

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ**

**О.О.БОГОМОЛЬЦЯ**

**ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра фармакогнозії та ботаніки

**ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему: Фармакогностичне дослідження сировини

*Equisetum arvense* L. та *E. sylvaticum* L.

Виконав: здобувач вищої освіти 5 курсу, групи 98Ф-1Б  
напряму підготовки (спеціальності)

226 «Фармація, промислова фармація»  
освітньої програми фармація  
Коношевська І. М.

Керівник: к.б.н., асистент  
кафедри фармакогнозії та ботаніки  
Двірна Тетяна Сергіївна

Рецензент: к.х.н., асистент кафедри  
хімії ліків та лікарської токсикології  
Головченко О.В.

Київ – 2023 рік

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	3
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7поши
1.1. Класифікація та ботанічна характеристика <i>Equisetum arvense</i> L. та <i>Equisetum sylvaticum</i> L.	7
1.2. Поширення, ресурсна значущість, охорона.	13
1.3. Хімічний склад сировини <i>Equisetum arvense</i> та <i>Equisetum sylvaticum</i>	15
1.4. Біологічна дія та застосування.	20
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	36
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	38
3.1. Макроскопічний аналіз.	38
3.2. Мікроскопічний аналіз.	42
3.3. Ідентифікація БАР в сировині <i>Equiseum arvense</i> та <i>E. sylvaticum</i>	49
ВИСНОВКИ	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	53
SUMMARY	59

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ДФУ – Державна Фармакопея України

БАР – біологічно активні речовини

ЛРС – лікарська рослинна сировина

*Equisetum arvense* – *E. arvense*

*Equisetum sylvaticum* – *E. sylvaticum*

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Рід *Equisetum* є єдиним у родині Equisetaceae. Згідно даних POWO, налічується 18 валідних видів-космополітів [40]. Рід Хвощі у флорі України представлений 9 видами, які належать до двох підродів *Equisetum* та *Hippochaete* (Milde) Baker. [36]. Рід має еволюційну історію, яку можна простежити до пізнього девонського періоду, і вважається одним із найдавніших живих родів судинних рослин [7, 51]. З огляду на наявні та добре відомі викопні рештки *Equisetum*, палеонтологи та ботаніки тривалий час розглядають цей рід як ключовий елемент еволюційного дослідження та походження судинних рослин [24]. Представники зустрічаються по всій Північній півкулі, включаючи північну Гренландію, північний Сибір, Тропічну Америку, мис Південної Африки та Південну та Південно-Східну Азію [23].

У всьому світі *Equisetum* spp. має довгу історію використання як традиційної лікарської рослини для лікування численних захворювань [17]. Шістнадцять видів роду задокументовані як широко використовувані в традиційній медицині різними етнічними групами по всьому світу. Фітохімічні дослідження *Equisetum* призвело до виділення низки біоактивних сполук [32]. Всього було ідентифіковано 229 хімічних сполук *Equisetum* основною групою компонентів є флавонолові глікозиди та флавоноїди [7]. Основні вторинні метаболіти, виділені та ідентифіковані з хвощів включають еквізетин, кампестрол, кверцетин, хлорогенову кислоту, кавову кислоту, алкалоїди піридину, флавоноїдні глікозиди апігеніну, аконітову кислоту, винну кислоту, нікотин палюстрин, лютеолін і мірицитин [50].

Неочищені екстракти та фітохімічні речовини хвощів виявляють значні антиоксидантні, антимікробні, протизапальні, антиульцерогенні, антидіабетичні, гепатопротекторні та сечогінні властивості. Численні дослідження також продемонстрували безпеку щодо використання хвощів.

У Державній Фармакопеї України наведено лише один вид хвоща – *Equisetum arvense* L. [1], який є широко поширеними на території держави.

Однак, у традиційній медицині використовують сировину усіх дев'яти видів хвощеподібних флори України [7]. Сировиною хвоща польового є цілі або різані, висушені надземні вегетативні пагони (*Equiseti herba*) [1]. Нами досліджено сировину саме *E. arvense* та неофіційного *E. sylvaticum*.

**Мета дослідження** – провести порівняльне макро-, мікроскопічне та фітохімічне дослідження *Equisetum arvense* та *E. sylvaticum* для визначення основних діагностичних ознак сировини, а також для ідентифікації БАР.

**Завдання дослідження:**

- провести морфологічний аналіз сировинних частин рослин представників роду *Equisetum*;
- виконати мікроморфологічні дослідження сировинних частин обраних рослин видів роду *Equisetum*;
- ідентифікувати основні групи біологічно активних речовин у хвощі польовому та лісовому.

**Предмет дослідження:** сировинні частини *Equisetum arvense* та *E. sylvaticum*, їх витяги і тимчасові мікропрепарати.

**Об'єкт дослідження** – надземні вегетативні пагони *Equisetum arvense* та *E. sylvaticum*.

**Методи дослідження.** Макроскопічний та мікроскопічний аналіз проводили із використанням методів світлової мікроскопії. Ультраструктуру поверхні фотосинтезуючого стебла проводили з використанням сканувального електронного мікроскопа.

Для ідентифікації деяких груп біологічно активних речовин використовували загальноприйняті реакції.

**Новизна та значення одержаних результатів.** Уперше проведено комплексне макроморфологічне та мікроскопічне дослідження, встановлені основні діагностичні ознаки сировини *Equisetum arvense* та *Equisetum sylvaticum* та проведені деякі фітохімічні дослідження.

Отримані результати можуть бути використані кафедрами фармацевтичних факультетів медичних вузів України при викладанні дисциплін «Фармацевтична ботаніка» та «Фармакогнозія».

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

*Структура роботи.* Випускна кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків та списку використаних джерел (56). Загальна кількість сторінок 61.

## РОЗДІЛ 1.

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### 1.1. Класифікація та ботанічна характеристика

##### *Equisetum arvense* L. та *Equisetum sylvaticum* L.

Царство – Рослини (Plantae)

Відділ – Папоротепоподібні (Polypodiophyta)

Клас – Папоротевидні (Polypodiopsida)

Порядок – Хвощі (Equisetales)

Родина – Хвоцеві (Equisetaceae)

Рід – Хвощ (*Equisetum*)

Вид – *Хвощ польовий (Equisetum arvense L.)*

Вид – *Хвощ лісовий (Equisetum sylvaticum L.)*

Види роду *Equisetum* відомі під загальною назвою «кінський хвощ» в англomовних країнах, «cola de caballo» в іспаномовних країнах, «prêle des champs» у Франції, «ackerschachtelalm» в Німеччині, «tsukushi» в Японії та «cavalinha» у Бразилії. Його назва латинського походження, складається з «equi» (кінь) і «setum» (хвіст), тобто кінський хвіст [6, 18, 20].

Рід *Equisetum* є єдиним живий рід Equisetaceae у порядку Equisetales класу Sphenopsida. Родина Equisetaceae класифікується на дві монофілетичні групи, такі як підроди *Equisetum* (широко відомі як хвощі з кількома бічними гілками) і *Hippochaete* (широко відомі як хвощі та без бічних гілок). Хвощі є представниками надзвичайно давньої та різноманітної групи класу Sphenopsida [5, 7]. Даний рід – найдавніший невимерлий рід на Землі, який походить з кінця палеозойської ери, приблизно 300 мільйонів років тому.

Усі хвощі є трав'янистими рослинами. Представники є невеликими рослинами, які рідко досягають метра у висоту; вони характеризуються «членистими» стеблами. Усі види мають кореневище, яке росте горизонтально в землі, дуже галузиться і захоплює часто значні ділянки ґрунту. У деяких видів, у т.ч. і у хвоща польового, на кореневищах утворюються бульбочки, для вегетативного розмноження. Кінцеві відгалуження кореневищ

відгинаються вгору, виходять на поверхню і дають початок наземним гонам. Для більшості видів властивий різкий диморфізм. На вузлах кільцями сидять листки, звичайно дуже редуковані і здебільшого зрослі в трубчасту піхву. На вузлах таки утворюються кільця гілок. На верхівках гонів виникають спороносні колоски, побудовані з кільчасто розміщених щитків, або спорофілів. Розмножуються спорами.

**Ботанічна характеристика. Хвощ польовий (*Equisetum arvense* L.).**

Трав'янистий полікарпик, від заввишки 10 до 100 см заввишки (Рис. 1.1.1а). Хвощ польовий має великі та глибоко (до 2 м) розташовані кореневища від темно-коричневого до чорного кольору, тьмяні, вкриті волосками та іноді мають особливі бульбочки. Бульби мають вигляд вкорочених роздутих міжвузлів, що складаються з клітин, наповнених крохмалем, через які проходить кілька судинних пучків [31]. Кореневища щороку пускають пагони. Стебла однорічні, прямостоячі, гофровані, помітно ребристі (3–5 мм) (Рис. 1.1.1а), на яких наявні мутовчасті гілки, які зазвичай регулярно і рясно гілкуються, що надає рослині вигляду ялинки (Рис. 1.1.1а, в). Стебла порожнисті та зчленовані. Гілки висхідні, прості та майже гладкі. Листки складаються з дрібних зубців, розташованих в мутовці на щільно прилеглому вузловому піхві (Рис. 1.1.1в), і в зрілому віці не містять хлорофілу [26]. Однак вид дуже мінливий, і описано відмінності в кількості зубів гілок, характері розгалуження та габітусі [27]. У даного виду різко виражений диморфізм: наявність плодючих та вегетативних гонів (Рис. 1.1.1).

Плодючі стебла нерозгалужені, висотою 10–25 см, закінчуються конусом, без гострячка, який може досягати 2,5–10 см (Рис. 1.1.1б, г). Плодоносне стебло блідо-бурого забарвлення, кволе і недовговічне. Вони мають великі, які легко відділяються членики, товщиною до 8 мм (Рис. 1.1.1б, г). Піхви довжиною 14–20 мм, з великими частково з'єднаними зубцями, довжиною 5–9 мм, тілесного жовтуватого або коричневого кольору (Рис. 1.1.1б, г). Стробіл овально-циліндричної форми, утворений щиткоподібними черешковими лусками, з яких утворюються спори (Рис. 1.1.1б, г). Спори



проростають, утворюючи маленьку статеву стадію (гаметофіт), яку рідко можна побачити і з якої розвиваються спорові рослини. Спори (діаметром 33–48 мкм) кулясті, від блідо-зеленого до жовтого; вони скоростиглі і швидкоплинні; з'являються рано навесні, потім в'януть і відмирають. На зміну їм з того ж кореневища виростають безплідні фотосинтезуючі стебла.

Безплідні, або вегетативні, або фотосинтезуючі стебла розгалужені, висотою 20–100 см, з меншими зчленуваннями (Рис. 1.1.1а, в). Піхви чашоподібні, довжиною 5–10 см, поступово розширюються догори. Зубці від темно-коричневого до світло-коричневого, вільні або частково зрощені, довжиною 1,5–7 мм, сухі, тонкі, перетинчасті (Рис. 1.1.1в). Гілки довжиною 10–15 см з міжвузлями 1,4–4,5 см, діаметром 0,8–4,5 мм. *E. arvense* пристосований до сухих умов, оскільки має покриття кремнеземом кутикулу, заглиблені продихи, зменшене листя та асимілююче стебло, тоді як кореневища мають гідроморфні структури [19]. Порожністі кореневища сприяють проходженню повітря глибоко в ґрунт [48] і служать шляхами для поглинання води [19]. Безплідні гони зберігаються з літа до перших заморозків.



а



б



в



г

*Рис. 1.1.1. Equisetum arvense: а – загальний вигляд та локалітет; б – плодючий гон; в – стебло; г – стробіл.*

**Хвощ лісовий (*Equisetum sylvaticum* L.),** або деревний хвощ. Трав'янистий полікарпик, який може сягати у висоту до 60 (80) см, а плодючий до 10–40 см (Рис. 1.1.2). Кореневище довге, світло-коричневе, гладке і блискуче, опушене; зрідка бульбоносне, або небульбоносне. Для даного виду також характерний диморфізм: пагони можна розрізнити як плодючі та стерильні (Рис. 1.1.2); обидва типи утворюються одночасно, але ті, що несуть стробіли (шишки), залишаються незеленими та нерозгалуженими до моменту розповсюдження спор і лише пізніше стають зеленими та гілкуються, щоб вегетативно нагадувати стерильні стебла.

Вегетативні стебла прямостоячі, від коричневого до зеленого, гіллясті, порожнисті (Рис. 1.1.2а). Стебла яскраво-зелені (Рис. 1.1.2в), злегка шорсткі до гладкого. Вони несуть мутовки тонких гілок у вузлах (гілки численні, менші й коротші на родючих стеблах), або прості (можливо, іноді, коли плодючі) (Рис. 1.1.2а, в). Міжвузля головного стебла не роздуті; 10–18 борозенчасті. Міжвузля головного стебла з центральним поглибленням; центральна порожня приблизно від половини діаметра міжвузля до більше половини діаметра міжвузля (від половини до двох третин). Головні піхви стебла зелені або зеленуваті, довжиною 5–10 мм; нібито 3–6 зубчастих (здається, мають з'єднані зубці, вони представлені 3–6 широкими, підгострими, коричневими частками) (Рис. 1.1.2в). Зубів близько 3 ребристих. Первинне розгалуження симетричне. Первинні гілки численні (від 10 до 16 і більше на мутовку); звисання (до їх кінців); делікатно вторинно розгалужений (принаймні проксимально, що надає рослині характерну елегантність). Міжвузля первинної гілки 3–4-жолобчасті; 3–4 борозенчасті. Піхви первинної гілки 3–4-зубчасті (зубці довгі, шиловидні). Міжвузля першої гілки принаймні такої ж довжини, як і підлягаючі піхви, принаймні на верхніх частинах стебла. Первинна гілка міжвузля суцільна.

Плодючі стебла до 40 см заввишки, від блідо-рожевого до коричневого кольору, без гілок, зберігаються та стають розгалуженими та зеленими після виділення спор (Рис. 1.1.2б). Стебла із 10–18 гладкими ребрами (Рис. 1.1.2б).

Піхви дзвоникоподібні, зубці бурі, які зростаються по 2–4 у 3–6 широко-ланцетних складних зубці, тупі (Рис. 1.1.2б). Стробіл 1,5–2,5 см завдовжки, циліндричної форми, тупий (Рис. 1.1.2б, г). Після вивільнення спор стебло стає зеленим, розвиваються гілки, і конус з часом відпадає. Стробіли дозрівають пізньою весною (з квітня по травень).



а



б



в



г

Рис. 1.1.2. *Equisetum sylvaticum*: а – загальний вигляд та локалітет; б – плодючий гон; в – стебло; г – стробіл.

**1.2. Поширення, ресурсна значущість, охорона.** Хвощі є космополітами, не зафіксовані лише у Австралії а Антарктиді [17]. Різноманітні види пристосовані до зростання в помірних, тропічних і холодних регіонах.

Хвощ польовий поширений циркумполярно по всій Європі та Азії, на південь до Туреччини, Ірану, Гімалаїв, а також через Китай (за винятком південно-східної частини), Корею та Японію [7]. Він також зустрічається по всій Канаді та США, аж до Джорджії, Алабами, Арканзасу, Техасу, Арізони, Нью-Мексико та Каліфорнії [40]. *E. arvense* є основним бур'яном у Бельгії, Канаді, Англії, Фінляндії, Німеччині, Японії, Новій Зеландії, колишньому Радянському Союзу, США, колишній Югославії та як звичайний бур'ян на Алясці, Аргентині, Бразилії, колишня Чехословаччина, Франція, Індія, Іран, Мадагаскар, Маврикій, Нідерланди, Польща, Румунія, Іспанія та Швеція. У Чилі, Китаї, Ісландії, Італії, Кореї та Туреччині він лише повідомляється як присутній. У горах сягає субальпійського поясу.

Росте хвощ польовий у лісах, на суходільних та заплавлених луках, околицях боліт, галечниках, піщаних мілинах, полях, випасах, на берегах річок, струмків, на узбіччях доріг, по берегах річок, на пасовищах. Віддає перевагу піщаним, досить багатим, помірно вологим ґрунтам. Світлолюб. На заливних луках і на покладах часто панує в трав'яному покриві один або разом із злаками, наприклад, пирієм повзучим, кострицею безостим, вівсяницею червоною та ін. *E. arvense* є бур'яном, який складно контролювати. Така особливість обумовлена будовою кореневища.

Поширений вид майже по всій території України (Рис. 1.1.3), найчастіше зустрічається у лісових та лісостепових районах та Криму, рідше у степу, у південних регіонах. *E. arvense* є індикатором кислих ґрунтів. Розміри особин та ресурсні показники, в цілому, є значно вищими у вологих місцезростаннях.

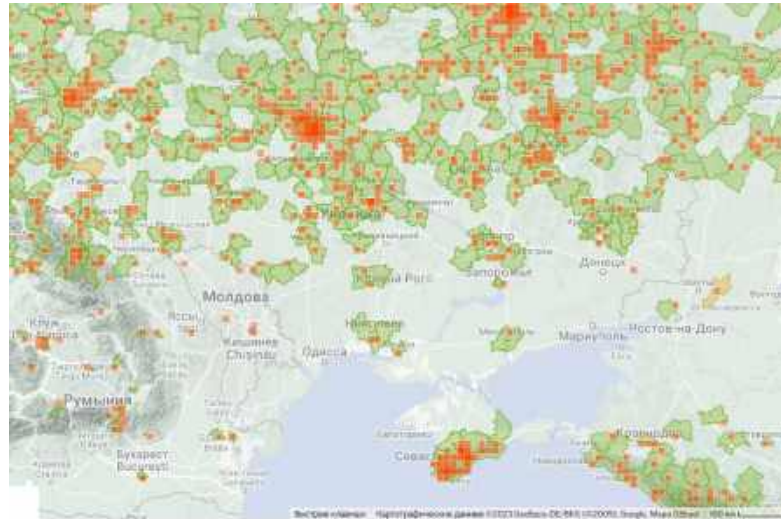


Рис. 1.1.3. Карта поширення *Equisetum arvense* на території України (згідно iNaturalist [30]).

Природні ресурси хвоща польового достатні на території України. Щорічно можливо заготовляти сотні тон сировини виду; не рекомендовано проводити заготівлю на оброблюваних агроценозах (обробка гербіцидами, пестицидами) [7].

Хвощ лісовий поширений по Європі, від Ісландії та Скандинавії до північної Іспанії, північної Італії, Криту та Кавказу; помірної Азії; Північна Америка від Ньюфаундленду й Аляски до Вірджинії й Айови; південна Гренландія [41]. На всій території Британських островів, за винятком деяких центральних і південних графств і Нормандських островів; пов'язаний з кислими ґрунтами у вологих лісах і болотах, піднімаючись приблизно до 1000 м.

*E. sylvaticum* формує колонії, які зазвичай ростуть на глибоких, помірно кислих, часто торф'янистих ґрунтах, які постійно зволожені шляхом промивання. Зустрічається на нижніх схилах гірських долин, крутих берегах річок, вологих уступах і відкритих річищах, біля озер і на краях дренажних каналів. Росте також на мокрих узбіччях доріг і залізничних насипах.

В Україні хвощ лісовий знаходиться на південній межі поширення (Рис. 1.1.4). Вид росте звичайно у лісових районах (Полісся, Карпати), у лісостепових – зрідка (Київська обл.), у степових – відомо лише кілька

місцезнаходжень у Лівобережному та Донецькому Злаково-Лучних Степах, в інших степових районах та Криму відсутній.

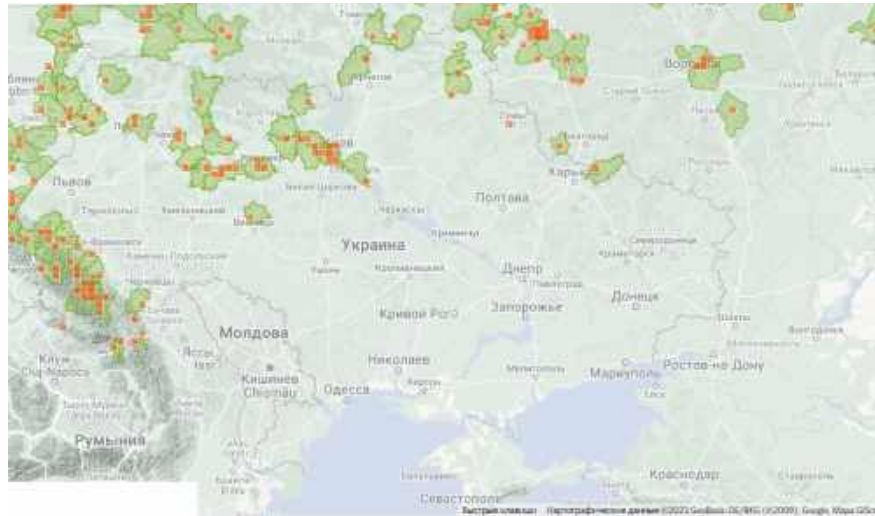


Рис. 1.1.4. Карта поширення *Equisetum sylvaticum* на території України (згідно iNaturalist [30]).

Даний вид має обмежені ресурсну спроможність, що обумовлено особливостями поширення. Розростання популяцій спостерігається лише після пожеж, коли зникає ценотична конкуренція [7].

Хвощ лісовий внесений до Європейського Червоного списку плауноподібних та папоротеподібних, статус охорони виду LC – найменша загроза [7]. В Україні вид є регіонально рідкісним на території Полтавської, Харківській, Дніпропетровській, Донецької та Луганської областей [7].

### 1.3. Хімічний склад сировини *Equisetum arvense* та *Equisetum sylvaticum*.

Хвощі мають незвичайний хімічний склад порівняно з більшістю інших рослин. Вони багаті кремнеземом, містять кілька алкалоїдів (включаючи нікотин) і різні мінерали. Використовуються безплідні стебла, вони найбільш активні у свіжому вигляді, але їх також можна висушити, а іноді використовують золу від рослин.

До ДФУ входить лише один вид хвоців, а саме хвощ польовий [1]. Сировиною є цілі, різані, висушені надземні вегетативні пагони виду [1].

Фітохімічний аналіз показав, що рослина містить алкалоїди, вуглеводи, білки та амінокислоти, фітостерини, сапоніни, таніни, стерини, аскорбінову кислоту, кремнієву кислоту, фенол, флавоноїди таніни та тритерпеноїди такі як флавоноїди, стирилпірони та фенольні кислот [20, 23, 35, 37, 46, 47]. Рослина містить кремнієву кислоту, винну кислоту, метил ефіри протокатехової кислоти, кавову кислоту, сизокверцитрин, апігенін і кемпферол як фенольні сполуки [18, 22, 33, 34, 38]. Стебло містило кремнієву кислоту та силікати (5–8%), кальцій (1,3%), калій (1,8%) та інші мінерали, такі як алюміній, сірка, фосфор, натрій, цинк, магній і марганець [18, 34]. З рослини були виділені такі алкалоїди, як нікотин, палюстрин і палюстрин. Еквізетумозид А (3-метокси-11,12-дигідрокси-фенілгексан-9-он-4-О-β-D-глюкопіранозид), еквізетумозид В (3-метокси-4,11-дигідрокси-фенілгексан-9-он-12 -О-β-D-глюкопіранозид), еквізетумозид С (цис-ферулової кислоти калієва сіль 4-О-β-D-глюкопіранозид), уридин, інозин, 2'-дезоксидіозин, 2'-дезоксидітидин, триптофан, тимідин, 5- карбокси-2'-дезоксидіурин, коніферин і кемпферол 3-О-β-D-софорозид-7-О-β-D-глюкопіранозид були виділені з водорозчинного екстракту родючих паростків хвоща польового [33, 34].

Виділено також два глюкозиди стирилпірону (3'-дезоксидіеквізетумпірон і 4'-О-метидіеквізетумпірон) з екстракту MeOH з кореневищ *E. arvense*. Крім того, Oh із співавторами [37] у фракціонуванні екстракту MeOH з надземної частини хвоща польового було виділено два фенольні петрозини (онітин та онітин-9-О-глюкозид) і чотири флавоноїди (апідгенін, лютеолін, кемпферол-3-О-глюкозид і кверцетин-3-О-глюкозид). Крім того, виділені терпеноїди (тараксерол, β-амірин, германікол, α-амірин, урсолова кислота, олеанолова кислота, бетулінова кислота, тараксастерон і ψ-тараксастерон) і деякі стерини (ізобауеренол, епіхолестанол, холестерин, ситостерин і 28-ізофукостерол). Стирилпірони накопичуються в кореневищах спорофітів і гаметофітів хвоща польового як основні конститутивні метаболіти. У цих органах не вдалося виявити флавоноїди. У зелених паростках накопичення стирилпірону



виявляється лише як місцева реакція на механічне пошкодження або мікробну атаку, а флавоноїди накопичуються як основні метаболіти полікетидів. Кореневища також містять 3'-дезоксиеквізетумпірон (3,4-гідрокси-6-(4'-гідрокси-D-стирил)-2-пірон-3-O-D-глюкопіранозид) і 4'-Ометилеквізетумпірон (3,4-гідрокси-6-(3'-гідрокси-4'-метокси-естирил)-2-пірон-3-O-D-глюкопіранозид). Вегетативні стебла містять еквізетумпірон [7].

Є дані, що стерильні стебла містять від 0,3 до 0,9% загальної кількості флавоноїдів. Присутні різні флавоноїди: кемпферол 3-Озофорозид-7-О-глюкозид, кемпферол 3-О-(6''-О малонілглюкозид)-7-О-глюкозид. Кемпферол 3-Озофорозид, кверцетин 3-О-глюкозид, апігенін, апігенін 5-О-глюкозид, лютеолін, лютеоліну 5-О-глюкозид, генкванін 5-О-глюкозид та ізокверцитрин [7, 38].

Фенольні глікозиди, такі як еквізетумозид А, еквізетумозид В і еквізетумозид С, були виявлені в родючих паростках [7]. Онітин і онітин-9-О-глюкозид є фенольними петрозинами, виділеними з цієї рослини [37]. Безплідні паростки *E. arvense* містять флавоно-5-глюкозиди та їх малонілові ефіри, тоді як європейські паростки не містять цих сполук. Обидва типи містять кверцетин 3-О-β-D-глюкопіранозид і його малоніловий ефір. Кверцетин 3-Озофорозид, генкванін 4'-О-β-D-глюкопіранозид і протогенкванін 4'-О-β-D-глюкопіранозид зустрічаються лише в європейських.

Ди-Е-кофеіл-мезовинна кислота була виділена з метанольного екстракту безплідних паростків *E. arvense* як основного похідного гідроксикоричної кислоти. Це маркерна сполука для хвоща, і повідомляється про його концентрацію упродовж дворічного періоду росту. Алкалоїди, такі як нікотин, палюстрин і палюстринін, також наявні [22].

Ізобауеренол, тараксерол, германікол, урсолова кислота, олеанолова кислота та бетулінова кислота є тритерпеноїдами, виділеними зі стерильних стебел [7]. Стерильні стебла також багаті фітостеролами, такими як холестерин, епіхолестанол, 24-метиленхолестерин, ізофукостерол (5,9%), кампестерол (32,9%) і β-ситостерин (60%).

Хімічний склад хвоща лісового дуже слабо досліджений, наявні лише фрагментарні дані [7]. Відомо, що діючими речовини є флавоноїди (кемпферол – кемпферол 3-О-глюкозид-7-О-рамнозид, госсіпетін, кверцетин (ізокверцетин (кверцетин-3-о-глюкоза)), гербацитин та їх похідні), фенолкарбонові кислоти (протокатехова, кумарова, кавова та її похідні), фенольний інданон – онітін, сполуки кремнію, вуглеводи, каротиноїди, лігнін, і низка макро- та мікроелементів (Ca, Na, Fe, Zn, Mn, Cr та ін.) [7].

У результаті критичного аналізу наявних публікацій щодо фітохімічного складу досліджуваних хвощів, нижче наводимо порівняльну таблицю 1.3.1.

Таблиця 1.3.1

Назва метаболіту	<i>Equisetum arvense</i>	<i>Equisetum sylvaticum</i>
<b>Гідроксибензойні кислоти</b>		
n-гідроксибензойні кислота	+	+
Протокатехінова кислота	+	+
Ванілінова кислота	+	-
Метилловий ефір протокатехової кислоти	+	-
Бузкова кислота		
Галова кислота	+	-
Елагова кислота	+	-
<b>Гідроксикоричні кислоти та їх похідні</b>		
n-кумарова кислота	+	+
Кавова кислота	+	+
Метилловий ефір кавової кислоти	+	-
Ферулова кислота	+	-
Синапова кислота	+	-
Хлорогенова кислота	+	-
5-кофеїлхімова кислота	+	+
Моно-О-(Е)-Саf-мезовинна кислота	+	+
Цикорієва кислота	+	-

Еквізетумозид С	+	-
<b>Фенольні сполуки та їх глікозиди</b>		
Еквізетумозид А	+	-
Еквізетумозид В	+	-
<b>Флавоноїди</b>		
Апігенін	+	-
Генкванін	+	-
Лютеолін		-
Кемпферол	+	+
Кемпферол-3-О-Glcp (астрагалін)	+	+
Кемпферол-7-О-Glcp	+	+
Кемпферол-7-О-Rhap	-	+
Кемпферол-3-О-(6'-Rhap)- Glcp (нікотифлорин)	+	+
Кемпферол-3'-О-(6''-Rhap)- Glcp	-	+
Кемпферол-3-О-(6''-Rhap)- Glcp-7-О-Glcp	-	+
Кемпферол-3-О-(6''-Rhap)- Glcp-7-О-Rhap	-	+
Кемпферол-3-О-β-D-(2''- Glcp)-Glcp	+	+
Кемпферол-3,7-ди-О-Rhap (леспедин или кемпферетрин)	-	+
Кверцетин	+	+
Кверцетин-3-О-Glcp (ізокверцитрин)	+	+
Кверцетин-3-О-Rhap (кверцитрин)	-	+
Кверцетин-3-О-Glcp-7-О- Rhap	+	+

Гербацетин-3-О-Glcp (гербацитрин)	-	+
Госсипетин-7-О-Glcp (госсипитрин)	+	+
<b>Алкалоїди</b>	+	-
<b>Похідні інданона</b>		
Онїтин	+	+
<b>Моно- та сескви- та дитерпеноїди та їх похідні</b>	+	-
<b>Фітостерини</b>	+	-
<b>Тритерпеноїди</b>	+	-
<b>Органічні кислоти та складні ефіри</b>	+	-

Отже, найбільш вивченим класом сполук хвоців є флавоноїди. Виділено та ідентифіковано 72 речовини (деякі подано у таблиці 1.3.1.). Флавоноїди, які продукуються рослинами роду *Equisetum*, представлені: флавонами, флавонолами, флаванонами і флаван-3-олами. Флавоноли є доміантною групою серед флавоноїдів рослин (48) флавонолів, 4 з яких є агліконами, інші сполуки представлені глікозидами та ацилглікозидами кемпферолу, кверцетину, гербацетину 3,5,7,8,4'-пентагідроксифлавону) та держсипетину (3,5,7,8,3',4'-гексагідроксифлавону).

#### 1.4. Біологічна дія та застосування.

У історичні часи хвоці використовували для чищення горщиків і полірування олова. Історичне та сучасне використання видів роду *Equisetum* також стосується його використання в медицині. Дослідники вважають, що лікувальні властивості хвоца обумовлені високим вмістом діоксиду кремнію, який може становити до 25% від сухої ваги рослини. На думку практикуючих народної медицини, хвоц можна використовувати для лікування різних захворювань, у тому числі від туберкульозу, легневих і шлункових кровотеч,

для загоєння виразок та ран, і навіть від ламкості нігтів і випадіння волосся. На сьогодні є численні повідомлення про те, що кремнієвмісні екстракти хвощів (особливо хвоща польового) сприяють росту та стабільності структури скелету людини, а також застосовуються для лікування різних захворювань кісток, зокрема остеопорозу. У цьому ж ключі є кілька досліджень, які показали, що зламані кістки загоюються швидше, якщо вживати екстракт хвоща.

Силікати, що наявні у хвощів, викликають проблеми з травленням, особливо при тривалому вживанні. Хоча алкалоїди не проявляються у великих концентраціях, тривале вживання може відбуватися шляхом їх накопичення в організмі, що може сприяти передчасним пологам, нервовим розладам, головним болям, втраті апетиту, проблемам ковтання тощо. Ці інтоксикації змушують до лікування, яке відновлює дефіцит тіаміну, хоча у випадку з тваринами, у багатьох випадках його неможливо відновити [45, 46].

Згідно з сучасними фармацевтичними дослідженнями найкраще вивченим та використовуваним є *E. arvense*, який проявляє антиоксидантну, протизапальну, протидіабетичну, антибактеріальну, протигрибкову, протисудомну та протипухлинну дію [22, 45, 46].

**Антиоксидантна активність.** Антиоксиданти представляють інтерес для біологів і клініцистів, оскільки вони допомагають захистити організм людини від ушкоджень, спричинених реактивними вільними радикалами, що утворюються при атеросклерозі, ішемічній хворобі серця, раку, хворобі Альцгеймера, Паркінсона і навіть у процесі старіння [29]. Існує багато доказів того, що натуральні продукти та їх похідні мають ефективні антиоксидантні властивості, а отже, пов'язані з протираковою, гіполіпідемічною, протистаріючою та протизапальною діяльністю [18, 42].

Антиоксидантні властивості підтримуються високим рівнем фенолу у хвощі польовому. Антиоксидантну здатність стебел *E. arvense* оцінювали за допомогою спектроскопії електронного спінового резонансу – методу спінового захоплення та аналізу перекисного окислення ліпідів. Результати

підтвердили, що рослина пригнічує утворення ліпідних пероксильних радикалів в обох досліджуваних системах залежно від дози. Результати показують, що н-бутанол, метанол, етилацетат і водні екстракти мали значну активність поглинання пероксильних радикалів [22]. Тривале введення водно-спиртового екстракту стебел хвоща польового скасовувало когнітивні порушення у літніх щурів, пов'язані з антиоксидантними властивостями [25]. Простійне введення екстракту в дозі 50 мг/кг, покращувало як короткострокове, так і довготривале збереження завдання уникнення гальмування та покращувало когнітивні показники у версії еталонної та робочої пам'яті водного лабіринту Морріса. Під час лікування проявів токсичності не спостерігалось. Дослідження *in vitro* показали, що екстракт *E. arvense* зменшує реактивні речовини тіобарбітурової кислоти, а також утворення нітритів, але не змінює активність каталази. Таким чином, ефект покращення когнітивних функцій можна пояснити, принаймні частково, його антиоксидантною дією [25]. Отримані результати свідчать про те, що екстракти хвоща польового можна використовувати як легкодоступне джерело природних антиоксидантів.

**Протиракові властивості.** Водний екстракт зі стерильних стебел *E. arvense* продемонстрував дозозалежну цитотоксичну дію на лейкозні клітини людини U 937. Фрагментація ДНК, екстерналізація фосфатидилсерину, руйнування мітохондріального трансмембранного потенціалу спостерігалися в клітинах, культивованих протягом 48 годин з екстрактом трави. Цитотоксичність водного екстракту хвоща польового проти клітин U 937 зумовлена апоптозом. Також повідомлялося, що сирі протеїни, витягнуті з хвоща, пригнічують проліферацію культивованих ракових клітин [53]. Антипроліферативну активність також вимірювали за допомогою колориметричного аналізу з сульфородаміном В на лініях ракових клітин людини HeLa, HT-29 і MCF7. Екстракт етилацетату продемонстрував найвидатніший антипроліферативний ефект, не індукуючи жодної стимуляції росту клітин на клітинних лініях пухлин людини [22].

**Антимікробна дія.** Метанольний екстракт надземної частини *Equisetum arvense* виявляв антибактеріальну активність проти *Escherichia coli* у високій концентрації (1 г/мл) [10, 47]. Екстракти хвоща польового показали антимікробну дію проти *Staphylococcus epidermidis* і *Escherichia coli*, але не мали ефекту проти *Candida albicans*. Методом дискової дифузії оцінювали антимікробну активність летких компонентів хвоща проти *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* та *Salmonella enteritidis*. Протигрибкову активність олії вивчали проти *Aspergillus niger* і *Candida albicans*. Розведення 1:10 ефірної олії *Equisetum arvense* володіло широким спектром і дуже сильною антимікробною дією проти всіх протестованих бактерій і грибів [49]. Антибактеріальну активність етанольного та водного екстракту *Equisetum arvense* перевіряли проти окремих патогенів сечовивідних шляхів (*E. coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus saprophyticus* і *Enterococcus faecalis*) за допомогою методики дискової дифузії. Обидва екстракти в різних концентраціях виявляли антибактеріальну дію проти всіх досліджуваних штамів бактерій. Етаноловий екстракт виявляв порівняно високий ступінь активності, ніж водний екстракт. Антибактеріальна активність *in vitro* етанолового екстракту стебла (50–400 мкг/мл) *Equisetum arvense* досліджували проти двох грампозитивних (*Bacillus subtilis* і *Micrococcus luteus*) і чотирьох грамнегативних (*Vibrio cholerae*, *Escherichia coli*, *Shigella flexneri* і *Shigella dysenteriae*) бактерій. З шести видів бактерій (за винятком *Shigella dysenteriae* і *Vibrio cholerae*) чотири виявилися дуже чутливими до рослинного екстракту в усіх концентраціях. Середня зона інгібування екстракту проти грампозитивних і грамнегативних бактерій зростала зі збільшенням концентрації екстракту. Найбільшу середню зону інгібування (32 мм) зафіксовано проти *Escherichia coli* [47]. Водний екстракт надземної частини *Equisetum arvense* має пригнічувальну дію на ВІЛ-індуковану цитопатію [54].

**Вплив на гладку мускулатуру.** Судиннорозслаблюючу дію дикафеоїл-мезо-винної кислоти з *Equisetum arvense* вивчали на ізольованих смужках аорти щурів. Він продемонстрував повільну релаксаційну активність проти індукованого норадреналіном скорочення аорти щурів з/без ендотелію. Ця сполука не впливала на скорочення, викликане високою концентрацією калію (60 мМ К<sup>+</sup>), тоді як воно пригнічувало індуковане норадреналіном скорочення судин у присутності нікардипіну. Крім того, дикафеоїлвинна кислота показала судинно-релаксуючу активність, незалежно від їх стереохімії [44]. Екстракт хвоща польового антагонізував дію ацетилхоліну на ізольований препарат клубової кишки морської свинки [41].

**Дерматологічні ефекти.** Вплив *Equisetum arvense* 5% на загоєння ран у кроликів було досліджено та порівняно з повідон-йодом і хлоридом натрію. Шкірні рани були створені на їх дорсальній стороні. Після операції проводили макроскопічний огляд ранових поверхонь, досліджували процес загоєння та швидкість розширення, звуження та епітелізації рани. Зразки біопсії відбирали на 4, 7, 10 і 14-ту добу після операції для визначення нейтрофілів, макрофагального інфільтрату, фібробластів і фіброцитів. 5% *Equisetum arvense* посилювало скорочення рани порівняно з повідон-йодом і хлоридом натрію на 10-й день лікування. Відмінності в скороченні рани хвоща польового 5% кроликів між 4-м і 14-м днями після операції були значними, але між 7-м і 14-м днями були незначними. Проте через 4, 7, 10 і 14 днів після операції відмінності між нейтрофілами, макрофагальною інфільтрацією, фібробластами і фіброзами були незначними [28]. Ефективність мазі *Equisetum arvense* оцінювали при загоєнні дермальних ран (15 мм x 15 мм) у щурів. Перша група не отримувала лікування, а друга група була оброблена сумішшю вазеліну та ланоліну в пропорції 1:1. У третій та четвертій групах використовували мазі *Equisetum arvense* 5% та 10%. Групи хвоща польового 5% і 10% і група вазеліну-ланоліну мали статистично значуще вищий коефіцієнт закриття ран, ніж контрольна група (P <0,05). Групи, які отримували мазь *Equisetum arvense*, мали 95,26% і 99,96% коефіцієнт закриття



ран ( $P < 0,05$ ) і вищу регенерацію шкіри та епідермісу, ангиогенез і товщину грануляційної тканини через 14 днів порівняно з іншими групами ( $P < 0,05$ ) [13].

**Вплив на імунну систему.** Вплив неочищеного білка *Equisetum arvense* на імунну відповідь досліджували шляхом вимірювання інтерлейкіну-2 (IL-2) та інтерферону- $\gamma$  (IFN- $\gamma$ ), що виробляються клітинами Th1. Після 24-годинного культивування з 0,2 мг/мл сирого протеїну хвоща польового у присутності 5 мкг/мл ConA було утворено 1434,5 пг/мл IL-2, демонструючи в 1,7 рази більшу продукцію, ніж у контролі. У клітинах, культивованих упродовж 48 годин, 2130,9 пг/мл було утворено клітинами, обробленими 0,2 мг/мл сирого білка *Equisetum arvense* у присутності 10 мкг/мл ConA, демонструючи в 1,9 рази більшу продукцію, ніж у контролі. Щодо ефекту посилення продукції IFN- $\gamma$ , 929,3 пг/мл було отримано клітинами, культивованими протягом 24 годин з 0,2 мг/мл неочищеного білка *Equisetum arvense* у присутності 5 мкг/мл ConA, що свідчить про те, що клітини Th1 були активовані [55].

**Вплив на сечовидільну систему.** Діуретичний ефект EADE оцінювався клінічно шляхом моніторингу водного балансу добровольців протягом 24 годин. Висушений екстракт *Equisetum arvense* (900 мг/день) виробляв сечогінний ефект, який був сильнішим, ніж у негативного контролю, і був еквівалентним ефекту гідрохлоротіазиду, не викликаючи значних змін у виведенні електролітів. Повідомлялося лише про рідкісні незначні побічні ефекти [21]. Вивчено механізм дії етанолового екстракту кореня хвоща польового на активність сечового міхура у щурів. Рослину екстрагували гарячим етанолом (95%). Щурів у групі хвоща отримували стандартну дієту, що містила 0,2 % екстракту, тоді як щурів у контрольній групі годували лише дієтою. Після 3 тижнів, реєстрували цистометрію з 0,2 % розчином оцтової кислоти та активність сечового міхура, вимірювали артеріальний тиск, масу тіла та аденозинтрифосфат, вводили 0,2 % розчин оцтової кислоти в сечовий міхур і визначали рівень аденозинтрифосфату в сечі до та після стимуляції.

Результати показали, що під час цистометрії з оцтовою кислотою інтервал часу між скороченнями сечового міхура був коротшим, а максимальний тиск скорочення сечового міхура був набагато вищим у щурів у контрольній групі, але в групі *Equisetum arvense* зміни були набагато меншими. Крім того, у групі хвоща польового рівні адреналіну та норадреналіну в плазмі були нижчими, ніж у контрольній групі. Крім того, підвищення рівнів аденозинтрифосфату в сечі було меншим у групі хвоща, ніж у контрольній групі. Автори дослідження дійшли висновку, що етаноловий екстракт кореня *Equisetum arvense* впливає на активність сечового міхура, зменшуючи вивільнення аденозинтрифосфату [56].

Oh із співавторами [37] виділили два фенольні петрозини та чотири флавоноїди з метанольних екстрактів *Equisetum arvense*, які, як було доведено, мають **гепатопротекторну дію** [1, 33, 37].

Pattewar та інші [39] стверджують, що хвощ польовий демонструє певне **когнітивне покращення** завдяки високому вмісту антиоксидантів.

Відомості щодо дії та використання хвоща лісового відсутні, інколи зазначається, що він є сечогінним засобом. Тому, даний вид потребує комплексних досліджень.

До «Державного реєстру лікарських засобів України» внесені лікарські засоби, створених на основі сировини хвощів [2] (табл. 1.4.1).

Таблиця 1.4.1.

**Лікарські засоби, які внесені до «Державного реєстру лікарських засобів України»**

Препарат	Діючі речовини	Застосування
ХВОЩА ПОЛЬОВОГО ЕКСТРАКТ СУХИЙ	<b>хвоща польового</b> екстракт сухий містить траву хвоща польового ( <b>Equisetum arvense L.</b> , сімейства хвощових –	синтез колагену та еластину; регенерація тканин та звуження пор;

	Equisetaceae (9:1) (екстрагент – етанол 50 %)	відновлення капілярів, зміцнення стінки судин; підсилення епітелізації тканин.
ХВОЩА ПОЛЬОВОГО ТРАВА	1 пачка містить: <b>хвоща польового трави (Equiseti arvensis herba) 50 г;</b> 1 фільтр-пакет містить: <b>хвоща польового трави (Equiseti arvensis herba) 1,5 г</b>	сечогінна, кровоспинна, протизапальна, антимікробна, гіпотензивна дія
ЕКСТРАКТ РІДКИЙ (1:2,8) ІЗ ЛІКАРСЬКОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ: ПЛОДІВ АМІ ЗУБНОЇ (FRUCTUS AMMI VISNAGAE), СПОРИШУ ТРАВИ (HERBA POLYGONI AVICULARIS), ЗВІРОБОЮ ТРАВИ (HERBA HYPERICI), ХВОЩА ПОЛЬОВОГО ТРАВИ (HERBA EUISETI) (1:1,22:0,88:0,73)	Екстракт рідкий (1:2,8) із лікарської рослинної сировини: Плодів амі зубної (Fructus ammi visnagae) , Споришу трави (Herba polygoni avicularis), Звіробою трави (Herba hyperici), <b>Хвоща польового трави (Herba equiseti) (1:1,22:0,88:0,73)</b> з вмістом суми флавоноїдів, у перерахуванні на рутин - не менше 1,58 мг/мл; суми хромонів, у перерахуванні на келін - не менше 0,90 мг/мл	спазмолітична, діуретична, знеболювальна, протизапальна, антимікробна, дія; регуляція мінерального обміну
НЕФРОФІТ	1 упаковка (50 г) містить: суміш лікарської рослинної сировини: бузини квіток (Sambuci flos) 4,5 г, подорожника	при запальних процесах нирок та сечовивідних шляхів

	<p>великого листя (<i>Plantaginis majoris folium</i>) 4,5 г, споришу трави (<i>Polygoni avicularis herba</i>) 4,5 г, хвоща трави (<i>Equiseti herba</i>) 4,5 г, грициків звичайних трави (<i>Bursae pastoris herba</i>) 4 г, кукурудзи стовпчиків з приймочками (<i>Zeaе maуdis styli cum stigmatis</i>) 4 г, кульбаби лікарської коренів (<i>Taraxaci officinalis radix</i>) 4 г, лопуха коренів (<i>Arctii radix</i>) 4 г, мучниці листя (<i>Uvae ursi folium</i>) 4 г, м'яти перцевої листя (<i>Menthae piperitae folium</i>) 4 г, ромашки квіток (<i>Matricariae flos</i>) 4 г, череди трави (<i>Bidentis herba</i>) 4 г;</p> <p>1 упаковка (100 г) містить: суміш лікарської рослинної сировини: бузини квіток (<i>Sambuci flos</i>) 9 г, подорожника великого листя (<i>Plantaginis majoris folium</i>) 9 г, споришу трави (<i>Polygoni avicularis herba</i>) 9 г, <b>хвоща трави (<i>Equiseti herba</i>)</b> 9 г, грициків звичайних трави (<i>Bursae pastoris herba</i>) 8 г, кукурудзи стовпчиків з приймочками (<i>Zeaе maуdis styli cum stigmatis</i>) 8 г, кульбаби лікарської коренів (<i>Taraxaci officinalis radix</i>) 8 г, лопуха коренів (<i>Arctii radix</i>) 8 г, мучниці листя (<i>Uvae ursi folium</i>) 8 г, м'яти перцевої листя (<i>Menthae piperitae folium</i>) 8 г, ромашки квіток (<i>Matricariae flos</i>) 8 г, череди трави (<i>Bidentis herba</i>) 8 г;</p> <p>1 фільтр-пакет (1,5 г) містить: суміш лікарської рослинної сировини: бузини квіток (<i>Sambuci flos</i>) 135 мг, подорожника великого листя (<i>Plantaginis majoris folium</i>) 135 мг, споришу трави (<i>Polygoni avicularis</i></p>	
--	---	--

	<p>herba) 135 мг, <b>хвоща трави (Equiseti herba)</b> 135 мг, грициків звичайних трави (Bursae pastoris herba) 120 мг, кукурудзи стовпчиків з приймочками (Zeaе maydis styli cum stigmatis) 120 мг, кульбаби лікарської коренів (Taraxaci officinalis radix) 120 мг, лопуха коренів (Arctii radix) 120 мг, мучниці листя (Uvae ursi folium) 120 мг, м'яти перцевої листя (Menthae piperitae folium) 120 мг, ромашки квіток (Matricariae flos) 120 мг, череди трави (Bidentis herba) 120 мг</p>	
ІМУПРЕТ®	<p>100 г крапель містять 29 г водно-спиртового екстракту (екстрагент етанол 59 % (об/об)) з лікарських рослин: кореня алтею (Radix Althaeae) 0,4 г; квітів ромашки (Flores Chamomillae) 0,3 г; <b>трави хвоща (Herba Equiseti)</b> 0,5 г; листя грецького горіха (Folia Juglandis) 0,4 г; трави деревію (Herba Millefolii) 0,4 г; кори дуба (Cortex Quercus) 0,2 г; трави кульбаби (Herba Taraxaci) 0,4</p>	при кашлеві та простудних захворюваннях
ФІТОЛІЗИН ПЛЮС	<p>100 г пасти містять 12 г фітоекстракту густого (вміст сухого залишку 65 %): цибулі ріпчастої лущиння (Allium sera), берези повислої листя (Betula alba), пирію повзучого кореневища (Agropyron repens), петрушки кучерявої коріння (Petroselinum sativum), гуньби сінної насіння (Trigonella foenum graecum), золотушника звичайного трава (Solidago virgaurea), <b>хвоща польового стебла (Equisetum arvense)</b>, спориша звичайного трава (Polygonum aviculare), любистку</p>	при циститі

	лікарського корені ( <i>Levisticum officinale</i> ), етилпарагідроксибензоат (Е 214), вода очищена	
ТУТУКОН	100 мл розчину містять 100 мл водного екстракту (2:1), отриманого із суміші лікарських рослин: <b>хвоща польового стебла (<i>Equisetum arvense</i>)</b> 570 мг, торичника червоного рослина ( <i>Spergularia rubra</i> ) 330 мг, болдо листя ( <i>Reumus boldus</i> ) 280 мг, опунції (кактус) інжирової квітки ( <i>Opuntia ficus-indica</i> ) 170 мг, залізниці вузьколистий квітки ( <i>Sideritis angustifolia</i> ) 170 мг, розмарину аптечного листя ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ) 170 мг, пальчатник (бермудська трава) коріння ( <i>Cynodon dactylon</i> ) 170 мг, меліси аптечної листя ( <i>Meliss Officiflis</i> ) 170 мг; екстрагент - вода	при уролітіазі, циститах, спазмах сечовивідних шляхів, уретритах, синдромі подразненого кишечника.
УРОНЕФРОН®	1 мл розчину містить фітоекстракту рідкого (1:5,8) – 1 мл, із суміші лікарської рослинної сировини: лущиння цибулі ( <i>Allium Cera L.</i> ), коріння пирію ( <i>Rhizoma Agrourgi</i> ), листя берези ( <i>Betulae folium</i> ), насіння пажитника ( <i>Foenigraeci semen</i> ), коріння петрушки ( <i>Radix Petroselini</i> ), трави золотарника ( <i>Solidaginis herba</i> ), <b>трави хвоща польового (<i>Equiseti herba</i>)</b> , трави гірчака пташиного ( <i>Polygoni avicularis herba</i> ), коріння любистку ( <i>Radix Levistici</i> ) (екстрагент 45 % етанол)	при лікуванні гострого та хронічного циститу
РАВІСОЛ®	1000 г субстанції містять: <i>Visci albi corni et folia</i> (омели білої пагони та листя) 150 г, <b><i>Equiseti arvensis herba</i> (хвощу польового трава)</b> 100 г, <i>Sophora japonica</i>	при атеросклерозі, вегето-судинній дистонії, головних

	<p>fructus (софори японської плоди) 150 г, Hippocastani semina (каштану кінського звичайного насіння) 150 г, Crataegi fructus (глоду плоди) 200 г, Trifolii flores (конюшини квітки) 100 г; Vincae minoris herba (барвінку малого трава) 150 г</p>	<p>болях, для покращення пам'яті</p>
СОЛІДАГОРЕН	<p>10 мл препарату містять 7,9 мл рідкого екстракту (1 : 1,5–2,1) із суміші трави золотушника гігантського (<i>Solidago gigantea</i> Aiton) або золотушника канадського (<i>Solidago canadensis</i> L.), трави перстачу гусячого (<i>Potentilla anserina</i> L.), <b>трави хвоща польового (<i>Equisetum arvense</i> L.)</b> (4,2 : 1,4 : 1), екстрагент: етанол 50 % (об/об)</p>	<p>при гострих та хронічних хворобах сечовивідних шляхів</p>
АРФАЗЕТИН	<p>1 г збору містить: чорниці звичайної пагонів (<i>Vaccini myrtilli cormus</i>) – 0,2 г; квасолі звичайної стулок плодів (<i>Phaseoli valvae fructum</i>) – 0,2 г; елеутерококу колючого кореневищ з коренями (<i>Rhizomata cum radicibus Eleuterococci</i>) – 0,15 г; шипшини плодів (<i>Fructus Rosae</i>) – 0,15 г; <b>хвоща польового трави (<i>Equiseti herba</i>)</b> – 0,1 г; звіробою трави (<i>Hyperici herba</i>) – 0,1 г; ромашки квіток (<i>Matricariae flos</i>) – 0,1 г</p>	<p>при цукровому діабеті</p>
ФІТОЕКСТРАКТ РІДКИЙ	<p>фітоекстракт рідкий (DER 1: (3,6 - 4,2)) з лікарської рослинної сировини: цибулі ріпчастої лушпиння (<i>Allium sera</i>), берези повислої листя (<i>Betula alba</i>), пирію повзучого кореневища (<i>Agropyron repens</i>), петрушки кучерявої коріння (<i>Petroselinum sativum</i>), гуньби сінної насіння (<i>Trigonella foenum graecum</i>), золотушника звичайного</p>	<p>при сечокам'яній хворобі</p>

	<p>трава (<i>Solidago virgaurea</i>), <b>хвоща польового стебла (<i>Equisetum arvense</i>)</b>, спориша звичайного трава (<i>Polygonum aviculare</i>), любистку лікарського корені (<i>Levisiticum officinale</i>)</p> <p>(5,0:10,0:12,5:17,5:15,0:5,0:10,0:15,0:10,0)</p> <p>(екстрагент етанол - 45 % об/об) з вмістом суми флавоноїдів не менше 0,065 %, в перерахуванні на рутин</p>	
УРОХОЛУМ	<p>1 мл препарату містить водно-спиртовий екстракт (1:1) (екстрагент – етанол 40 %) із суміші: моркви дикої плодів (<i>Dauci carotae fructus</i>) 200 мг, ортосифону тичинкового листя (<i>Orthosiphonis staminei folia</i>) 180 мг, споришу трави (<i>Polygoni avicularis herba</i>) 150 мг, кукурудзи стовпчиків з приймочками (<i>Zeaе maydis styli cum stigmatis</i>) 120 мг, бузини чорної квіток (<i>Sambuci nigrae flores</i>) 100 мг, <b>хвоща трави (<i>Equiseti herba</i>)</b> 100 мг, хмелю шишок (<i>Lupuli flos</i>) 50 мг, берези бруньок (<i>Betulae gemmae</i>) 50 мг, звіробою трави (<i>Hyperici herba</i>) 40 мг, м'яти листя (<i>Menthae piperitae folia</i>) 10 мг</p>	<p>при гострих та хронічних захворюваннях сечовивідних шляхів та нирок, хронічних неінфекційних захворювань нирок.</p>
ФІТОЛІТ	<p>1 мл препарату містить екстракт рідкий з лікарської рослинної сировини: плодів амі зубної (<i>fructus Ammi visnagae</i>), споришу трави (<i>herba Polygoni avicularis</i>), звіробою трави (<i>herba Hyperici</i>), <b>хвоща польового трави (<i>herba Equiseti</i>)</b></p> <p>(1:1,22:0,88:0,73) (1:2,8) (екстрагент: етанол 70 %) з вмістом суми флавоноїдів у перерахуванні на рутин – не менше 1,58</p>	<p>при сечокам'яній хворобі, ниркових коліках</p>



	мг/мл, суми хромонів у перерахуванні на келін – не менше 0,90 мг/мл	
ФІТОЕКСТРАКТ ГУСТИЙ (З КОНСЕРВАНТОМ )	екстракт густий (1-3:1) з лікарської рослинної сировини: цибулі ріпчастої лушпиння ( <i>Allium cepa</i> ), берези повислої листя ( <i>Betulae alba</i> ), пирію повзучого кореневища ( <i>Agropyron repens</i> ), петрушки кучерявої коріння ( <i>Petroselinum sativum</i> ), гуньби сінної насіння ( <i>Trigonellla foenum graecum</i> ), золотушника звичайного трава ( <i>Solidago virgaurea</i> ), <b>хвоща польового стебла (<i>Equisetum arvense</i>)</b> , спориша звичайного трава ( <i>Polygonum aviculare</i> ), любистку лікарського корені ( <i>Levisticum officinale</i> ) (5,0:10,0:12,5:17,5:15,0:5,0:10,0:15,0:10,0) (екстрагент етанол – 45 % об/об) з вмістом суми флавоноїдів не менше 1,0 %, в перерахуванні на рутин	діуретична, жовчогінна, спазмолітична, протизапальна дія
СУХИЙ ЕКСТРАКТ З 9 РОСЛИН	субстанція містить: екстракт сухий з лікарської рослинної сировини (4-5:1) лушпиння цибулі ріпчастої ( <i>Allium cepa</i> ), корінь пирію ( <i>Agropyrum repens</i> ), листя берези ( <i>Betula alba</i> ), насіння гуньби сінної ( <i>Trigonella foenum graecum</i> ), коріння петрушки ( <i>Petroselinum sativum</i> ), трави золотарнику звичайного ( <i>Solidago virgaurea</i> ), <b>трави хвоща польового (<i>Equisetum arvense</i>)</b> , трави пташиного гірчака ( <i>Polygonum aviculare</i> ), корінь любистку лікарського ( <i>Levisticum officinale</i> ) (5:12,5:10:15:17,5:5:10:15:10) (екстрагент етанол – 45 % об/об) з вмістом	діуретична, жовчогінна, спазмолітична, протизапальна дія

	суми флавоноїдів не менше 2 % у перерахуванні на рутин	
ДЕТОКСИФІТ	1 упаковка (100 г) містить суміш лікарської рослинної сировини: череди трави ( <i>Bidentis herba</i> ) 6 г, айру коренів ( <i>Calami radix</i> ) 5 г, барвінку трави ( <i>Vincae minoris herba</i> ) 5 г, буркуну трави ( <i>Meliloti herba</i> ) 5 г, деревію трави ( <i>Millefolii herba</i> ) 5 г, каштана кінського насіння ( <i>Hippocastani semen</i> ) 5 г, кукурудзи стовпчиків з приймочками ( <i>Zeaе maudis styli cum stigmatis</i> ) 5 г, кульбаби лікарської коренів ( <i>Taraxaci officinalis radix</i> ) 5 г, лопуха коренів ( <i>Arctii radix</i> ) 5 г, мучниці листя ( <i>Uvae ursi folium</i> ) 5 г, ромашки квіток ( <i>Matricariae flos</i> ) 5 г, солодки коренів ( <i>Liquiritiae radix</i> ) 5 г, сосни бруньок ( <i>Pini silvestris gemmae</i> ) 5 г, <b>хвоща трави (<i>Equiseti herba</i>)</b> 5 г, хмелю шишок ( <i>Lupuli flos</i> ) 5 г, валеріани коренів ( <i>Valerianaе radix</i> ) 4 г, звіробою трави ( <i>Hyperici herba</i> ) 4 г, кропиви собачої трави ( <i>Leonuri cardiacaе herba</i> ) 4 г, м'яти перцевої листя ( <i>Menthae piperitae folium</i> ) 4 г, чистотілу трави ( <i>Chelidonii herba</i> ) 4 г, шипшини плодів ( <i>Rosae pseudo-fructus</i> ) 4 г	при атеросклерозі, гіпертензії, сечокам'яній хворобі
ЦИСТОН®	1 таблетка містить: екстракти: листя дідимокарпусу стеблового ( <i>Didymocarpus pedicellata</i> ) – 65 мг, коренів ломикаменя язичкового ( <i>Saxifraga ligulata</i> ) – 49 мг, коренів марени серцелистої ( <i>Rubia cordifolia</i> ) – 16 мг, кореневищ смикавця пливчастого ( <i>Cyperus scariosus</i> ) – 16 мг, насіння соломоцвіту шорсткуватого	при інфекціях сечовивідних шляхів, для розчинення ниркових каменів

	<p>(<i>Achyranthes aspera</i>) – 16 мг, надземної частини оносми приквіткової (<i>Onosma bracteatum</i>) – 16 мг, вернонії попелястої (<i>Vernonia cinerea</i>) – 16 мг; порошки: вапна кремнієвого (<i>Hajrul yahood bhasma</i>) – 16 мг; смоли мінеральної очищеної (<i>Shilajeet purified</i>) – 13 мг; які оброблені водним екстрактом із: трави васильків справжніх (<i>Ocimum basilicum</i>), плодів якірців сланких (<i>Tribulus terrestris</i>), насіння мімози сором'язливої (<i>Mimosa pudica</i>), насіння доліхосу двоквіткового (<i>Dolichos biflorus</i>), півонії запашної (<i>Pavonia odorata</i>), <b>хвощу польового (<i>Equisetum arvense</i>)</b>, насіння дерева тикового (<i>Tectona grandis seed</i>)</p>	
--	--	--

## РОЗДІЛ II. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для виконання магістерської роботи нами було використано сировину хвоща польового, зібрані у 2023 р. Сировина зібрана на території Рівненської обл., Дубенський р-н. Зразки хвоща лісового було відібрано у гербарії Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України (KW).

Збір сировини хвоща польового, його фотосинтезуючих, вегетативних пагонів, здійснювали упродовж літа. Збір проводили у суху погоду, зрізали ножом на висоті 5 см від землі. Сушили сировину у добре провітрюваному приміщенні. Пагони інших видів хвощів були відділені. Оскільки рослина легко поглинає та зберігає токсичні елементи, то збір проводили далеко від транспортних шляхів.

Карти сучасного поширення досліджуваних видів взято із iNaturalist [30].

**2.1. Макроскопічні методи.** Для макроморфологічних досліджень та фото використовували фотоапарат Canon SX30 IS.

### **2.2. Мікроскопічні методи.**

Для мікроморфологічного дослідження відібрано стебла та бічні гілочки (в середній частині їх довжини) рослин з природних місць зростання у вегетативній фазі розвитку та з гербарію. Мікропрепарати сировинних органів виготовляли за загальноприйнятою методикою [8]. Епідерму стебел та бічних гілочок витримували у мацеруючому розчині 7–14 діб, після чого обробляли гематоксиліном, сафраніном, Суданом III, і готували препарати для світлової мікроскопії. Поперечні зрізи робили лезом із свіжозібраних та розпарених сухих зразків хвощів.

Фото робили за допомогою світлового мікроскопа Olympus CX23, стереомікроскопа Philip Harris та програмного забезпечення камери Levenhuk M1000 PLUS.

Дослідження ультраструктури поверхні вегетативного стебла та бічних гілочок хвощів виконували із застосуванням скануючого електронного мікроскопа JSM-6060LA, згідно стандартної методики.

Основна термінологія, яку використовували при описі діагностичних ознак сировини базується на роботах Bartholott [14–16] та Page [38].

### **2.3. Виділення флавоноїдів з сировини хвощів [3, 4].**

Подрібнену сировину хвощів (3–5 г) заливали 30–50 мл 70% спирту у колбі з зворотним холодильником та проводили екстракцію на водяній бані 20–30 хв. Витяг охолоджували, фільтрували через чотири шари фільтрувального паперу. Фільтрат, що якісних реакцій на виявлення флавоноїдів.

### **2.4. Виділення сапонінів з сировини хвощів [3, 4].**

5,0 г подрібненої лікарської сировини поміщають в конічну колбу місткістю 100 мл, доливають 50 мл 50% спирту; нагрівають вміст колби із зворотним холодильником на киплячій водяній бані протягом 15 хв. Витяг охолоджують і фільтрують, 20 мл фільтрату упарюють на водяній бані до 10 мл для виділення спирту. Отриманий водний екстракт використовують для проведення проби піноутворення, деяких осадкових реакцій і визначення хімічної природи сапонінів та для інших якісних реакцій і хроматографічного аналізу.

### **2.6. Виявлення БАР у сировині *Equisetum arvense* та *E. sylvaticum* [3, 4].**

Проведення якісних реакцій на флавоноїди проводили використовуючи ціанідінову реакцію, ціанідінову реакцію за Бріантом, реакції з розчином лугу, реакцію з хлоридом заліза (III).

Було проведено ідентифікацію природи сапонінів.

## РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1. Макроскопічний аналіз.

Об'єктами наших досліджень є сировина хвоща польового та лісового, а саме цілі/різані, висушені надземні вегетативні пагони (*Equiseti herba*) [1].

Сировина зеленувато-сірого кольору (Рис. 3.1.1а). Запах слабкий, смак кислуватий.

Сировину у подрібненому вигляді усіх, у тому числі, досліджуваних хвощів розрізнити неможливо.



а



б

Рис. 3.1.1. Лікарська сировина досліджуваних видів хвоща: а – хвощ польовий; б – хвощ лісовий.

У результаті аналізу наявних літературних джерел та власних досліджень, нами встановлено основні макроформологічні ознаки досліджуваних видів хвощів, які подані у таблиці 3.1.1. та деякі фото це демонструють.

Таблиця 3.1.1.

## Основні макроморфологічні ознаки

*Equisetum arvense* та *E. sylvaticum*

Макроморфологічні ознаки	<i>Equisetum arvense</i>	<i>Equisetum sylvaticum</i>
Галуження пагонів, напрямок росту бокових гілочок	вегетативний пагін галузистий від основи, бічні гілочки висхідні та зрідка розгалужені (Рис. 3.1.1а)	галуження вегетативного пагона починається в середній та верхній частині, бічні гілочки горизонтальні або дуговидно вигнуті вниз. Наявні двічі, рідше тричі розгалужені бічні гілочки (Рис. 3.1.1б)
Особливості стебла	ребристе, 9–13 ребер, борозенчасте (Рис. 3.1.1д)	ребристе, 10–18 ребер, неглибоко борозенчасте (Рис. 3.1.1е)
Наявність диморфних пагонів	+ (Рис. 1.1.1) весняний безхлорофільний спороносний пагін розвивається рано навесні, після спороношення відмирає. Потім з'являється літній вегетативний фотосинтезуючий	+ (Рис. 1.1.2) одразу розвивається фотосинтезуючий спороносний пагін, який під час спороношення галузиться, а на верхівці залишається сухий стробіл

Довжина першого міжвузля бокової гілочки найнижчого вузла.	перше міжвузля бокової гілочки найнижчого вузла переважно виражено довше відповідної листкової мутовки стебла (Рис. 3.1.1в)	може бути як коротше так і довше відповідної листкової мутовки, а у верхній частині пагона довше (Рис. 3.1.1г)
Діаметр стебла.	в середньому 2–3 мм, рідко 4–5 мм	
Діаметр бокової гілочки.	до 0,5-1,5 (2) мм	до 0,5 мм
Кількість граней бокової гілочки.	4 (рідко 3, 5)	бічні гілочки 1 порядку – 4–5; 2-го порядку – 3-гранні.
Видоспецифічні макроморфологічні ознаки.	борозенки бокових гілочок посередині вузький чітко окреслений каналець	листяні зубці півчасті та повністю зростаються по 2–4 в 3–6 складних зубця; наявні добре помітні шипики на ребрах стебла





a



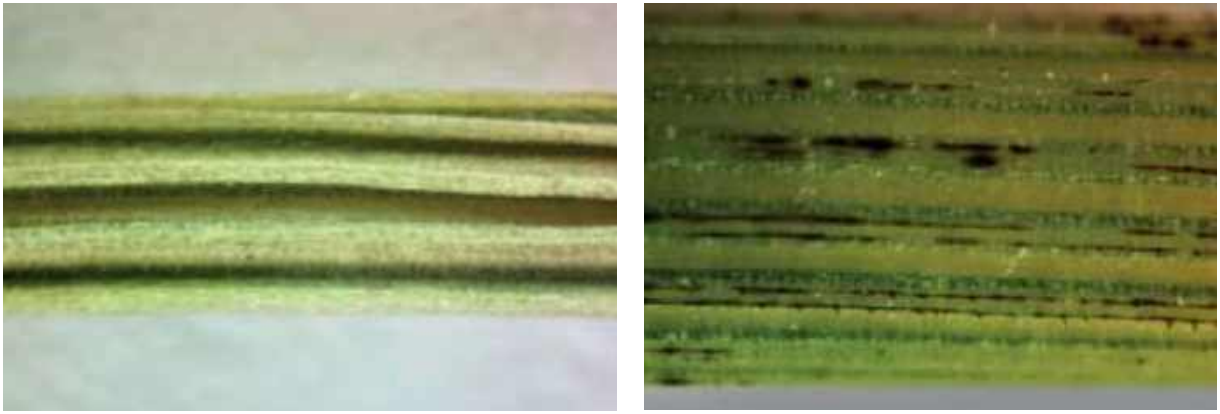
б



в



г



д

е

Рис. 3.1.1. Деякі основні макроморфологічні ознаки *Equisetum arvense* та *E. sylvaticum*: а, б – галуження пагонів; в, г – довжина першого міжвузля бічної гілочки найнижчого вузла; д, е – особливості стебла.

Отже, основними відмінними макроморфологічними ознаками досліджуваних хвощів є галуження пагонів, кількість ребер стебла, особливості розвитку диморфних гонів та наявність деяких видоспицифічних ознак. Проведений аналіз підтверджує неможливість ідентифікації видів у сировині.

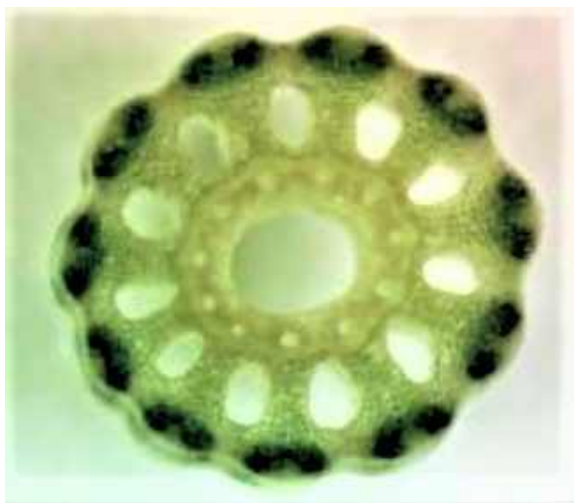
### 3.2. Мікроскопічний аналіз.

**Хвощ польовий.** Поперечний переріз стебла хвоща польового має хвилястий контур, з регулярною послідовністю ребер та борозенок (Рис. 3.2.1а). На перерізі видно, що стебло має вузьку центральну порожнину (Рис. 3.2.1а).

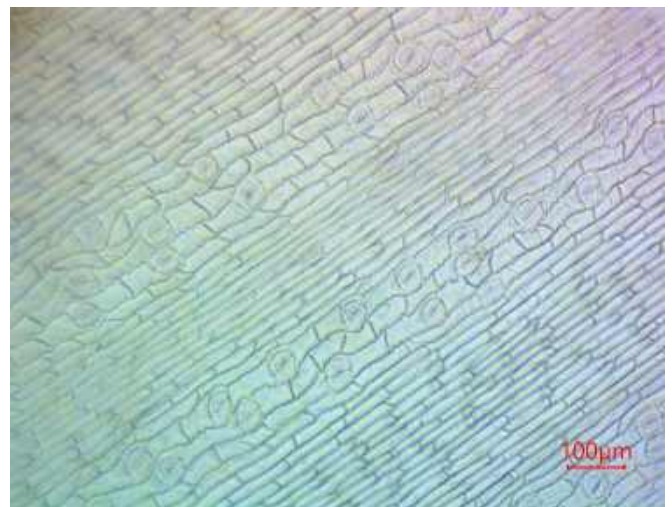
Клітини епідерми стебла *Equisetum arvense* мають прямокутні проєкції, антиклінальні стінки клітин прямі або злегка хвилясті, чоткоподібно потовщені (Рис. 3.2.1б, в). Епідермальні клітини ребер і дна борозенок прозенхімні, орієнтовані вздовж осі стебла. Епікутикулярний віск представлений різнонаправленими нерівнокраїми пластиками (Рис. 3.2.2а). Окрім воску зовнішні стінки епідермальних клітин стебла містять численні дрібні кремнієві бородавочки, які розміщені групами і утворюють короткі

штрихоподібні ряди перпендикулярні поздовжній осі стебла та зрідка трапляються опуклі великі циліндричні бугорки – маміли, які також вкриті бородавочками (Рис. 3.2.2б, в). На ребрах розміщуються більші епідермальні кремнієві утвори – округлі головчасті бугорки – туберкуляки також вкриті кремнієвими бородавочками та орієнтовані перпендикулярно поздовжній осі стебла (Рис. 3.2.2г). Продихи знаходяться на одному рівні з епідермальними клітинами, розміщені на кожній стінці борозенки (2) 3–4 нечіткими рядами (Рис. 3.2.1б). Продихи парацитні (Рис. 3.2.1в). На зовнішній стінці побічних клітин містяться округлі кремнієві бородавочки, які дифузно розміщені по поверхні клітини та організовані в ряд вздовж продихової щілини, утворюючи замок, та по краю зовнішньої стінки (Рис. 3.2.2д).

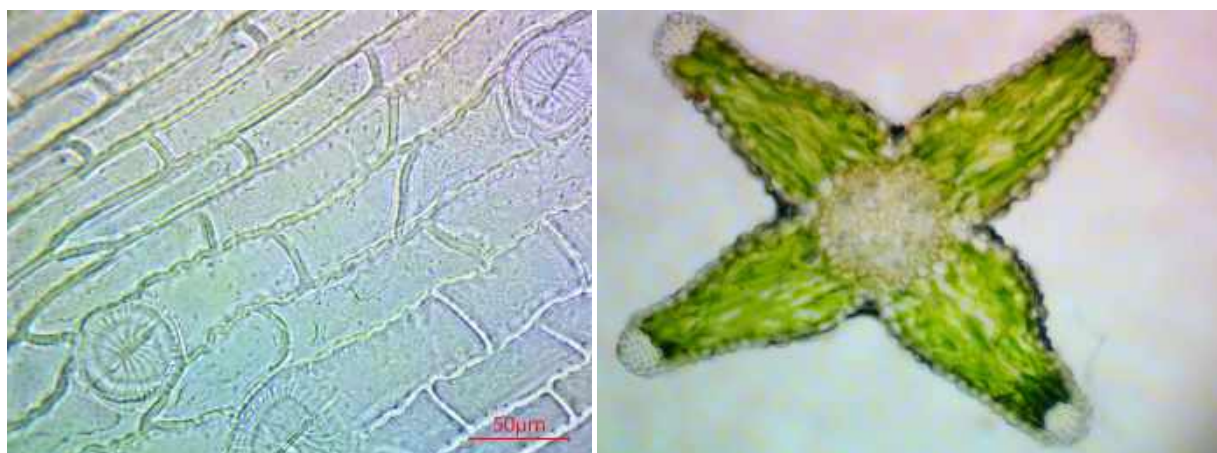
Поперечний переріз бічної гілочки ребристий, ребра гострі, розділені глибокими борозенками, порожнини відсутні (Рис. 3.2.1г). Як і у стебла, епідермальні клітини бічних гілочок містять на поверхні епікутикулярний віск у вигляді різнонаправлених пластинок (Рис. 3.2.2б), а також кремнієві папіли та конічні маміли, які вкриті бородавочками; маміли розміщуються чітко вираженими поздовжніми рядами (Рис. 3.2.2б, є). Продихи розміщуються 2–3 нечіткими рядами на стінках борозенок (Рис. 3.2.2ж). Зовнішня стінка побічних клітин вкрита кремнієвими бородавочками. На ребрах гілочок, як і стебла, містяться гладкі, загострені на верхівці, туберкули (Рис. 3.2.2ж).



а



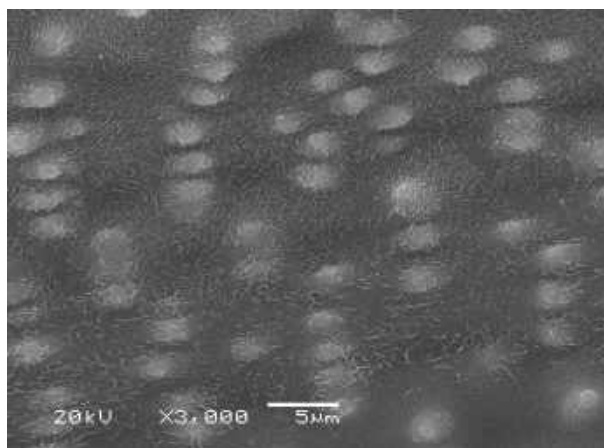
б



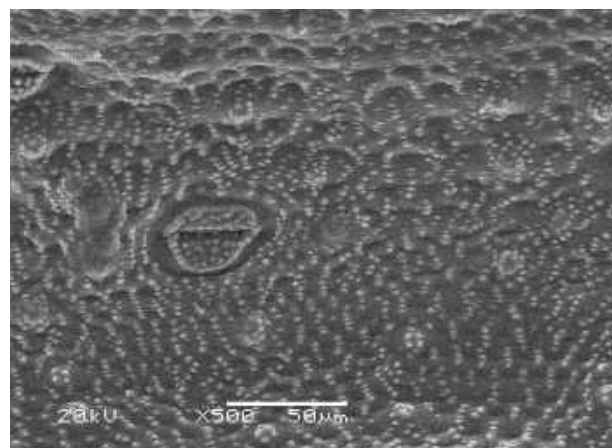
В

Г

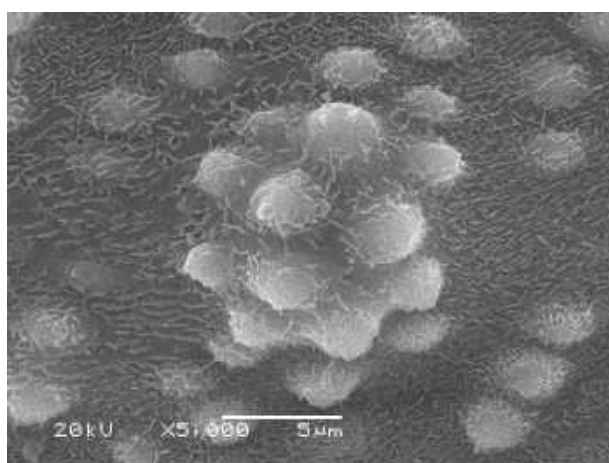
Рис. 3.2.1. *Equisetum arvense*: а – поперчний переріз стебла; б, в – клітини епідерми стебла; г – поперчний зріз гілочки.



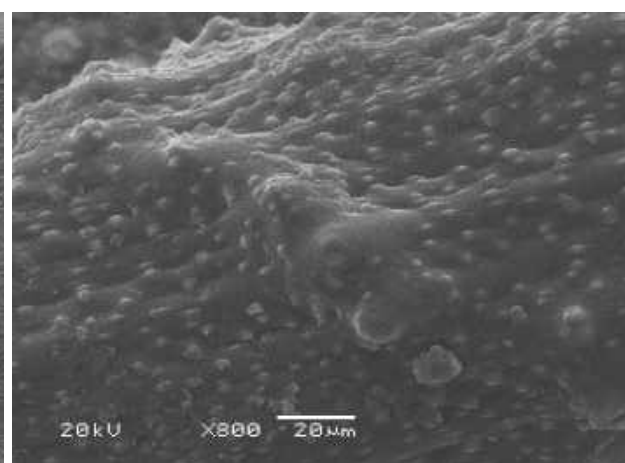
а



б



в



г

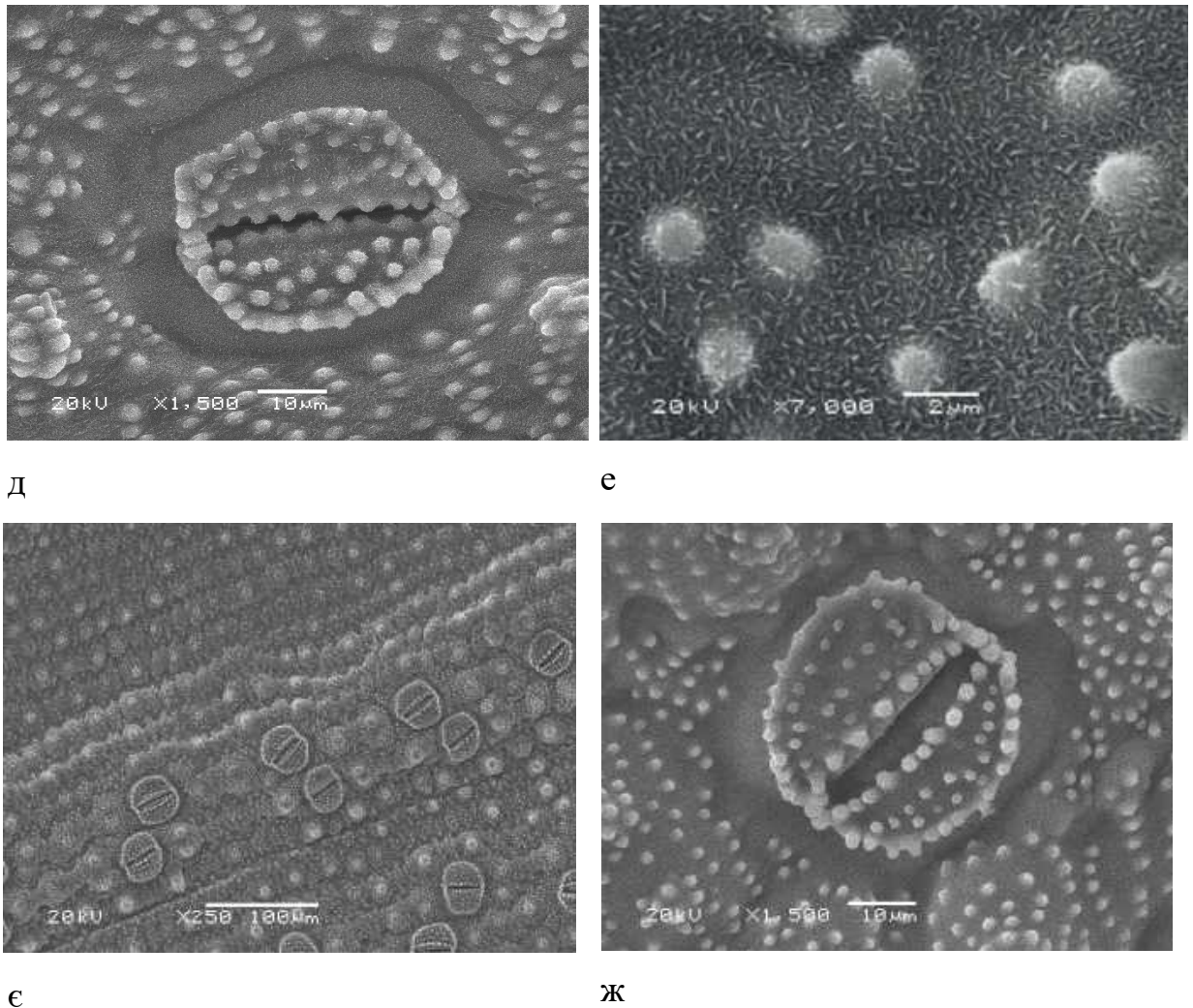


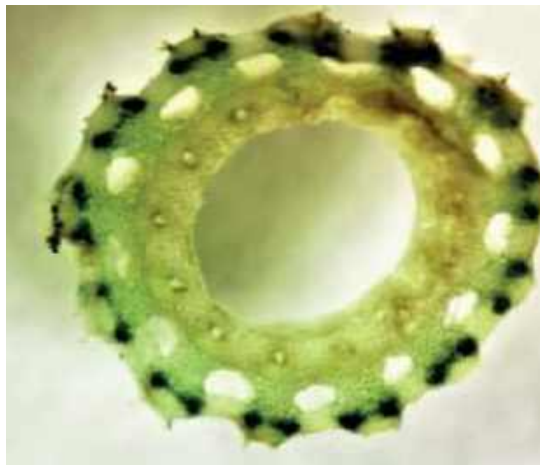
Рис. 3.2.2. Ультраструктура поверхні стебла та бічної гілочки *Equisetum arvense*: а – д – стебло; е – ж – бічна гілочка.

**Хвощ лісовий.** Поперечний переріз стебла *Equisetum sylvaticum* у контурі хвилястий, складається з 10–18 почергових ребер і борозенок (Рис. 3.2.3а). Ребра широкі, плоскі, на них в нижній частині стебла добре помітні шипики розташовані двома рядами, борозенки не глибокі (Рис. 3.2.3а).

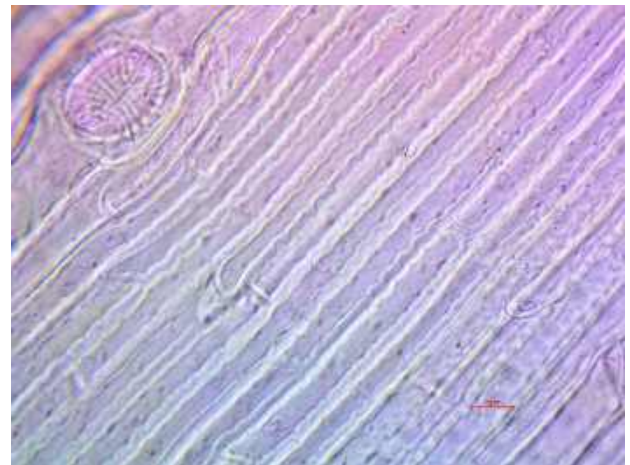
Епідермальні клітини стебла мають прямокутні обриси та витягнуті проєкції в парадермальній площині, антиклінальні стінки чоткоподібно потовщені (Рис. 3.2.3б, в). Рельєф поверхні епідерми стебла смугасто-горбкуватий, епікутикулярний віск представлений кірками та різнонаправленими нерівнокраїми пластинками (Рис. 3.2.4а). На поверхні епідермальних клітин містяться кремнієві бородавочки та дрібні конічні

маміли (Рис. 3.2.4б). Продихи паразитні (Рис. 3.2.3б). На зовнішній стінці побічних клітин розсіяно містяться великі бородавочки, по краю продихової щілини і по периферії бородавочки утворюють чіткі ряди (Рис. 3.2.4в). По краях ребра стебла добре помітні поздовжні туберкули вкриті довгими шипиками (Рис. 3.2.4в).

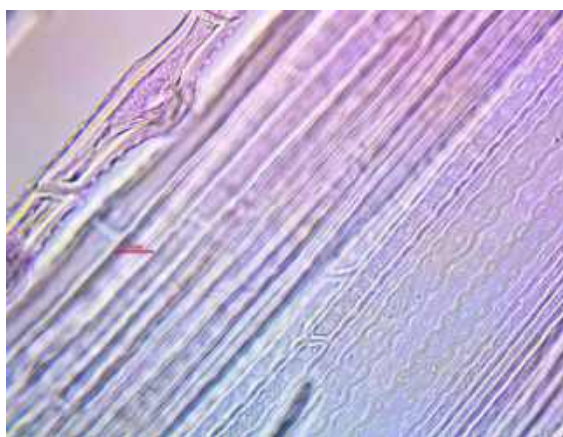
Поперечний переріз бічної гілочки 1 порядку з 4–5 чіткими ребрами, верхівка яких плоска, як і на стеблі з двома рядами шипиків, між якими розміщується механічна тканина, борозенки дрібні, без центральної порожнини (Рис. 3.2.3г). Бічна гілочка 2-го порядку на поперечному перерізі трикутна з вузькими ребрами, які мають заокруглену верхівку (Рис. 3.2.3д). Поверхня епідермальних клітин гілочок вкрита різнонаправленими нерівнокраїми пластинками воску, кремнієвими бородавочками та конічними мамілами, які повністю вкриті бородавочками або верхівка згладжена (Рис. 3.2.4г). У борозенках маміли розміщені поздовжніми рядами (Рис. 3.2.4д). Продихи розміщуються на стінках борозенок одним рядом, більш округлі ніж на стеблі (Рис. 3.2.4з), зовнішня стінка побічних клітин розсіяно вкрита бородавочками, по периферії утворюючи правильний ряд (Рис. 3.2.4е). На ребрах присутні гладкі поздовжньо витягнуті туберкули (Рис. 3.2.4ж).



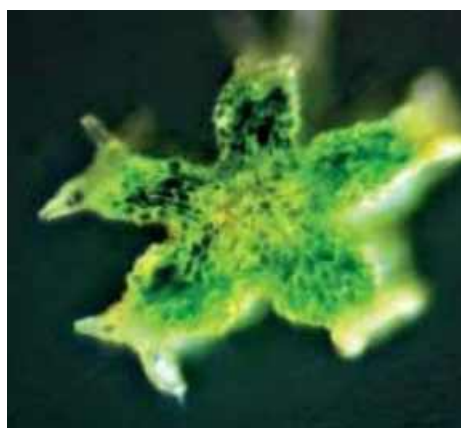
а



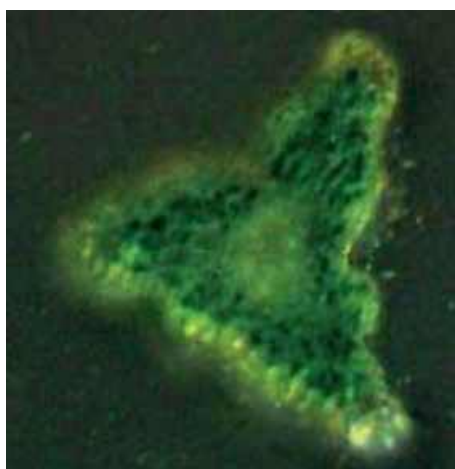
б



В

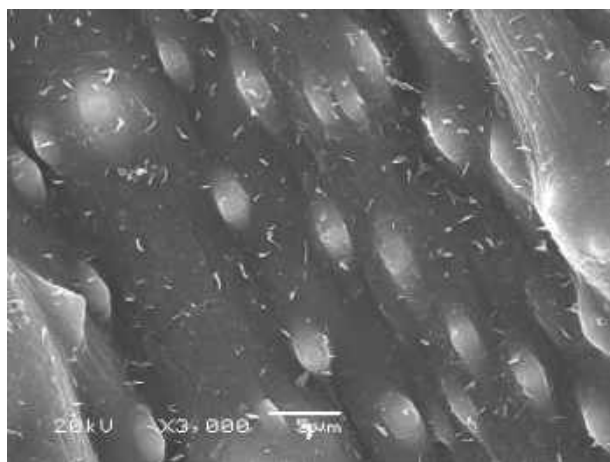


Г

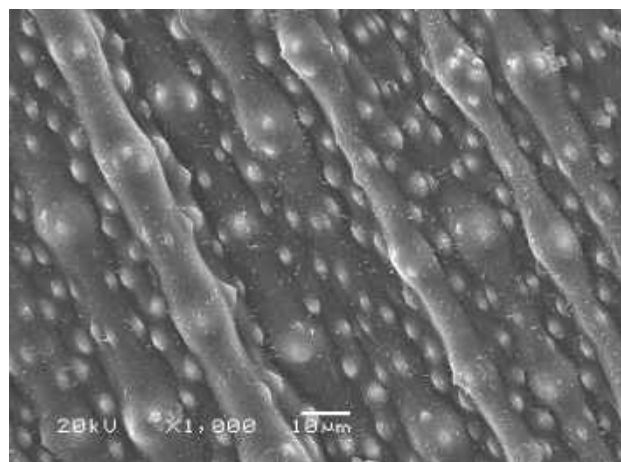


Д

Рис. 3.2.3. *Equisetum sylvaticum*: а – поперчний переріз стебла; б, в – клітини епідерми стебла; г – поперчний зріз бічної гілочки 1-го порядку; д – поперчний зріз 2-го порядку.



а



б

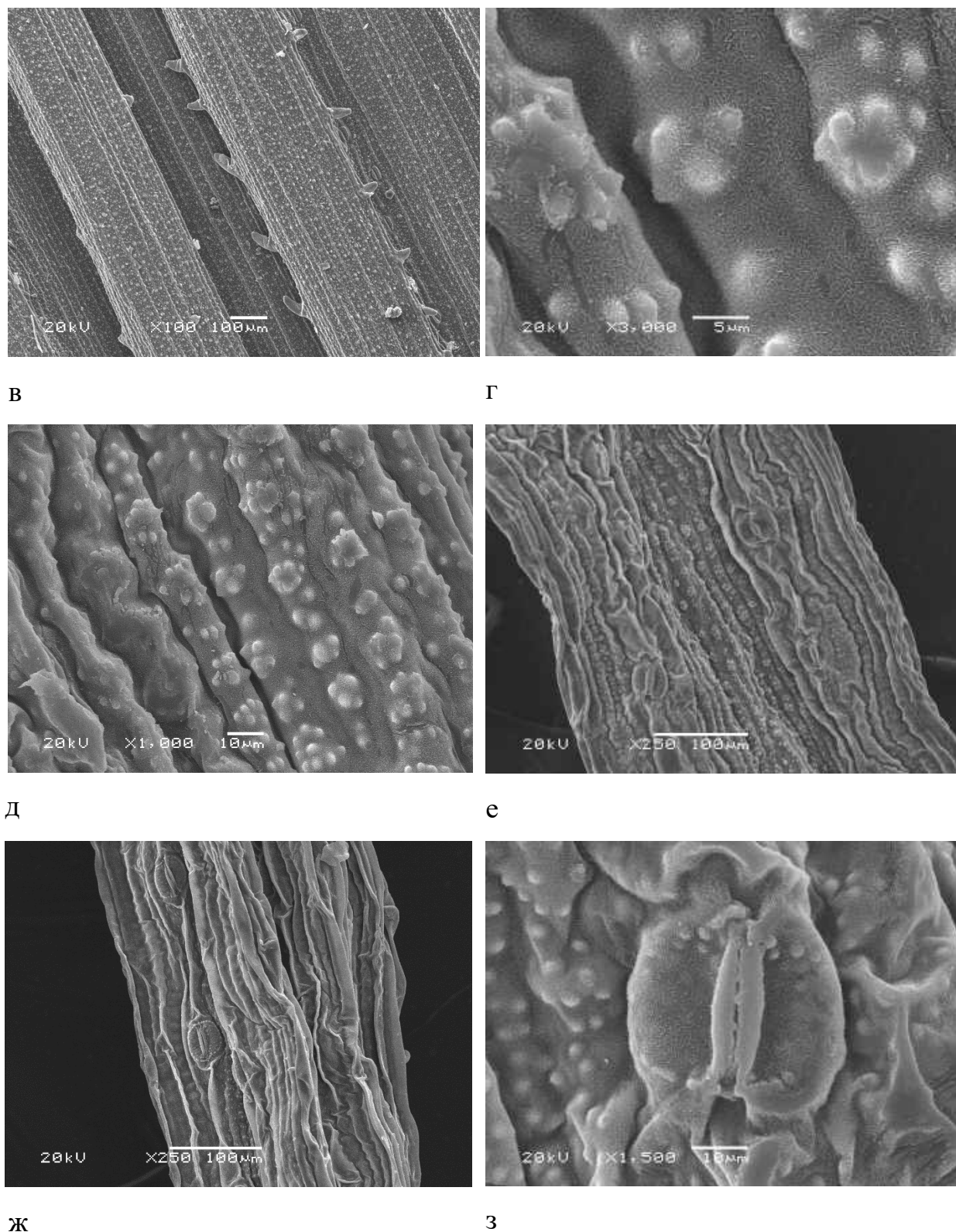


Рис. 3.2.4. Ультраструктура поверхні стебла та бічної гілочки *Equisetum sylvaticum*: а – в – стебло; г – з – бічна гілочка.

Отже, мікроморфологічні ознаки обох видів хвощів є дуже подібними, що робить неможливим ідентифікувати сировину. Спільними ознаками є



прямокутні проекції епідармальних клітин стебла, типи епікутикулярного воску – нерівнокраї різнонаправлені пластинки, парацитний тип продихового апарату, наявність бородавочок та маміл. Тому, доцільним є відбір чистої сировини.

### 3.3. Ідентифікація БАР в сировині *Equisetum arvense* та *E. sylvaticum*

Для виявлення деяких БАР у сировині хвощів використовували цілі та різані, висушені надземні вегетативні гони.

Показники якості за ДФУ [1]:

**Вміст:** не менше 0,3% суми флавоноїдів у перерахунку на ізокверцитрозид ( $C_{12}H_{20}O_{12}$ ) і суху сировину.

**Сторонні домішки.** Не більше 5%.

**Втрата в масі при висушуванні.** Не більше 10%. 1.000 г здрібноної на порошок сировини (355) сушать при температурі 105<sup>0</sup>С протягом 2 год.

**Зола не розчинна у хлористовонейй кислоті.** Не менше 3.0% і не більше 15.0%.

**Загальна зола.** Не менше 12.0% і не більше 27.0%.

Тож, найбільш дослідженими та цінними є флавоноїди хвощів.

Основні результати наших фітохімічних досліджень відображені у таблиці 4.

Таблиця 4.

#### Результати якісних реакцій визначення БАР у *Equisetum arvense* та *E. sylvaticum*

Ідентифікація БАР	Назва реакції	<i>Equisetum arvense</i>	<i>Equisetum sylvaticum</i>
Ідентифікація флавоноїдів	ціанідинова реакція	+	+

	ціанідинова реакція за Бріантом	+	+
	реакція з розчином лугом	+	+
	реакція з хлоридом заліза(III)	+	+
	реакція Вільсона	+	+
	реакція із ацетатом свинцю	+	+
Ідентифікація сапонінів	реакція піноутворення	+	+

Для ідентифікації БАР у сировині хвоща польового та лісового ми використали попередньо отримані фільтрати (згідно методики, розділ 2.3, 2.4).

### 3.3.1. Ідентифікація флавоноїдів [3, 4].

Найбільш часто для виявлення флавоноїдів в ЛРС застосовують **ціанідинову реакцію (проба Snoda)**. До 1 мл очищеного екстракту додали 2–3 краплі концентрованої HCl і 1–2 дрібки стружки металічного магнію. Спостерігали, у результаті, утворення червоного забарвлення.

**Ціанідинова реакція за Бріантом.** До забарвленого розчину, який утворився у результаті попередньої реакції додали 1/3 н-октанолу та струсули. Утворилося червоне забарвлення.

**Реакція з розчином лугом.** До 1 мл витягу додали 1–2 краплі 10 % спиртового розчину Na. Розчин набув брудно синього кольору.

**Реакція з хлоридом заліза(III).** До 1 мл екстракту додали 2–3 краплі 1%-го спиртового розчину FeCl<sub>3</sub>. Спостерігали утворення бурого (червоно-бурого) забарвлення.

### 3.3.2. Ідентифікація сапонінів.

**Реакція піноутворення.** Брали 2 мірні пробірки однакового діаметру з притертими пробками. В одну з них наливали 5 мл 0,1 М хлористоводневої кислоти, в іншу – 5 мл 0,1 М розчину натрію гідроксиду. В обидві пробірки додали по 0,5 мл водного витягу і струснули обидві пробірки з однаковою інтенсивністю протягом 1 хв. Утворилась стійка піна.

Отже, у результаті проведення деяких якісних реакцій на виявлення БАР у сировині хвоща польового та лісового, встановлено, що не всі досліджувані речовини містяться у сировині обох видів. Наприклад, алкалоїди не виявлено у *Equisetum sylvaticum*. Тому, фітохімічний склад даного виду потребує додаткових комплексних досліджень.

## ВИСНОВКИ

1. У результаті наших досліджень встановлено, що хвощ польовий та лісовий добре ідентифікуються за макроморфологічними ознаками. Відмінними морфологічними характеристиками є галуження пагонів, кількість ребер стебла, особливості розвитку диморфних гонів та наявність деяких видоспицифічних ознак.

2. Щодо мікроморфологічного аналізу сировинних органів хвощів, то ознаки є дуже подібними. Це, у свою чергу, обумовлює неможливість ідентифікувати сировину. Для обох видів характерними є низка ознак – поперечний зріз стебла, прямокутні проєкції епідармальних клітин стебла, типи епікутикулярного воску – нерівнокраї різнонаправлені пластинки, парацитний тип продихів, наявність бородавочок та маміл. Враховуючи отримані дані, важливим є відбір чистої сировини.

3. Найбільш вивченим є хімічний склад та дія *Equisetum arvense*, який є офіційним видом, занесеним до ДФУ. Хвощі багаті на флавоноїди, кремнієву кислоту та низку інших фітосполук.

4. У результаті проведення нами деяких якісних реакцій на виявлення біологічно активних речовин у сировині хвощів, встановлено, що не всі досліджувані речовини містяться у сировині обох видів. Алкалоїди не виявлено у *Equisetum sylvaticum*. Тому, фітохімічний склад даного виду потребує додаткових комплексних досліджень.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державна Фармакопея України. Державне підприємство «Науково-експертний фармакопейний центр». 1-е вид. Доповнення 2. Харків : Державне підприємство «Науково-експертний фармакопейний центр», 2008. 620 с.
2. Державний реєстр лікарських засобів України. 2021. URL: <http://www.drlz.com.ua/>
3. Ємельянова О. І., Карпюк У. В., Нікітіна О. О., Ковальська Н. П., Чолак І. С. Лабораторний практикум з фармакогнозії : навчальний посібник. Частина І. Київ : Фітосоціоцентр, 2020. 156 с.
4. Ковальська Н. П., Дармограй Р. Є., Карпюк У. В., Шаповалова Н. В., Ємельянова О. І., Бензель Л. В., Нікітіна О. О., Чолак І. С., Бензель І. Л., Рибак О. В., Лисюк Р. М., Цаль О. Я. Лабораторний практикум з фармакогнозії : навчальний посібник. Частина ІІ. Київ : Паливода А. В., 2020. 174 с.
5. Мінарченко В. М., Тимченко І. А., Двірна Т. С., Махиня Л. М., Ковальська Н. П. Лікарські папоротеподібні, плауноподібні та хвощеподібні. Київ : Паливода А. В., 2018. 184 с.
6. Тимченко І. А., Мінарченко В. М., Футорна О. А., Двірна Т. С. Морфологічні ознаки видів роду *Equisetum* L. споріднених із фармакопейним *Equisetum arvense* L. *Екологічні науки*. 2019. № 4 (27). С. 171–180.
7. Мінарченко В. М., Тимченко І. А., Двірна Т. С., Футорна О. А., Махиня Л. М., Глущенко Л. А. Атлас морфолого-анатомічних ознак сировини дикорослих споріднених видів лікарських рослин України / Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України, Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця. Київ : Паливода А. В., 2022. 406 с.
8. Фурст Г. Г. Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей. Москва : Наука, 1979. 155 с.
9. Adewusi E. A., Afolayan A. J. A review of natural products with hepatoprotective activity. *Journal of Medicinal Plants Research*. 2010. № 4(13). P. 1318–1333.

10. Aldaas S. A. Cytotoxic and antibacterial activity of an extract from a Saudi traditional medicinal plant *Equisetum arvense* : MSc thesis / King Abdullah University of Science and Technology. Thuwal, 2011.
11. Al-Snafi A. E. The pharmacology of *Equisetum arvense*- A review. *Journal Of Pharmacy*. 2017. Volume 7, Issue 2, Version 1. P. 31–42.
12. Asgarpanah J., Roohi E. Phytochemistry and pharmacological properties of *Equisetum arvense* L. *Journal of Medicinal Plants Research*. 2012. № 6(21). P. 3689–3693. <https://doi.org/10.5897/JMPR12.23>
13. Azay Y., Ozyurt S., Guzel S., Cimbiz A., Olgun E. G., Cayci M. K. Effect of *Equisetum arvense* ointment on dermal wound healing in rats. *Wounds*. 2010. № 22(10). P. 261–267.
14. Bartholott W., Neinhuis C., Cutler D., Ditsch F., Meusel I., Theisen I., Wilhelmi H. Classification and terminology of plant epicuticular waxes. *Bot. J. Linn. Soc.* 1998. № 126 (3). P. 237–260. URL: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1998.tb02529.x>
15. Bartholott W. Epidermal and seed surface characters of plants: systematic, applicability and some evolutionary aspects. *Nord. J.* 1981. Bot 1. P. 345–355.
16. Bartholott W., Frölich D. Micromorphology and Orientation Patterns of Epicuticular Wax Crystalloids : A new Systematic Feature for the Classification of Menocotyledons. *Plants Systematics and Evolution*. 1983. № 142. P. 171–185.
17. Boeing T., Tafarelo Moreno K.G., Gasparotto Junior A., Mota da Silva L., de Souza P. Phytochemistry and pharmacology of the genus *Equisetum* (Equisetaceae): A narrative review of the species with therapeutic potential for kidney diseases. *Evid. Based Complement. Alternat. Med.* 2021. 2021, 6658434.
18. Boorhem R., Digest R. Segredos e Virtudes das Plantas Mediciniais. Rio de Janeiro, Brazil : Reader's Digest Brasil Ltda, 1999.
19. Borg P. J. V. Ecology of *Equisetum palustre* in Finland, with special reference to its role as a noxious weed. *Annales Agriculturae Fenniae*. 1971. № 8. P. 93–141.

20. Bown D. The Herb Society of America, Encyclopedia of Herbs & Their Uses. New York, NY, USA : Dorling Kindersley Publishing Inc, 1995.

21. Carneiro D. M., Freire R. C., Honório T. C., Zoghaib I., Cardoso F. F. S., Tresvenzol L. M. F., Paula J. R., Sousa A. L. L., Jardim P. C. B. V., Cunha L. C. Randomized, double-blind clinical trial to assess the acute diuretic effect of *Equisetum arvense* (field horsetail) in healthy volunteers. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2014 URL: <http://dx.doi.org/10.1155/2014/760683>

22. Cetojevic-Simin D. D., Canadanovic-Brunet J. M., Bogdanovic G. M., Djilas S. M., Cetkovic G. S., Tumbas V. T., Stojiljkovic B. T. Antioxidative and antiproliferative activities of different horsetail (*Equisetum arvense* L.) extracts. *J. Med. Food*. 2010. № 13(2). P. 452–459.

23. Christenhusz M. J. M., Bangiolo L., Chase M. W, Fay M. F., Husby Ch., Witkus M., Viruel J. Phylogenetics, classification and typification of extant horsetails (*Equisetum*, Equisetaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2019. 189 (4). P. 311–352. <https://doi.org/10.1093/botlinnean/boz002>

24. Christenhusz M. J. M., Chase M. W., Fay M. F. et al. Biogeography and genome size evolution of the oldest extant vascular plant genus, *Equisetum* (Equisetaceae). *Ann. Bot.* 2021. 127. P. 681–695.

25. Dos Santos Jr J. G., Blancoa M. M., Do Monteb F. H. M., Russib M., Lanziottib V. N. M. B., Lealc L. K. A. M., Cunhac G. M. Sedative and anticonvulsant effects of hydroalcoholic extract of *Equisetum arvense*. *Fitoterapia*. 2005. № 76(6). P. 508–513.

26. Golub S., Wetmore R. Studies on the development in the vegetative shoot of *Equisetum arvense*. 1. The shoot apex. *American Journal of Botany*. 1948. № 35. P. 755–767.

27. Hauke R. L. A systematic study of *Equisetum arvense*. *Nova Hedwiga*. 1966. № 13. P. 81–109.

28. Hayat A, Temamogullari F, Yilmaz R and Karabulut O. Effect of *Equisetum arvense* on wound contraction of full-thickness skin wound in rabbits. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 2011. № 10(1). P. 81–83.
29. Hemati A., Azarnia M., Angaji A. H. Medicinal effects of *Heracleum persicum* (Golpar). *Middle-East J. Sci. Res*. 2010. № 5(3). P. 174–176.
30. iNaturalist. URL: <https://www.inaturalist.org/>
31. Korsmo E. Anatomy of weeds. Oslo, Norway : Grohndal & Sons, 1954. 413 p.
32. Milovanović V., Radulović N., Todorović Z., Stanković M., Stojanović G. Antioxidant, Antimicrobial and Genotoxicity Screening of Hydro-alcoholic Extracts of Five Serbian *Equisetum* Species. *Plant Foods Human Nutrients*. 2007. № 62. P. 113–119.
33. Mimica-Dukic N., Simin N., Cvefic J., Jovin E., Orcic D., Bozin B. Phenolic compounds in field horsetail (*Equisetum arvense* L.) as natural antioxidants. *Molecule*. 2008. № 13. P. 1455–1464.
34. Minarchenko V., Pidchenko V., Tymchenko I., Dvirna T., Makhynia L., Karpiuk U., Kovalska N. Diagnostic features of raw materials of related *Equisetum* species of Ukrainian flora. *Journal of research in pharmacy*, Marmara University Press, Istanbul, Turkey. 2022. № 26(6). P. 1780–1788. DOI: [10.29228/jrp.268](https://doi.org/10.29228/jrp.268)
35. Mors W. B., Rizzini C., Pereira P. *Medicinal Plants of Brazil*. USA : Reference Publications, Algonac, 2000.
36. Mosyakin S. L., Fedoronchuk M. M. Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist. Kyiv, 1999. 345 p. URL: <https://dx.doi.org/10.13140/2.1.2985.0409/>
37. Oh H., Kim D. H., Cho J. C., Kim Y. C. Hepatoprotective and free radical scavenging activities of phenolic petrosins and flavonoids isolated from *Equisetum arvense*. *Journal of Ethnopharmacology*. 2004. № 95(2-3). P. 421–424.
38. Page C. N. The ferns of Britain and Ireland. 2nd edn. Cambridge : Cambridge University Press, 1997.



39. Pattewar A. V., Katedeshmukh R. G., Vyawahare N. S., Kagathara V. G., Phytomedicines And Cognition. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 2011. № 2(4). P. 778–791.
40. POWO. Plants of the World Online. © Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. URL: <https://powo.science.kew.org/>
41. Qsyum A., Ahmed N., Ahmad K. D., Khattak S. G. Pharmacological screening of medicinal plants (II). *J Pakistan Med Assoc*. 1983. № 33. P. 136–138.
42. Rezaie A., Ahmadizadeh C., Mosavi G., Nazeri M., Jafari B., Ebadi R., Comparative Study of Sedative, Pre-Anesthetic and Anti-Anxiety Effect of *Equisetum arvense* (horse tail) Extract with Diazepam on Rats. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2011. № 5(10). P. 786–789.
43. Robu T., Milică C. Plante medicinale autohtone. Iasi : Institutul European, 2004. 300 p.
44. Sakurai N., Iizuka T., Nakayama S., Funayama H., Noguchi M., Nagai M. Vasorelaxant activity of caffeic acid derivatives from *Cichorium intybus* and *Equisetum arvense*. *Yakugaku Zasshi*. 2003. № 123(7). P. 593–598.
45. Sandhu N. S., Kaur S., Chopra D. *Equisetum aerevns*: Pharmacology and Phytochemistry – A review. *Asian J. Pharmaceut. Clin. Res*. 2010. № 3(3). P. 146–150.
46. Sandhu N. S., Kaur S., Chopra D. Pharmacognostic evaluation of *Equisetum arvense* Linn. *Int J PharmTech Res*. 2010. № 2(2). P. 1460–1464.
47. Sinha N. S. In vitro antibacterial activity of ethanolic extract of *Equisetum arvense* L. *International Journal of Pharmaceutical and Biological Research*. 2012. № 3(1). P. 19121.
48. Uchino F., Hiyoshi T., Yatazawa M. Nitrogen-fixing activities associated with rhizomes and roots of *Equisetum* species. *Soil Biological Biochemistry*. 1984. № 16. P. 663–667.
49. Uslu M. E., Erdogan I., Oguzbayraktar O., Ates M. Optimization of extraction conditions for active components in *Equisetum arvense* extract. *Romanian Biotechnological Letters*. 2013. № 18(2). P. 8115–8131.

50. Vieira G. T. et al. Antidiabetic effect of *Equisetum giganteum* L. extract on alloxan-diabetic rabbit. *Journal of Ethnopharmacology*. 2020. 259. P. 112898.

51. Wang D. M., Hao S. G., Wang Q. *Rotafolia songziensis* gen. et comb. nov., a sphenopsid from the Late Devonian of Hubei, China. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2005. 148(1). P. 21–37. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2005.00387.x>

52. World Flora Online. A project of the World Flora Online Consortium. 2020. URL: <http://www.worldfloraonline.org/>

53. Yamamoto Y., Inoue T., Hamako J. Crude proteins extracted from *Equisetum arvense* L. increase the viability of cancer cells in vivo. *Seibutsu Shiryo Bunseki*. 2004. № 27(5). P. 409–412.

54. Yu Y. B., Park J. C., Lee J. H., Kim G. E., Jo S. K., Byun M. W., Hattori M. Screening of some plants for inhibitory effects on HIV-1 and its essential enzymes. *Korean J Pharmacog*. 1998. № 29(4). P. 338–346.

55. Yukitake J., Yamamoto Y. Enhancement of cytokine (IL-2, INF- $\gamma$ ) production in Th1 cells by crude protein extract of *Equisetum arvense* Linne. *Journal of Analytical Bio-Science*. 2011. № 34(5). P. 339–344.

56. Zhang H., Li N., Li K., Li P. Effect of ethanol root extract of *Equisetum arvense* (L.) on urinary bladder activity in rats and analysis of principal plant constituents. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. 2015. № 14 (8). P. 1451–1458.

## SUMMARY

**Konoshevska I.M.**  
PHARMACOGNOSTIC STUDY OF RAW MATERIALS OF *EQUISETUM*  
*ARVENSE* L. AND *E. SYLAVTICUM* L.

**Department of Pharmacognosy and Botany**

**Scientific supervisor: Dvirna T.S.**

**Keywords: *Equisetum*, raw material, flavonoids.**

**Introduction.** The genus *Equisetum* is the only one in the family Equisetaceae. According to POWO data, there are 18 valid cosmopolitan species. The genus Horsetail in the flora of Ukraine is represented by nine species belonging to the two subgenera *Equisetum* and *Hippochaete* (Milde) Baker. The genus has an evolutionary history that can be traced back to the Late Devonian period and is considered one of the oldest living genera of vascular plants. In view of the available and well-known fossil remains of *Equisetum*, paleontologists and botanists have long considered this genus as a key element in the evolutionary study and origin of vascular plants. Representatives are found throughout the Northern Hemisphere, including northern Greenland, northern Siberia, Tropical America, the Cape of South Africa, and South and Southeast Asia.

Worldwide, *Equisetum* has a long history of use as a traditional medicinal plant for the treatment of numerous diseases. Sixteen species of the genus are documented as being widely used in traditional medicine by various ethnic groups around the world. Phytochemical studies of *Equisetum* led to the isolation of a number of bioactive compounds. A total of 229 chemical compounds of *Equisetum* were identified, the main group of components being flavonol glycosides and flavonoids. Major secondary metabolites isolated and identified from horsetail include equisetin, campesterol, quercetin, chlorogenic acid, caffeic acid, pyridine alkaloids, apigenin flavonoid glycosides, aconitic acid, tartaric acid, nicotine palustrine, luteolin, and myricitin.

Crude extracts and phytochemicals of horsetails exhibit significant antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory, antiulcerogenic, antidiabetic, hepatoprotective, and diuretic properties. Numerous studies have also demonstrated the safety of using horsetails.

The State Pharmacopoeia of Ukraine lists only one species of horsetail – *Equisetum arvense* L., which is widespread in the country. However, in traditional medicine, raw materials of all nine species of horsetail flora of Ukraine are used. The raw material of horsetail is whole or cut, dried aerial vegetative shoots (*Equiseti herba*). We have studied the raw materials of *E. arvense* and non-official *E. sylvaticum*.

**Materials and methods.** To perform the master's thesis, we used raw horsetail collected in 2023, and samples of forest horsetail were selected from the herbarium of the Institute of Botany named after M.G. Cold National Academy of Sciences of Ukraine (KW). Maps of the current distribution of the studied species are taken from iNaturalist. A Canon SX30 IS camera was used for macromorphological studies and photos. Stems and side branches (in the middle part of their length) of plants from natural places of growth in the vegetative phase of development and from the herbarium were selected for micromorphological research. Micropreparations of raw organs were made according to generally accepted methods. Photographs were taken using an Olympus CX23 light microscope, a Philip Harris stereomicroscope, and Levenhuk M1000 PLUS camera software. The study of the ultrastructure of the surface of the vegetative stem and side branches of horsetails was performed using a scanning electron microscope JSM-6060LA, according to standard methods. Phytochemical studies were performed according to standard methods.

**Results.** As a result of our research, it was established that field and forest horsetail are well identified by macromorphological features. Distinguishing morphological characteristics are the branching of the shoots, the number of stem ribs, the peculiarities of the development of dimorphic shoots and the presence of some species-specific features.

As for the micromorphological analysis of raw horsetail organs, the signs are very similar. This, in turn, determines the impossibility of identifying raw materials. Both species are characterized by a number of features – cross-section of the stem, rectangular projections of the epidermal cells of the stem, types of epicuticular wax – unevenly edged multidirectional plates, parasitic type of stomata, presence of warts and papillae. Taking into account the obtained data, the selection of pure raw materials is important.

The most studied is the chemical composition and action of *Equisetum arvense*. Horsetails are rich in flavonoids, silicic acid and a number of other phytocompounds.

As a result of our conducting some qualitative tests for the detection of biologically active substances in the raw materials of horsetails, it was established that not all the investigated substances are contained in the raw materials of both species. No alkaloids were detected in *Equisetum sylvaticum*. Therefore, the phytochemical composition of this species requires additional comprehensive research.

**Conclusions.** Raw materials must be clean, carefully selected at the beginning of harvesting. *Equisetum sylvaticum* needs additional research; probably it can be used as an additive.