

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ І. Я. ГОРБАЧЕВСЬКОГО МОЗ УКРАЇНИ

Фармацевтичний факультет

Кафедра фармакогнозії з медичною ботанікою

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри _____
Світлана МАРЧИШИН
«___» _____ 2024 р.

УДК: 615.07.322:581.44:582.685.231

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

На тему
«ФІТОХІМІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАВИ МАЛЬВИ ЛІСОВОЇ»

Виконала здобувачка вищої освіти 5 курсу
денної форми навчання
спеціальності 226 Фармація, промислова фармація
_____ Ірина СВЕРЛЮК

Науковий керівник:
кандидат фармацевтичних наук, доцент,
доцент закладу вищої освіти кафедри фармакогнозії
з медичною ботанікою
_____ Ольга ДЕМИДЯК

ТЕРНОПІЛЬ 2024

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	4
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 БОТАНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА, ХІМІЧНИЙ СКЛАД ТА МЕДИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ РОСЛИН РОДИНИ <i>MALVACEAE</i> (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).....	9
1.1 Ботанічна характеристика та ареал поширення рослин родини <i>Malvaceae</i>	9
1.2. Хімічний склад та медичне застосування мальви лісової.....	13
1.3 Аналіз препаратів фармацевтичного ринку України на основі мальви лісової.....	16
РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	18
2.1 Визначення кількісного вмісту суми полісахаридів.....	18
2.2 Визначення органічних кислот.....	21
2.3 Визначення якісного складу та кількісного вмісту флавоноїдів.....	22
2.4 Визначення якісного складу та кількісного вмісту гідроксикоричних кислот.....	24
2.5 Визначення втрати в масі при висушуванні мальви лісової трави...	26
2.6 Визначення загальної золи у траві мальви лісової.....	27
2.7 Визначення вмісту золи, нерозчинної в кислоті хлоридній, у траві мальви лісової.....	28
РОЗДІЛ 3 ВИВЧЕННЯ ЯКІСНОГО СКЛАДУ ТА КІЛЬКІСНОГО ВМІСТУ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН МАЛЬВИ ЛІСОВОЇ ТРАВИ	29
3.1 Визначення полісахаридів.....	29
3.2 Визначення органічних кислот	32
3.3 Визначення флавоноїдів.....	33
3.4 Визначення гідроксикоричних кислот	35

3.5. Визначення якісного складу та кількісного вмісту макро- і мікроелементів мальви лісової трави.....	36
ВИСНОВКИ.....	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	40
ДОДАТКИ.....	45

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

БАР – біологічно активні речовини

ВЕРХ – високоефективна рідинна хроматографія;

ГХ/МС – газова хроматографія з мас-спектрометричним детектором;

ДФУ – Державна Фармакопея України;

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження.

Рослинний світ планети вивчено не більше, ніж на 4 %, а з ростучих на території України з майже 26 тис. видів рослин вивчено лише 5000, з яких поглиблено – 500, і тільки близько 200 видів рослин мають практичне застосування. Арсенал лікарських засобів становить близько 5000 хімічних сполук, а найменувань препаратів – понад 150 тис., з яких рослинних препаратів – більше 40 %.

Лікарські рослини – традиційна сировина для виготовлення ліків. Сьогодні третину лікарських засобів отримують саме з рослинної сировини. Висока ефективність фітотерапії підтверджена багатовіковим дослідженням, зумовлює широке застосування препаратів на основі рослинної сировини у клінічній практиці. Багатьох клініцистів застосування фітопрепаратів приваблює тим, що їх застосування супроводжується мінімальною кількістю побічних ефектів та сумісністю з більшістю інших лікарських засобів.

За даними ВООЗ, фітопрепарати сьогодні представляють собою ринок в 60 млрд. дол. Досить широко вони використовуються у Німеччині, Франції, США, Італії, Індії (25 – 50 %). На українському фармацевтичному ринку частка фітопрепаратів широкого спектру лікувально–профілактичної дії в середньому складає понад 45 %. Нині спостерігають зростання як фармацевтичних фірм, які випускають рослинні препарати, так і об’ємів цієї продукції. З економічної точки зору ринок лікарських рослин є надзвичайно перспективним. Про це свідчить, у першу чергу, високий рівень рентабельності.

Для пошуку нових, перспективних у плані практичного застосування, лікарських рослин важливе значення передовсім мають відомості традиційної медицини, хоча вони і потребують ретельної перевірки. Але стосовно рослин, які здавна застосовуються у традиційній медицині різних країн світу, то наукові дослідження щодо можливостей їх обґрунтованого застосування

завжди актуальні. Особливо упродовж останнього періоду, коли фітотерапія, як метод лікування натуральними препаратами, набуває все більшої популярності. Упродовж останніх 10 – 15-ти років видовий склад лікарських рослин майже не змінився, водночас обсяги заготівлі, як у цілому, так і окремих видів суттєво зменшуються кожні 3 – 5 років, оскільки вичерпуються природні запаси цих рослин. Це спонукає до пошуку нових, перспективних у плані практичного застосування, лікарських рослин.

Мальва лісова – лікарська рослина, лікувальні властивості котрої обумовлюють біологічно активні речовини, такі як полісахариди, вітаміни, флавоноїди, дубильні речовини та інші фенольні сполуки.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами

Наукова робота виконана в рамках науково-дослідної програми кафедри фармакогнозії з медичною ботанікою Тернопільського національного медичного університету імені І. Я. Горбачевського МОЗ України «Фармакогностичний аналіз лікарських рослин та вивчення фармакологічної активності біологічно активних речовин субстанцій, одержаних на їх основі; (номер Державної реєстрації 0124 U000874).

Мета та завдання дослідження

Метою наших досліджень було провести фітохімічне дослідження трави мальви лісової (*Malva sylvestris L.*).

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

- проаналізувати дані джерел літератури щодо ботанічної характеристики, поширення, хімічного складу, застосування в традиційній та доказовій медицині рослин родини *Malvaceae*.
- провести ідентифікацію основних біологічно активних речовин трави мальви лісової;
- встановити кількісний вміст суми основних біологічно активних речовин у траві мальви лісової;

➤ провести ідентифікацію та встановити кількісний вміст індивідуальних сполук трави мальви лісової.

➤ дослідити якісний склад і кількісний вміст макро- та мікроелементів у сировині мальви лісової.

Об'єкт дослідження - комплексне фітохімічне дослідження трави мальви лісової.

Предмет дослідження – встановлення якісного складу та визначення кількісного вмісту основних біологічно активних речовин трави мальви лісової.

Методи дослідження. При виконанні кваліфікаційної роботи були використані фармакопейні методи виявлення якісного складу і визначення кількісного вмісту основних БАР. Кількісний вміст суми гідроксикоричних кислот, поліфенолів та суми флавоноїдів визначали спектрофотометричним методом. Методом ВЕРХ на рідинному хроматографі Agilent Technologies 1200 проведено визначення індивідуальних компонентів флавоноїдів, гідроксикоричних кислот. Якісний склад та кількісний вміст моноцукрів і сахарози досліджували методом газової хромато-мас-спектрометрії (ГХ/МС). У траві мальви лісової методом атомно-абсорбційної спектроскопії встановили якісний склад та кількісний вміст мінеральних елементів.

Наукова новизна одержаних результатів

Вперше проведено фітохімічне дослідження трави мальви лісової. Проведено визначення якісного складу і кількісного вмісту основних груп БАР. Встановлено наявність гідроксикоричних кислот, флавоноїдів та визначено вміст полісахаридів. Спектрофотометричним методом аналізу встановлено кількісний вміст сполук фенольної природи у траві мальви лісової. Методом газової хромато-мас-спектрометрії встановлено якісний склад та кількісний вміст моноцукрів і сахарози у досліджуваній сировині. Встановлено елементний склад трави мальви лісової.

Практичне значення одержаних результатів. Обґрунтовано перспективність подальшого вивчення мальви лісової трави та застосування у практичній фармації і медицині.

Обсяг і структура роботи. Наукова робота складається зі вступу, огляду літератури, двох розділів власних досліджень, висновків, списку використаних джерел літератури та додатків. Обсяг основного тексту наукової роботи складає 38 сторінок друкованого тексту. Робота ілюстрована 7 таблицями і 9 рисунками. Перелік використаних джерел містить 42 найменування, з яких кирилицею 15, латиною – 27.

РОЗДІЛ 1

БОТАНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА, ХІМІЧНИЙ СКЛАД ТА МЕДИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ МАЛЬВИ ЛІСОВОЇ (огляд літератури)

1.1 Ботанічна характеристика та ареал поширення рослин родини *Malvaceae*

Родина *Malvaceae* у світі представлена 80 родами та понад 1600 видами. Основне поширення цих представників родини південні та помірні широти, крім дуже холодних регіонів світу. Рослини даної родини є травами або чагарниками, як правило, із зірчастими волосками. Листки чергові, пальчато-нервовані, часто пальчато-роздільні, з прилистками. Квітки гермафродитні та актиноморфні. Чашечка складається з 5 чашолистків, іноді знизу з'єднаних. Віночок складається з 5 пелюсток, які вільно згорнуті і зрощені при основі з тичинковою трубкою. Тичинки об'єднані в стовпчик, стовпчик розділений на нитки на верхівці, кожна нитка з одноклітинним пилком. Пилкові зерна великі і колючі. Плід - ценокарпна коробочка або схизокарпний калачик. В Україні в природі поширено 11 родів і 36 видів з них 13 видів у культурі [11].

Перспективною лікарською рослиною з родини *Malvaceae*, роду калачики або мальва *Malva L.*, що широко застосовується у традиційній медицині є мальва лісова або калачики лісові (*Malva sylvestris L.*). Рід *Malva L.* нараховує близько 25-40 видів [33].

Ареалом поширення *Malva sylvestris L.* є Макаронезія, Європа, Центральна Азія та Західні Гімалаї [30, 42] (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 - Ареали поширення *Malva sylvestris L.*

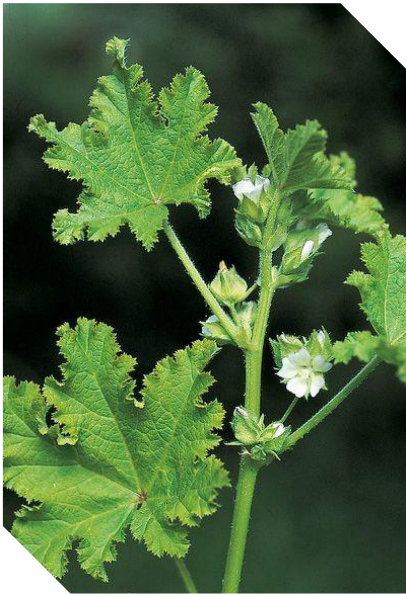
На території України поширені, такі види роду Мальва: калачики вирізані (*Malva excis Reichb*), калачики мускусні (*Malva moschata L.*), калачики кучеряві (*Malva crispa L.*), калачики маленькі (*Malva pusilla Smith.*), калачики непомітні (*Malva neglecta Wallr.*), калачики мавританські (*Malva mauritiana L.*), калачики лісові, зензівер (*Malva sylvestris L.*) [15] (рис. 1.2).



Malva excis Reichb



Malva moschata L.



Malva crispa L.



Malva pusilla Smith.



Malva neglecta Wallr.



Malva mauritiana L.

Рисунок 1.2 - Види роду Мальва поширені на території України

Мальва лісова - дворічна, рідше однорічна або багаторічна трав'яниста рослина з м'ясистим, білим, малогалузистим коренем. Заввишки 60-150 см. Стебло прямостояче, рідко висхідне, здебільшого розгалужене, вкрите простими, 2-зубими волосками. Листки серцеподібні або яйцеподібні, нижні п'яти- семилопатеві, верхні трилопатеві. Молоде листя з обох боків вкрите

волосками. Прилистки довгасто-ланцетні, гострі, блідо-зелені, з паралельним жилкуванням, край довговійковий. Квітки двостатеві, правильні, на довгих квітконіжках, великі, у діаметрі 30-40 мм, розташовані пучками по 2-5 у пазухах листків. П'ятипелюстковий віночок, у 3-4 рази довший за чашечку. Пелюстки світло-рожеві, з темними поздовжніми смужками, обернено-яйцевидні, глибоковиїмчасті угорі, довжиною 20-25 мм. Квіти блідо- або яскраво-рожеві, рідше білі, без запаху, на смак солодко-терпкі [30, 37] (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 - Мальва лісова (*Malva sylvestris L.*)

Плід складається з численних, розміщених кільцем, плодиків-сім'янок. Плоди сухі, розпадаються при дозріванні на 10 (9-13) сегментоподібних, голих, на спинці сітчастозморщених плодиків — сім'янок, що легко розкриваються з боків. Насіння ниркоподібне, червоно-буре або сірувате, на спинці майже чорне, голе, 1,8-2 мм довжини. Вага 1000 насінин — 1,2-1,9 г. Цвіте з червня по вересень. Росте у лісі, на узліссях, по чагарниках, часто на городах, біля доріг, як бур'ян.

Для медичного застосування заготовляють квітки й листки калачиків лісових під час цвітіння, а також корені дворічної або трирічної рослини. Заготовляють підземні органи восени, або рано навесні [14].

1.2 Хімічний склад та медичне застосування мальви лісової

Цілющі властивості мальви лісової коренів відомі ще з античних часів. Перша інформація про рослину, згадується у медичних та філософських трактатах давньогрецьких вчених: Теофраста, Гален, Діоскорида та Гіпократата. В стародавній Греції калачики лісові були популярною лікарською рослиною якою лікувались бідні та знать. Стародавні греки називали мальву *herba omnivorbum*, що в перекладі з латині - «трава від усіх захворювань» [30, 37, 39].

В Україні мальва лісова має різні територіальні назви, а саме бесіжник городній, гордовля, дзіндзівер (Поділля), зинзівер, зензіверова трава, зензі-вир, зензівір, зензівір городній, калачики (Житомирщина), калачик дикий (Галичина), калачник, мальва дика, мальва лісова, панночка гола, пацірник дикий, папурник дикий, просвірник, просвірник, проскурник дикий, рожа, рожа лікарська, рожа лісна, рожа свиняча (Волинь), слиз, слиз дикий, слизівник, слиз лісовий, слизь, слизь-трава, слюз, слюз турецький, танцерник (Волинь).

Хімічний склад рослин роду мальви маловивчений. Усі частини калачиків лісових містять велику кількість слизу — до 23 %, а також фітостерин. Наявні вуглеводи - 21-25 %: глюкоза, арабіноза, фруктоза, галактоза, галактуронова кислота, сахароза. У дослідях на тваринах ці полісахариди, особливо пектини, проявляли антиоксидантні та протидіабетичні властивості та регулювали рівень інсуліну в крові. Вміст аскорбінової кислоти у листках становив – 3 %, у квітках — до 1 %. У листка калачиків лісових ідентифіковано фенолкарбонів та органічні кислоти, а саме: малінова, щавлева, фумарова, бурштинова, яблучна, ферулова та

лимонна кислота [32, 33]. Завдяки цим сполукам мальва лісова проявляє антиоксидантні та імуностимулюючі властивості. У квітках та листках досліджуваної рослини наявні флавоноїди, основними компонентами яких є мальвідин, мальвін, дельфінідин, апігенін, кверцетин, кемпферол та геністеїн. Вміст антоціанів становить до 7 %.

Мальвідін - аніон 3',5'-диметокси-3,4',5,7-тетрагідроксифлавілієвої кислоти, є типом катіону антоціанідину, хімічна структура якого подібна до дельфінідину, але має метильні групи, приєднані до положень 3' і 5'. Ця сполука присутня в різних фруктах, овочах та їх похідних, і на її частку припадає приблизно 7% розподілу пігменту в їстівних частинах рослин. Мальвідін та його глікозиди мають значні протипухлинні, кардіопротекторні, протидіабетичні та нейропротекторні властивості завдяки своїм антиоксидантним та протизапальним механізмам дії [30, 31] (рис. 1.4).

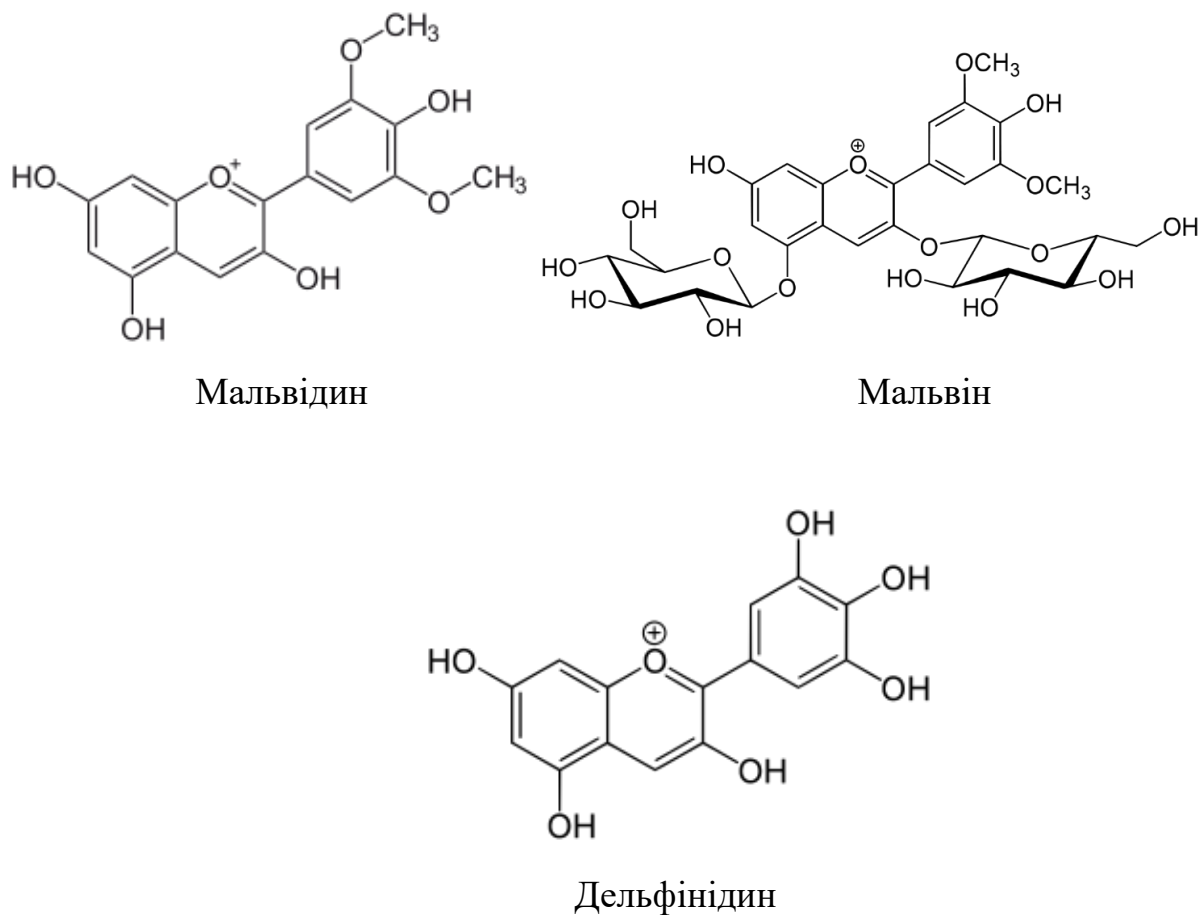


Рисунок 1.4 – Флавоноїди мальви лісової

Слизи мальви лісової містять трегалозу, галактозу, сахарозу, глюкозу, фруктозу, манозу, рамнозу, рафінозу, фукозу та ксилозу [23]. Слизи досліджуваної рослини володіють антимікробною дією.

Ліпіди виявлено у стеблах, незрілих плодах, квітках та листках. У листках їх кількість – 0,47 %. З них ідентифіковано α -ліноленова, лінолева, гептадеканова, пальмітоолеїнова, пентадеканова, олеїнова та пальмітинова кислота. Тому наявність незамінних жирних кислот, таких як омега-3 та омега-6 *M. sylvestris* відіграє ключову роль, як поживна їжа. Споживання омега-3 жирних кислот можуть запобігти багатьом захворюванням, наприклад коронарним захворювання артерій, діабету та раку [14, 28].

Мальва лісова містить аскорбінову кислоту (вітамін С) і токоферол (вітамін Е). Вітамін Е вважається чудовим засобом профілактики раку в організмі людини. Також насіння містить від 10% до 18% жирної олії.

Калачик лікарські використовували як лікувальну рослину в Стародавній Греції й Римі, а в середньовіччі її вирощували в монастирських садах. Листям, корінням та насінням рослини лікували рани, кашель з кров'ю та широко використовували зовні. За даними доказової медицини, препарати мальви лісової проявляють відхаркувальну дію, розріджують слиз, скорочують гладку мускулатуру бронхів та сприяють виділенні мокротиння. Також мальва лісова впливає на гладку мускулатуру кишечника, усього травного тракту та сечовивідних шляхів, маючи пом'якшувальну та протизапальну дію. Відвар використовують як м'який заспокійливий засіб при захворюваннях гортані, трахеї, легенів, шлунково-кишкового тракту, при бронхіті та ларингіті. Крім того, відвар кореня і надземної частини застосовується при захворюваннях серця. Відвар, мазь із мальви лісової застосовують для лікування опіків та шкірних захворювань. Також зовнішньо застосовують при кон'юнктивіті, паротиті та гнійних ранах. Деякі автори відзначають слабку естрогенну дію калачиків лісових [14, 16, 34]. Чай використовують для лікування ниркових захворювань.

Мальва лісова, як лікарська рослина застосовується у різних країнах світу. Так, у Еквадорі та Перу настоянка з калачиків лісових застосовується при ураженнях печінки, лікують лихоманку, бронхіт, сухий кашель. В Пакистані використовують пасту з рослини для лікування зубного болю та укусів від скорпіонів. В Колумбії настоєм з мальви лікують набряки, абсцеси. Корінь та траву використовують для полегшення застуди, кашлю, катару верхніх дихальних шляхів, а також при діареї. Слиз, що міститься у всіх частинах цієї рослини, діє як стимулятор слизової оболонки кишечника. Відвар рослини використовують як легкий проносний засіб для лікування запору у маленьких дітей. Мальви листя є важливим інгредієнтом для трав'яних пирогів (пхалі) на Кавказі [18, 27, 30, 31].

Дослідження показали, що більшість вуглеводів у рослинних матеріалах отриманих із полісахаридів мальви лісової, демонструють невідомий механізм антиоксидантної активності. У дослідах на тваринах ці полісахариди, особливо пектини, виявляють антиоксидантні та протидіабетичні властивості і навіть регулюють рівень інсуліну в крові [39, 40].

1.3 Аналіз препаратів фармацевтичного ринку України на основі мальви лісової

На фармацевтичному ринку України наявна незначна кількість препаратів у складі яких є сировина мальви лісової. А саме: гербіон сироп подорожника (KRKA d.d.), сироп подорожника (ТОВ «Тернофарм»).

Таблиця 1.1 – Препарати на основі трави мальви лісової, наявні на ринку фармацевтичному України

Препарат	Показання	Виробник
 <p>Гербіон сироп подорожника</p> <p><i>Листя подорожника ланцетоподібного та квітки мальви звичайної</i></p>	<p>Сухий кашель при інфекційно-запальних захворюваннях верхніх відділів дихальних шляхів</p>	<p>KRKA d.d.</p>
 <p>Сироп подорожника</p> <p><i>Екстракт листя подорожника ланцетовидного екстракт мальви квіток</i></p>	<p>Нав'язливий непродуктивний кашель різної етіології, у тому числі при інфекційних захворюваннях органів дихання у дорослих і дітей, кашель, спричинений тютюновим димом та іншими подразниками.</p>	<p>ТОВ «Тернофарм».</p>

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом для досліджень було обрано мальви лісової траву (*Malva sylvestris* L.), яку заготовляли на околицях м. Тернопіль у період бутонізації квітів 2022 року (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Мальви лісової трава

2.1 Визначення кількісного вмісту суми полісахаридів

Для проведення якісних реакцій на полісахариди готували водні витяжки з досліджуваної сировини мальви лісової. Поява плаваючих пластинчастих згустків, що при відстоюванні випадали в осад, при приливанні до витяжки 95 % етанолу, свідчила про наявність у досліджуваній сировині полісахаридів. Кількісне визначення вмісту полісахаридів проводили гравіметричним методом [12].

Визначення кількісного вмісту полісахаридів трави мальви лісової проводили гравіметричним методом. Близько 5 г (точна наважка) здрібненої на порошок сировини (1000) поміщають у колбу зі шліфом місткістю 250 мл, додають 75 мл води Р кип'яють зі зворотним холодильником протягом 30 хв, охолоджують, центрифугують зі швидкістю 5000 об/хв протягом 10 хв і декантують у мірну колбу місткістю 250 мл крізь 5 шарів марлі, попередньо змоченої водою Р. Екстрагування продовжують 3 порціями, по 50 мл кожна, води Р, потім 25 мл води Р, кожний раз проводячи кип'ятіння зі зворотним холодильником протягом 30 хв. Кожний витяг охолоджують, центрифугують зі швидкістю 5000 об/хв протягом 10 хв і декантують у ту саму мірну колбу. Фільтр промивають 10 мл 96 % спирту Р і доводять об'єм розчину водою Р до позначки. 25 мл одержаного розчину поміщають у центрифужну пробірку, додають 50 мл 96 % спирту Р, перемішують, нагрівають на водяній бані при температурі 30 °С протягом 5 хв, витримують протягом 1 год і центрифугують зі швидкістю 5000 об/хв протягом 30 хв. Надосадову рідину фільтрують під вакуумом за залишкового тиску від 13 кПа до 16 кПа крізь скляний фільтр ПОР16, попередньо висушений при температурі від 100 °С до 105 °С до постійної маси. Осад кількісно переносять на фільтр за допомогою 15 мл суміші вода Р-96 % етанол Р (1:2) і послідовно промивають 10 мл 96 % етанолу Р, 15 мл ацетону Р, 15 мл етилацетату Р. Фільтр із осадом сушать на повітрі, потім висушують до постійної маси при температурі від 100 °С до 105 °С. Вміст полісахаридів у перерахунку на суху сировину, у відсотках, обчислюють за формулою 2.1:

$$(m_2 - m_1) : m_n, \quad (2.1)$$

де: m_n – маса наважки випробовуваної сировини, г,

m_1 – маса фільтра, г,

m_2 – маса фільтра із залишком, г,

W – втрата в масі при висушуванні, %.

Регламентация перерахунку на суху сировину.

Визначення моносахаридів у траві мальви лісової методом ГХ/МС

Метод заснований на екстракції вільних моносахаридів та повному кислотному гідролізі сировини для визначення загального моносахаридного складу та отриманні ацетатів їх альдонітрильних похідних з подальшим аналізом методом газорідинної хромато-мас-спектрометрії.

Пробопідготовка та аналіз рослинної сировини на вільні моносахариди. Сировину мальви лісової перетирали до порошкоподібного стану в скляній ступці. Наважку препарату поміщали в віалу, додавали 10 мл розчину 80 % етанолу. Екстракцію вільних моносахаридів проводили на ультразвуковій бані при 80 °С впродовж 4 год. Відбирали екстракт, упарювали досуха та ресуспендували додаванням водного розчину внутрішнього стандарту із розрахунку 150 мкг на пробу.

Загальний моносахаридний склад. До наважки препарату додавали 2 мл 2М трифтороцтової кислоти. Гідроліз проводили при 100 °С, впродовж 6 годин. Відбирали 2 мл гідролізату упарювали та промивали водою до видалення трифтороцтової кислоти. Ресуспендували додаванням водного розчину внутрішнього стандарту із розрахунку 250 мкг на пробу.

Для отримання альдонітрильних похідних моносахаридів екстракт/гідролізат, упарювали досуха на роторному випаровувачі та додавали 0,3 мл дериватизуючого реактиву (32мг/мл гідроксиламіну хлориду в суміші піридин/метанол (4:1 v/v)). Розчинений екстракт мальви лісової витримували впродовж 25 хв. при 75 С. Ацетилювання альдонітрильних похідних моносахаридів проводили впродовж 15 хв при 75 °С. До реакційної суміші додавали 1 мл дихлоретану, надлишок дериватизаційних реагентів видаляли подвійною екстракцією 1N розчином хлоридної кислоти та води. Дихлоретановий шар висушували досуха та розчиняли в 300 мкл суміші гептан/етилацетат (1:1 v/v).

Ідентифікацію моносахаридів досліджуваної суміші проводили шляхом порівняння часів утримування стандартних моносахаридів та з використання бібліотеки мас-спектрів NIST 02. Кількісний аналіз проводили шляхом додавання розчину внутрішнього стандарту в досліджувані проби. В якості внутрішнього стандарту використовували розчин сорбітолу.

Маса моносахариду на 1 г сировини в мг розраховували за формулою 2.2:

$$X = \frac{S_x \times C_{\text{ано}} \times V_{\text{діс}} \times 1000}{S_{\text{ано}} \times m \times V_{\text{екстр}}}, \quad (2.2)$$

де: S_x – площа піку моносахариду

$C_{\text{ано}}$ – концентрація внутрішнього стандарту

V – об'єм розчинника для екстракції/гідролізу проби

$S_{\text{ано}}$ – площа піку внутрішнього стандарту

m – наважка препарату

$V_{\text{екстр}}$ – об'єм екстракту для аналізу

2.2 Визначення органічних кислот

Органічні кислоти виявляли у водних витяжках трави мальви лісової [12].

Методом ТШХ у системі розчинників: 95 % етанол Р-хлороформ-концентрований розчин амоніаку-вода очищена Р (70:40:20:2) на хроматографічних пластинках марки “*Sorbfil*” (*Sorbfil plates 10x15*, Росія) виявляли у досліджуваній сировині якісний склад органічних кислот. Використовували стандартні зразки шавлевої, молочної, бурштинової, лимонної, ацетатної, винної, яблучної, саліцилової, бензойної кислот. Після хроматографування хроматограми добре висушували, обробляли 0,1 % розчином 2,6-дихлорфеноліндофенолу у 95 % етанолі Р і нагрівали у

сушильній шафі. Спостерігаючи появу плям рожевого кольору на блакитному тлі.

Вміст суми вільних органічних кислот визначали у перерахунку на яблучну кислоту й абсолютно суху сировину, у відсотках (X) та обчислювали за формулою 2.3:

$$X = \frac{V \times 0,0067 \times 250 \times 100 \times 100}{m \times 10 \times (100 - W)}, \quad (2.3)$$

де V – об'єм 0,1 М розчину натрію гідроксиду, витраченого на титрування, мл;

0,0067 – кількість яблучної кислоти, що відповідає 1 мл 0,1 М розчину натрію гідроксиду, г;

m – маса наважки випробовуваної сировини,

W – втрата в масі при висушуванні сировини, % [62, 211, 236].

2.3 Визначення якісного складу та кількісного вмісту флавоноїдів

Для якісного виявлення флавоноїдів у траві мальви лісової готували етанольно-водні витяжки. Як зразок для порівняння використовували 0,1 % етанольний розчин рутину.

Для ідентифікації флавоноїдів застосовували загальновідомі якісні реакції:

- ціанідинава проба (реакція з кислотою хлоридною концентрованою та металічним магнієм): спостерігали появу рожевого забарвлення;

- із 10 % розчином лугу спостерігали появу жовтого забарвлення;

- із 10 % розчином ферум (III) хлоридом спостерігали зелене забарвлення;

- із 5 % спиртовим розчином алюмінію (III) хлориду спостерігали жовто-зелене забарвлення [12, 13, 25, 26].

Для кількісного визначення суми флавоноїдів використовували спектрофотометричний метод: 1 г подрібненої сировини (точна наважка), просіяної крізь сито з діаметром 2 мм, поміщали у колбу зі шліфом місткістю 150 мл, заливали 30 мл 70 % етанолом, колбу зважували. Колбу із зворотним холодильником нагрівали на водяній бані протягом двох годин, періодично струшували для змивання часток сировини зі стінок. Після охолодження до кімнатної температури колбу зважували, при необхідності додавали 70 % етанол до первинної маси. Витяжку фільтрували через фільтр у колбу місткістю 100 мл, відділяли перші 20 мл витяжки.

1 мл витяжки досліджуваного об'єкту вміщували у мірну колбу місткістю 25 мл, добавляли 1 мл 2 % розчину алюмінію хлориду в 95 % етанолі, об'єм розчину доводили 95 % етанолом до мітки і перемішували (випробуваний розчин). Через 40 хв вимірювали оптичну густину розчину на спектрофотометрі Lambda 25 UV при довжині хвилі 415 нм. Як розчин порівняння використовували розчин, який містив 1 мл витягу, 2 краплі розведеної ацетатної кислоти і доведений 95 % етанолом до мітки в мірній колбі місткістю 25 мл. Паралельно в цих умовах вимірювали оптичну густину розчину стандартного зразку рутину, приготовленого аналогічно досліджуваному розчину [9].

ВЕРХ визначення компонентного складу індивідуальних сполук флавоноїдів

Наважка сировини кожної проби 0,3 г (точна наважка), екстрагувалася в 10 мл 80 % розчину етанолу на ультразвуковій бані при 80 °С впродовж 5 год в скляних герметичних віалах із тефлоновою кришкою. Отриманий екстракт центрифугували при 3000 об/хв та фільтрували крізь одноразові мембранні фільтри з порами 0,22 мкм.

Рідинну хроматографію проведено на рідинному хроматографі Agilent Technologies 1200. В якості рухомої фази використовували ацетонітрил (А) та 0,1 % розчин мурашиної кислоти в воді (В). Елюювання проводили в

градієнтному режимі: 0 хв – А (5 %) : В (95 %); 20 хв – А (30 %) : В (70 %); 30 хв – А (60 %) : В (40 %); 50 хв – А (100 %) : В (0 %); 60 хв – А (100 %) : В (0 %). Розділення проводили на хроматографічній колонці Zorbax SB-C18 (3,5 мкм, 150 x 4,6 мм) (Agilent Technologies, USA), швидкість потоку через колонку 0,25 мл/хв., температура термостату 30 °С, об'єм інжекції 4 мкл. Детекцію проводили з використанням діодно-матричного детектора з реєстрацією сигналу при 280 та 365 нм та фіксацією спектрів поглинання в діапазоні 210-700 нм.

Ідентифікацію та кількісний аналіз проводили з використанням стандартних розчинів флавоноїдів (рутину, кверцетин-3-*b*-глікозиду, нарингіну, неогесперидину, кверцетину, нарингеніну, кемпферолу, лютеоліну, апігеніну, кемпферол-3-*b*-глікозиду, фісетину, сілібеніну, байкалеїну, рамнетину, кастицину). Калібрування проводили методом зовнішніх стандартів [35].

Кількість флавоноїдів (X) (мкг/г) визначали за формулою 2.4:

$$X = c \cdot V / m \quad (2.4),$$

де: *c* – концентрація сполуки, визначена хроматографічно, мкг/мл;

V – об'єм екстракту, мл;

m – маса сировини з якої проводили екстракцію, г.

2.4 Визначення якісного складу та кількісного вмісту гідроксикоричних кислот

Кількісне визначення суми кислот гідроксикоричних у траві мальви лісової ґрунтується на спектофотометричному методі [5, 6].

2,0 г (точна наважка) подрібненої сировини поміщали у колбу місткістю 200 мл і заливали 70 мл 20 % етанолу. Колбу приєднували до зворотного холодильника і нагрівали на водяному нагрівнику протягом 15 хв. Екстракцію

проводили тричі. Екстракт охолоджували і фільтрували через паперовий фільтр використовуючи лійку Бюхнера. Витяг кількісно переносили у мірну колбу місткістю 250 мл і доводили об'єм розчину 20 % етанолом до мітки (розчин А). У мірну колбу місткістю 50 мл вносили 1 мл розчину А і доводили до мітки 20 % етанолом. Оптичну густину розчину вимірювали на спектрофотометрі LabAnalyt SP-V1000 при довжині хвилі 327 нм у кюветі з товщиною шару 10 мм. Для порівняння використовували 20 % етанол.

Вміст гідроксикоричних кислот у перерахунку на хлорогенову кислоту та на абсолютно суху сировину у відсотках (X) обчислювали за формулою 2.5:

$$X = \frac{A \times 250 \times 50 \times 100}{E_{1cm}^{1\%} \times m \times 1 \times (100 - W)}, \quad (2.5)$$

де: А – оптична густина досліджуваного розчину;

250 – об'єм розчину, мл;

m – маса сировини, г;

E 1%1cm – питомий показник поглинання хлорогенової кислоти (531);

W – втрата в масі при висушуванні, %.

ВЕРХ визначення компонентного складу індивідуальних сполук гідроксикоричних кислот

Наважка сировини кожної проби 0,3 г (точна наважка), екстрагувалася в 5-10 мл 60 % розчину метанолу на ультразвуковій бані при 80 °С впродовж 4 год в скляних герметичних віалах із тефлоновою кришкою. Отриманий екстракт центрифугували при 3 тис об/хв та фільтрували крізь одноразові мембранні фільтри з порами 0,22 мкм.

Рідинну хроматографію проведено на рідинному хроматографі Agilent Technologies 1200. В якості рухомої фази використовували метанол (А) та 0,1 % розчин мурашиної кислоти в воді (В). Елюювання проводили в градієнтному режимі: 0 хв – А (25 %) : В (75 %); 25 хв – А (75 %) : В (25 %); 27

хв – А (100 %) : В (0 %); 35 хв – А (100 %) : В (0 %). Розділення проводили на хроматографічній колонці Zorbax SB-Aq (4,6 мм±150 мм, 3,5 мкм) (Agilent Technologies, USA), швидкість потоку через колонку 0,5 мл/хв., температура термостату 30 °С, об'єм інжекції 4 мкл. Детекцію проводили з використанням діодно-матричного детектора з реєстрацією сигналу при 250 та 275 нм та фіксацією спектрів поглинання в діапазоні 210-700 нм [19].

Ідентифікацію та кількісний аналіз проводили з використанням стандартних розчинів фенольних сполук (гідроксифенілоцтової кислоти, хлорогенової кислоти, кофейної кислоти, сирінгової кислоти, *p*-кумарової кислоти, *транс*-ферулової кислоти, синапової кислоти, *транс*-цинамової кислоти, хінної кислоти).

Вміст сполук (X) (мкг/г) визначали за формулою 2.6:

$$X = c \cdot V / m, \quad (2.6)$$

Де: *c* – концентрація сполуки, визначена хроматографічно, мкг/мл;

V – об'єм екстракту, мл;

m – маса сировини з якої проводили екстракцію, г.

2.5 Визначення втрати в масі при висушуванні мальви лісової трави

Аналітичну пробу сировини подрібнювали до розміру частинок близько 1 мм, перемішували, відбирали три наважки масою 3,0 г, зважували з похибкою ±0,01г. Кожну наважку поміщали в попередньо висушений і зважений з кришкою та без кришки бюкс і ставили у нагріту до 100-105°C сушильну шафу. Перше зважування проводили через 2 год. Висушування проводили до досягнення постійної маси. Постійна маса вважалася досягнутою, коли різниця між двома зважуваннями після 30 хв висушування і 30 хв охолодження в ексікаторі не перевищували 0,01 г. Втрату в масі при висушуванні (X) у відсотках розраховували за формулою 2.7:

$$X = (m - m_1) * 100 / m \quad (2.7)$$

де: m - маса сировини до висушування, г;

m_1 – маса сировини після висушування, г.

Втрата в масі при висушуванні трави мальви лісової становила $(12,82 \pm 0,12) \%$.

2.6 Визначення загальної золи у траві мальви лісової

Близько 5,0 г (точна наважка) подрібненої трави мальви лісової поміщали в попередньо прожарений і точно зважений фарфоровий тигель, рівномірно розподіляючи сировину по дну тигля. Потім тиглі обережно нагрівали на електричній плитці, даючи сировині згоріти при як можливо більш низькій температурі. Спалювання частинок вугілля, що залишилися, проводили в муфельній печі при температурі 400 °С. Залишок охолоджували, змочували водою, випарювали на водяній бані та прожарювали. Прожарювання вели при слабкому червоному прокалюванні (при температурі близько 500 °С) до постійної маси, уникаючи сплавлення золи та спікання її зі стінками тиглю. Після закінчення прожарювання тигель охолоджували в ексикаторі та зважували.

Вміст загальної золи у траві мальви лісової (X , %) розраховували за формулою 2.8:

$$X = (m_2 - m_1) * 100 * 100 / m * (100 - W) \quad (2.8)$$

Де: m_2 – маса тигля з сировиною, г;

m_1 – маса тигля з золою, г;

m – маса сировини, г;

W – втрата в масі при висушуванні, %.

Вміст загальної золи у траві мальви лісової склав $(13,127 \pm 0,15)$ %.

2.7 Визначення вмісту золи, нерозчинної в кислоті хлоридній у траві мальви лісової

До залишку в тиглі, отриманого після визначення загальної золи, додавали 15 мл 10 % розчину кислоти хлоридної, тигель закривали годинниковим склом і нагрівали 10 хв на киплячій водяній бані. До вмісту тигля додавали 5 мл гарячої води, обмиваючи нею годинникове скло. Отриману рідину фільтрували через беззольний фільтр, переносячи на нього залишок з допомогою гарячої води. Фільтр із залишком промивали гарячою водою до негативної реакції на хлориди в промивних водах, переносили в той же тигель, висушували, спалювали, прокалювали до постійної маси.

Вміст золи, нерозчинної в кислоті хлоридній (X, %), розраховували за формулою 2.9:

$$X = (m_2 - m_1) * 100 * 100 / m * (100 - W) \quad (2.9)$$

Де: m_2 - маса тигля з сировиною, г;

m_1 – маса тигля з золою, г;

m – маса сировини, г;

W – втрата в масі при висушуванні, %.

Вміст золи, нерозчинної в кислоті хлористоводневій, у траві мальви лісової склав $(4,18 \pm 0,02)$ %.

РОЗДІЛ 3

ВИВЧЕННЯ ЯКІСНОГО СКЛАДУ ТА КІЛЬКІСНОГО ВМІСТУ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН У ТРАВІ МАЛЬВИ ЛІСОВОЇ

Вивчення якісного складу та кількісного вмісту БАР у траві мальви лісової (*Malva sylvestris* L.) проводили за методиками, які наведено в розділі 2.

3.1 Визначення полісахаридів

Полісахариди – це складні хімічні сполуки та високомолекулярні вуглеводи, які під впливом кислот чи ферментів піддаються гідролізу з утворенням простіших полісахаридів, потім дисахаридів і багатьох молекул моносахаридів.

Полісахариди проявляють широкий спектр біологічної дії: проявляють обволікаючу, відхаркувальну, пом'якшувальну, протизапальну, противиразкову, гепатопротекторну, ранозагоювальну дію. У фармацевтичній промисловості полісахариди використовують як плівкоутворюючі, стабілізатори та допоміжні речовини для виготовленні таблеток [1, 2].

У таблиці 3.1 представлено результати визначення кількісного вмісту ВРПС і ПР гравіметричним методом у траві мальви лісової.

Таблиця 3.1 - Кількісний вміст полісахаридів у траві мальви лісової

Назва сировини	Полісахариди	Вміст полісахаридів, %, n=5
квітки мальви лісової	ВРПС	6,05 ± 0,20
	ПР	3,56 ± 0,25
Примітка. Вірогідність похибки P < 0,05.		

Водорозчинних полісахаридів вміст у траві мальви лісової у перерахунку на суху речовину становив $6,05 \pm 0,20$ % та пектинових речовин – $3,56 \pm 0,25$ відповідно.

У траві мальви лісової методом ГХ/МС проведено визначення моноцукрового складу та сахарози. Результати представлено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Якісний склад та кількісний вміст моноцукрів у траві мальви лісової

Цукри	Час утримування, хв	Вміст у рослинній сировині, мг/г	
		цукри після гідролізу	вільні цукри
Арабіноза	7,92	14,10	-
Фукоза	8,47	22,26	0,14
Ксилоза	9,0	50,17	-
Маноза	14,68	6,64	0,19
Глюкоза	15,04	42,95	3,02
Галактоза	15,55	-	0,10
Інозитол	17,88	3,06	0,27
Сорбітол	18,35	внутрішній стандарт	
Фруктоза	23,22	2,60	0,37
Сахароза	33,87	-	4,38

Серед моноцукрів після кислотного гідролізу полісахаридів у траві мальви лісової виявлено: арабінозу, фукозу, ксилозу, манозу, глюкозу, інозитол та фруктозу. У найбільшій кількості наявні: ксилоза – 50, 17 мг/г, глюкозу - 42,95 мг/г та фукоза – 22,26 мг/г (рис. 3.2).

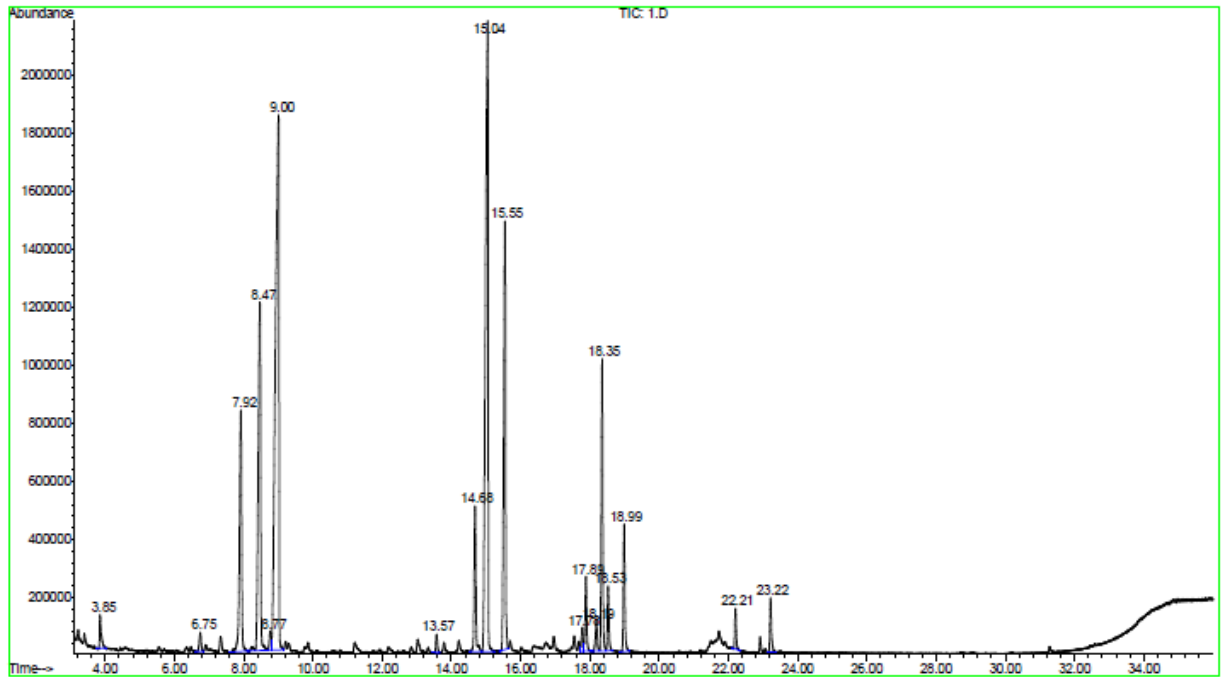


Рисунок 3.2 - Хроматограма моноцукрів після кислотного гідролізу полісахаридів мальви лісової трави

Загальний склад моноцукрів трави мальви лісової представлений: фукозою, манозою, глюкозою, галактозою, інозитолом, фруктозою та сахарозою. Найважливіша кількість: сахарози – 4,38 мг/г та глюкози - 3,02 мг/г (рис. 3.3)

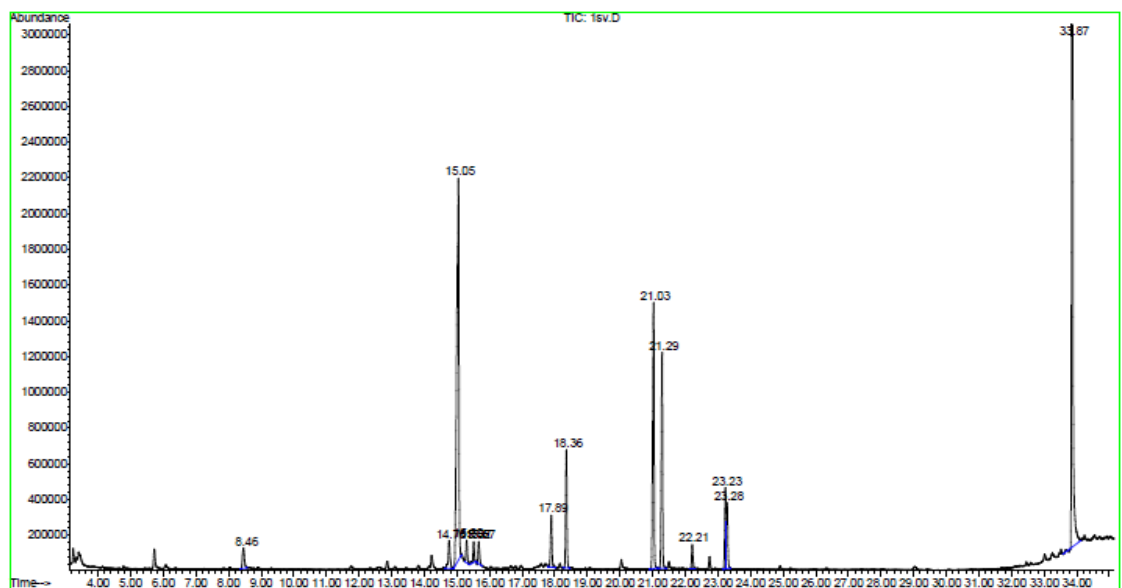


Рисунок 3.3 - Хроматограма вільних моноцукрів та сахарози мальви лісової трави

3.2 Визначення органічних кислот

В організмі рослин органічні кислоти беруть участь у метаболізмі нітрогену, засвоєнні фосфору та феруму, підвищують резистентність рослинного організму до впливу алюмінію, утворюють комплекси з важкими металами, що призводить до зменшення їх токсичності або взагалі детоксикації. В організмі людини органічні кислоти відіграють важливу роль, оскільки стимулюють роботу слинних залоз, проявляють протизапальну, противиразкову, жовчогінну, антимікробну й антиоксидантну активність. Ця група біологічно активних речовин секретолітично впливає на роботу шлунково-кишкового тракту, стимулює перистальтику кишечника та створює сприятливі умови для нормалізації його мікрофлори, тому їх рекомендують як складову здорового харчування [10].

Таблиця 3.3 – Кількісний вміст суми флавоноїдів

Група БАР	Кількісний вміст, % в перерахунку на яблучну кислоту у траві мальви лісової
Сума органічних кислот	2,9±02%
Примітка. Вірогідність похибки P <0,05.	

У результаті проведених досліджень встановили, що у траві мальви лісової вміст органічних кислот – 2,9±02% (табл. 3.3).

3.3 Визначення флавоноїдів

Флавоноїди, група природних речовин, вторинних метаболітів із змінною фенольною структурою, містяться у фруктах, овочах, зернових. Зараз флавоноїди вважаються незамінним компонентом у різноманітних нутрицевтичних, фармацевтичних, медичних і косметичних засобах. Це пояснюється їхніми антиоксидантними, протизапальними, антимуtagenними та антиканцерогенними властивостями в поєднанні з їхньою здатністю модулювати ключову функцію клітинного ферменту.

У траві мальви лісової методом рідинної хроматографії ідентифіковано та кількісно виявлено такі флавоноїди: рутин, кверцетин-3-*b*-глюкозид, кемпферол-3-*b*-глюкозид, нарингін, неогесперидин, кверцетин та кастицин. Методом зовнішніх стандартів проводили калібрування проводили.

Результати визначення індивідуальних флавоноїдів у траві мальви лісової методом ВЕРХ наведено на рис. 3.4 і в табл. 3.4 [6, 9, 25, 26, 29, 36, 41].

Таблиця 3.4 - Кількісний вміст у траві мальви лісової індивідуальних флавоноїдів

Назва речовини	Час утримування, хв	Кількісний вміст, мкг/г
Рутин	22,82	503,17
Кверцетин-3- <i>b</i> -глюкозид	24,03	164,49
Кемпферол-3- <i>b</i> -глюкозид	25,69	14,75
Нарингін	26,58	1650,75
Неогесперидин	28,14	235,97

Продовження таблиці 3.4

1	2	3
Кверцетин	32,91	157,93
Кастичин	47,04	441,21

ВЕРХ аналіз результатів свідчить про те, що серед сполук флавоноїдної природи переважає нарингін – 1650,42 мкг/г, рутин – 503,17 мкг/г, а також – кастичин – 441,21 мкг/г.

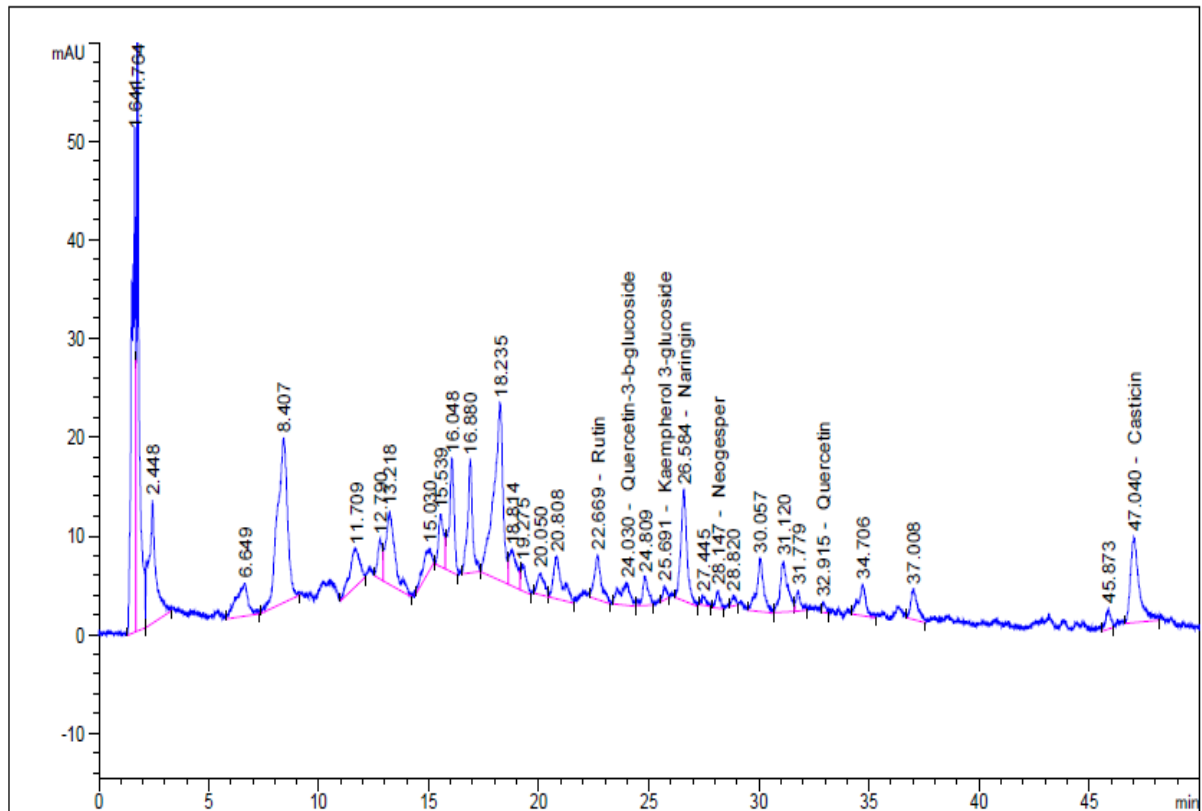


Рисунок 3.4 - ВЕРХ хроматограма визначення флавоноїдів у траві мальви лісової

Флавоноїд нарингін (рис. 3.5) є флавоноїдним глікозидом, який міститься у всіх видах цитрусових. Дана сполука виявляє сильну

протизапальну та антиоксидантну дію, а біологічно активні добавки у складі яких є нарингін корисні для лікування ожиріння, діабету, гіпертонії та метаболічного синдрому.

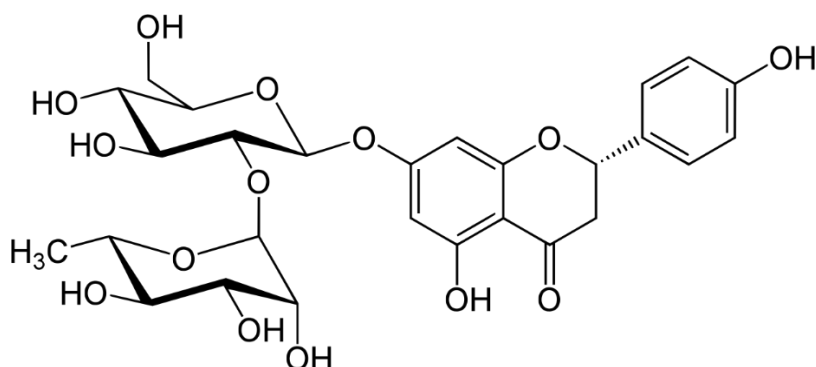


Рисунок 3.5 – Нарингін

Кількісний вміст суми флавоноїдів у траві мальви лісової визначали спектрофотометричним у перерахунку на рутин, тому що попередні дослідження показали наявність у сировині сполук флавоноїдної природи, переважно похідних кверцетину. У траві мальви лісової вміст становив $1,89 \pm 0,02$ %.

3.4 Визначення гідроксикоричних кислот

Гідроксикоричні кислоти, походять від загального попередника коричної кислоти, є гідрокси- та метоксипохідними даної кислоти. У світі рослин, вони займають значне місце серед відомих рослинних фенілпропаноїдів, бо є присутніми майже у всіх рослинах. Гідроксикоричні кислоти проявляють такі фармакологічні властивості: протимікробну, протизапальну, антиоксидантну, протиалергійну та протипухлинну дія [3, 4, 20, 21, 24, 38].

У траві мальви лісової вміст суми гідроксикоричних кислот у перерахунку на хлорогенову кислоту становив $1,05 \pm 0,03$ % (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Кількісний вміст суми гідроксикоричних кислот

Група БАР	Кількісний вміст, % в перерахунку на хлорогенову кислоту у траві мальви лісової
Сума гідроксикоричних кислот	1,05±0,03 %
Примітка. Вірогідність похибки $P < 0,05$.	

3.5. Визначення якісного складу та кількісного вмісту макро- і мікроелементів у траві мальви лісової

Макро- та мікроелементи належать до речовин, які абсолютно необхідні для нормального функціонування організму людини. Вони беруть активну участь у складних біохімічних та фізіологічних процесах, що забезпечують підтримання гомеостазу організму. Багато мікроелементів виконують певну функцію в організмі та є необхідними для деяких чітко визначених процесів. Дефіцит чи надлишок хімічних елементів впливає на всі ланки харчових ланцюгів, призводить до нестачі або надлишку їх в організмі, зміни характеру декодування, послаблення чи посилення синтезу біологічно активних речовин, що містять мікроелементи, перебудови процесів проміжного обміну речовин, нової адаптивної злагоженості або дисфункцій, що викликають захворювання людини. Особливо велике значення для організму мають мікроелементи купрум (Cu), цинк (Zn), ферум (Fe), кадмій (Cd), магній (Mg). Їх роль в обміні речовин організму людини дуже важлива. Макро- та мікроелементи відіграють важливу роль у підтримці організму людини, зумовлюють вплив на процеси кровотворення, тканинного дихання, імунні реакції, поділ клітин, ріст, розмноження, функцію залоз внутрішньої секреції.

Особливу увагу приділяють мінеральним сполукам, що є в лікарській рослинній сировині, в яких макро- і мікроелементи нагромаджуються у вигляді комплексів у найсприятливішому співвідношенні основних компонентів, у найбільш засвоюваній та доступній для організму людини формі [5, 7, 8].

Методом атомно-абсорбційної спектроскопії встановлено якісний склад та визначено кількісний вміст макро- і мікроелементів у траві мальви лісової (табл. 3.6).

Таблиця 3.5 - Елементний склад мальви лісової трави

Елементи	Вміст елементів, мг/100г
1	2
Fe	20,0
Si	290
P	400
Al	25,7
Mn	3,5
Mg	350
Pb	<0,03
Ni	0,082
Mo	0,23
Ca	935
Zn	1,2
Na	410

Продовження табл. 3.5	
1	2
K	3500
Sr	5,8
Cu	1,3

У мальви лісової траві визначено кількісний вміст 15 макро- та мікроелементів. З макроелементів у мальви лісової траві ідентифіковано K, Ca, Mg, Na, P, Si, з мікроелементів – Fe, Al, Mn, Pb, Ni, Mo, Cu, Zn, Sr. Проаналізувавши отримані результати, слід відмітити високий вміст макроелементів у траві мальви лісової, а саме: калію, кальцію. Вміст калію у мальви лісової траві становить 3500 мг/100г, кальцію – 935 мг/100г.

З мікроелементів найбільше було виявлено алюмінію та феруму, вміст яких становить 25,7 мг/100 г та 20,0 мг/100 г відповідно.

ВИСНОВКИ

1. Вперше проведено фітохімічне вивчення мальви лісової трави. Встановлено наявність ряду груп фенольних сполук (гідроксикоричних, флавоноїдів), визначено вміст полісахаридів та органічних кислот.
2. Гравіметричним методом у траві мальви лісової визначено кількісний вміст ВРПС і ПР. Водорозчинних полісахаридів вміст у траві мальви лісової становив $6,05 \pm 0,20$ % та пектинових речовин – $3,56 \pm 0,25$ %.
3. Спектрофотометричним методом аналізу встановлено кількісний вміст сполук фенольної природи у мальви лісової трави: суми флавоноїдів – $1,89 \pm 0,02$ %, суми гідроксикоричних кислот — $1,05 \pm 0,03$ %; титриметричним методом – органічних кислот ($2,9 \pm 0,2$ %).
4. Методом ВЕРХ у траві мальви лісової було виявлено, ідентифіковано та встановлено наявність таких флавоноїдів: рутину, кверцетин-3-*b*-глюкозиду, кемпферол-3-*b*-глюкозиду, нарингіну, неогесперидину, кверцетину, кастицину.
5. Досліджено якісний склад і кількісний вміст макро- і мікроелементів трави мальви лісової. Виявлено 15 елементів: 6 макро- (К, Са, Na, Mg, P), 9 мікроелементів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державна Фармакопея України : в 3 т. Державне підприємство “Український науковий фармако-пейний центр якості лікарських засобів”. Х.: Держ. п-во “Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів”, 2014. Т.3. 732 с.
2. Державна Фармакопея України. ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2-е вид., доп. 1. Х.: Держ. п-во «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2016. 360 с.
3. Дослідження вмісту гідроксикоричних кислот у дягелі лікарському та айстрі новобельгійській / Л. В. Слободянюк, І. С. Гуменюк, В. П. Сагадюк, Д. В. Демидяк. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Запорізький фармацевтичний форум - 2023» 23-24 листопада 2023 р. Запоріжжя, 2023. С. 127.
4. Дослідження гідроксикоричних кислот підземних органів катрану серцелистого та катрану коктебельського / О. Я. Скринчук, С. М. Марчишин, Л. В. Слободянюк, М. М. Когут. *Медицина та клінічна хімія*. 2020. Т. 22. № 4. С. 91-95.
5. Карпюк У. В., Кисличенко В. С. Аналіз елементного складу вегетативних та генеративних органів кукурудзи звичайної. *Фітотерапія. Часопис*. 2014. № 3. С. 52-58.
6. Лікарські рослини і лікарська рослинна сировина, які містять фенольні сполуки, алкалоїди і різні групи БАР. Товарознавчий аналіз. Модуль 2 : навчально-методичний посібник з фармакогнозії з основами фітокосметики для студентів 3 курсу фармацевтичного факультету (спеціальність «Технології парфумерно-косметичних засобів») / уклад. С. Д. Тржецинський, В. С. Доля, О. М. Денисенко [та ін.]. Запоріжжя: ЗДМУ, 2014. 136 с.

7. Макро- та мікроелементи (обмін, патологія та методи визначення): монографія. М.В. Погорелов, В.І. Бумейстер, Г.Ф. Ткач, С.Д. Бончев, В.З. Сікора, Л.Ф. Суходуб, С.М. Данильченко, Суми: Вид-во СумДУ, 2010. 147 с.
8. Мандзій Т. П. Дослідження макро- та мікроелементного складу листків *Pinus sylvestris* L. ТА *Pinus mugo turra* / Медична та клінічна хімія. 2020. Т. 22. № 1. С. 112-117.
9. Марчишин С. М., Гусак Л. В., Бердей Т. С.. Дослідження флавоноїдів у траві та кореневих бульбах чистецю Зібольда (*Stachys sieboldii* MIQ.). *Фітотерапія. Часопис*. 2017. № 1. С. 27-30.
10. Опрошанська Т. В., Хворост О. П. Визначення кількісного вмісту суми органічних кислот у настойках із сировини рослин родин *Polygonaceae*, *Rosaceae*, *Asteraceae* / *Медична та клінічна хімія*. 2021. Т. 23. № 4. С. 89-94.
11. Повний атлас лікарських рослин. Укладач І.С. Алексєєв. Донецьк. Тов Глорія Трейд, 2013. 400 с.
12. Солодовниченко Н. М. Лікарська рослинна сировина та фітопрепарати : посіб. з фармакогнозії з основами біохімії лікарських рослин. Вид-во НФаУ : Золоті сторінки, 2001. 408 с.
13. Спектрофотометричне дослідження дубильних речовин у траві *Achillea millefolium* L. / Г. П. Смойловська, О. О. Малюгіна, О. К. Єренко, Т. В. Хортецька. *Current issues in pharmacy and medicine: science and practice*. 2023. № 16(2). С. 130-134.
14. Товстуха Є.Є. Фітотерапія. К. Оріян, 2000. 432с.
15. Чопик В.І., Федорончук М.М. Флора Українських Карпат. Тернопіль: ТЗОВ «Терно-граф». 2015. 712 с.
16. Al-Douri NA, Al-Essa LY. A survey of plants used in Iraqi traditional medicine. *J Pharm Sci* 2010.3(2). P:100-108.
17. Chlorogenic acid (CGA): A pharmacological F. review and call for further research M. Naveedab, V. Hejazic, M. A. [et al.]. *Asghar Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2018. № 97. P. 67-74.

18. Chlorogenic acid (CGA): A pharmacological review and call for further research / M. Naveed, V. Hejazi, M. Abbas [et al.]. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 2018. P. 67-74.
19. Combining pressurized liquids with ultrasound to improve the extraction of phenolic compounds from pomegranate peel (*Punica granatum L.*) . B. R. Sumere, M. Corrêa de Souza, M. P. Dos Santos [et al.]. *Ultrasonics sonochemistry*. 2018. №. 48. P. 151-162.
20. Farah A., Lima J. de P. Consumption of Chlorogenic Acids through Coffee and Health Implications. *Beverages*. 2019. № 5. P. 11.
21. Farah A., Lima J. de P. Consumption of Chlorogenic Acids through CHHealth Implications. *Beverages*. 2019. № 5. P. 11.
22. Food Anthocyanins: Malvidin and Its Glycosides as Promising Antioxidant and Anti-Inflammatory Agents with Potential Health Benefits / A. Merez-Sadowska, P. Sitarek, T. Kowalczyk et al. *Nutrients* 2023. № 15(13). 3016.
23. Ghasemzadeh A., Jaafar H. Z. Profiling of phenolic compounds and their antioxidant and anticancer activities in pandan (*Pandanus amaryllifolius Roxb.*) extracts from different locations of Malaysia. *BMC Complement Altern Med*. 2013. № 13. P. 341.
24. Hydroxycinnamic Acids and Derivatives Formulations for Skin Damages and Disorders: A Review / M. Contardi, M. Lenzuni, F. Fiorentini [et al.]. *Pharmaceutics*. 2021. № 13. P. 999.
25. Ilias Travlos. *Symphyotrichum novi-belgii* (New York aster) *CABI Compendium* 2016.
26. Inhibitory effects of emodin, thymol, and astragalin on leptospira interrogans-induced inflammatory response in the uterine and endometrium epithelial cells of mice / W. Zhang, X. Lu, W. Wang [et al.]. *Inflammation*. 2017. № 40. P. 666-675.
27. Iwashina T. Flavonoid properties of five families newly incorporated into the order Caryophyllales (Review). *Bull Natl Mus Nat Sci*. 2013. № 39. P. 25–51.

28. Kaempferol-3-O- β -D-glucoside, a potential allelochemical isolated from *Solidago Canadensis* L. Jun, Y. Yonghao, H. Hongwu, D. Liyao. *Allelopathy Journal*. 2011. №28. P. 259-266.
29. Kumar S., Pandey A. K. Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview. *Scientific World Journal*. 2013. 162750.
30. Medicinal plants with hepatoprotective activity in Iranian folk medicine. / Asadi-Samani M, Kafash-Farkhad N, Azimi N, et al. *Asian Pac J Trop Biomed* 2015. №5(2). P. 146-57.
31. Mulvihill E., Burke A., Huff M. Citrus flavonoids as regulators of lipoprotein metabolism and atherosclerosis. *Annu Rev Nutr*. 2016. № 36. P. 275–299.
32. Nićiforović N., Abramović H. Sinapic Acid and Its Derivatives: Natural Sources and Bioactivity. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2014. № 13(1). P. 34-51.
33. P. Dipak, A review on biological activities of common mallow (*Malva sylvestris* L.). / *Innovare Journal of Life Sciences*. 2016. vol. 5. P. 1–5.
34. Pandi, A., Kalappan, V. M. Pharmacological and therapeutic applications of Sinapic acid—an updated review. *Mol Biol Rep*. 2021. №48. P. 3733–3745.
35. Pyrzynska K., Sentkowska A. Chromatographic Analysis of Polyphenols. Polyphenols in Plants. *Academic Press*. 2019. P. 353-364.
36. Qualitative and quantitative determination of the caffeoylquinic acids on the Korean mountainous vegetables used for chwinamul and their peroxynitrite-scavenging effect / A. Nugroho, K. H. Kim, K. R. Lee [et al.]. *Archives of Pharmacal Research*. 2009. №32. P. 1361-1367.
37. Rafinesque C. S. Medical Flora; or, Manual of the Medical Botany of the United States of North America. *Philadelphia: Atkinson & Alexander*. 1828. Vol. 1. p.198.
38. Santana-Gálvez J., Cisneros-Zevallos L., Jacobo-Velázquez D. A. Chlorogenic acid: recent advances on its dual role as a food additive and a nutraceutical against metabolic syndrome. *Molecules*. 2017. № 26(22). P. 358.

39. Species of *Malva* L. (Malvaceae) Cultivated in the Western of Santa Catarina State and Conformity With Species Marketed as Medicinal Plants in Southern Brazil / L. Paloschi de Oliveira¹, M. Giuseppe Bovini, R. Lopes da Costa Bortoluzzi¹, M. I. Carissimi Boff. *Journal of Agricultural Science*. 2019. Vol. 11. No. 15.
40. Therapeutic potential of naringin: an overview / R. Chen, Q-L. Qi, M-T. Wang, Q-Y. Li. *Pharmaceutical Biology*. 2016. № 54(12). P. 3203-3210.
41. Vermeerris W., Nicholson R. Biochemistry of phenolic compounds. *Springer*. 2007.
42. Zeyner Busra Erarslan, Mine Kocyigit. The Important Taxonomic Characteristics of the Family Malvaceae and the Herbarium Specimens ISTE. / *Turkish Journal of Bioscience and Collections*. 2019. №3(1). P 1-7.

ДОДАТКИ