

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я
НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
О.О.БОГОМОЛЬЦЯ
ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра фармакогнозії та ботаніки

КВАЛІФІКАЦІЙНА ВИПУСКНА РОБОТА

На тему: Фармакогностичне дослідження *Amaranthus spinosus* L.

Виконав: здобувач вищої освіти 5 курсу, групи 98Ф1Б
напряму підготовки (спеціальності)

226 «Фармація, промислова фармація»
освітньої програми фармація
Овсійчук В.І.

Керівник: к. фарм. н., доцент Підченко В.Т.

Рецензент: к. фарм. н., доцент Шумейко М.В.

Київ – 2023 рік

ЗМІСТ

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ I. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1. Ботанічна характеристика <i>Amaranthus spinosus</i> L.	8
1.2. Поширення та ресурсна оцінка	9
1.3. Хімічний склад <i>Amaranthus spinosus</i>	10
1.4. Фармакологічна активність <i>Amaranthus spinosus</i> та використання в медицині	14
РОЗДІЛ II. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	20
2.1. Об'єкти дослідження	20
2.2. Макроскопічне дослідження	20
2.3. Мікроскопічне дослідження	20
2.4. Отримання метанольних екстрактів	20
2.5. Визначення кількісного вмісту флавоноїдів	21
2.6. Визначення кількісного вмісту фенолів	21
2.7. Статистична обробка отриманих результатів	22
2.8. Ідентифікація груп БАР	23
РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	24
3.1. Макроскопічне дослідження <i>Amaranthus spinosus</i>	24
3.2. Мікроскопічний аналіз <i>Amaranthus spinosus</i>	28
3.2.1. Мікроскопічний аналіз листя	28
3.2.2. Мікроскопічний аналіз коренів	29
3.2.3. Мікроскопічний аналіз порошку коренів	31
3.3. Ідентифікація БАР в листі та коренях <i>Amaranthus spinosus</i>	32
3.3.1. Визначення флавоноїдів	33
3.3.2. Визначення полісахаридів	34

3.3.2. Визначення сапонінів	35
3.3.2. Визначення алкалоїдів	35
3.4. Кількісне визначення флавоноїдів та фенольних сполук в листях і коренях <i>Amaranthus spinosus</i>	36
Висновки	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	41
SUMMARY	47

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АФО – активні форми кисигену

БАР – біологічно активні речовини

ДФУ – Державна Фармакопея України

ЛРС – лікарська рослинна сировина

A. spinosus – *Amaranthus spinosus* L.

ВСТУП

Актуальність

Amaranthus spinosus L. (Щириця колюча) — адвентивний вид для території України. Місцевий ареал цього виду – від Мексики до Тропічної Америки. Це однорічник і росте переважно в субтропічному біомі. Це легка у вирощуванні, багата на поживні речовини та недостатньо досліджена на сьогодні рослина, яка може відігравати важливу роль не тільки як кормова культура, а і як джерело біологічно активних речовин (БАР) для медицини та фармації. Даний вид швидко росте і має високу толерантність до посушливих умов і бідних ґрунтів, де не можна вирощувати традиційні злаки. Ця рослина також цікава тим, що вона пристосовується до росту у великій кількості середовищ, відзначається сильним ростом, продукує велику кількість біомаси, стійка до посухи, спеки та шкідників [7, 14]. Зерна *Amaranthus spinosus* містять велику кількість харчових волокон, заліза, кальцію, лізину, метіоніну і цистеїну, що робить її чудовим джерелом високоякісного, збалансованого білка, який є більш повноцінним, ніж білок, який міститься в більшості злакових культур [7, 11, 14, 36, 39]. Зерно щириці — це псевдозернова каша, яка не містить глютену [12, 36].

Згідно даних досліджень останніх років сировинні частини щириці колючої проявляють значну фармакологічну активність [15, 21, 28, 40]. Так, в деяких країнах листя цієї рослини використовують для лікування кишкових кровотеч, надмірних менструацій, діареї, дизентерії, виразок [11]. Коріння використовують як проносний засіб, пом'якшувальну припарку, як протималарійний, антиоксидантний, протизапальний, антимікробний та антидіуретичний засіб, а також також при захворюваннях печінки. [4, 15, 22, 44] Водний екстракт рослини проявляє імуностимулюючу активність [48]. Оскільки зерна є більш дослідженими [7, 9, 14, 36], великий інтерес

викликають інші частини рослини, які можуть бути сировинними, зокрема листя та корені.

В Україні *Amaranthus spinosus* зустрічається майже у всіх регіонах, здебільшого у вигляді бур'яну. При цьому дослідження цього виду, зібраного на території України, як фармакогностичні, так і фармакологічні, майже відсутні.

Таким чином, враховуючи вищесказане, проведення комплексного фармакогностичного дослідження щиріці колючої, як перспективного джерела БАР для її можливого використання в медицині та фармації є актуальним.

Мета дослідження

Провести макроскопічне, мікроскопічне та фітохімічне вивчення листя та коренів *Amaranthus spinosus* для визначення основних діагностичних ознак лікарської рослинної сировини та якісного і кількісного вивчення основних груп БАР.

Завдання дослідження:

- Проведення макроскопічного аналізу та встановлення основних видоспецифічних ознак листя та коренів *Amaranthus spinosus*;
- Проведення мікроскопічного аналізу листя та коренів *Amaranthus spinosus*
- Ідентифікація основних груп БАР *Amaranthus spinosus*;
- Визначення кількісного вмісту суми поліфенольних сполук в метанольних екстрактах листя та коренів *Amaranthus spinosus*
- Встановлення кількісного вмісту флавоноїдів в метанольних екстрактах листя та коренів *Amaranthus spinosus*

Предмет дослідження:

Фітохімічне дослідження листя та коренів *Amaranthus spinosus*

Об'єкт дослідження:

Листя і корені *Amaranthus spinosus*

Методи дослідження:

Макроскопічний та мікроскопічний аналіз проводили за допомогою методів світлової мікроскопії.

Для ідентифікації біологічно активних речовин використовували загальноприйняті реакції [2,3].

Кількісне визначення поліфенольних сполук та флавоноїдів проводили спектрофотометричним методом [1].

Новизна та значення одержаних результатів

Вперше досліджені макроскопічні, мікроскопічні та фітохімічні ознаки сировинних частин *Amaranthus spinosus*, зібраної на території України, та ідентифіковано основні групи БАР – полісахариди, флавоноїди, сапоніни та алкалоїди. Встановлено кількісний вміст суми поліфенольних сполук та флавоноїдів у листі та коренях щириці колючої.

Апробація результатів дослідження

Результати роботи апробовані на круглих столах, організованих кафедрою фармакогнозії та ботаніки НМУ ім. О.О. Богомольця.

Структура роботи

Загальна кількість сторінок – 48, кількість розділів – 3, кількість використаних джерел – 50.

РОЗДІЛ І.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Ботанічна характеристика *Amaranthus Spinosus* L.

Amaranthus spinosus L. (Щириця колюча) належить до:

Царство – Рослини (Plantae)

Відділ – Покритонасінні (Magnoliophyta)

Клас – Дводольні (Magnoliopsida)

Порядок – Гвоздикоцвіті (Caryophyllales)

Родина – Щирицеві (*Amaranthaceae*)

Рід – Щириця (*Amaranthus*)

Вид – Щириця колюча (*Amaranthus spinosus*)



Рис. 1.1. *Amaranthus spinosus* L. в природі

1.2. Поширення та ресурсна оцінка

Родина *Amaranthaceae* складається з 70 видів, з яких 17 мають їстівне листя, а 3 — зерно. Види роду широко поширені та культивуються в Азії, Африці, Америці, Австралії та Європі [7, 14]. Листя та соковиті стебла щириці є недорогими та чудовими джерелами білка з незамінними амінокислотами лізином та метіоніном, каротиноїдами, аскорбіновою кислотою, харчовими волокнами та важливими мінералами, такими як кальцій, магній, калій, фосфор, залізо, цинк, мідь, і марганець [9, 36, 39, 50]. Деякі роди цієї родини широко використовуються як традиційні лікарські рослини для лікування вірусних захворювань, малярійних, бактеріальних, глистових інфекцій та як протиотрута при укусах змій [4, 15, 22, 36, 44].

Крім цього, *Amaranthus* є джерелом антиоксидантних пігментів листя, таких як β -ціанін, β -ксантин, беталаїн, а також джерелом інших пігментів, таких як каротиноїди, антоціани та хлорофіли, а також антиоксидантних фітохімічних речовин, такі як β -каротин, вітамін С, фенольні речовини та флавоноїди [22]. Більшість із цих сполук є природними антиоксидантами та детоксикують активні форми кисню (АФО) в організмі людини, отже, вони мають велике значення для харчової промисловості. β -ціанін, β -ксантин, беталаїн, каротиноїди та пігменти амарантини проявляють важливу активність поглинання вільних радикалів. Види роду *Amaranthus* мають широку екологічну пластичність [4, 10, 27].

Amaranthus spinosus походить з низовин Південної та Центральної Америки. Щириці вдалось широко поширитися по всім тропічним та субтропічним регіонам світу, а іноді навіть у зонах з помірним кліматом. Ще інки та ацтеки культивували щирицю, а також вона вважається однією з перших сільськогосподарських культур, з якими познайомила людина [8].

В даний час *Amaranthus spinosus* широко поширений в тропічних і субтропічних регіонах, включаючи тропічну Африку, Південно-Східну Азію, Америку, а також помірну Європу (рис.1.2.). У тропічній Африці бур'янисте

листя щириці та молоді рослини збирають для продажу на ринках, для домашнього споживання у вигляді варених, приготованих на пару або смажених овочів, особливо в періоди посухи. Ця рослина добре переносить посуху і адаптована до суворого середовища завдяки швидкому подовженню стебла [7,8, 11].

Щириці є перспективною групою сільськогосподарських культур, оскільки вони багаті на мікроелементи і мінерали. Рід *Amaranthus* привертає увагу в багатьох країнах через високу харчову цінність деяких видів, таких як *A. spinosus*. Листя щириці колючої містить від 17,5 до 38,3% білку, з яких 5% становить лізин. Вміст вітамінів А і С більший ніж у шпинаті майже втричі, [22].

В Україні *Amaranthus spinosus* поширений майже по всій території та росте як бур'ян. Українські назви роду *Amaranthus* включають в себе такі назви: як щир, щирій, щирець, щуриця, щурій, щурець та амарант.

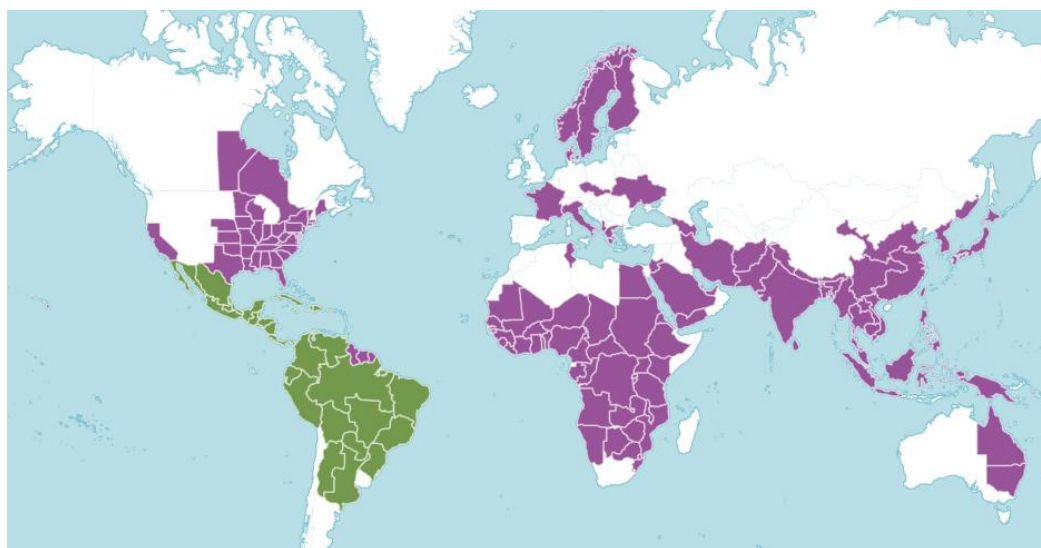
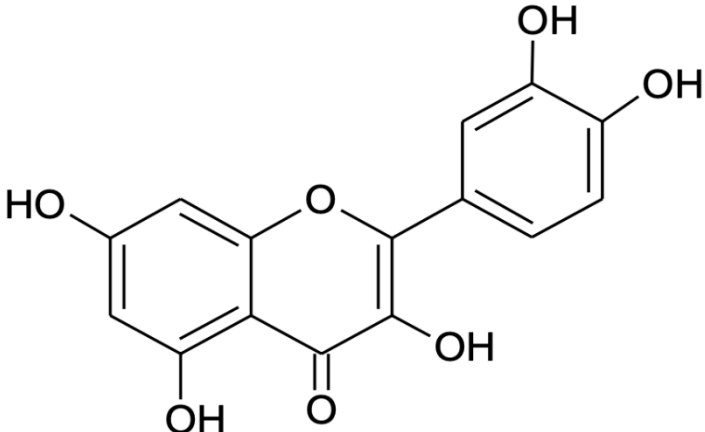
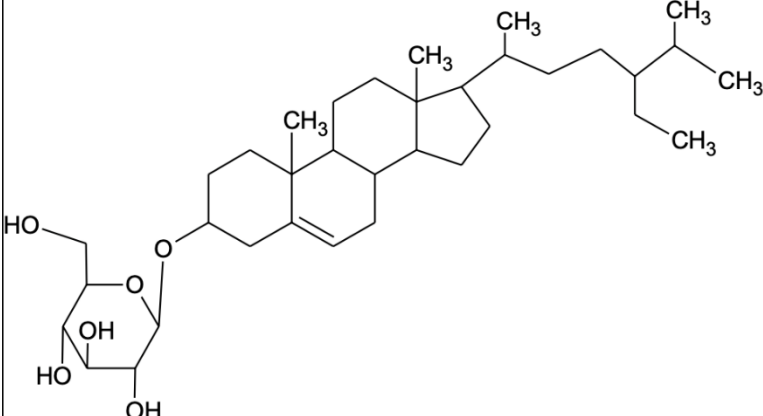
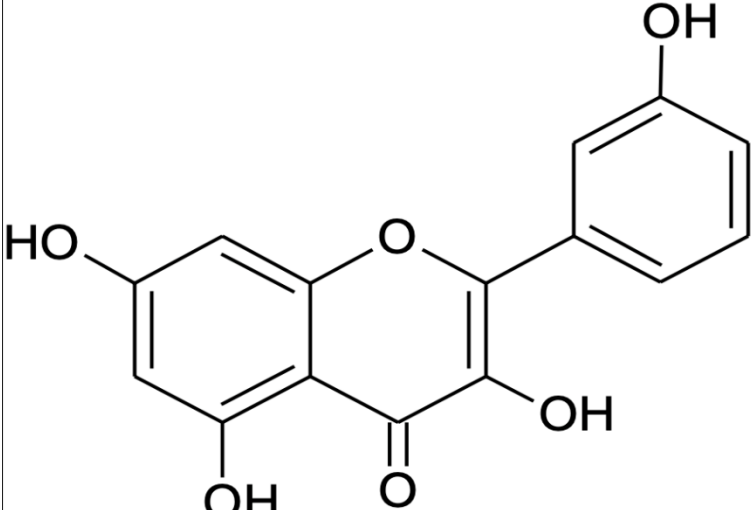


Рис. 1.2. Ареал поширення *Amaranthus spinosus* L. зеленим – аборигенний ареал, фіолетовим – інтродукований ареал []

1.3. Хімічний склад *Amaranthus Spinosus*

Amaranthus spinosus має болезаспокійливі та жарознижуючі властивості і використовується в традиційній медицині багатьох країн. Згідно даних

Продовження таблиці 1.1.

1	2
Кверцетин	
β -ситостерин	
Кемферол	

Серед біологічно активних речовин, виділених з щиряці, також присутні наступні сполуки: 7-р-кумароїл апігенін, 4-О-бета-D-глюкопіранозид, кумароїлфлавоновий глікозид під назвою спінозид, ксилофуранозил урацил, бета-D-рибофуранозил аденін, бета-ситостерин глюкозид, бетаціанін;

гідроксициннамати, глікозиди кверцетин і кемпферол, беталаїни; бетаксантин, бетаціанін; амарантин і ізомарантин, гомфренін, бетанін, β -ситостерин, стигмастерин, лінолева кислота, рутин і β -каротин [30]. Листя і стебла також містять гентріаконтан, октакозаноїд, α -спінастерол, сапоніни і жирні кислоти [33]. Коріння містять α -спінастерин октакозаноат і сапонін олеанолової кислоти [21].

Вітамін С, фенольні сполуки та флавоноїди, що містяться у плодах, є фітохімічними сполуками, що проявляють антиоксидантну активність [4, 22, 27]. Фенольні сполуки та флавоноїди знижують загрозу серцево-судинних, хронічних і нейродегенеративних захворювань, деяких форм раку. Антиоксидантна активність забезпечує антиканцерогенну, протизапальну, гіпоглікемічну та антиатерогенну дію [44].

Автори [39] у своєму дослідженні провели порівняльний аналіз свіжого листя чотирьох видів *A. spinosus*, *A. viridis*, *A. blitum* і *A. tricolor* на вміст білка і вуглеводів та висушеного листя на вміст Fe, Ca, K та Na. Вміст білка варіювався від 6,10-9,00 г/100 г у свіжому листі, в той час як кількість вуглеводів у свіжому листі всіх чотирьох видів коливалася від 9,75 г-21,29 г. Серед видів *A. spinosus* містить найбільшу кількість вуглеводів (21,29 г), що майже вдвічі більше, ніж *A. tricolor* (9,75 г). Результати аналізу білка також показали, що *A. spinosus* містить більшу кількість білка (9 г/100 г). Показники вмісту білка, отримані в цьому дослідженні, співставні з кількістю білка в насінні. *A. spinosus* також є джерелом марганцю та молібдену. Крім того, листя щиріці містять від 2% до 3% добової норми фосфору (P) і цинку (Zn) і від 1 до 4% заліза (Fe).

Листя та стебло *A. spinosus* містять α -спінастероли та гентріаконтан, коріння – ефір октакозаноїдної кислоти з α -спінастеролами. Була встановлена наявність β -ситостеролів і трьох основних фітостеролів, таких як μ -ситостероли, кампестерол і стигмастерол в *A. spinosus*. Сапоніни, присутні в коренях *A. spinosus*; це – β -D-глюкопіранозил (1 \rightarrow 4)- β -D-

глюкопіранозил(1→4)-β-D-глюкуронопіранозил(1→3)-олеанолова кислота [41, 43], β-D-глюкопіранозил (1→2)-β-D-глюкопіранозил(1→2)-β-D-глюкопіранозил (1→3)-α-спінастерол і β-D-глюкопіранозил(1→2)-β-D-глюкопіранозил(1→3)-α-спінастерол [14, 30].

1.4. Фармакологічна активність та використання *Amaranthus spinosus* в медицині

A. spinosus використовується в деяких країнах як протизапальний, протималярійний, антибактеріальний, протимікробний, антидіуретичний, протівірусний засіб, а також при захворюваннях печінки [11]. Водний екстракт рослини продемонстрував значну імуностимулюючу дію [48], а екстракт стебла виявляв протималярійну дію [15]. *A. spinosus* містить декілька активних компонентів, таких як алкалоїди, флавоноїди, глікозиди, фенолкарбонові кислоти, стероїди, амінокислоти, терпеноїди, ліпіди, сапоніни, беталаїни, β-ситостерин, стигмастерин, лінолева кислота, рутин, катехінові таніни та каротиноїди. Беталаїни в корі стебла *A. spinosus* були ідентифіковані як глікозиди амарантин, ізомарантин, гідроксициннамат, кверцетин і кемпферол [4, 10, 22]. Він також містить амарантозид, лігнановий глікозид, амарицин, кумароїл аденозин разом із глікозидом стигмастеролу, бетаїн, такий як гліцинбетаїн і тригонеллін. Беталаїни добре відомі своїми антиоксидантними, протираковими, протівірусними та протипаразитарними властивостями. Багато видів, що містять беталаїн, використовуються як популярні лікарські рослини для лікування різних захворювань, таких як розлади печінки, малярія, жовтяниця, або для лікування ран [10].

Знеболювальна та жарознижувальна активність

Використання *A. spinosus* для лікування різних типів больових станів були науково підтверджені різними дослідниками в усьому світі. Автори [20] досліджували анальгетичну активність петролейного ефіру, етилацетатного та

метанолових екстрактів цілої рослини *A. spinosus*, використовуючи різні моделі на мишах. Екстракт метанолу, який вводили перорально мишам (500 мг/кг маси тіла), як повідомлялося, проявляв значну антиноцицептивну дію проти хімічних (вісцеральний біль, спричинений оцтовою кислотою) і термічних моделей ноцицепції. Крім того, метанольний екстракт листя *A. spinosus* виявляв значну ($P < 0,01$) жарознижувальну активність.

Протизапальна активність

Протизапальну властивість метанольного екстракту листя *A. spinosus* вивчали на різних моделях тварин. Екстракт *A. spinosus* (25-100 мг/кг) суттєво пригнічував викликаний карагенаном набряк лап щурів і спричиняв значне пригнічення індукованого оцтовою кислотою підвищення проникності судин, що вказує на те, що екстракт має протизапальну дію. У тестах щурам перорально вводили екстракт протягом 4 днів поспіль після підшкірної імплантації стерильної кульки. Найвища доза екстракту (100 мг/кг) змогла значно зменшити постімплантаційну вагу ватних кульок порівняно з контролем, що вказує на його ефективність проти гострого запалення [37].

Сильна ерозія шлунка спостерігалася у щурів, які отримували екстракт (50 і 100 мг/кг) повторно протягом 4 днів, що може відображати його здатність пригнічувати синтез простагландинів. Цього не спостерігали в контрольній групі або при меншій дозі екстракту (25 мг/кг). Екстракт (25-100 мг/кг) також зменшував діарею, спричинену касторовою олією, у щурів, що, як припускають вчені, відображає його інгібіторну дію на синтез простагландинів [31, 37].

Антиоксидантна активність

Антиоксидантну здатність *A. spinosus* вивчали на придорожніх рослинах, які, як вважають, постійно піддаються впливу високих рівнів оксидів азоту та діоксиду сірки з автомобільних викидів. За допомогою аналізу активності ферментів супероксиддисмутази, каталази, аскорбатпероксидази,

глутатіонредуктази та фенолпероксидази було показано, що *A. spinosus* має дуже хорошу систему поглинання вільних радикалів для боротьби із забрудненням повітря. Рослини *Amaranthaceae* містять беталаїнові пігменти, які показали сильну антиоксидантну активність за результатами аналізу DPPH. Їх значення EC50 коливаються від 3,4 до 8,4 мкМ. Антиоксидантна активність *A. spinosus* була встановлена Кумаром та його колегами [25] проти вільних радикалів 1,1-дифеніл-2-пікрілгідразилу (DPPH), супероксид-аніонів, 2,2'-азино-біс(3-етилбензотіазолін-6-сульфо кислота), також відомих як радикали ABTS, радикали оксиду азоту та вільні радикали гідроксилу. Антиоксидантна активність екстракту *A. spinosus* може бути зумовлена вмістом у ньому беталаїну [4, 10, 27].

Імуномодулююча активність

В останні роки багато дослідників зосереджувались на вивченні імуностимулюючої дії певних харчових продуктів і дієтичних трав. Lin et al. також продемонстрували, що *A. spinosus* має імуномодулюючу дію [28]. Вони встановили стимулюючий ефект водного екстракту даного виду на клітини селезінки самок мишей BALB/c. Це дослідження показало, що новий білок з молекулярною масою 313 кДа демонструє сильну імуностимулюючу активність і може безпосередньо активувати первинну проліферацію В-клітин. Це потенційно цінна речовина для нутрицевтики або імунофармакології.

Антидепресивна активність

Антидепресивна дія екстрактів *A. spinosus* була встановлена групою вчених [26] за допомогою тесту примусового плавання (FST) і тесту підвішування хвоста (TST). У цьому дослідженні метанольний екстракт *A. spinosus* продемонстрував значну ($p < 0,01$) антидепресивну активність, у порівнянні з есциталопрамом та іміпраміном.

Гепатопротекторна активність

В традиційній медицині деяких країнах Сходу використовують цілу рослину *A. spinosus* для лікування жовтяниці та інших захворювань печінки. Хуссейн та співавтори [16] обґрунтували це традиційне твердження та науково продемонстрували ефективність застосування спиртового екстракту цілої рослини *A. spinosus* при індукованій CCl₄ печінковій недостатності у щурів. Екстракт у дозах 100, 200 і 400 мг/кг маси тіла щурів нормалізував підвищені сироваткові ферменти, такі як глутамат-оксалоацетат-трансаміназа, глутаматпіруват-трансаміназа, лужна фосфатаза та загальний білірубін залежно від дози. Дослідження було підтверджено гістопатологічним дослідженням зрізів печінки щура, що підтверджує біохімічні дані. Гепатопротекторна активність може бути пов'язана з наявністю в рослині таких фітокомпонентів, як флавоноїди, фенольні речовини, тритерпени, стероїди та сапоніни [16].

Гематологічна активність

У дослідах був досліджений вплив водного екстракту листя *A. spinosus* на гематологічні параметри разом із часом згортання крові на моделі щурів. Результати дослідження показали незначні зміни гематологічних параметрів і рівнів кількох ферментів, таких як лужна фосфатаза, глутаматпіруваттрансаміназа і глутамат-оксалоацетаттрансаміназа в сироватці крові. Незважаючи на те, що у щурів спостерігалось значне зниження біохімічних параметрів сироватки крові, таких як глюкоза та холестерин, спиртовий екстракт *A. spinosus*, як повідомляється, впливав на різні гематологічні параметри, такі як об'єм клітин крові, кількість еритроцитів і лейкоцитів, рівень гемоглобіну у дослідних тварин. Інша група дослідників також встановили, що екстракт цілої рослини *A. spinosus* значно знижує рівень гемоглобіну, та збільшує кількість лейкоцитів, а також середній об'єм крові у дослідних тварин [38].

Діуретична активність

Було встановлено, що водний екстракт цілої рослини *A. spinosus* має сечогінну дію завдяки збільшенню концентрації всіх електролітних іонів сечі, таких як натрій (Na^+), калій (K^+) і хлориди (Cl^-), у дослідах в порівнянні з фуросемідом. Екстракт проявляв діуретичний ефект у дозі 500 мг/кг. Лікування значно збільшувало об'єм сечі та концентрацію електроліту в сечі, що спричиняло підлучення сечі, пригнічуючи активність салуретика та карбоангідрази [5, 40].

Противиразкова активність

Противиразкову активність *A. spinosus* досліджували кілька дослідників на різних моделях тварин. Хусейн та ін. [18] продемонстрували противиразковий потенціал *A. spinosus*, який суттєво пригнічував пропульсивні рухи малого шлунково-кишкового тракту та знижував перекисне окислення ліпідів, пов'язане зі зниженням індексу виразки при етанолі та аспірині, індукованих виразками у мишей, порівняно зі стандартним препаратом циметидином. У цікавому дослідженні, проведеному Мітрою та колегами [35], водна суспензія порошкоподібного листя *A. spinosus* продемонструвала противиразкову активність проти спричинених аспірином виразок шлунка. Вважається, що суспензія листя має антисекреторну дію, яка знижує кислотність. Під час утворення виразки шлунка спостерігається значне підвищення рівня шлункового пепсину, який, ймовірно, бере участь у механізмі виразки шлунка, рівень якого знижувався після введення суспензії листя *A. spinosus*. Він також продемонстрував гастропротекторну дію завдяки збільшенню рівня муцину. В іншому дослідженні продемонстрували ефективність коренів, стебла та листя *A. spinosus* на моделях з використанням етанолу, індометацину, соляної кислоти, стресу та перев'язки пілоричного нерва, що спричиняло виразку у щурів-альбіносів, у порівнянні з омепразолом. Також була встановлена противиразкова активність *A. spinosus* проти

пептичної виразки, індукованої етанолом і цистаміном у щурів. В свою чергу етанольний екстракт листя *A. spinosus* продемонстрував противиразкову активність та встановили рівень доз. Дослідження показало значне зменшення виразки шлунка при дозі 400 мг/кг маси тіла, тоді як застосування дози 800 мг/кг маси тіла показало повну відсутність виразки шлунка, спричинену введенням 2 мг/кг фамотидину.

Антипротозойна активність

Дихлорметановий екстракт *A. spinosus* (2 мг/мл) помірно інгібував *Blastocystis hominis*, звичайні найпростіші людини. Еталонний засіб проти найпростіших, метронідазол (40 мкг/мл), знищував 97% найпростіших і інгібував усі зразки найпростіших у концентраціях 1,25-20 мкг/мл [24, 31].

Протималярійна активність

Водний екстракт кори *A. spinosus*, отриманий із зрілих стебел, перевіряли на антималярійні властивості на мишах, яким були щеплені еритроцити, паразитовані *Plasmodium berghei*. Екстракт кори продемонстрував дозозалежну протималярійну активність у 4-денному супресивному протималярійному аналізі з використанням хлорохіну як еталонного протималярійного препарату. Значення ED50 для протималярійної активності екстракту та хлорохіну становили 789,4 та 14,6 мг/кг відповідно [15].

Протидіабетична, антигіперліпідемічна та сперматогенна активність

Антидіабетичні, антигіперліпідемічні та сперматогенні ефекти були досліджені для метанольного екстракту стебла *Amaranthus spinosus* Linn на діабетичних щурах. Метанольний екстракт продемонстрував значні антигіперліпідемічні та сперматогенні ефекти у діабетичних щурів, індукованих стрептозотоцином. Досліджуваний екстракт також прискорював процес сперматогенезу [34, 42].

РОЗДІЛ II.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Об'єкти дослідження

Об'єктами дослідження були листя та корені рослини *Amaranthus spinosus*, зібраної на території України, в Рівненській області.

2.2. Макроскопічне дослідження

Макроскопічне дослідження проводили з використанням цифрового світлового мікроскопа LCD HDMI Digital Microscope із застосуванням програми LevenhukLite для ПК.

2.3. Мікроскопічне дослідження

Мікроскопічне дослідження проводили згідно вимог ДФУ [1]. Висушені та подрібнені на порошок листя та корені використовували для приготування мікропрепаратів. Отриманий порошок поміщали на предметне скло у розчин хлоралгідрату і накривали покривним склом. Надлишок рідини видаляли фільтрувальним папером. Тимчасові мікропрепарати нагрівали на електроплитці, не пересушуючи їх при цьому. Для проведення мікроскопічного аналізу використовували бінокулярний світловий мікроскоп ULAB для дзеркальної камери Canon EOS D550, використовуючи збільшення x100 та x400.

2.4. Отримання метанольних екстрактів

Метанольні екстракт отримували шляхом екстрагування 1 г сировинних частин рослини в 6 мл абсолютного метанолу (HANEYWELL, CHROMASOLV™ Gradient for HPLC, gradient grade $\leq 99.9\%$) за температури $4,0 \pm 0,1^\circ\text{C}$ протягом 7 діб.

2.5. Визначення кількісного вмісту флавоноїдів

Для вимірювання вмісту флавоноїдів у рослинних екстрактах використовували колориметричний метод з хлоридом алюмінію [3]. До розчину екстракту (0,25 мл, 1 мг/мл) додавали 1,25 мл дистильованої води. Потім до суміші додавали розчин нітриту натрію (0,075 мл, 5%) з подальшою інкубацією протягом 5 хвилин, після чого додавали 0,15 мл 10% хлориду алюмінію. Суміш залишали на 6 хвилин при кімнатній температурі перед тим, потім додавали 0,5 мл 1 М розчину гідроксиду натрію, після чого суміш розбавляли 0,275 мл дистильованої води. Поглинання реакційної суміші вимірювали при 510 нм спектрофотометром 6850 UV/VIS JENWAY. Кверцетин використовували як стандарт для калібрувальної кривої. Вміст флавоноїдів виражали в мг еквівалента кверцетину (QE)/г сухої ваги (D.W.).



Рис. 2.1. Спектрофотометр 6850 UV/VIS JENWAY

2.6. Визначення кількісного вмісту фенолів

Загальний вміст фенолу оцінювали за допомогою аналізу на основі реактиву Фоліна-Чокальтеу, з невеликою модифікацією. До одного мл

кожного екстракту (100 мкг/мл) у метанолі додають 5 мл реактиву Фоліна-Чокальтеу (розведеного 10-о раз) і додавали 4 мл (75 г/л) Na_2CO_3 . Суміші витримували при 20°C протягом 30 хвилин. Поглинання проявленого кольору реєстрували при 765 нм за допомогою спектрофотометра 6850 UV/VIS JENWAY.

Аліквоти 1 мл 20, 40, 60, 80, 100 мкг/мл розчинів метанольної галової кислоти використовували як стандарт для калібрувальної кривої.

Усі визначення проводили в трьох повторах. Загальне значення фенолу було отримано з рівняння регресії: $y = 0,00048x + 0,0055$ і виражено як мг/г еквіваленту галової кислоти за формулою:

$$C = cV/m;$$

де C = загальний вміст фенольних сполук у мг/г

c = концентрація галової кислоти (мг/мл), встановлена за калібрувальною кривою,

V = об'єм екстракту (0,5 мл) і

m = вага чистого рослинного метанольного екстракту (0,052г).

2.7. Статистична обробка отриманих результатів

Для отримання достовірних результатів залежно від умов аналізу та вимог математичного планування експериментальні дослідження здійснювали у 3–4 повторностях. Достовірні значення досліджуваних показників обчислювались статистичними методами аналізу та вказувались такі показники: середні квадратичні відхилення, коефіцієнти варіацій та довірчих інтервалів. У таблицях наведені середні статистично достовірні дані за 95%-й імовірності.

Для статистичної обробки отриманих даних застосовували комп'ютерну програму – Microsoft Excel (Microsoft Office 365).

2.8. Ідентифікація груп БАР

Ідентифікацію різних груп БАР проводили у водних, водно-спиртових та метанольних витягах із використанням загальновідомих хімічних реакцій [1-3].

РОЗДІЛ III.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Макроскопічне дослідження *Amaranthus spinosus*

Amaranthus spinosus – прямостоячий, однодомний багаторічник, висотою до 1 м. Стебло загнуте або тупокутасте, голе або злегка опушене, зелене, червонувато-буре, голе, гіллясте.



Рис. 3.1. Надземна частина *Amaranthus spinosus*

Листки чергові, прості без прилистків; черешок приблизно дорівнює довжині листкової пластинки. Форма пластинки листка від яйцеподібно-ланцетної до ромбоподібної, гостра і часто злегка загнута біля основи. Вершина тупа, закруглена або злегка загнута. Листокова пластинка цілісна, гола або злегка опушена на жилках. Розмір листкової пластинки коливається: 3,5–11 см × 1–4,5 см. Виявлено, що листя має характерний запах і гіркий смак.



Рис. 3.2. Листок *Amaranthus spinosus*

На стеблах, при основі листків знаходяться шипи (рис.3.3.)



Рис. 3.3. Шиби *Amaranthus spinosus*

Корінь довгий, легко ламається руками, приблизно 10-12 см в довжину і 0,1-0,3 мм в ширину (рис.3.4). Поверхня коричневого кольору, на зламі – кремового. Має трохи солодкуватий смак і приємний запах.

Висушена лікарська рослинна сировина мала легкий характерний запах (рис. 3.4., 3.5.)



Рис. 3.4. Корінь *Amaranthus spinosus*



Рис. 3.5. Висушена надземна частина *Amaranthus spinosus*

3.2 Мікроскопічний аналіз *Amaranthus spinosus*

3.2.1. Мікроскопічний аналіз листя

При мікроскопічному дослідженні верхньої епідерми листків виявлені аномоцитні продихи та багатоклітинні, злегка здерев'янілі покривні трихоми (рис. 3.6). Клітини верхньої епідерми з рівними стінками. Клітини нижньої епідерми відрізнялись звивистими стінками. Також спостерігаються овальні та округлі крохмальні зерна, а також кристали оксалату кальцію.

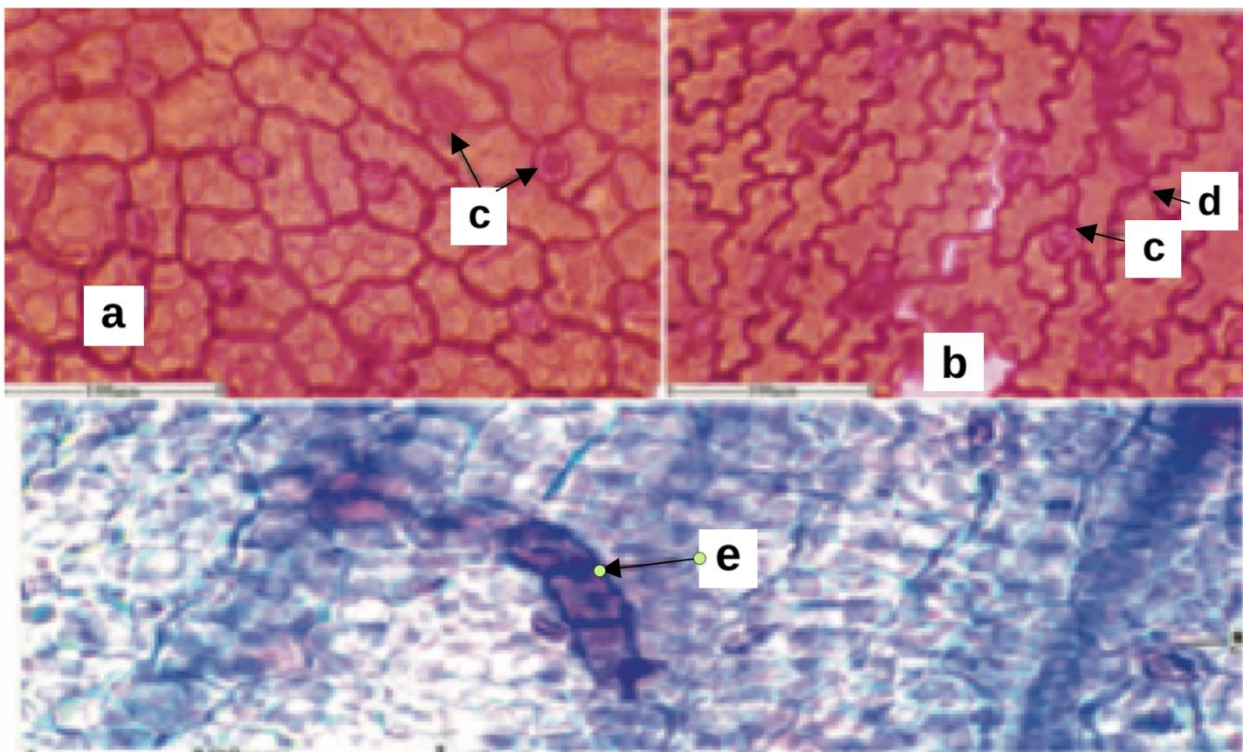


Рис. 3.6. Фрагмент епідерми листя *Amaranthus spinosus*:

а – верхня епідерма, б – нижня епідерма, с – продихи, d – стінки клітин,
e – трихома

Наступним етапом нашого дослідження було визначення кількості продихів та продихових індексів у епідермі (Табл. 3.1) [1].

Таблиця 3.1.

Кількість продихів та продихові індекси епідерми *Amaranthus spinosus*

	Діапазон значень	Середнє значення
Кількість продихів (верхня епідерма)	7-11	8,5
Кількість продихів (нижня епідерма)	102-130	115
Продиховий індекс (верхня епідерма)	17,9-20,4	18,56
Продиховий індекс (нижня епідерма)	31,1-45,6	37,9

3.2.2. Мікроскопічний аналіз коренів

Поперечний розріз кореня має круглий контур. Мікропрепарат містить корок, кору та зірчасті області (рис. 3.5, 3.6). У центрі присутня добре розвинена провідна система, представлена ксилемою та флоемою [Рис. 3.5, 3.7.]. Серцевинні промені багаторядні та добре розвинені. Корок складається 6–8 шарів, а кора є вузькою, 5–7-шаровою.

Велика кількість скупчень кристалів оксалату кальцію присутня в області кори [Рис. 3.6].

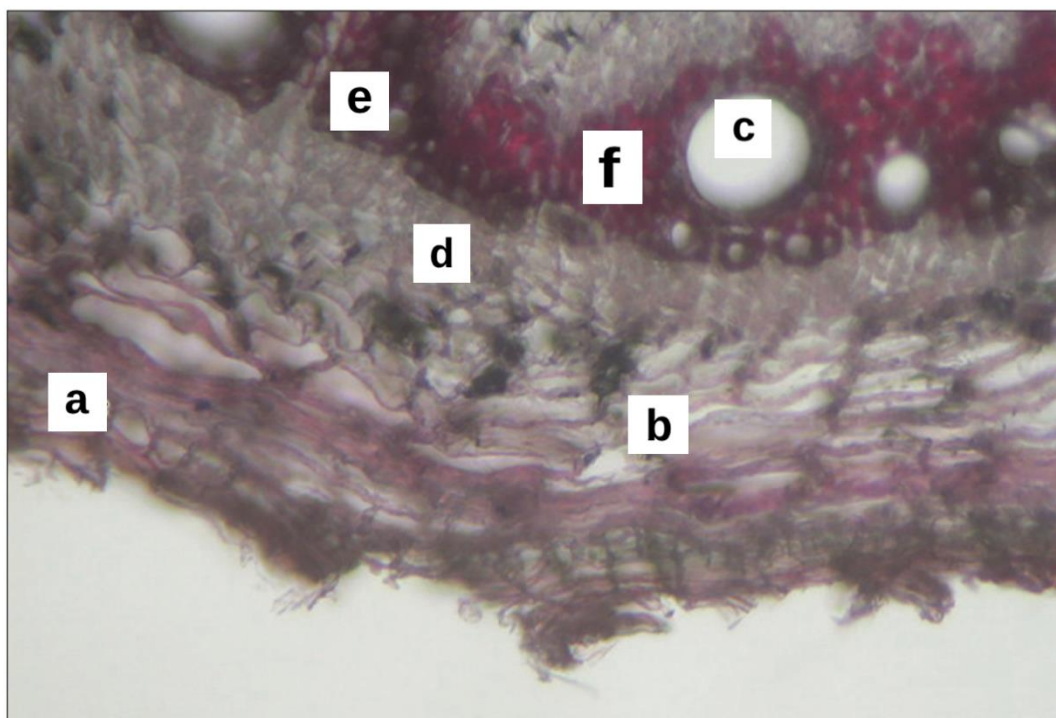


Рис. 3.5. Поперечний зріз кореня *Amaranthus spinosus*: а – корок, б – кора, с – ксилема, d – флоема, е – провідний пучок, f – склеренхіма. зб. х 400

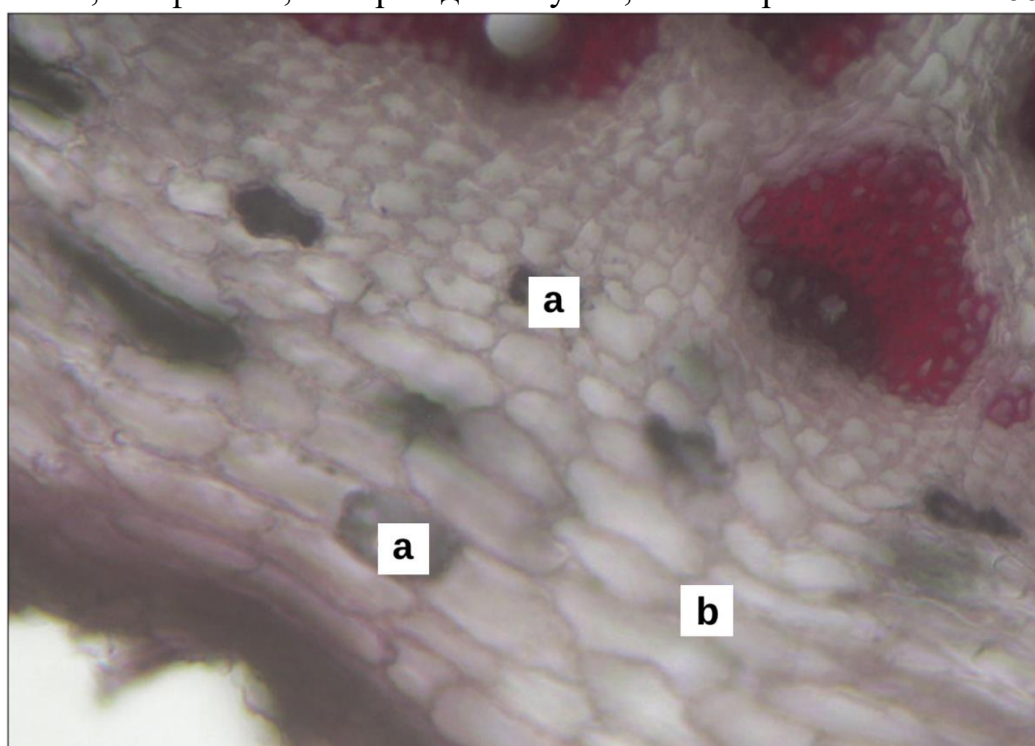


Рис. 3.6. Поперечний зріз кореня *Amaranthus spinosus*: а – кристали оксалату кальцію, б – кора. зб. х 400

Анатомічною особливістю досліджуваного мікропрепарату є аномальний ріст, який є товстим по осі. Це відбувається шляхом розвитку послідовності колатеральних судинних пучків з кілець або дуг вторинної меристематичної тканини в перициклі. Пучки закладені в паренхіматозну основну тканину. Сполучна тканина, розташована між пучками, складається з паренхіми в одних видів або з іншої, здерев'янілої або нездерев'янілої паренхіми. Часто основна тканина повністю здерев'яніла в деяких зонах росту [рис 3.7.].

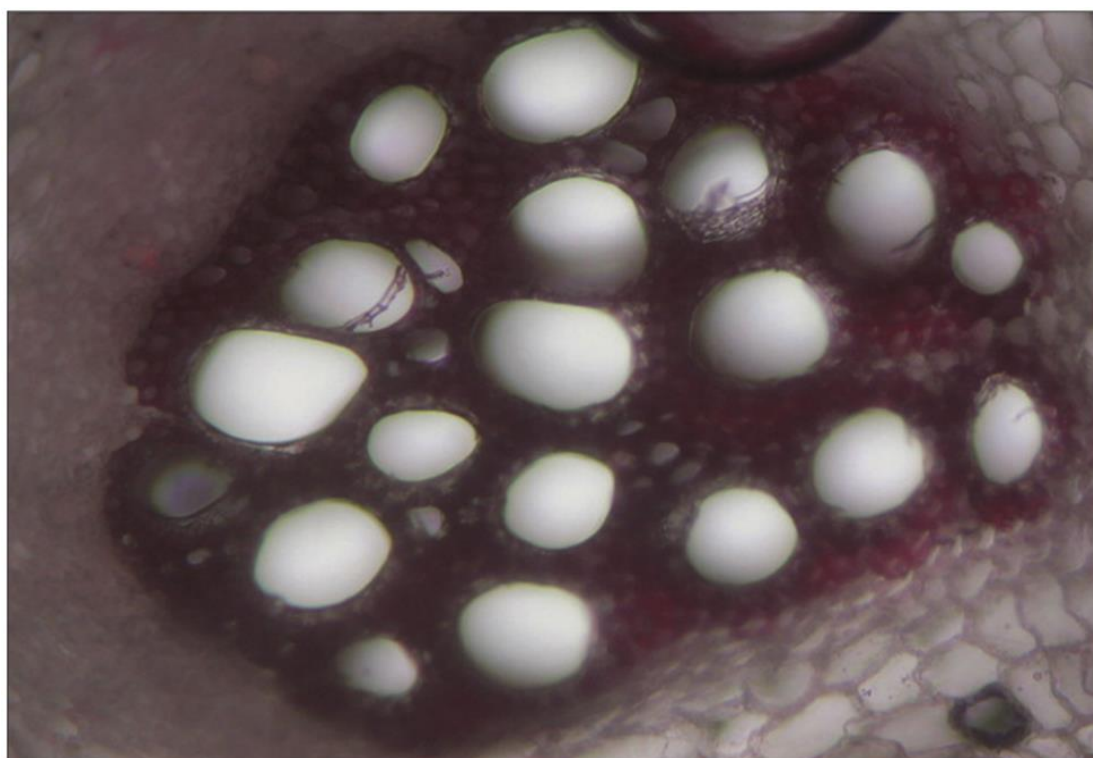


Рис. 3.7. Провідний пучок кореня *Amaranthus spinosus*. зб. х 400

3.2.3. Мікроскопічний аналіз порошку кореня

При мікроскопічному дослідженні порошку виявлено наявність аномального вторинного розростання зі склеренхіматозною міжпучковою тканиною, з концентричними зонами паренхіматозної тканини. В області кори спостерігалася велика кількість скупчень кристалів оксалату кальцію.

Такі показники, як кількість продохів у верхній та нижній епідермі, продоховий індекс, наявність трихом, кристалів оксалату кальцію різного розміру, є важливими діагностичними ознаками для ідентифікації доброякісності ЛРС.

3.3. Ідентифікація БАР в листі та коренях *Amaranthus spinosus*

Для цього брали 3-5г порошку листя та коренів, заливали 50 мл 50% спирту, екстрагували на водяній бані в колбі, під'єднаній до зворотного холодильника, протягом 30 хв. Витяг охолоджували, фільтрували через 4 шари марлі та використовували для проведення якісних реакцій:

Результати реакцій ідентифікації БАР в екстрактах сировинних частин показали наявність вуглеводів, фенольних сполук, сапонінів, алкалоїдів, флавоноїдів у досліджуваних зразках (Табл. 3.2).

Таблиця 3.2.

Результати реакцій ідентифікації БАР у листі та коренях *Amaranthus spinosus*

		Листя	Корені
1	2	3	4
Ідентифікація флавоноїдів	Реакція з лугом	+	+
	Реакція з розчином заліза (III) хлоридом	+	+
	Реакція з розчином ацетату свинцю	+	+
	Ціанідинова реакція	-	-
Ідентифікація полісахаридів	Осадження спиртом	+	+
	Реакція з реактивом Моліша	-	-
	Реакція з лугом	+	+

Продовження таблиці 3.2.

1	2	3	4
Ідентифікація алкалоїдів	Реакція з реактивом Драгендорфа	+	+
	Реакція з реактивом Вагнера та Бушарда	-	-
	Реакція з реактивом Майєра	-	-
	Реакція з реактивом Хагера	+	+
Ідентифікація сапонінів	Реакція з реактивом Сальковського	+	+
	Реакція з реактивом Лібермана-Бурхарда	+	-
	Реакція піноутворення	+	+

3.3.1. Визначення флавоноїдів:

1. *Реакція з лугом*: до 1 мл витягу додавали 1-2 краплі 10% спирто-водного розчину КОН. Спостерігали утворення жовтого забарвлення як в листях, так і в коренях, що може свідчити про наявність флавоноїдів та/або слизу.
2. *Ціанідинова реакція*: до 1 мл витягу додавали 2-3 краплі концентрованої хлоридної кислоти та 1-2 стружки металевого магнію. Реакція негативна. Слід зазначити, що ціанідинову реакцію не дають халкони, аурони, катехіни.
3. *Реакція з розчином заліза (III) хлоридом*: до 1 мл отриманого витягу додали 2-3 краплі 1% розчину заліза (III) хлориду. Спостерігали утворення коричневого забарвлення в обох витягах.

4. *Реакція з плюмбум ацетатом:* до 1 мл витягу додавали в пробірку 3-4 краплі 10% розчину ацетату плюмбуму. Спостерігали утворення світлого жовтого осаду, що може свідчити як про наявність різних фенольних сполук. Флавоони, халкони, аурони, що містять вільні орто-гідроксильні групи в кільці, при обробці спиртових розчинів свинцю ацетатом утворюють осади, яскраво-жовтого або червоного кольору. Також жовтий осад можуть давати сапоніни. Результат реакції може свідчити про наявність флавоноїдів та/або сапонінів у досліджуваній сировині шириці колючої.

3.3.2. Визначення полісахаридів:

Для виявлення полісахаридів отримували водний розчин ЛРС: 5,1 г подрібненої лікарської рослинної сировини поміщали в колбу та заливали 100 мл дистильованої води і залишали на 30 хвилин на киплячій водяній бані. Вміст колби охолоджували і фільтрували через 3 шари марлі. Отриманий витяг використовували для подальших реакцій:

1. *Метод осадження спиртом.* Після додавання спирту етилового 96% спостерігали утворення аморфного осаду, який свідчить про наявність полісахаридів
2. *Реакція з реактивом Фелінга.* Половину отриманого осаду переносили в колбу місткістю 25 мл, перемішували з 5 мл 10% хлористоводневої кислоти і кип'ятили 30 хв. До охолодженого гідролізату додавали 10 мл реактиву Фелінга і знову кип'ятили. Реакція була негативна.
3. *Реакція з лугом:* до 1 мл витягу додавали 1-2 краплі 10% спирто-водного розчину КОН. Спостерігали утворення жовтого забарвлення як в листях, так і в коренях, що свідчить про наявність флавоноїдів та/або слизу.

3.3.3. Визначення сапонінів:

1. *Реакція піноутворення:* в одну з двох однакових пробірок наливали 5 мл 0,1 М розчину хлористоводневої кислоти, а в іншу – 5 мл 0,1 М розчину гідроксиду натрію. Потім в кожну додавали по 0,5 мл водного витягу і струшували обидві пробірки з однаковою інтенсивністю протягом 1 хвилини. Утворилась стійка піна, що свідчить про наявність сапонінів.

2. *Реакція з ацетатом свинцю:* до 1 мл водного екстракту в пробірку додавали 3-4 краплі 10% розчину плюмбуму ацетату. Випав осад, що свідчить про наявність сапонінів

3. *Реакція Саньє:* в пробірку до 2 мл витягу додавали 1 мл 0,5% спиртового розчину ваніліну, 3-4 краплі кислоти сульфатної концентрованої та нагрівали на водяній бані. Реакція – негативна.

4. *Реакція Лафона:* до 2 мл витягу в пробірці додавали 1 краплю 10% розчину купруму сульфату, 1 мл кислоти сірчаної концентрованої і обережно нагрівали. Спостерігали зміну забарвлення на синьо-зелений колір, що також може свідчити про наявність сапонінів.

3.3.4. Визначення алкалоїдів:

1,0 г сировини, подрібнена і просіяна крізь сито з діаметром отворів 2 мм, вміщували у колбу зі шліфом, заливали 25 мл 1% розчину кислоти хлористоводневої і нагрівали на киплячій водяній бані протягом 30 хв., періодично перемішуючи. Охолоджений витяг відфільтровували і використовували для проведення якісних реакцій. Для ідентифікації алкалоїдів проводили загальноосадові реакції (на предметне скло наносили краплину реактиву та витягу і змішували їх за допомогою скляної палички):

1. *З реактивом Драгендорфа* (розчин вісмуту нітрату основного в калію йодиді): спостерігали утворення осаду.
2. *З реактивом Вагнера та Бушарда* (калію трийодид). Реакція була негативна.

3. З реактивом Майєра а (розчин ртутію дихлориду та калію йодиду).
Реакція була негативна.
4. З реактивом Хагера (насичений розчин кислоти пікринової).
Спостерігали утворення осаду.

3.4. Кількісне визначення флавоноїдів та фенольних сполук в листях і коренях *Amaranthus spinosus*.

Згідно даних літератури, більшість авторів пов'язують деякі лікувальні властивості саме з наявністю фенольних сполук і флавоноїдів у щиріці [4, 22, 27, 47]. Оскільки нами також було підтверджено наявність цих сполук, наступним етапом було проведення кількісного визначення вищевказаних сполук.

Вміст флавоноїдів в екстрактах у перерахунку на кверцетин (рівняння стандартної кривої: $y = 0,0092x + 0,0249$, $r^2 = 0,985$; рис. 3.8.) складав $63,16 \pm 10,7$ мг/г та $85,67 \pm 12,3$ мг/г в коренях та листях відповідно.

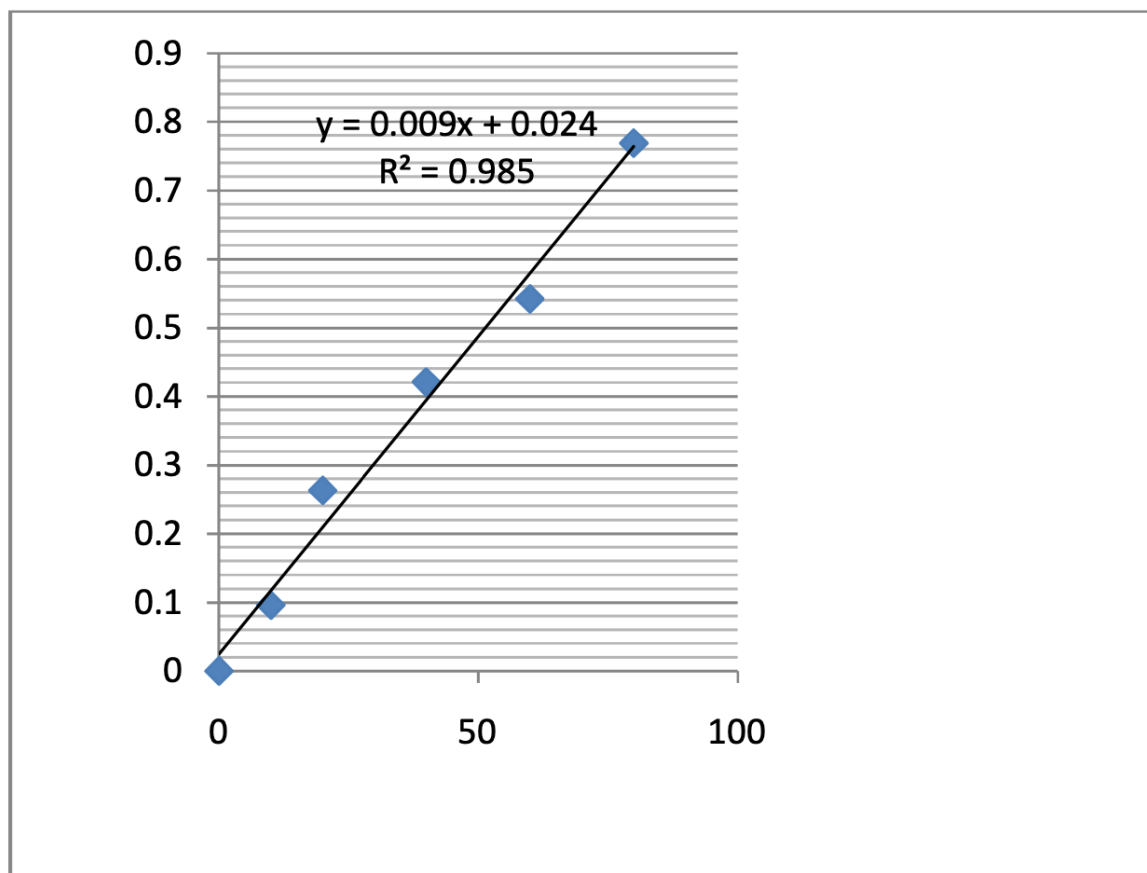


Рис.3.8. Калібрувальний графік для визначення концентрації флавоноїдів, мкг/мл. Ось абсцис – концентрація кверцетину в перерахунку на досліджувану пробу, мкг/мл. Ось ординат – оптична густина

У таблиці 3.3. також наведено вміст загальних фенолів, який був виміряний за допомогою реактиву Фоліна-Чокальтеу в перерахунку на галову кислоту (рівняння стандартної кривої: $y = 0,00048x \pm 0,0055$, $r^2 = 0,9873$; рис. 3.9.). Загальний вміст фенолу становив $48,01 \pm 2,0$ мг/г та $52,15 \pm 9,7$ мг/г у коренях та листях відповідно.

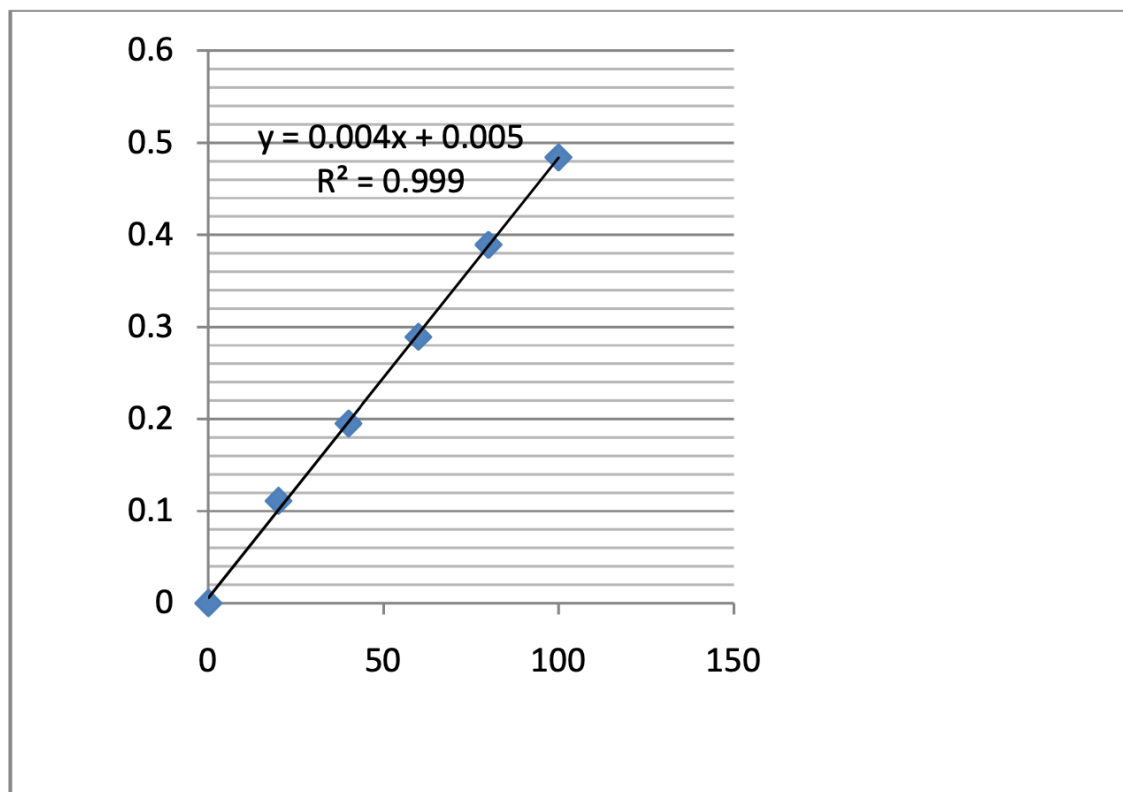


Рис.3.9. Калібрувальний графік для визначення концентрації суми поліфенолів, мкг/мл. Ось абсцис – концентрація галової кислоти в перерахунку на досліджувану пробу, мкг/мл. Ось ординат – оптична густина

Таблиця 3.3.

Кількісний вміст флавоноїдів та поліфенолів в коренях *Amaranthus spinosus*

Об'єкт дослідження	Кількісний вміст флавоноїдів, мг/г	Кількісний вміст поліфенолів, мг/г
Корені <i>A. spinosus</i>	63,16 ± 10,7	48,01 ± 2,0
Листя <i>A. spinosus</i>	85,67 ± 12,3	52,15 ± 9,7

Отримані дані щодо вмісту БАР в досліджуваних частинах *A. spinosus* корелюються з даними, отриманими дослідниками останніми роками.

Більшість робіт присвячені вивченню антиоксидантної активності *A. spinosus* [4, 10, 19, 22, 23, 25, 27, 44, 45]. Відомо, що вміст фенолів у рослинах безпосередньо впливає на їхні антиоксидантні властивості. Таким чином, можна зробити висновок, що коріння рослини *A. spinosus* може бути потужним джерелом природних антиоксидантів. Тому його можна використовувати для загоєння ран і запобігання шкідливим наслідкам оксидативного стресу.

У цьому дослідженні були проведені фармакогностичні та фітохімічні дослідження листя та коренів *A. spinosus*.

Отримані результати дослідження, зокрема діагностичні макроскопічні та мікроскопічні характеристики та показники якісного і кількісного складу БАР, можуть бути використані для подальших досліджень, а також для доповнення інформації щодо цієї сировини для її подальшої стандартизації з метою використання у медицині та фармації.

Висновки

1. Визначені основні видоспецифічні макроскопічні ознаки листя та коренів *Amaranthus spinosus*, зібраної на території України.

2. Досліджені мікроскопічні ознаки сировинних частин *Amaranthus spinosus*.

3. Методами фітохімічного аналізу були ідентифіковані в сировинних частинах щириці колючої такі групи біологічно активних речовин: поліфенольні сполуки, флавоноїди, сапоніни, полісахариди та алкалоїди.

4. Встановлений кількісний склад суми поліфенольних сполук в листях та коренях *Amaranthus spinosus*.

5. Визначений кількісний вміст флавоноїдів в досліджуваних частинах щириці колючої.

6. *Amaranthus spinosus* є перспективною сировиною, зважаючи на широку розповсюдженість на території України та на різноманітний склад біологічно активних речовин, а отримані результати можуть бути використані для подальшого дослідження з метою її стандартизації та розробки лікувально-профілактичних засобів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державна Фармакопея України : в 3 т. / Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». — 2-е вид. — Харків: Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. — Т. 1. — 1128 с.
2. Смельянова О. І., Карпюк У. В., Нікітіна О. О., Ковальська Н. П., Чолак І. С. Лабораторний практикум з фармакогнозії. Частина І. Навчальний посібник. Київ: Фітосоціоцентр. 2020. 156 с.
3. Лабораторний практикум з фармакогнозії. Частина ІІ: навч. посіб. Н. П. Ковальська, Р. Є. Дармограй, У. В. Карпюк, Н. В. Шаповалова, О. І. Смельянова, Л. В. Бензель, О. О. Нікітіна, І. С. Чолак, І. Л. Бензель, О. В. Рибак, Р. М. Лисюк, О. Я. Цаль. К.: Паливода А. В. 2020. 174 с.
4. Amin I, Norazaidah Y, Hainida KI. Antioxidant activity and phenolic content of raw and blanched *Amaranthus species*. Food Chem 2006;94:47-52.
5. Amuthan A, Chogtu B, Bairy KL, Sudhakar, Prakash M. Evaluation of diuretic activity of *Amaranthus spinosus* Linn. aqueous extract in Wistar rats. J Ethnopharmacol. 2012; 140:424-427.
6. Azhar-ul-Haq M, Afza N, Khan SB and Muhammad P. 29. Coumaroyl adenosine and lignan glycoside from *Amaranthus spinosus* Linn. Polish Journal of Chemistry. 2006; 80: 259–263.
7. Berghofer E. and Schoenlechner R. Grain amaranth. In: Belton, P.S., Taylor, J.R.N. (Eds.), Pseudocereals and Less Common Cereals. Grain Properties and Utilisation Potential. Springer, Berlin, Heidelberg, New York. 2002: 219–260.
8. Blunden G, Yang M, Janicsak MI and Carabot-Cuervo A. Betaine distribution in the Amaranthaceae. Biochemical Systematics and Ecology. 1999; 27: 87–92.

9. Bressani R, Gonzales JM, Zuniga J, Brauner M, Elias LG (1987) Yield, selected chemical composition and nutritive value of 14 selections of amaranth grain representing four species. *Journal of Food Science and Agriculture* 38: 347- 356.
10. Cai Y, Sun M and Corke H. Antioxidant activity of betalains from plants of the amaranthaceae. *J Agric Food Chem.* 2003: 50-51.
11. Chandrashekhar KA. Review on Tanduliyaka (*Amaranthus spinosus* L)-A weed, a vegetable and a medicinal plant. *Int. J Ayurvedic Med.* 2018; 9(4):231-238.
12. Chávez-Jáuregui RN, Cardoso-Santiago RA, Maria EM, José Arêas AG (2003) Acceptability of snacks produced by the extrusion of amaranth and blends of chickpea and bovine lung. *International Journal of Food Science and Technology* 38: 795-798.
13. Chaudhary MA, Imran I, Bashir S, Mehmood MH, Rehman N, Gilani AH. Evaluation of gut modulatory and bronchodilator activities of *Amaranthus spinosus* Linn. *BMC Complement. Altern. Med.* 2012; 12:166-178.
14. Das S (2012) Systematics and taxonomic delimitation of vegetable grain and weed amaranths: a morphological and biochemical approach. *Genet Resour Crop Evol* 59: 289-303.
15. Hilou A, Nacoulma OG and Guiguemde TR. In vivo antimalarial activities of extracts from *Amaranthus spinosus* L. and *Boerhaavia erecta* L. in mice. *Journal of Ethnopharmacology.* 26. 2006; 103: 236–240.
16. Hussain Z, Amresh G and Singh S. Hepatoprotective activity of *Amaranthus spinosus* in experimental animals. *Food Chem Toxicol.* 2008; 22: 3417-21.
17. Hussain Z, Amresh G, Rao ChV, Singh S. Antinociceptive activity of *Amaranthus spinosus* in experimental animals. *J Ethnopharmacol.* 2009; 122:492-496

18. Hussain Z, Amresh G, Singh S, Rao CV. Antidiarrhoeal and antiulcer activity of *Amaranthus spinosus* in experimental animals. *Pharm. Biol.* 2009; 47(10):932 -939
19. Ishrat JB, Laizuman N, Farhana AR, Obaydul H. Antibacterial, Cytotoxic and Antioxidant Activity of Chloroform, n-hexane and Ethyl Acetate extract of plant *Amaranthus spinosus*. *Int. J Pharm. Tech. Res.* 2011; 3(3):1675-1680.
20. Jamaluddin ATM, Qais N, Ali MA, Howlader MA, Shams-Ud-Doha KM and Sarker AA. Analgesic activity of extracts of the whole plant of *Amaranthus spinosus* Linn. *Int. J Drug Dev. Res.* 2011; 3(4):189- 193.
21. Jhade D, Ahirwar D, Sharma NK, Hatwar B, Gupta S, Jain VK. Antifertility activities of ethanolic and aqueous root extract of *Amaranthus spinosus* Linn. in rats. *Pharmacology online* 2011; 2:959-967.
22. Jiménez-Aguilar Dulce M, Grusak Michael A. Minerals, vitamin C, phenolics, flavonoids and antioxidant activity of *Amaranthus* leafy vegetables. *J Food Compos. Anal.*
23. Kumar ABS, Lakshman K, Jayaveera KN, Shekar DS, Arun Kumar A, Manoj B. Antioxidant and antipyretic properties of methanolic extract of *Amaranthus spinosus* leaves. *Asian Pac. J Trop. Med.* 2010; 702-706.
24. Kumar, A., Lakshman, B. S., Jayaveera, K., Nandeesh, K. N. & Manoj, N. & Ranganayakulu. Comparative *in vitro* antihelminthic activity of three plants from *Amaranthaceae* family. *Biol. Sci.* 62, 185–189 (2010).
25. Kumar BSA, Kuruba L, Jayaveera KN, Shekar DS, Nandeesh R, Velmurugan C. Chemoprotective and antioxidant activities of methanolic activities of *Amaranthus spinosus* leaves on paracetamol induced liver damage in rats. *Acta Medica Saliniana.* 2010; 39:68- 74
26. Kumar ABS, Lakshman K, Velmurugan C, Sridhar SM, Gopisetty Saran. Antidepressant Activity of Methanolic Extract of *Amaranthus spinosus*. *Basic Clin. Neurosci.* 2014; 5(1):11-17.

27. Li, H. et al. Characterization of phenolics, betacyanins and antioxidant activities of the seed, leaf, sprout, flower and stalk extracts of three *Amaranthus* species. *J. Food Compos. Anal.* 37, 75-81 (2015).
28. Lin BF, Chiang BL and Lin JY. *Amaranthus spinosus* water extract directly stimulates proliferation of B-lymphocytes in vitro. *International Immunopharmacology.* 2005; 5: 711–722.
29. Ljubica P, Marija I, Miroslav HS, Ivana R (2009) Properties of Extruded Snacks Supplemented With Amaranth Grain Grits. *BIBLID* 40: 17-24.
30. Maiyo ZC, Ngure RM, Matasyoh JC, Chepkorir R. Phytochemical constituents and antimicrobial activity of leaf extracts of three *Amaranthus* plant species. *Afr. J Biotechnol.* 2010; 9(21):3178-3182.
31. Manik B, Subrata C, Pranabesh C. Evaluation anthelmintic and antiinflammatory activity of *Amaranthus spinosus* Linn. *Int. J Curr. Pharm. Res.* 2010; 2(4):44-47.
32. Martha A, Shimelis A (2012) Value added product development and quality characterization of amaranth (*Amaranthus caudatus* L.) grown in East Africa. *African Journal of Food Science and Technology* 3: 129-141.
33. Mathur J, Khatri P, Samanta KC, Sharma A, Mandal S. Pharmacognostic and preliminary phytochemical of *Amaranthus spinosus* Linn. leaves. *Int. J Pharm. Sci.* 2010; 2(4):121-124.
34. Mishra SB, Verma A, Mukerjee A and Vijayakumar M. *Amaranthus spinosus* L. (Amaranthaceae) leaf extract attenuates streptozotocin-nicotinamide induced diabetes and oxidative stress in albino rats. A histopathological analysis. *Asian Pac. J Trop. Biomed.* 2012; 1647-1652.
35. Mitra P, Ghosh T, Mitra PK. Antigastric Ulcer Activity of *Amaranthus spinosus* Linn. Leaves in Aspirin-Induced Gastric Ulcer in Rats and the Underlying Mechanism. *SMU Med. J.* 2014; 1(2):313-328.

36. Monica WM, Nicholas, Gikonyo K, Glaston Kenji M, Alfred M (2011) Properties of a Complementary Food based on Amaranth Grain (*Amaranthus cruentus*) Grown in Kenya. *Journal of Agriculture and Food Technology* 1: 153-178.
37. Olajide O, Ogunleye B, Erinle T. Antiinflammatory properties of *Amaranthus spinosus* leaf extract. *Pharm Biol* 2004;42:521-5.
38. Olufemi BE, Assiak IE, Ayonde GO and Onigemo MA. Studies on the effects of *Amaranthus spinosus* leaf extract on the haematology of growing pigs. *African Journal of Biomedical Research*. 2003; 6: 149-150.
39. Pedersen B, Kalinowski LS, Eggum BO (1987) The nutritive value of amaranth grain (*Amaranthus caudalus*) Protein and minerals of raw and processed grain. *Plant Foods Human Nutrition* 36: 309-324.
40. Potllapalli S, Narumalla J, Teja Pavani NA, Govindadas D, Chikkannasetty SS. Study of diuretic activity of aqueous extract of *Amaranthus spinosus* Linn on rats. *Int. J Basic. Clin. Pharmacol*. 2017; 6(1):141-144.
41. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:10711-2>
(дата звернення 29.10.2023)
42. Sangameswaran B and Jayakar B. Anti-diabetic, antihyperlipidemic and spermatogenic effects of *Amaranthus spinosus* Linn. on streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Natural Medicines*. 2008; 62(1): 79-82.
43. Satyanarayana T, Chowdary KA, Chinna Eswaraiah M. and Bharathi A. Anti-Fertility Screening of Selected Ethno Medicinal Plants. *Phcog Mag*. 2008; 4 (15): 51.
44. Sarker, U., & Oba, S. Nutritional and antioxidant components and antioxidant capacity in green morph Amaranthus leafy vegetable. *Sci. Rep*. 2019.
45. Sarker, U., Islam, M. T., Rabbani, M. G. & Oba, S. Genetic variation and interrelationship among antioxidant, quality and agronomic traits in vegetable amaranth. *Turk. J. Agric. For*. 40, 526–535 (2016).
46. Singhal RS, Kulkarni PR (1988) Review: amaranths an underutilized resource. *Int Journal of Food Science and Technology* 23: 125-139.

47. Stintzing, F. C. *et al.* Betacyanins and phenolic compounds from *Amaranthus spinosus* L. and *Boerhavia erecta* L. *Plant Food Hum. Nutri.* 59, 1–8 (2004).
48. Tatiya AU, Surana SJ, Khope SD, Gokhale SB, Sutar MP. Phytochemical investigation and immunomodulatory activity of *Amaranthus spinosus* Linn. *Indian J Pharm Edu Res* 2007; 44: 337-341.
49. Vardhana, H. *In vitro* antibacterial activity of *Amaranthus spinosus* root extracts. *Pharmacophore.* 2, 266–270 (2011).
50. Weber L, Hubbard E, Putnam D, Nelson L, Lehmann J (1988) Amaranth grain production guide. Rodale Press Inc. Emmaus PA, American Amaranth Institute, Bricelyn, United States.

SUMMARY

Ovsiichuk Valentyna

PHARMACOGNOSTIC RESEARCH OF *AMARANTHUS SPINOSUS* L.

Department of Pharmacognosy and Botany

Scientific supervisor: PhD, as. professor Pidchenko Vitalii

Keywords: *Amaranthus spinosus*, leaves, roots, polyphenols, flavonoids

Introduction. *Amaranthus spinosus* L. is an adventive species for the territory of Ukraine. The local range of this species is from Mexico to Tropical America. It is an annual plant and it grows mainly in the subtropical biome. It is an easy-to-grow, nutrient-rich and currently under-researched plant that can play an important role not only as a fodder crop but also as a source of biologically active substances for medicine and pharmacy. This species grows quickly and has a high tolerance for arid conditions and poor soils where traditional cereals cannot be grown. This plant is also interesting because it adapts to growing in a large number of environments. It is also characterized by strong growth, resistance to drought, heat and pests producing a large amount of biomass. According to the research data of recent years, the raw parts of *Amaranthus spinosus* show significant pharmacological activity. Since grains are more researched, other parts of the plant that can be used as raw materials are of great interest, particularly leaves and roots. In Ukraine, *Amaranthus spinosus* is found in almost all regions, mostly as a weed. At the same time, studies of this species, collected on the territory of Ukraine, both pharmacognostic and pharmacological, are almost absent.

Materials and methods. The research objects are the leaves and roots of *Amaranthus spinosus*. Research subject: phytochemical study of the leaves and roots of *Amaranthus spinosus*. Methods: literature monitoring, macro- and microscopic, phytochemical.

Results. In this study, pharmacognostic and phytochemical studies of *Amaranthus spinosus* leaves and roots were carried out. The main species-specific macroscopic features of the leaves and roots of *Amaranthus spinosus* collected in

Ukraine were determined. Microscopic characteristics of the raw parts of *Amaranthus spinosus* were also investigated. Using the methods of phytochemical analysis, the following groups of biologically active substances were identified in the raw parts of the *Amaranthus spinosus*: polyphenolic compounds, flavonoids, saponins, polysaccharides and alkaloids. The quantitative content of the sum of polyphenolic compounds and flavonoids in the leaves and roots of *Amaranthus spinosus* was determined.

Conclusions. *Amaranthus spinosus* is a promising medicinal plant, taking into account its widespread distribution on the territory of Ukraine and the diverse composition of biologically active substances, the obtained results can be used for further research for its standardization and the development of herbal medicinal products. The obtained results can be used for further research, as well as to supplement information on this raw material for its further standardization for the purpose of use in medicine and pharmacy.