <https://drugs.ncats.io/drug/TA269SD04T> (Last accessed: 03.09.2024).
28. Nuutinen T. Medicinal properties of terpenes found in *Cannabis sativa* and *Humulus lupulus*. *European Journal of Medicinal Chemistry*. 2018. Vol. 157. P. 198–228. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2018.07.076>.
29. Pavela R., Maggi F., Petrelli R., Cappellacci L., Buccioni M., Palmieri A., Canale A., Benelli G. Outstanding insecticidal activity and sublethal effects of *Carlina acaulis* root essential oil on the housefly, *Musca domestica*, with insights on its toxicity on human cells. *Food and Chemical Toxicology*. 2020. Vol. 136. P. 111037. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.111037>.
30. Qin Y.-Q., Wang L.-Y., Yang X.-Y., Xu Y.-J., Fan G., Fan Y.-G., Ren J.-N., An Q., Li X. Inulin: Properties and health benefits. *Food & Function*. 2023. <https://doi.org/10.1039/d2fo01096h>.

31. Rani K. Cyclisation of farnesyl pyrophosphate into sesquiterpenoids in ginger rhizomes (*Zingiber officinale*). *Fitoterapia*. 1999. Vol. 70, No. 6. P. 568–574. [https://doi.org/10.1016/s0367-326x\(99\)00090-8](https://doi.org/10.1016/s0367-326x(99)00090-8).
32. Safitri E., Purnobasuki H., Al-Anshori A. A., Lestari T. D., Utama S., Yimer N. Honey-derived phytochemicals: Implications for stem cell activation and health benefits. *Journal of Functional Foods*. 2024. Vol. 114. P. 106058. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2024.106058>.
33. Saleem M. Lupeol, a novel anti-inflammatory and anti-cancer dietary triterpene. *Cancer Letters*. 2009. Vol. 285, No. 2. P. 109–115. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2009.04.033>.
34. Sansinenea E., Cabrera Vivas B. M., Ortiz A. A Natural Curcumen Sesquiterpene: Syntheses and Recent Applications. *Current Organic Synthesis*. 2015. Vol. 12, No. 4. P. 431–439. <https://doi.org/10.2174/157017941204150522185129>.
35. Seo D. Y., Lee S. R., Heo J.-W., No M.-H., Rhee B. D., Ko K. S., Kwak H.-B., Han J. Ursolic acid in health and disease. *The Korean Journal of Physiology & Pharmacology*. 2018. Vol. 22, No. 3. P. 235. <https://doi.org/10.4196/kjpp.2018.22.3.235>.
36. Shoaib M., Shehzad A., Omar M., Rakha A., Raza H., Sharif H. R., Shakeel A., Ansari A., Niazi S. Inulin: Properties, health benefits and food applications. *Carbohydrate Polymers*. 2016. Vol. 147. P. 444–454. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.04.020>.
37. Sofowora A., Ogunbodede E., Onayade A. The role and place of medicinal plants in the strategies for disease prevention. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*. 2013. Vol. 10, No. 5. <https://doi.org/10.4314/ajtcam.v10i5.2>.
38. Soucy N. V. Acetophenone. *Encyclopedia of Toxicology*. 2014. P. 43–45. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-386454-3.01157-x>.
39. Spinozzi E., Ferrati M., Cappellacci L., Caselli A., Perinelli D. R., Bonacucina G., Maggi F., Strzemeski M., Petrelli R., Pavela R., Desneux N., Benelli G. *Carlina acaulis* L. (Asteraceae): biology, phytochemistry, and application as a promising source of effective green insecticides and acaricides. *Industrial Crops and Products*. 2023. Vol. 192. P. 116076. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.116076>.
40. Strzemeski M., Wójciak-Kosior M., Sowa I., Rutkowska E., Szwerc W., Kocjan R., Latański M. *Carlina* species as a new source of bioactive pentacyclic triterpenes. *Industrial Crops and Products*. 2016. Vol. 94. P. 498–504. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.09.025>.
41. Strzemeski M., Wójciak-Kosior M., Sowa I., Załuski D., Verpoorte R. Historical and traditional medical applications of *Carlina acaulis* L. – A critical ethnopharmacological review. *Journal of Ethnopharmacology*. 2019. Vol. 239. P. 111842. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.111842>.
42. The IUCN Red List of Threatened Species. *IUCN Red List of Threatened Species*. URL: <https://www.iucnredlist.org/> (Last accessed: 10.08.2024).
43. Viet T. D., Xuan T. D., Anh L. H. α -Amyrin and β -Amyrin Isolated from *Celastrus hindsii* Leaves and Their Antioxidant, Anti-Xanthine Oxidase, and Anti-Tyrosinase Potentials. *Molecules*. 2021. T. 26, No 23. P. 7248. <https://doi.org/10.3390/molecules26237248>.
44. Vincken J.-P., Heng L., de Groot A., Gruppen H. Saponins, classification and occurrence in the plant kingdom. *Phytochemistry*. 2007. Vol. 68, No. 3. P. 275–297. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2006.10.008>.
45. Wnorowski A., Wnorowska S., Wojas-Krawczyk K., Grenda A., Staniak M., Michalak A., Woźniak S., Matosiuk D., Biała G., Wójciak M., Sowa I., Krawczyk P., Strzemeski M. Toxicity of *Carlina* Oxide—A Natural Polyacetylene from the *Carlina acaulis* Roots—In Vitro and in Vivo Study. *Toxins*. 2020. Vol. 12, No. 4. P. 239. <https://doi.org/10.3390/toxins12040239>.
46. Xiao L., Chen X.-J., Feng J.-K., Li W.-N., Yuan S., Hu Y. Natural products as the calcium channel blockers for the treatment of arrhythmia: Advance and prospect. *Fitoterapia*. 2023. P. 105600. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2023.105600>.
47. Zhang X., Gao Y., Zhou Y., Liu Z., Liu R. Pharmacological mechanism of natural drugs and their active ingredients in the treatment of arrhythmia via calcium channel regulation. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2023. Vol. 160. P. 114413. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2023.114413>.

References

1. Kolisnyk Kh. M., Prokopiak M. Z., Hrytsak L. R., Drobyk N. M. Khorolohiia ta bioekolohichni osoblyvosti vydiv rodu *Carlina* L. flory Ukrainy. *Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Seriya Biolohiia*. 2024. T. 83, No 3–4. S. 48–57. <https://doi.org/10.25128/2078-2357.23.3-4.6>. [in Ukrainian]
2. Sabat M. Ya., Iskra R. Ya. Fruktany: khimichna struktura, biolohichni vlastyvyosti ta metabolizm kyshkovoio mikroflorioiu. *Biolohichni studii*. 2016. T. 10, No 2. S. 203–214. <https://doi.org/10.30970/sbi.1002.486>. [in Ukrainian]

3. Chervona knyha Ukrainy. Roslynnyi svit / za red. Ya. P. Didukha. K. : Hlobalkonsaltnyh, 2009. 900 s. [in Ukrainian]
4. Akhtar N., Mohammed A. A. S., Khan R. A., Yusuf M., Singh V., Mohammed H. A., Al-Omar M. S., Abdellatif A. A. H., Naz M., Khadri H. Self-Generating nano-emulsification techniques for alternatively-routed, bioavailability enhanced delivery, especially for anti-cancers, anti-diabetics, and miscellaneous drugs of natural, and synthetic origins. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*. 2020. Vol. 58. P. 101808. <https://doi.org/10.1016/j.jddst.2020.101808>.
5. Ana B. Ramos-Hryb, Mauricio P. Cunha, Manuella P. Kaster, Ana Lúcia S Rodrigues. Natural Polyphenols and Terpenoids for Depression Treatment: Current Status. *Studies in Natural Products Chemistry*. 2018. P. 181–221. <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-64068-0.00006-1>.
6. Atanasov A. G., Zotchev S. B., Dirsch, V. M., Supuran C. T. Natural products in drug discovery: advances and opportunities. *Nature Reviews Drug Discovery*. 2021. Vol. 20, No 3. P. 200–216. <https://doi.org/10.1038/s41573-020-00114-z>.
7. Ayeleso T., Matumba M. Oleanolic Acid and Its Derivatives: Biological Activities and Therapeutic Potential in Chronic Diseases. *Molecules*. 2017. Vol. 22, No 11. P. 1915. <https://doi.org/10.3390/molecules22111915>.
8. Benelli G., Pavela R., Petrelli R., Nzekoue F. K., Cappellacci L., Lupidi G., Quassinti L., Bramucci M., Sut S., Dall'Acqua S., Canale A., Maggi F. Carlina oxide from *Carlina acaulis* root essential oil acts as a potent mosquito larvicide. *Industrial Crops and Products*. 2019. Vol. 137. P. 356–366. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.05.037>.
9. Benelli G., Rizzo R., Zeni V., Govigli A., Samková A., Sinacori M., Verde L. G., Pavela R., Cappellacci L., Petrelli R., Spinozzi E., Morshedloo M. R., Maggi Filippo, Canale A. *Carlina acaulis* and *Trachyspermum ammi* essential oils formulated in protein baits are highly toxic and reduce aggressiveness in the medfly, *Ceratitis capitata*. *Industrial Crops and Products*. 2021. Vol. 161. P. 113191. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.113191>.
10. Biesalski H.-K., Dragsted L. O., Elmadfa I., Grossklaus R., Müller M., Schrenk D., Walter P., Weber P. Bioactive compounds: Definition and assessment of activity. *Nutrition*. 2009. Vol. 25, No. 11–12. P. 1202–1205. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2009.04.023>.
11. Bohlmann F., Schuster A., Meusel H. A carlina oxide derivative from *Carlina diae*. *Phytochemistry*. 1981. Vol. 20, No. 4. P. 823–824. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(81\)85186-2](https://doi.org/10.1016/0031-9422(81)85186-2).
12. Carlina oxide Structure. *Mol-Instincts*. <https://www.molinstincts.com/structure/Carlina-oxide-cstr-CT1000773185.html> (Last accessed: 12.09.2024).
13. Chaachouay N., Zidane L. Plant-Derived Natural Products: A Source for Drug Discovery and Development. *Drugs and Drug Candidates*. 2024. Vol. 3, No. 1. P. 184–207. <https://doi.org/10.3390/ddc3010011>.
14. Dar R. A., Shah Nawaz M., Ahanger M. A., Majid ul I. Exploring the Diverse Bioactive Compounds from Medicinal Plants: A Review. *The Journal of Phytopharmacology*. 2023. Vol. 12, No. 3. P. 189–195. <https://doi.org/10.31254/phyto.2023.12307>.
15. Djordjevic S., Petrovic S., Ristic, D. M. Composition of *Carlina acanthifolia* Root Essential Oil. *Chemistry of Natural Compounds*. 2005. Vol. 41, No. 4. P. 410–412. <https://doi.org/10.1007/s10600-005-0163-2>.
16. Đorđević S., Petrović S., Dobrić S., Milenković M., Vučićević D., Žižić S., Kukić J. Antimicrobial, anti-inflammatory, anti-ulcer and antioxidant activities of *Carlina acanthifolia* root essential oil. *Journal of Ethnopharmacology*. 2007. Vol. 109, No. 3. P. 458–463. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.08.021>.
17. Ferreira B. A., Ferreira R. S., de Moura F. B. R., Narduchi C. T., Deconte S. R., Sartorelli P., Tomiosso T. C., Lago J. H. G., Araújo F. de A. α -zingiberene, a sesquiterpene from essential oil from leaves of *Casearia sylvestris*, suppresses inflammatory angiogenesis and stimulates collagen deposition in subcutaneous implants in mice. *Natural Product Research*. 2021. C. 1–5. <https://doi.org/10.1080/14786419.2021.2019729>.
18. Herbal & Natural Medicine. *herbal-organic.com*. URL: <http://www.herbal-organic.com> (Last accessed: 09.06.2024).
19. Jit B. P., Pattnaik S., Arya R., Dash R., Sahoo S. S., Pradhan B., Bhuyan P. P., Behera P. K., Jena M., Sharma A., Agrawal P. K., Behera R. K. Phytochemicals: A potential next generation agent for radioprotection. *Phytomedicine*. 2022. P. 154188. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2022.154188>.
20. Kavallieratos N. G., Nika Erifili P., Skourti A., Spinozzi E., Ferrati M., Petrelli R., Maggi F., Benelli G. *Carlina acaulis* essential oil: a candidate product for agrochemical industry due to its pesticidal capacity. *Industrial Crops and Products*. 2022. Vol. 188. P. 115572. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115572>.
21. Kumar A., Ahmad F., Zaidi S. Importance of Bioactive Compounds Present in Plant Products and Their Extraction – A Review. *Agricultural Reviews*. 2019. Vol. 40, No. 04. <https://doi.org/10.18805/ag.r-1926>.

22. Lahlou M. Screening of natural products for drug discovery. *Expert Opinion on Drug Discovery*. 2007. Vol. 2, No. 5. P. 697–705. <https://doi.org/10.1517/17460441.2.5.697>.
23. Liu K., Zhang X., Xie L., Deng M., Chen H., Song J., Long J., Li X., Luo J. Lupeol and its derivatives as anticancer and anti-inflammatory agents: Molecular mechanisms and therapeutic efficacy. *Pharmacological Research*. 2021. Vol. 164. P. 105373. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2020.105373>.
24. Marinho L. de F., Sganzerla W. G., Ferreira V. C., Moreno J. A. J., Rostagno M. A., Forster-Carneiro T. Advances in green extraction methods, biological properties, and applications of betanin and vitexin: An updated review and bibliometric analysis. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 2023. P. 102744. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2023.102744>.
25. Moldoveanu S. C. Analytical pyrolysis of polymeric carbohydrates. *Analytical Pyrolysis of Natural Organic Polymers*. 2021. P. 111–269. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818571-1.00004-2>.
26. Muktar B., Bello I., Sallau M. Isolation, characterization and antimicrobial study of lupeol acetate from the root bark of Fig-Mulberry Sycamore (*Ficus sycomorus* LINN). *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*. 2018. Vol. 22, No. 7. P. 1129. <https://doi.org/10.4314/jasem.v22i7.21>.
27. NCATS Inxight Drugs – Benzaldehyde. *Inxight Drugs*. URL: <https://drugs.ncats.io/drug/TA269SD04T> (Last accessed: 03.09.2024).
28. Nuutinen T. Medicinal properties of terpenes found in *Cannabis sativa* and *Humulus lupulus*. *European Journal of Medicinal Chemistry*. 2018. Vol. 157. P. 198–228. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2018.07.076>.
29. Pavela R., Maggi F., Petrelli R., Cappellacci L., Buccioni M., Palmieri A., Canale A., Benelli G. Outstanding insecticidal activity and sublethal effects of *Carlina acaulis* root essential oil on the housefly, *Musca domestica*, with insights on its toxicity on human cells. *Food and Chemical Toxicology*. 2020. Vol. 136. P. 111037. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.111037>.
30. Qin Y.-Q., Wang L.-Y., Yang X.-Y., Xu Y.-J., Fan G., Fan Y.-G., Ren J.-N., An Q., Li X. Inulin: Properties and health benefits. *Food & Function*. 2023. <https://doi.org/10.1039/d2fo01096h>.
31. Rani K. Cyclisation of farnesyl pyrophosphate into sesquiterpenoids in ginger rhizomes (*Zingiber officinale*). *Fitoterapia*. 1999. Vol. 70, No. 6. P. 568–574. [https://doi.org/10.1016/s0367-326x\(99\)00090-8](https://doi.org/10.1016/s0367-326x(99)00090-8).
32. Safitri E., Purnobasuki H., Al-Anshori A. A., Lestari T. D., Utama S., Yimer N. Honey-derived phytochemicals: Implications for stem cell activation and health benefits. *Journal of Functional Foods*. 2024. Vol. 114. P. 106058. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2024.106058>.
33. Saleem M. Lupeol, a novel anti-inflammatory and anti-cancer dietary triterpene. *Cancer Letters*. 2009. Vol. 285, No. 2. P. 109–115. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2009.04.033>.
34. Sansinenea E., Cabrera Vivas B. M., Ortiz A. A Natural Curcumene Bisabolane Sesquiterpene: Syntheses and Recent Applications. *Current Organic Synthesis*. 2015. Vol. 12, No. 4. P. 431–439. <https://doi.org/10.2174/157017941204150522185129>.
35. Seo D. Y., Lee S. R., Heo J.-W., No M.-H., Rhee B. D., Ko K. S., Kwak H.-B., Han J. Ursolic acid in health and disease. *The Korean Journal of Physiology & Pharmacology*. 2018. Vol. 22, No. 3. P. 235. <https://doi.org/10.4196/kjpp.2018.22.3.235>.
36. Shoaib M., Shehzad A., Omar M., Rakha A., Raza H., Sharif H. R., Shakeel A., Ansari A., Niazi S. Inulin: Properties, health benefits and food applications. *Carbohydrate Polymers*. 2016. Vol. 147. P. 444–454. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.04.020>.
37. Sofowora A., Ogunbodede E., Onayade A. The role and place of medicinal plants in the strategies for disease prevention. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*. 2013. Vol. 10, No. 5. <https://doi.org/10.4314/ajtcam.v10i5.2>.
38. Soucy N. V. Acetophenone. *Encyclopedia of Toxicology*. 2014. P. 43–45. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-386454-3.01157-x>.
39. Spinozzi E., Ferrati M., Cappellacci L., Caselli A., Perinelli D. R., Bonacucina G., Maggi F., Strzemeski M., Petrelli R., Pavela R., Desneux N., Benelli G. *Carlina acaulis* L. (Asteraceae): biology, phytochemistry, and application as a promising source of effective green insecticides and acaricides. *Industrial Crops and Products*. 2023. Vol. 192. P. 116076. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.116076>.
40. Strzemeski M., Wójciak-Kosior M., Sowa I., Rutkowska E., Szwerc W., Kocjan R., Latański M. *Carlina* species as a new source of bioactive pentacyclic triterpenes. *Industrial Crops and Products*. 2016. Vol. 94. P. 498–504. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.09.025>.
41. Strzemeski M., Wójciak-Kosior M., Sowa I., Załuski D., Verpoorte R. Historical and traditional medical applications of *Carlina acaulis* L. – A critical ethnopharmacological review. *Journal of Ethnopharmacology*. 2019. Vol. 239. P. 111842. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.111842>.
42. The IUCN Red List of Threatened Species. *IUCN Red List of Threatened Species*. URL: <https://www.iucnredlist.org/> (Last accessed: 10.08.2024).

43. Viet T. D., Xuan T. D., Anh L. H. α -Amyrin and β -Amyrin Isolated from *Celastrus hindsii* Leaves and Their Antioxidant, Anti-Xanthine Oxidase, and Anti-Tyrosinase Potentials. *Molecules*. 2021. T. 26, No 23. P. 7248. <https://doi.org/10.3390/molecules26237248>.
44. Vincken J.-P., Heng L., de Groot A., Gruppen H. Saponins, classification and occurrence in the plant kingdom. *Phytochemistry*. 2007. Vol. 68, No. 3. P. 275–297. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2006.10.008>.
45. Wnorowski A., Wnorowska S., Wojas-Krawczyk K., Grenda A., Staniak M., Michalak A., Woźniak S., Matosiuk D., Biała G., Wójciak M., Sowa I., Krawczyk P., Strzemiński M. Toxicity of *Carlina* Oxide—A Natural Polyacetylene from the *Carlina acaulis* Roots—In Vitro and in Vivo Study. *Toxins*. 2020. Vol. 12, No. 4. P. 239. <https://doi.org/10.3390/toxins12040239>.
46. Xiao L., Chen X.-J., Feng J.-K., Li W.-N., Yuan S., Hu Y. Natural products as the calcium channel blockers for the treatment of arrhythmia: Advance and prospect. *Fitoterapia*. 2023. P. 105600. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2023.105600>.
47. Zhang X., Gao Y., Zhou Y., Liu Z., Liu R. Pharmacological mechanism of natural drugs and their active ingredients in the treatment of arrhythmia via calcium channel regulation. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2023. Vol. 160. P. 114413. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2023.114413>.

O. V. Soroka, M. Z. Prokopiak, L. R. Hrytsak, N. M. Drobyk

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS IN SPECIES OF *CARLINA* L. GENUS OF FLORA OF UKRAINE

The review analyzes literature on the biologically active compounds synthesized in the underground and aboveground parts of medicinal plants of the *Carlina* L. genus. Various phytochemicals have been identified in these species, including flavonoids, essential oils, terpenes and terpenoids, saponins, alkaloids, polysaccharides, tannins, resins, glycosides, ketones, polyacetylenes, and aldehydes.

According to modern research, the highest concentration of inulin polysaccharide (up to 12–22 %) has been found in the roots of *Carlina* plants. Inulin is an effective prebiotic widely used in medicine due to its ability to reduce glucose and low-density lipoprotein (LDL) levels, making it beneficial for treating diabetes, atherosclerosis, and obesity. Additionally, inulin exhibits anticoagulant, immunomodulatory, antitumor, and anti-inflammatory properties.

Essential oil (1–5 %) is extracted from the roots of *Carlina* plants using the hydrodistillation method. This oil contains a variety of terpene components, including β -sesquifellandrene, α -zingiberene, β -farnesene, α -curcumin, γ -curcumin, and β -bisabolene. These constituents are responsible for the antimicrobial, antifungal, anti-inflammatory, anti-ulcer, and antioxidant activities of the oil and also function as acetylcholinesterase inhibitors.

The roots and aerial parts of *Carlina* plants are also rich sources of chlorogenic acid (1.94 %), triterpene saponins, alkaloids, and flavonoids. Alkaloids are typically found in plants as salts of organic acids or in glycosidic form. In medical applications, plant materials containing these compounds are used for their anti-inflammatory, sedative, tonic, and diuretic properties.

Flavonoids, one of the most abundant groups of phenolic compounds in the aboveground organs of *Carlina* plants, exhibit potent antimicrobial activity against a broad range of microorganisms. The predominant flavonoids found in the leaves include glycoside flavones such as orientin, homoorientin, and vitexin, which possess antioxidant, antiviral, antibacterial, and analgesic properties. Additionally, the leaves contain apigenin, a biologically active compound that interacts with molecular targets in the body, exerting anti-inflammatory, antioxidant, and neuroprotective effects.

Carlina plants serve as the basis for various herbal medicines, including diuretic, anthelmintic, sedative, expectorant, anti-inflammatory, analgesic, diaphoretic, antihemorrhoidal, and antimicrobial formulations. Phytopreparations derived from *Carlina* plants are used to treat digestive disorders and are also applied topically to manage skin infections and purulent rashes.

Key words: species of *Carlina* L. genus, biologically active compounds, inulin, essential oil, triterpenes, terpenoids, saponins, flavonoids, xanthones.

Надійшла 4.11.2024.