
АНТИОКСИДАНТНІ ВЛАСТИВОСТІ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН РОДИНИ LAMIACEAE

Лупак О. М., Волошанська С. Я.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-511-2-23>

ВСТУП

На життя сучасної людини значний вплив мають технічний прогрес, нестабільна економічна і політична ситуація, погіршення екологічного стану довкілля¹. На багатьох сферах позначилися наслідки пандемії COVID-19, головно захворювання вплинуло на стан здоров'я тих, хто переніс хворобу у тяжкій формі. Українці з початком повномасштабного вторгнення ворога відчувають підвищену тривожність. Усі перелічені фактори призводять до напруження механізмів адаптації організму, внаслідок чого він стає вразливішим до стрес-факторів, частіше виникають неінфекційні та інфекційні захворювання. Нераціональне застосування синтетичних лікарських засобів, у тому числі антибіотиків, стало причиною частих випадків токсичної дії ліків, резистентності багатьох штамів мікроорганізмів, у результаті чого організм практично не здатний самотужки подолати хворобу.

Останнім часом люди почали віддавати перевагу препаратам, до складу яких входить лікарська рослинна сировина (ЛРС). Лікарські рослини здавна використовуються у різних галузях традиційної та народної медицини, оскільки біологічно активні речовини (БАР), що синтезуються рослинами, зумовлюють широкий спектр біологічної дії та порівняно з синтетичними лікарськими засобами мають мало побічних ефектів. До того ж БАР, зокрема каротиноїди, флавоноїди, органічні кислоти, ефірні олії виявляють антиоксидантну дію.

Антиоксиданти перешкоджають утворенню вільних радикалів й активних форм кисню, таким чином попереджаючи розвиток захворювань, спричинених пошкодженням структур організму

¹ Лупак О. М., Ковальчук Г. Я., Антоняк Г. Л. Порівняльний аналіз інтегральної антиоксидантної активності суцвіть рослин *Calendula officinalis* L., вирощених в умовах Передкарпаття за дії біостимуляторів росту. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Т. 10. № 1–2. (9). С. 58–63. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Bio/article/view/10282>.

вільними радикалами². Науково доведено, що ЛРС з високим вмістом каротиноїдів, фенольних і поліфенольних сполук, вітамінів С, А, Е, К характеризується найвищою антиоксидантною активністю³.

Науковий інтерес стосовно дослідження антиоксидантних властивостей становлять багаторічні ефіроолійні рослини родини Lamiaceae, зокрема чебрець звичайний (*Thymus vulgaris* L.), меліса лікарська (*Melissa officinalis* L.), собача кропива п'ятилопатева (*Leonurus quinquelobatus* Gilib., син. *Leonurus villosus* Desf. ex D'Urv.).

T. vulgaris використовують у фармацевтичній, косметичній та харчовій промисловості. ЛРС чебрецю звичайного є трава (висушена надземна частина) або відокремлені від висушених пагонів листя із суцвіттями⁴. Відомо, що сировина рослини є джерелом різноманітних БАР – антиоксидантів, зокрема флавоноїдів (апігеніну, лутеїну, лутеоліну, нарингеніну, тимоніну тощо)⁵. Проте найбільшу цінність становить ефірна олія (від 1 до 2,5%), що майже на 40% складається з фенолів, головно тимолу та карвакролу, які є потужними антиоксидантами⁶. У складі фітопрепаратів ефірні олії й екстракти чебрецю проявляють антиоксидантну, протизапальну та антимікробну дію⁷.

M. officinalis культивується у багатьох країнах Європи. В Іспанії, Болгарії, Румунії її вирощують на експорт, а в Німеччині вона взагалі вважається однією з найважливіших культивованих лікарських рослин. Листя і трава містять гідроксикоричні кислоти (розмаринову, кавову, хлорогенову), флавоноїди, тритерпени (урсолову й олеанолову кислоти), ефірну олію (до 0,37%, у складі якої 40% займають монотерпеноїди і 35% – сесквітерпени), дубильні речовини⁵. Вчені вважають, що біологічна активність ЛРС *M. officinalis* зумовлена високою концентрацією фітосполук, що виявляють захисні властивості проти окисного стресу, що відіграє головну роль у процесі старіння й

² Горчакова Н. О., Гоц Т. Ю., Галкін Ю. О. Фармакотерапевтичне обґрунтування застосування лікарських рослин в ендокринній гінекології (Огляд літератури). *Фітотерапія* : часопис. 2017. № 3. С. 6–14.

³ Гойко І. Ю. Визначення окислювально-відновлювального потенціалу для характеристики антиоксидантної активності нетрадиційної рослинної сировини. *Харчова промисловість*. 2013. № 14. С. 6–9.

⁴ Приведенюк Н.В. Ефективність розсадного розмноження чебрецю звичайного (*Thymus vulgaris* L.) в умовах зрощення. *Збалансоване природокористування*. 2022. № 1. С. 74–81. URL: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2022.255217>.

⁵ Sharangi A. B., Guha S. Wonders of leafy spices: Medicinal properties ensuring human health. *Sci. Int.* 2013. Vol. 1. P. 312–317.

⁶ Komaki A., Hoseini F., Shahidi S., Baharlouei N. Study of the effect of extract of *Thymus vulgaris* on anxiety in male rats. *J. Tradit. Complement. Med.* 2016. Vol. 6. P. 257–261. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2015.01.001>.

⁷ Стещенко Я. М., Мазулін О. В., Опрощанська Т. В., Смойлівська Г. П. Мікроскопічне дослідження діагностичних ознак трави *Thymus x citriodorus* var. “*Silver Queen*”. *Фармацевтичний журнал*. 2019. Т. 74. № 5. С. 92–98. URL: <https://doi.org/10.32352/0367-3057.5.19.10>.

виникненні дегенеративних захворювань. Також доведено експериментально, що листя меліси є природним протипухлинним засобом, а також сповільнює виникнення та поширення метастазів⁸.

Лікарська рослина *L. quinquelobatus* характеризується значним ареалом – країни центральної і східної Європи. В Україні росте по всій території, а також активно культивується. Лікарською сировиною рослини є трава, що містить такі БАР: флавонові глікозиди, з яких основними діючими речовинами є похідні апігеніну, кверцетину і кемпферолу, дубильні речовини, стероїдні глікозиди, сапоніни, ефірну олію, амін стахидрин, алкалоїди, органічні кислоти, вітаміни С, А, Е, мінеральні речовини тощо. Сировина *L. quinquelobatus* проявляє спазмолітичну, протизапальну, седативну, гіпотензивну, кардіотонічну (сповільнюють частоту, збільшуючи силу серцевих скорочень) дію^{9,10,11}.

Метою роботи було визначити вміст БАР, що зумовлюють антиоксидантні властивості у сировині лікарських рослин родини Lamiaceae.

1. Матеріали та методи дослідження

Рослини культивували упродовж 2021–2022 року на дерново-середньо-підзолистих поверхнево-оглеєних середньо-суглинкових ґрунтах (на навчально-дослідній ділянці Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка – НДД) зони Передкарпаття із вмістом гумусу в орному шарі 2,13 %; рН сольової витяжки – 5,8; середнім ступенем забезпечення рухомими формами фосфору і калію, обмінного магнію; дуже низьким ступенем забезпечення легкогідролізованим азотом; підвищеним ступенем забезпечення обмінним кальцієм. Облікова площа ділянок становила 10 м².

ЛРС *T. vulgaris*, *M. officinalis*, *L. quinquelobatus* заготовляли під час цвітіння рослин другого року вегетації. Зрізали квітучі верхівки рослин завдовжки 15–20 см у суху погоду зранку після спаду роси. Для дослідження використовували свіжу сировину та суху біомасу. Траву сушили у затінених приміщеннях з добрим вентиляванням повільно

⁸ Sipos S., Moaca E.-A., Pavel I.Z., Avram S., Cretu O.M., Coricovac D., Racoviceanu R.-M., Ghiulai R., Pana R.D., Soica C.M. et al. *Melissa officinalis* L. Aqueous Extract Exerts Antioxidant and Antiangiogenic Effects and Improves Physiological Skin Parameters. *Molecules*. 2021. Vol. 26. 2369. URL: <https://doi.org/10.3390/molecules26082369>.

⁹ Шелудько Л. П., Куценко Н. І. Лікарські рослини (селекція і насінництво) : монографія. Полтава, 2013. С. 295–297.

¹⁰ Кормош С. М. Органогенез *Levisticum officinalis* C. Koch. й *Leonurus quinquelobatus* Gilib та класифікація видів. *Наука про рослини (агрономія, садівництво, виноградарство)*. 2023. № 1–2. С. 32–38. URL: https://doi.org/10.47279/Plantscience_2023-01-07.

¹¹ Світельський М. М., Іщук О. В., Федючка М. І., Пінкіна Т. В., Матковська С. І. Інтродукційні дослідження собачої кропиви п'ятилопатевої (*Leonurus quinquelobatus* Gilib.) в умовах Полісся України. *Вісник НУВГП. Серія «Сільськогосподарські науки»*. 2017. Вип. 4(80). С. 3–9.

при температурі 25–30 °С (оскільки це ефіроолійні рослини). Для подальшого дослідження біомасу подрібнювали на лабораторному млині при 1000 об/хв. до 5 мм, відповідно до вимог Державної Фармакопеї України (ДФУ).

Визначення кількісного умісту фотосинтетичних пігментів (хлорофілу *a*, *b* і каротиноїдів) у листі рослин проводили спектрофотометричним методом без їх попереднього розділення¹².

50 мг подрібненої біомаси поміщали у фарфорову ступку із додаванням на кінчику скальпеля невеликої кількості CaCO₃, кварцового піску та декілька мл 80%-го ацетону. Гомогенізували упродовж 2–3 хв, а потім переносили у мірну пробірку на 10 мл. Екстракцію пігментів рослинної сировини з ступки здійснювали шляхом ополіскування новими невеликими порціями ацетону до знебарвлення фільтрату. Уміст пробірки доводили розчинником до мітки. Після цього ацетоновий гомогенат центрифугували упродовж 10 хв при 3000 обертів.

Вимірювали оптичну густину супернатанту за довжини хвилі, що відповідає максимумам поглинання фотосинтетичних пігментів у 80 % ацетоні – для хлорофілу *a* – 663 нм; хлорофілу *b* – 646 нм; суми каротиноїдів – 470 нм. Як контроль використовували екстрагент.

Концентрацію пігментів обчислювали за формулою Ліхтенталера:

$$C_{\text{хл.а.}}, \text{ мг/г} = 12,21 D_{663} - 2,81 D_{646}$$

$$C_{\text{хл.а.}}, \text{ мг/г} = 20,13 D_{663} - 5,03 D_{646}$$

$$C_{\text{кар.}}, \text{ мг/г} = \frac{1000 \cdot D_{470} - 3,27 \cdot C_{\text{хл.а.}} - 100 \cdot C_{\text{хл.б.}}}{29}$$

Розрахунок кількісного умісту пігментів (*A*) проводили за формулою:

$$A, \text{ мг/г} = \frac{C \cdot V}{H \cdot 1000}, \text{ де}$$

C – концентрація пігментів у ацетоновій витяжці, мг/л;

V – об'єм екстракту, мл;

H – наважка рослинного матеріалу, г.

Визначення умісту каротину проводили за допомогою методу Попандопуло¹³. Для приготування екстракту як екстрагент використовували петролейний ефір. Свіжу біомасу (*m*=5 г) розтирали у фарфоровій ступці, поступово додаючи розчинника. Екстракт переносили у конічну колбу на 200 мл, на дно якої попередньо насипали 1,5 см шар натрій сульфату, і заливали екстрагентом до повного

¹² Мусієнко М. М., Паршикова Т. В., Славний П. С. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. С. 99–101.

¹³ Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ : ЗАТ Нічлава, 2003. С. 29–30.

покриття рослинного матеріалу; колбу закривали корком. Екстракцію проводили упродовж доби у темному місці.

Після закінчення часу екстрагування уміст колби поступово фільтрували за допомогою скляного фільтра Шота № 3, з'єданого із колбою Бунзена. Осад і адсорбент промивали петролейним ефіром до знебарвлення екстрагенту, що витікав із фільтра.

Вимірювали об'єм отриманого екстракту та визначали оптичну густину супернатанту при 440 нм.

Кількісний уміст каротину в рослинній сировині (мкг/г маси сировини) обчислювали за формулою:

$$X = \frac{D \cdot V}{m}, \text{ де}$$

D_{440} – значення оптичної густини екстракту при 440 нм; V – об'єм екстракту, мл; m – маса наважки, г.

Визначення умісту поліфенольних сполук проводили у спиртових екстрактах трави досліджуваних рослин спектрофотометрично за модифікованим методом Фоліна-Чокальтеу¹⁴.

У дослідні проби вносили по 0,1 мл розведеного ($n=10, 50, 100$) спиртового екстракту трави досліджуваних рослин (10 %, m/v) і 0,1 мл дистильованої води. У кожну пробу додавали 0,4 мл реактиву Фоліна-Чокальтеу і 0,6 мл 20 % натрій вуглекислого, перемішували і доводили до 5 мл дистильованою водою. Через 2 год визначали оптичну густину проб за довжини хвилі 765 нм, використовуючи як стандартний зразок дистильовану воду.

За калібрувальним графіком знаходили значення масової концентрації галової кислоти у фотометрованих пробах, мг/мл.

Обчислювали масову концентрацію поліфенолів (X , мг/г) у спиртових екстрактах ЛРС у розрахунку на галову кислоту за формулою:

$$X = \frac{C \cdot n \cdot V}{m}, \text{ де}$$

m

C – масова концентрація галової кислоти, знайденої за калібрувальним графіком, мг/мл; n – розведення вихідного екстракту у фотометрованій пробі; V – об'єм екстракту, мл; m – маса наважки, г.

Визначення аскорбінової кислоти (АК) у ЛРС проводили за методом Муррі з використанням реактиву Тільманса (2,6-дихлорфенол-індофенолу)¹⁵. За цим методом інтенсивність знебарвлення водного

¹⁴ Фоміна І. М., Івахненко О. О. Визначення поліфенольних сполук в зерні пшениці під час пророщення методом Фоліна-Чокальтеу. *Сучасні напрями технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв*. 2012. № 131. В-во ХНТУСТ ім. П. Василенка. С. 266–271.

¹⁵ Мусієнко М. М., Паршикова Т. В., Славний П. С. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. С. 127–129.

розчину реактиву Тільманса є пропорційною концентрації АК в екстракті ЛРС.

Наважку 5 г ЛРС гомогенізували шляхом розтирання у фарфоровій ступці з додаванням 2 % метафосфорної кислоти та доводили об'єм до 100 мл цією ж кислотою. Гомогенат центрифугували при 700 г.

У дослідні проби вносили по 3 мл супернатанту та 0,3 мл 0,025% розчину 2,6-дихлорфеноліндофенолу. Через 35 с фотометрували при 530 нм у кюветі з робочою довжиною 1 см проти 2 % метафосфорної кислоти. Контролем для дослідних зразків водних екстрактів брали пробу, що містила 3 мл дистильованої води і 0,3 мл барвника.

Для визначення концентрації АК користувались калібрувальним графіком.

Уміст АК розраховували за формулою:

$$X = \frac{Ax \cdot V}{m}, \text{ де}$$

X – кількість АК, мкг/г маси сирової речовини; A – вміст АК, мкг/мл екстракту, знайденої за калібрувальним графіком; V – об'єм екстракту, мл; m – маса наважки, г.

Статистичний аналіз експериментальних даних. Досліди проводили у трьох біологічних та п'яти аналітичних повторях. У кожному повторі було 20 рослин. Для кожної вибірки показників визначали середнє арифметичне та квадратичне значення (M), стандартну похибку середнього (m), коефіцієнт Стьюдента та достовірність. Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою програми Microsoft Excel, розбіжності між вибірками вважали значущими при $p \leq 0,05$.

2. Результати дослідження та їх обговорення

Уміст фотосинтетичних пігментів у листках лікарських рослин родини Lamiaceae

Антиоксидантні властивості ЛРС та її екстрактів зумовлені наявністю у сировині рослин БАР, що проявляють антиоксидантну активність. На сьогодні у більшості лікарських рослин уже виділено практично увесь спектр хімічних сполук, що синтезуються конкретним видом рослин, однак утворення БАР залежить від стану рослин під час вегетації, особливостей перебігу основних процесів тощо.

Синтез будь-яких БАР рослин безумовно пов'язаний з процесом фотосинтезу. Значне відхилення зовнішніх умов під час вегетації

рослин спричиняє першочергово зміну концентрації ліпофільної фракції листків – хлорофілів і каротиноїдів¹⁶.

На думку науковців¹⁷, хлорофіл, завдяки здатності до особливо швидких змін концентрації й оптичних властивостей ще на початку порушення фізіологічного стану рослин, виконує функцію датчика стану їх клітин. У зв'язку з цим, аналіз кількісного вмісту пігментів фотосинтезу доцільно використовувати як експресдіагностику стану організму рослин.

Концентрація пігментів змінюється залежно від фенологічних фаз розвитку рослин¹⁸, а також від впливу екофакторів, таких як температура, вологість, мінеральне живлення, іонізуюче випромінювання, стан забруднення едафотопів тощо¹⁹.

Відомо, що хлорофіли та каротиноїди проявляють біологічно активну дію в організмі людини. Зокрема хлорофіли характеризуються антиоксидантними, бактерицидними, антисептичними, регенеративними властивостями, можлива їхня участь в утворенні гемоглобіну та формених елементів крові – еритроцитів і лейкоцитів²⁰. Каротиноїди за хімічною будовою поділяються на дві групи – вуглеводні (каротини), серед яких виділяють три ізомери – α -, β - і γ -каротин, та похідні вуглеводних з кисневмісними групами (ксантофіли). З каротинів у кишківнику людського організму за участю ензиму каротинази синтезується ретинол (вітамін А)^{21,22}. Каротиноїдний комплекс пігментів сприяє підвищенню захисних функцій організму щодо несприятливих екологічних чинників, зумовлює імуностимулювальну, антиканцерогенну, радіопротекторну дію, виконують функції оксигеназ, пригнічуючи дію багатьох токсинів²⁰.

¹⁶ Кацан В. А., Потопальський А. І. Зміни співвідношення вмісту деяких пігментів фотосинтезу, індуковані в *Nicotiana tabacum* L. екзогенними ДНК. *Укр. біохім. журн.* 2006. Т.78. № 5. С. 70–80.

¹⁷ Тарновський М. Г., Янковський Я. Ю. Оптичні методи аналізу фізіологічного стану рослин для задач сільського господарства та екологічного моніторингу. *Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології.* 2012. Т. 23. Вип. 1. С. 127–130. URL: <http://jnas.nbuiv.gov.ua/article/UJRN-0000102470>.

¹⁸ Буйдіна Т. О., Рожок О. Ф. Вміст хлорофілів у листках витких троянд. *Інтродукція рослин.* 2014. № 2. С. 95–98.

¹⁹ Бурака І. С., Кисличенко В. С. Пігменти трави щучника дернистого і трави куничника звичайного. *Український журнал клінічної та лабораторної медицини.* 2012. Том 7. № 2. С. 14.

²⁰ Дубініна А. А., Щербакова Т. В., Хацкевич Ю. М., Ленерт С. О., Борисова А. А. Способи стабілізації кольору рослинної сировини під час її переробки. *Наукові праці НУХТ.* 2017. Т. 23. № 4. С. 140–158. URL: <https://doi.org/10.24263/2222924-2017-23-4-20>.

²¹ Велигодська А. К., Федотов О. В. Отримання та аналіз препаратів каротиноїдів деяких штамів ксилотрофних базидіоміцетів. *Visn. Dnipropetr. Univ. Ser. Biol. Ekol.* 2016. Вип. 24. № 2. С. 290–294. URL: <https://doi.org/10.15421/011637>.

²² Сімонова М. Каротиноїди: будова, властивості та біологічна дія. *Біологічні студії.* 2010. Т. 4. № 2. С. 159–170.

Саме тому важливо було визначити вміст хлорофілів та каротиноїдів у листках рослин родини *Lamiaceae* *T. vulgaris*, *M. officinalis*, *L. quinquelobatus*, вирощених на НДД (рис. 1).

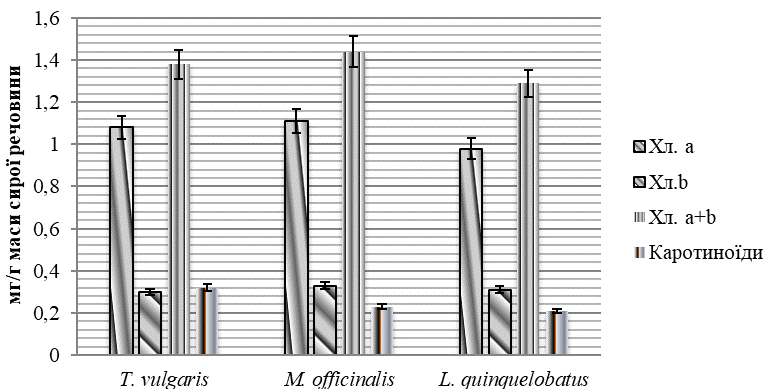


Рис. 1. Уміст пігментів фотосинтезу в листках рослин родини *Lamiaceae*

Аналіз умісту ліпофільної фракції листків досліджуваних рослин показав (табл. 1), що концентрація хлорофілу *a* у них варіює у межах 0,98–1,11 мг/г, а хлорофілу *b* – 0,3–0,33 мг/г маси сирової речовини. Дещо вищим сумарним умістом фракцій хлорофілів *a* і *b* (1,44±0,08 мг/г маси сирової речовини) вирізняються листя меліси лікарської.

Таблиця 1

Уміст та співвідношення ліпофільної фракції листків рослин родини *Lamiaceae* (M±m)

Назва рослини	Хлорофіли			a/b	Каротиноїди, мг/г маси сирової речовини	Хл. a + b каротиноїди
	a	b	a+b			
	мг/г маси сирової речовини					
<i>T. vulgaris</i>	1,08 ±0,07	0,3 ±0,04	1,38 ±0,07	3,6	0,32±0,02 *	4,31
<i>M. officinalis</i>	1,11 ±0,07	0,33 ±0,04	1,44 ±0,08	3,3 6	0,23±0,02	6,26
<i>L. quinquelobatus</i>	0,98 ±0,05	0,31 ±0,03	1,29 ±0,07	3,1 6	0,21±0,01	6,14

Примітка: * – вірогідність різниці між досліджуваними зразками ($p \leq 0,05$)

Під час аналізу ліпофільної фракції листків варто звернути увагу на відношення хлорофілів *a/b*, оскільки це важлива інформативна ознака

фотосинтетичної активності, що дає змогу з'ясувати особливості рослин до умов освітлення, а також може бути використана як маркер стресостійкості до дії несприятливих чинників²³.

Культивовані рослини родини Lamiaceae є світлолюбними. Відомо, що світлолюбні рослини характеризуються відношенням хлорофілів *a/b*, що становить від 3,2 до 4^{23,24}. Результати наших досліджень узгоджуються з даними літератури. Встановлено, що відношення хлорофілів *a/b* у листових пластинках досліджуваних рослин варіює у межах від 3,16 до 3,6. При цьому найнижчим показником характеризуються рослини *L. quinquelobatus*, а найвищим – *T. vulgaris*.

В організмі рослин каротиноїдний комплекс пігментів виконує антиоксидантну функцію під час оксидативного стресу, протидіючи фоторуйнації пігментів. За результатами проведених досліджень встановлено (табл. 1), що найвищим умістом каротиноїдів характеризуються листові пластинки рослин *T. vulgaris* (0,32±0,02 мг/г маси сирої речовини). Зауважимо, що співвідношення сумарного умісту фракцій хлорофілів до каротиноїдів у цих рослин найменше – 4,31. Рослини *M. officinalis* і *L. quinquelobatus* вирізняються вищим показником в 1,5 і 1,4 раза відповідно порівняно із рослинами чебрецю звичайного.

Відомо, що вираженими антиоксидантними властивостями вирізняються каротини, зокрема забезпечують послаблення впливу синглетного молекулярного кисню, фотопротекторну дію, беруть участь у регуляції обмінних процесів тощо²⁵. Зроблено аналіз умісту каротину у свіжій ЛРС досліджуваних рослин.

З'ясовано, що уміст каротину в траві культивованих рослин родини Lamiaceae варіює у межах від 15,08±0,84 до 21,95±1,12 мкг/г абс. сухої маси (рис. 2). Достовірно найвищий ($p \leq 0,05$) уміст каротину виявлено у сировині рослин *T. vulgaris*, а трава рослин *L. quinquelobatus* та *M. officinalis* за умістом каротину практично не відрізняється.

Враховуючи те, що у ДФУ включено дві фармакопейні статті на сировину рослини *M. officinalis* – листя меліси (відповідно до Європейської фармакопеї) і трава меліси (національні вимоги)²⁶, уміст

²³ Таран Н. Ю. Адаптаційні зміни ліпідних компонентів мембран хлоропластів за умов дії на рослини факторів довкілля. *Укр. біохім. журн.* 2000. Т. 72. № 1. С. 17–27.

²⁴ Шадчина Т. М. Регуляція фотосинтезу і продуктивність рослин: фізіологія та екологічні аспекти. Київ : Фітосоціоцентр, 2006. С. 384.

²⁵ Божко Н. В., Тищенко В. І. Застосування бета-каротину як натурального барвника в ковбасних продуктах. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Технічні науки.* 2015. Вип. 15. Т. 1. С. 226–233. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ptdau_2015_15_1_32.

²⁶ Державна Фармакопея України. Державне підприємство «Український науковий фармацевтичний центр якості лікарських засобів». 2-е вид. Доповнення 1. Харків: Державне підприємство «Український науковий фармацевтичний центр якості лікарських засобів», 2016. С. 205–208.

каротину було визначено й у листі рослини. Результати проведеного дослідження засвідчили, що листя рослин *M. officinalis* характеризується достовірно вищим ($p \leq 0,05$) умістом каротину ($20,69 \pm 0,95$ мкг/г абс. сухої маси) на 27,8 % порівняно з травною рослини.

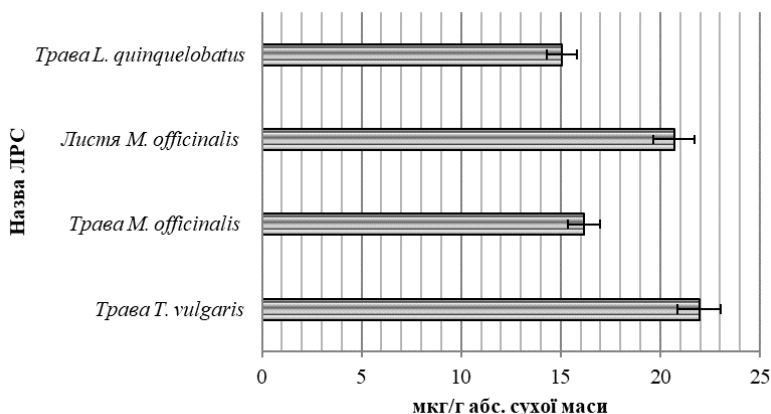


Рис. 2. Уміст каротину у ЛРС рослин родини *Lamiaceae*

Уміст поліфенолів у спиртових екстрактах рослин родини *Lamiaceae*

Вираженою антиоксидантною активністю володіють поліфеноли, тому визначали їх уміст у сировині рослин. Проводили екстрагування 70 % етанолом упродовж 21 доби. Встановлено, що пік екстракції поліфенолів сировини усіх досліджуваних рослин припадає на 16-ту добу, а потім їхня концентрація зменшується.

Цікавим виявився сам процес екстрагування, зокрема у спиртових екстрактах трави чебрецю звичайного і собачої кропиви п'ятилопатевої у перші 10 діб він відбувався досить повільно, потім інтенсивно зростає, досягаючи піку на 16-ту добу. Починаючи з 17-ї доби, екстракція швидко сповільнювалася водночас із зниженням концентрації поліфенолів. Натомість в етанольних витяжках трави меліси лікарської фіксували швидкий темп екстракції поліфенолів з 5-ї до 10-ї доби, далі до 12-ї доби її інтенсивність дещо сповільнювалася і знову максимально зростала з 14-ї до 16-ї доби. Тому вважаємо, що тривалість екстракції для повноцінного екстрагування поліфенолів із спиртових витяжок ЛРС *T. vulgaris*, *M. officinalis*, *L. quinquelobatus* становить 16 діб.

Показано, що у спиртових екстрактах трави культивованих рослин родини *Lamiaceae* уміст поліфенольних сполук у перерахунку на голову

кислоту знаходиться у межах 0,07 – 0,198 % (рис. 3). При цьому найвищий ($p < 0,01$) уміст поліфенолів отримано з екстрактів трави собачої кропиви п'ятилопатевої.

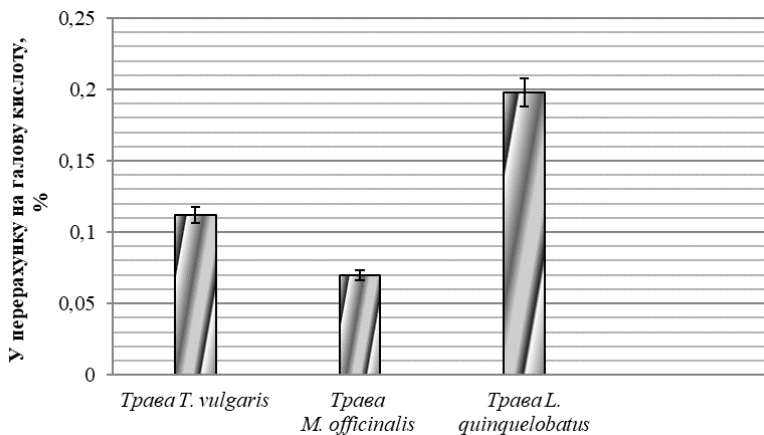


Рис. 3. Уміст поліфенольних сполук у спиртових екстрактах трави рослин родини *Lamiaceae*

Уміст аскорбінової кислоти у лікарській сировині та водних екстрактах рослин родини Lamiaceae

Ще однією БАР, що з-поміж інших важливих функцій в організмі виконує роль антиоксиданту та сприяє знешкодженню вільних радикалів, є аскорбінова кислота (вітамін С)²⁷. У рослин вона синтезується у різних органах. Тому вважали за доцільне визначити АК не лише у ЛРС (траві), а й у листі рослин *T. vulgaris*, *M. officinalis* і *L. quinquelobatus*, культивованих на НДД.

Аналіз проведеного дослідження засвідчив, що уміст АК у ЛРС (траві) рослин родини *Lamiaceae*, культивованих у ґрунтово-кліматичних умовах Передкарпаття становить $1,3 \pm 0,06$ – $2,07 \pm 0,1$ мкг/г абс. сухої маси, при цьому достовірно найвищим ($p \leq 0,01$) умістом вирізнялася трава чебрецю (табл. 2). У ній кількість АК більша в 1,6 та 1,5 рази порівняно із умістом у траві рослин *M. officinalis* і *L. quinquelobatus* відповідно.

²⁷ Котюк Л. А. Вміст аскорбінової кислоти і каротину у сировині пряно-ароматичних рослин родини *Lamiaceae* Lindl. *Біологічні Студії*. 2013. Т. 7. № 2. С. 83–85.

Уміст аскорбінової кислоти у лікарській сировині та водних екстрактах рослин родини Lamiaceae (M±m)

Назва сировини	Уміст АК у сировині, мкг/г абс. сухої маси	Уміст АК у водних екстрактах	
		мкг/г абс. сухої маси сировини	мкг/100 мл екстракту
Листя <i>T. vulgaris</i>	2,69±0,13*	1,07±0,05*	10,7±0,5*
Трава <i>T. vulgaris</i>	2,07±0,1*	0,75±0,04*	7,5±0,4*
Листя <i>M. officinalis</i>	1,53±0,08	0,58±0,03	5,8±0,3
Трава <i>M. officinalis</i>	1,3±0,06	0,47±0,02	4,7±0,2
Листя <i>L. quinquelobatus</i>	1,7±0,09	0,71±0,04	7,1±0,4
Трава <i>L. quinquelobatus</i>	1,38±0,07	0,55±0,03	5,5±0,3

Примітка: * – вірогідність різниці між досліджуваними зразками $p < 0,05 - 0,01$

Зауважимо, що уміст вітаміну С у листі досліджуваних рослин є достовірно вищим, ніж у траві. Зокрема з листя рослин *T. vulgaris* отримано 2,69±0,13 мкг/г абс. сухої маси АК, що на 30 % більше порівняно з її умістом у траві; у листі *M. officinalis* уміст АК становить 1,53±0,08 мкг/г абс. сухої маси (на 17,7 % більше, ніж у траві), а у листі *L. quinquelobatus* – 1,7±0,09 мкг/г абс. сухої маси, а це на 23 % більше порівняно із умістом у ЛРС (табл. 2). У зв'язку з цим у разі заготівлі трави рекомендують зрізати сировину з тонкими стеблами.

Завдяки терапевтичному ефекту здавна застосовують водні настої ЛРС. Ефективність вживання такої лікарської форми залежить від того, яку концентрацію БАР вдалося екстрагувати під час приготування настою. АК належить до групи водорозчинних вітамінів. Тому проведено порівняльний аналіз умісту АК у свіжій сировині досліджуваних рослин та її водних екстрактах (у співвідношенні 1:10). У водних витяжках повнота екстракції АК із сировини рослин складала 36–42 % (табл. 2). Вважаємо, що це зумовлено частковим руйнуванням АК за дії високої температури під час приготування настоїв.

ВИСНОВКИ

У роботі проаналізовано уміст БАР, що зумовлюють антиоксидантні властивості у сировині лікарських рослин *T. vulgaris*, *M. officinalis* і *L. quinquelobatus*.

Показано, що у листових пластинках досліджуваних рослин родини Lamiaceae, культивованих на дерново-середньо-підзолистих поверхнево-оглеєних середньо-суглинкових ґрунтах зони Передкарпаття сумарний уміст фракцій хлорофілів *a* і *b* становить 1,29–1,44 мг/г маси сировини, а каротиноїдного комплексу –

0,21–0,32 мг/г маси сирової речовини. При цьому найвищий уміст каротиноїдів отримано з листків рослин *T. vulgaris*.

Аналіз умісту каротину у траві рослин засвідчив, що достовірно найвищим ($p \leq 0,05$) показником характеризується ЛРС *T. vulgaris* ($21,95 \pm 1,12$ мкг/г абс. сухої маси); трава рослин *L. quinquelobatus* та *M. officinalis* за умістом каротину практично не відрізняється. У листі *M. officinalis* виявлено вищий уміст каротину ($20,69 \pm 0,95$ мкг/г абс. сухої маси) порівняно з його кількістю у траві рослини.

З'ясовано, що спиртові екстракти трави культивованих рослин родини Lamiales містять від 0,07 до 0,198 % поліфенольних сполук у перерахунку на галову кислоту. Найвищий ($p < 0,01$) уміст поліфенолів отримано з екстрактів трави собачої кропиви п'ятилопатевої.

Досліджено уміст АК у сировині та водних екстрактах рослин. Найвищий уміст вітаміну С – $2,07 \pm 0,1$ мкг/г абс. сухої маси встановлено у траві чебрецю. У листі культивованих рослин родини Lamiales міститься більше АК у середньому від 17,7 до 30 % порівняно з її умістом у траві рослин. Повнота екстракції вітаміну С із водних екстрактів сировини лікарських рослин складає 36–42 %.

АНОТАЦІЯ

Антиоксидантні властивості ЛРС та її екстрактів зумовлені наявністю у сировині рослин БАР, що проявляють антиоксидантну активність. Проаналізовано уміст БАР у сировині лікарських рослин родини Lamiales (*T. vulgaris*, *M. officinalis* і *L. quinquelobatus*), культивованих на дерново-середньо-підзолистих поверхнево-оглеєних середньо-суглинкових ґрунтах зони Передкарпаття. Визначено уміст ліпофільної фракції (хлорофілів *a* і *b*, каротиноїдів) у листових пластинках досліджуваних рослин. Досліджено уміст каротину у ЛРС *T. vulgaris*, *M. officinalis* і *L. quinquelobatus*. Встановлено оптимальний час екстракції для спиртових екстрактів сировини досліджуваних рослин та визначено у них уміст поліфенолів. Проаналізовано уміст аскорбінової кислоти у сировині та водних екстрактах рослин і з'ясовано повноту її екстракції із водних екстрактів.

Література

1. Божко Н. В., Тищенко В. І. Застосування бета-каротину як натурального барвника в ковбасних продуктах. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Технічні науки*. 2015. Вип. 15. Т. 1. С. 226–233. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ptdau_2015_15_1_32.
2. Буйдіна Т. О., Рожок О. Ф. Вміст хлорофілів у листках витких троянд. *Інтродукція рослин*. 2014. № 2. С. 95–98.

3. Бурлака І. С., Кисличенко В. С. Пігменти трави щучника дернистого і трави куничника звичайного. *Український журнал клінічної та лабораторної медицини*. 2012. Том 7. № 2. С. 14.
4. Велигодська А. К., Федотов О. В. Отримання та аналіз препаратів каротиноїдів деяких штамів ксилотрофних базидіоміцетів. *Visn. Dnipropetr. Univ. Ser. Biol. Ekol.* 2016. Вип. 24. № 2. С. 290–294. URL: <https://doi.org/10.15421/011637>.
5. Гойко І. Ю. Визначення окислювально-відновлювального потенціалу для характеристики антиоксидантної активності нетрадиційної рослинної сировини. *Харчова промисловість*. 2013. № 14. С. 6–9.
6. Горчакова Н. О., Гоц Т. Ю., Галкін Ю. О. Фармако-терапевтичне обґрунтування застосування лікарських рослин в ендокринній гінекології (Огляд літератури). *Фітотерапія* : часопис. 2017. № 3. С. 6–14.
7. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ : ЗАТ Нічлава, 2003. С. 29–30.
8. Державна Фармакопея України. Державне підприємство «Український науковий фармацевтичний центр якості лікарських засобів». 2-е вид. Доповнення 1. Харків: Державне підприємство «Український науковий фармацевтичний центр якості лікарських засобів», 2016. С. 205–208.
9. Дубініна А. А., Щербакова Т. В., Хацкевич Ю. М., Ленерт С. О., Борисова А. А. Способи стабілізації кольору рослинної сировини під час її переробки. *Наукові праці НУХТ*. 2017. Т. 23. № 4. С. 140–158. URL: <https://doi.org/10.24263/2222924-2017-23-4-20>.
10. Кацан В. А., Потопальський А. І. Зміни співвідношення вмісту деяких пігментів фотосинтезу, індуковані в *Nicotiana tabacum* L. екзогенними ДНК. *Укр. біохім. журн.* 2006. Т. 78. № 5. С. 70–80.
11. Кормош С. М. Органогенез *Levisticum officinalis* С. Koch. й *Leonurus quinquelobatus* Gilib та класифікація видів. *Наука про рослини (агрономія, садівництво, виноградарство)*. 2023. № 1–2. С. 32–38. URL: https://doi.org/10.47279/Plantscience_2023-01-07.
12. Котюк Л. А. Вміст аскорбінової кислоти і каротину у сировині пряно-ароматичних рослин родини Lamiaceae Lindl. *Біологічні Студії*. 2013. Т. 7. № 2. С. 83–85.
13. Лупак О. М., Ковальчук Г. Я., Антоняк Г. Л. Порівняльний аналіз інтегральної антиоксидантної активності суцвіть рослин *Calendula officinalis* L., вирощених в умовах Передкарпаття за дії біостимуляторів росту. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Т. 10.

№ 1–2. (9). С. 58–63. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Bio/article/view/10282>.

14. Мусієнко М. М., Паршикова Т. В., Славний П. С. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин. Київ : Фітосоціоцентр, 2001. С. 99–101, 127–129.

15. Приведенюк Н. В. Ефективність розсадного розмноження чебрецю звичайного (*Thymus vulgaris* L.) в умовах зрошення. *Збалансоване природокористування*. 2022. № 1. С. 74–81. URL: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2022.255217>.

16. Світельський М. М., Іщук О. В., Федючка М. І., Пінкіна Т. В., Матковська С. І. Інтродукційні дослідження собачої кропиви п'ятилопатевої (*Leonurus quinquelobatus* Gilib.) в умовах Полісся України. *Вісник НУВГП. Серія «Сільськогосподарські науки»*. 2017. Вип. 4(80). С. 3–9.

17. Сімонова М. Каротиноїди: будова, властивості та біологічна дія. *Біологічні студії*. 2010. Т. 4. № 2. С. 159–170.

18. Стешенко Я. М., Мазулін О. В., Опрошанська Т. В., Смойловська Г. П. Мікроскопічне дослідження діагностичних ознак трави *Thymus x citriodorus* var. “Silver Queen”. *Фармацевтичний журнал*. 2019. Т. 74. № 5. С. 92–98. URL: <https://doi.org/10.32352/0367-3057.5.19.10>.

19. Таран Н. Ю. Адаптаційні зміни ліпідних компонентів мембран хлоропластів за умов дії на рослини факторів довкілля. *Укр. біохім. журн*. 2000. Т. 72. № 1. С. 17–27.

20. Тарновський М. Г., Янковський Я. Ю. Оптичні методи аналізу фізіологічного стану рослин для задач сільського господарства та екологічного моніторингу. *Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології*. 2012. Т. 23. Вип. 1. С. 127–130. URL: <http://jnas.nbuiv.gov.ua/article/UJRN-0000102470>.

21. Фоміна І. М., Івахненко О. О. Визначення поліфенольних сполук в зерні пшениці під час пророщення методом Фоліна-Чокальтеу. *Сучасні напрями технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв*. 2012. № 131. В-во ХНТУСГ ім. П. Василенка. С. 266–271.

22. Шадчина Т. М. Регуляція фотосинтезу і продуктивність рослин: фізіологія та екологічні аспекти. Київ : Фітосоціоцентр, 2006. С. 384.

23. Шелудько Л. П., Куценко Н. І. Лікарські рослини (селекція і насінництво) : монографія. Полтава, 2013. С. 295–297.

24. Komaki A., Hoseini F., Shahidi S., Baharlouei N. Study of the effect of extract of *Thymus vulgaris* on anxiety in male rats. *J. Tradit. Complement.*

Med. 2016. Vol. 6. P. 257–261. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2015.01.001>.

25. Sharangi A. B., Guha S. Wonders of leafy spices: Medicinal properties ensuring human health. *Sci. Int.* 2013. Vol. 1. P. 312–317.

26. Sipos S., Moaca E.-A., Pavel I.Z., Avram S., Cretu O.M., Coricovac D., Racoviceanu R.-M., Ghiulai R., Pana R.D., Soica C.M. et al. *Melissa officinalis* L. Aqueous Extract Exerts Antioxidant and Antiangiogenic Effects and Improves Physiological Skin Parameters. *Molecules.* 2021. Vol. 26. 2369. URL: <https://doi.org/10.3390/molecules26082369>.

Information about the authors:

Lupak Oksana Mykolaivna,

Candidate of Agricultural Sciences,
Associate Professor at the Department of Medical and Biological
Disciplines, Geography and Ecology
Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University
24, Ivan Franko Str., Drohobych, Lviv Region, 82100, Ukraine

Voloshanska Svitlana Yaroslavivna,

Candidate of Biological Sciences,
Associate Professor at the Department of Biology and Chemistry
Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University
24, Ivan Franko Str., Drohobych, Lviv Region, 82100, Ukraine