

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

Кафедра фармакогнозії та ботаніки

**ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
на тему: Мікроскопічне дослідження листя *Plantago media* L. та  
*Plantago maxima* Jacq.

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

226 «Фармація, промислова фармація»  
освітньої програми фармація

Жигула І. В.

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

Рецензент: к.фарм.н., доцент кафедри організації та  
економіки фармації Шолойко Н. В.

Київ – 2023 рік

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	3
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	7
1.1. Класифікація та ботанічна характеристика <i>Plantago media</i> L. та <i>Plantago maxima</i> Jacq.	7
1.2. Поширення, ресурсна значущість, охорона.	13
1.3. Хімічний склад листя <i>Plantago media</i> L. та <i>Plantago maxima</i> Jacq.	15
1.4. Біологічна дія та застосування.	18
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	25
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	27
3.1. Макроскопічний аналіз.	27
3.2. Мікроскопічний аналіз.	31
ВИСНОВКИ	36
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	38
SUMMARY	44

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

ДФУ – Державна Фармакопея України

БАР – біологічно активні речовини

ЛРС – лікарська рослинна сировина

*Plantago media* – *P. media*

*Plantago maxima* – *P. maxima*

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Родина Plantaginaceae вважається однією із древніх [14]. Однак, предкові форми невідомі, проте відзначається філогенетичний зв'язок з Scrophulariaceae. Добре вивченим є рід *Plantago* L. налічує 242 валідних види [38]. Таксономія роду подорожник є суперечливою на рівні секції та підроду за рахунок різного трактування видової самостійності. Суперечності у розумінні виду стосуються переважно чотирьох груп – *P. major* L., *P. media* L., *P. maritima* L. та *P. lanceolata* L., які вважаються «критичними».

Представники поширені переважно у помірно теплих областях обох півкуль, однак почасти також заходять в Арктику та у високогірні гірські райони тропіків [22, 38, 42, 43]. На території України відомо 10 видів роду [35].

Походить назва роду від латинського «ступня», «слідувати», «підшва». Імовірно така назва, оскільки, подорожники нагадують людський слід. Також етимологія родової назви обумовлена еколого-ценотичною приуроченістю видів, які ростуть при дорозі [6].

Упродовж століть види *Plantago* використовувалися в народній медицині через їх різноманітні властивості [25, 45, 53]. Деякі види особливо цінні в харчовій та фармацевтичній промисловості завдяки слизовому продукту (псиліуму), отриманому з лушпиння насіння, який використовується як функціональна харчова та дієтична добавка для покращення здоров'я кишечника [32, 45]). У деяких країнах види використовуються як інгредієнти для салатів, супів або випічки [23]. Деякі види також використовуються в кормах для тварин, щоб покращити здоров'я та зменшити використання антибіотиків [47].

Листя деяких видів подорожників широко використовуються як рослинний лікарський засіб для лікування проблем шкіри, респіраторних розладів, захворювань травної системи, запалень носової та ротової порожнин. Фітохімічні дослідження роду виявили наявність фенольних сполук, полісахаридів, іридоїдних глікозидів, вітамінів і мінералів [5].

У Державній Фармакопеї України наведено, що сировина *Plantago lanceolata* – цілі або висушені листки та квітконосні стрілки (*Plantaginis lanceolatae folium*), *Plantago major* – листки квітучої рослини (*Plantaginis majoris folium*), *Plantago ovate Forrsk* – лушпиння та насіння (*Plantaginis ovatae seminis tegumentum*) та *Plantago indica* L. – насіння (*Psyllii semen*) [2]. Нами досліджено сировину, а саме листя, неофіціальних видів – *P. media* та *P. maxima*.

**Мета дослідження** – провести порівняльне макро- та мікроскопічне дослідження *Plantago media* та *P. maxima* з метою виявлення діагностичних ознак.

**Завдання дослідження:**

- провести макроморфологічний аналіз листя представників роду *Plantago*;
- виконати мікроморфологічні дослідження листя видів роду *Plantago*;
- з'ясувати основні фіто компоненти видів.

**Предмет дослідження:** листя *Plantago media* та *P. maxima*, тимчасові мікропрепарати.

**Об'єкт дослідження** – листки *Plantago media* та *P. maxima*.

**Методи дослідження.** Згідно стандартної методики світлової мікроскопії було здійснено макроскопічний та мікроскопічний аналіз листя. Ультраструктуру поверхні листкової пластинки проводили з використанням сканувального електронного мікроскопа.

**Новизна та значення одержаних результатів.** Уперше проведено комплексне макроморфологічне та мікроскопічне дослідження; установлені основні діагностичні ознаки листя *Plantago media* та *P. maxima*.

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. Список використаних джерел – 54, з них 8 – україномовних та 46 зарубіжних. Загальна кількість сторінок 45.

## РОЗДІЛ 1.

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### 1.1. Класифікація та ботанічна характеристика

##### *Plantago media* L. та *Plantago maxima* Jacq.

Царство – Рослини (Plantae)

Відділ – Покритонасінні (Magnoliophyta)

Клас – Дводольні (Magnoliopsida)

Порядок – губоцвіті (Lamiales)

Родина – Подорожникові (Plantaginaceae)

Рід – Подорожник (Plantago)

Вид – *Подорожник середній (Plantago media L.)*

Вид – *Подорожник найбільший (Plantago maxima Jacq.)*

Подорожники це трави або невеликі напівчагарники, рідко деревоподібні. Прилистки відсутні. Листки черешкові, розміщені спіральсно, зазвичай у прикореневій розетці, рідше супротивні або мутовчасті, прості. Стебла безлисті. Жилки листкової пластинки (1 або) 3–11, дугоподібні. Суцвіття колосоподібні, рідше гроновидні або одноквіткові, квітконосні, кожна квітка з 1 приквітком. Квітки дрібні, чотиричленні, двостатеві, трубчасті, рідше одностатеві. Чашечка циліндрична, зросло-листа, зазвичай 4-роздільна або трироздільна, залишається при плодах. Віночок плівчастий, актиноморфний або рідше зигоморфний, (3 або) 4-лопатевий, трубчастий або циліндричний, з відгином. Тичинки (1 або 2) 4, прикріплені до трубочки віночка та чергуються з його лопатями. Пиляки вільні, різносторонні, з верхівковим придатком, теки 2. Маточка 1, складається з 2 плодолистків, стовпчик ниткоподібний. Плід – нерозкривна коробочка, що розкривається впоперек з численними насінням. Насіння прикріплене до середини перегородки, яка пізніше відділяється. Воно з ендоспермом, сім'ядолі вузькі.

**Ботанічна характеристика. Подорожник середній (*Plantago media* L.).** Трав'янистий полікарпик 15–70 см заввишки, з кількома квітковими стрілками, при основі зазвичай висхідними, вище прямими (Рис. 1.1.1а, б).

Листки зібрані у прикореневу розетку, еліптичні або яйцеподібні, рідше яйцеподібно-ланцетні, зазвичай не більше ніж в 2–2,5 рази довші за свою ширину (Рис. 1.1.1б). Зверху вони рівномірно негусто опушені, знизу по жилках шерстисті, цілокраї або по краях з рідкими зубцями, звичайно гострими, в основі звужені у короткий, у 3–10 разів коротший пластинки і широкий шерстистий черешок або майже сидячі. однак, у тіневитривалих форм черешки значно довші, інколи лише дещо коротші пластинки або навіть рівні їй. Черешок ребристий (Рис. 1.1.1в). Квітконоси циліндричні, ребристі, густо опушені в верх притиснутими волосками (Рис. 1.1.1д). Суцвіття густі, циліндричні, 2–6(8) см завдовжки (Рис. 1.1.1г). Приквітки яйцеподібні або видовжено-яйцеподібні, тупуваті, по краях плівчасті, рівні або майже рівні чашечці; чашолистки 1,5–2 мм завдовжки, еліптичні або яйцеподібно-еліптичні, плівчасті, але всі з добре виразним трав'яним кілем. Віночок білий (Рис. 1.1.1г), голий, долі віночка яйцеподібні або видовжено-яйцеподібні, 1,5–2 мм завдовжки, від відкритих до відігнутих. Тичинки бузкові (Рис. 1.1.1г), коли висихають, стають чорними, прилягають до основи трубки віночка, витягнуті. Пиляки довгасті (Рис. 1.1.1г). Плід – коробочка яйцеподібна, тупа, 2–2,5 мм завдовжки, із 2–5(6) овальними насінинами (Рис. 1.1.1е). Насіння від жовтуватого-коричневого до коричневого, еліпсоїдне, 1,5–2 мм, блискуче, черевна сторона виступає (Рис. 1.1.1е). Цвіте з червня по серпень. Плодоносить з липня по вересень.





a



б



в



г



д



е

Рис. 1.1.1. *Plantago media*: а – загальний вигляд та локалітет; б – прикоренева розетка та квітконоси; в – черешок; г – суцвіття; д – квітконіс; е – плід та насіння.

**Подорожник найбільший (*Plantago maxima*).** Багаторічна трав'яниста рослина (Рис. 1.1.2а, б, д), з масивним, веретеноподібним коренем (Рис. 1.1.2в). Рослина густо опушена. Висота 20–70 (90) см, стебло поодиноке або декілька (2–9), просте, прямостояче з одним прямостоячим колосом на вершині (Рис. 1.1.2а, д). Зазвичай рослини з кількома розетками (Рис. 1.1.2а, д). Листки від широко-яйцеподібної до яйцеподібної-еліптичної форми, 10–50 см завдовжки разом з черешком (Рис. 1.1.2а, б); тупі, з розсіяно-дрінозубчастим краєм (Рис. 1.1.2є). Вони більш-менш опушені, різко звужені у черешок (Рис. 1.1.2б). Черешки смугасті, притиснуто-волосисті (Рис. 1.1.2є). Їхня довжина дорівнює довжині листової пластинки, іноді навіть довші. Жилкування дугоподібне, 7–11 жилок (Рис. 1.1.2б, є). При висиханні листки чорніють (Рис. 1.1.2є). Суцвіття колосоподібне, циліндричне, щільне, 5–20 см (Рис. 1.1.2а, г, д). Приквітки 2,5–3 мм, яйцеподібно-еліптичні, по краю вузькоплівчасті, коротші за чашечку. Чашолистки 2,5–3 мм, видовжено-яйцеподібні, тупі, коричневі з рябуватими краями. Віночок білуватий, з яйцеподібно-ланцетними пелюстками (Рис. 1.1.2а, г, д). Тичинки білі або блідо-рожеві (Рис. 1.1.2а, г), коли висихають, стають чорними. Вони приросли лише до основи трубки

віночка, витягнуті; пиляки яйцеподібно-еліпсоїдні. Плід – коробочка яйцеподібна (Рис. 1.1.2e), чотири насінна. Насіння від жовтувато-коричневого до чорного, від яйцеподібного до вузько-яйцеподібного (Рис. 1.1.2e), черевна сторона виступає. Цвіте з травня по липень, плодоносить з липня по серпень.



а



б



в



г



д



е



є

*Рис. 1.1.2. Plantago maxima: а, б, д – загальний вигляд, локалітет; б – листок з черешком (перехід); в – корінь; г – суцвіття; е – плоди та насіння; є – жилкування та край листової пластинки, квітконіс та черешок.*

## 1.2. Поширення, ресурсна значущість, охорона.

Подорожники є космополітами [5]. Однак, кожен вид має свою специфіку щодо еколого-ценотичної приуроченості та поширення.

**Подорожник середній.** Вид описаний з Західної Європи та має досить широкий загальний ареал поширення: Кавказ, Західний та Східний Сибір, Далекий Схід (заносний), Середня (схід) та Мала Азія, Скандинавія, Середня та Атлантична Європа, Середземномор'я, Балкани, заходить у північний Іран [39]. Подорожник середній поширений по всій території України, однак це незначні локалітети (Рис. 1.2.1) [24].

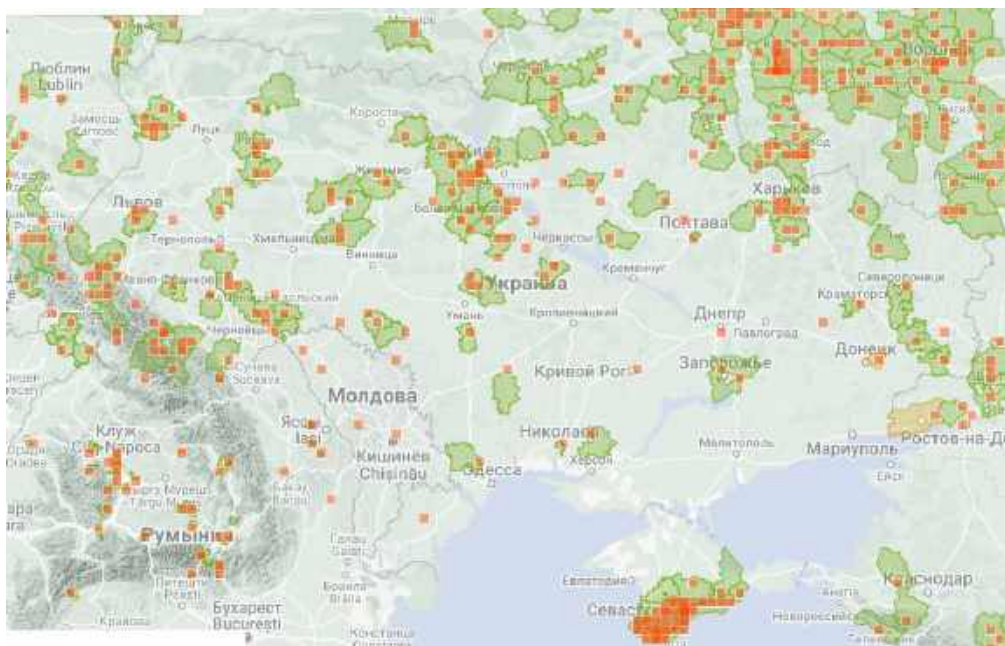


Рис. 1.2.1. Карта поширення подорожника середнього на території України (згідно iNaturalist) [24].

Росте *Plantago media* на суходільних та високогірних луках, лісових галявинах, у розріджених лісах та на узліссях, по вологих берегах, на гірських схилах, поблизу доріг та у населених пунктах [5]. Переважно у рівнинно-степовій зоні. Заготівля не проводиться через незначний ресурс. Вид не культивується.

**Подорожник найбільший** – це вид із понтійсько-паннонсько-південно-західно-сибірським ареалом поширення. Поширений в основному у західній

частині Сибіру та у європейській частині Росії. Його ареал простягається до Кавказу і озера Балхаш (на півдні); Волга і Дніпро (на заході, 35° сх.д.); Ангара і Саяни (на сході) і до 57° пн.ш. (на північ) [40]. Він також росте в деяких ізольованих місцях в Угорщині та Румунії. В Угорщині вид є реліктовим післяльодовиковим степовим елементом [47].

*Plantago maxima* бере участь у дуже специфічних угрупованнях вологих луків, можна зустріти на солончакуватих луках. В Україні відомо кілька сучасних локалітетів, та кілька старих (за гербарієм KW), які на сьогодні не підтверджені – у південних районах лісостепу, у приазовських степових районах, рідко у Приазов'ї (Рис. 1.2.2.) [24].

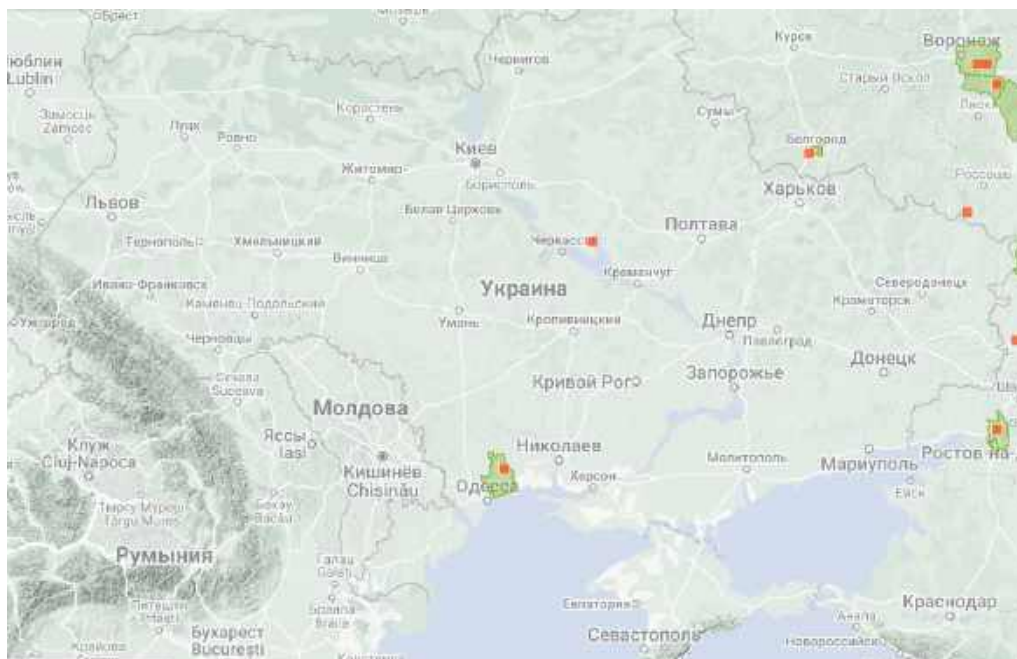


Рис. 1.2.2. Карта поширення подорожника найбільшого на території України (згідно iNaturalist) [24iu].

За даними IUCN, вид має статус найменшого занепокоєння, що обумовлено обмеженими даними [40]. Однак, болгарські дослідники пропонують внести *P. maxima* до нової редакції Червоної книги Болгарії та дати оцінку виду, що знаходиться під загрозою зникнення [CR B1a+2a] відповідно до критеріїв МСОП [48].

В Україні відсутні ресурси для заготівлі. Культивування не проводиться.

### 1.3. Хімічний склад сировини *Plantago media* та *P. maxima*.

Подорожники є важливими лікарськими рослинами завдяки наявності комплексу біологічно активних сполук, як похідні кавової кислоти, флавоноїди (апігенін, лютеолін, байкалін, skutелерин), сліди алкалоїдів, фенолкарбонові кислоти, гіркоти, дубильні речовини, мінеральні солі, терпеноїди та вітаміни (К, С, провітамін А), гормони (норадреналін) [1, 8, 21, 45]. Фенольні сполуки, особливо флавоноїди, мають антиоксидантні властивості; відомо, що фенольні сполуки подорожників використовуються для захисту від ультрафіолетових променів [21]. Терпеноїди видів роду *Plantago* містять урсолову та олеонолову кислоту, які є інгібіторами росту пухлин [45]. Актозид і плантамайозид є основними похідними кавової кислоти у *Plantago major*, що має деякі алкалоїди (плантагонін та індікан) [45]. Однак, більшість публікацій стосуються офіційних видів подорожників.

Подорожник середній, у свою чергу, не отримав такої уваги з боку науковців. За ознакою роду найважливішими компонентами подорожника сивого є полісахариди [26]. Було ідентифіковано в екстрактах *P. media* кілька важливих полісахаридів, таких як галактоза, арабіноза, ксилоза, маноза, глюкоза, а також слідові кількості рамнози та фукози [16, 17] (табл. 1.3.1.).

Таблиця 1.3.1.

Загальний склад *Plantago media* L., за наведеними літературними даними

Ідентифікований компонент	Посилання	Ідентифікований компонент	Посилання
<b>Полісахариди</b>		<b>Флавоноїди</b>	[17]
Галактоза	[17]	Лютеолін	[17]
Арабіноза	[17]	Апігенін	[17]
Ксилоза	[17]	Кемпферол	[17]
Маноза	[17]	<b>Фітостероли</b>	
Глюкоза	[17]	Кампестерол	[17]
Рамноза	[17]	Стигмастерин	[17]
Фукоза	[17]	ситостерин	[17]
<b>Іридоїди</b>		<b>Жирні кислоти</b>	
Аукубін	[44]	Ліноленова кислота	[17]

Меліттозід	[44]	Лінолева кислота	[17]
Мономелітозід	[44]	Гексадекатрієнова кислота	[17]
10-ацетилмономелітозід	[44]	Пальмітинова кислота	[17]
10-ацетилаукубін	[17]	Міристинова кислота	[17]
Каталпол	[17]	Пальмітолеїнова кислота	[17]
<b>Гідроксикоричні кислоти</b>		Бегенова кислота	[17]
Кавова кислота	[17]	Ерукова кислота	[17]
Хлорогенова кислота	[17]	Каротиноїди	[34]
Ферулова кислота	[17]	β-каротин	[34]
Галова кислота	[17]	Віолаксантин	[34]
Неохлорогенова кислота	[17]	Лютеїн	[34]
Ізохлорогенова кислота	[17]	Неоксантин	[34]
<b>Глікозиди</b>		Зеаксантин	[34]
Вербаскозид	[17]	<b>Інші сполуки</b>	
Плантамайозид	[17]	Щавлева кислота	[45]
Гомоплантагінін	17	Вітамін С	[45]
Мартинозид	[17]	Урсолова кислота	[17]

Варто зазначити, що, за даними деяких авторів, загальний вміст полісахаридів був найвищим у *P. media* порівняно з іншими видами [30]. Деякі дослідження також оцінювали склад подорожника з точки зору загального стеролу, складні ефіри, загальні ліпіди та загальні жирні кислоти, також ідентифікуючи кілька окремих компонентів [16, 17]. Загальний вміст клітковини та ліпідів також оцінювали інші групи [16, 17], виявивши відносно низьку кількість ліпідів і загальний вміст клітковини вище, ніж рівень, зафіксований для таких овочів, як буряк або шпинат (2,25 г/100 г свіжої ваги). Дослідження також кількісно визначило присутність інших сполук (вітаміну С, щавлевої кислоти) та мінералів (Na, K, Ca, Mg, P, Fe, Cu, Zn, Mn), середовищ Р, які виявили вищі рівні K, Ca, P, Fe, Cu та Zn порівняно з іншими видами *Plantago* (*P. major* і *P. lanceolata*) [17], що свідчить про те, що *P. media* може



бути цінним джерелом мінералів. Також було оцінено загальну кількість доступних вуглеводів, що свідчить про низький їх вміст (1,99 г/100 г свіжого листя) [17]. Хоча кілька алкалоїдів було виявлено в інших видах *Plantago* (індикаїн і плантагонін у *P. major* [17], диктіохіназол С і сампангін в *P. ovata* [17]), в опублікованих дослідженнях щодо *P. media* не виявлено алкалоїдів. Загальний склад подорожника середнього може бути доповнений наявністю інших задокументованих сполук, таких як іридоїди (аукубін, меліттозид, мономеліттозид, 10-ацетил-мономеліттозид, 10-ацетилаукубін, каталпол), гідроксикоричні кислоти (кавова, хлорогенова, ферулова, галова, неохлорогенова кислоти, ізохлорогенові кислоти), флавоноїди (лютеолін, апігенін, кемпферол), глікозиди (вербаскозид, плантамайозид, гомоплантагінін), фітостероли (кампестерол, стигмастерин, ситостерин), насичені та ненасичені жирні кислоти (лінолеїнова кислота, гексадекатрієнова кислота, пальмітинова кислота, міристинова кислота, пальмітолеїнова кислота, бегеникова кислота, ерукова кислота) та каротиноїди ( $\beta$ -каротин, віолаксантин, лютеїн, неоксантин, зеаксантон), останні відіграють важливу фотозахисну роль для фотосинтетичного апарату, що призводить до підвищення стійкості до надлишкової сонячної радіації [17].

Добре вивченим є амінокислотний компонент подорожника середнього. Амінокислоти, як відомо, беруть участь у синтезі білків, ферментів, флавоноїдів, поліфенолів, алкалоїдів та інших метаболітів. У результаті досліджень, бо виділено до 17 амінокислот: аспарагінова кислота, треонін, серін, глютамінова кислота, пролін, цистін, гліцин, аланін, валін, метіонін, ізолейцин, лейцин, тирозин, фенілаланін, гітидин, лізин, аргінін [8].

Щодо хімічного складу подорожника найбільшого, дані фрагментарні.

Листя *Plantago maxima* містить значну кількість флавоноїдів, іридоїдів, фенолкарбонових кислот, а також дубильних речовин і аскорбінової кислоти, каротиноїдів та токоферолу.

Відомо, що у результаті фітохімічного дослідження всієї рослини *Plantago maxima* виділено новий та рідкісний хлорований іридоїдний глікозид



Всесвітня організація охорони здоров'я схвалила застосування подорожника в таких випадках:

➤ Проносне: для лікування запорів, тимчасових запорів внаслідок хвороби або вагітності, синдром подразненого кишечника, запори викликані виразкою дванадцятипалої кишки або дивертикулітом; засіб для пом'якшення стільця при геморої після операції [52, 53].

➤ Для лікування гіперхолестеринемії як допоміжний засіб дотримуватися дієти, щоб знизити ризик ішемічної хвороби серця захворювання.

➤ Щоб знизити підвищений рівень цукру в крові після їжі [53].

Взагалі кажучи, рослини містять кілька типів сполук, які забезпечують хорошу **антиоксидантну активність** [16], такі як фенольні кислоти, флавоноїди або терпени. Останніми роками увага наукового співтовариства та прагнення до здоровішої їжі призвели до використання природних ресурсів для виділення природних антиоксидантів як життєздатної альтернативи синтетичним добавкам [16]. Антиоксидантний характер окремих сполук або сумішей (таких як натуральні екстракти) дозволяє застосовувати їх у харчовій промисловості (для затримки автоокислення, нейтралізації вільних радикалів) [29] або в косметичній промисловості (тобто шляхом накопичення їхнього захисного ефекту для шкіри від фотостаріння) [37]. Побічно, оскільки окислювальний стрес є основним фактором, пов'язаним із появою кількох захворювань (серцево-судинних, нейродегенеративних, онкологічних тощо), антиоксиданти можуть сприяти розробці науково обґрунтованих нутрицевтиків [29]. Антиоксидантна здатність природних екстрактів можна оцінити серією аналізів *in vitro* або *in vivo*, кожен з яких має свої переваги та недоліки. Як загальне зауваження, аналізи *in vitro* слід розглядати як «попередній тест» з невеликою біологічною значущістю, висновки якого мають бути перевірені за допомогою аналізів *in vivo* [16]. Однак, оскільки ці попередні аналізи легкодоступні, недорогі та вимагають мінімального обладнання, більшість піонерських робіт для рослинних видів виконуються *in*

*vitro*. Це також стосується *P. media*, про антиоксидантну активність якого вперше повідомили Вега із співавторами [13] у порівняльному дослідженні, що включає кілька аналізів антиоксидантів, реєструючи середню антиоксидантну здатність, залежну від аналізу, у порівнянні з іншими видами *Plantago* та зі стандартним 3,5-ди-трет-бутил-4-гідрокситолуолом (ВНТ). Наприклад, екстракт мав хорошу антиоксидантну активність у аналізі DPPH (аналіз відновлення 2,2'-дифеніл-1-пікрілгідрозилового радикалу) і, особливо, аналізі FRAP (залізовідновлююча антиоксидантна здатність), тоді як він був поганим в інших аналізах [13]. Встановлені кореляції між загальним вмістом фенолів, відповідно, загальним вмістом флавоноїдів і результатами аналізів на антиоксиданти були задовільними лише для аналізів DPPH і FRAP ( $R^2 > 0,94$ ), що свідчить про участь інших сполук у видаленні радикалів, які використовуються для аналізу [13]. Кількісне визначення двох типів фітокомпонентів виявило, що досліджуваний екстракт *P. media* мав найвищий вміст фенолів (порівняно з екстрактами, отриманими за тією ж процедурою з *P. argentea*, *P. holosteam*, *P. major* і *P. maritima*), і середній вміст флавоноїдів (вищий, ніж *P. argentea* і *P. major*, нижчий, ніж *P. holosteam* і *P. maritima*). Подібні результати були отримані Gonda [18] в аналізі CUPRAC (знижуюча антиоксидантна здатність міді), класифікуючи *P. media* як середнє джерело антиоксидантів, відповідно до значень, отриманих для *P. lanceolata* та *P. maritima*, хоча й перевершуючи більш вивчений *P. major*, або *P. altissima*. Автори виявили пряму кореляцію між загальним вмістом фенілетаноїдів (вищий, ніж у *P. altissima*, *P. major* і рівний *P. lanceolata*) та антиоксидантним потенціалом. Вміст аукубіну виявився найнижчим серед досліджуваних екстрактів, рівним такому в *P. major* [18].

Результати, отримані Grigore [19] в аналізах активності антиоксидантного ферменту свідчать про вищий антиоксидантний потенціал *P. media* (порівняно з іншими видами *Plantago*) і вищу активність у фенофазі цвітіння. Лукова з співавторами також отримали кращі результати в аналізах антиоксидантів *in vitro* для подорожника середнього порівняно з *P. major* і

*P. lanceolata*, хоча значно нижчі порівняно зі значеннями, отриманими для стандарту ВТН, для етанольних екстрактів, геміцелюлози, відповідно гідролізатів ксиланази) [31]. Водно-спиртовий екстракт *P. media* також виявився з високою антиоксидантною здатністю, навіть якщо порівнювати з відомими лікарськими рослинами (наприклад, чебрець дикий — *Thymus serpyllum* L.) [36]. Водно-спиртовий екстракт також продемонстрував кращі антиоксидантні властивості (DPPH і 2,2'-азино-біс(3-етилбензотіазолін-6-сульфонова кислота — аналізи ABTS) порівняно з *P. cornuti*, *P. lanceolata* і *P. major*. Одночасно не демонструє прооксидантних властивостей (під час окислення гемоглобіну в присутності лаккази). Загальний вміст фенолів в екстракті також корелює з результатами аналізів антиоксидантів (найвищий серед чотирьох досліджених видів *Plantago*), що лежить в основі важливості цього класу фітокомпонентів для розробки антиоксидантних рецептів [15, 17]

Перший ідентифікований звіт щодо потенційного біомедичного застосування подорожника середнього представлений дослідженням Kunvári та іншими [27] щодо **протипухлинного** потенціалу двох глікозидів, виділених із рослини. Дослідження виявило важливий протипухлинний потенціал сполук, який проявляється через значне інгібування ізольованих тирозинкіназ EGF-R. Доведено, що полісахаридна фракція *P. media* є ефективним антиатерогенним засобом, реєструючи 42,77% зв'язування лужної фосфатази (порівняно з гепарином) [17], тоді як спиртові та ліофільні екстракти продемонстрували мікостатичну активність для кількох дріжджових та грибкових штамів (краще за спиртовий екстракт), найкращі результати були отримані проти *Aspergillus oryzae* (клінічний штам). Ефект можна співвіднести з рівнями кількісно визначених поліфенолів (флавоноїдів, гідроксикоричних кислот) у ліофільному екстракті, причому найвищий вміст зафіксовано для вербаскозиду (2,013%), плантамайозиду (1,723%), відповідно ферулової кислоти (1,526%) [51]. Водно-спиртовий (80% метанольний) екстракт *P. media* продемонстрував інгібіторну активність утворення ейкозаноїдів простагландину E2 (PGE2) і тромбоксану (TXA2) (подібно до аспірину) при

низьких концентраціях (особливо для PGE2), що підтверджує майбутні дослідження цих видів як потенційний **протизапальний засіб**. У той же час екстракт не виявляв значного цитотоксичного потенціалу. У досліджуваному екстракті виявлено високий вміст кофейної кислоти, фенольних кислот, флавоноїдів і тритерпенових кислот; також *P. media* показав найвищий рівень аукубіну (44,272 мг/г) з досліджуваних видів (*P. altissima*, *P. argentea*, *P. holosteum*, *P. lanceolata*, *P. major*) [33].

Таблиця 1.4.1. демонструє відомі біомедичні властивості *P. media*.

Таблиця 1.4.1.

Біомедичні властивості подорожника середнього

Використана сировина	Застосування / дія
Надземна частина рослини	Антиоксидантна
Листки	Антиоксидантна
Ізольовані компоненти	Протипухлинний засіб, інгібітор тирозинкінази
Листки (повторна спиртова екстракція (1:5) із висушеного матеріалу (60% етанол, 60 °С) з подальшою ліофілізацією (спиртовий/ліофільний екстракт	Мікостатична активність
Листки (екстракція метанолом (80%, співвідношення тверда речовина: рідина 1:10, 72 години, кімнатна температура))	Протизапальна активність
Листки (екстракція метанолом (80%, співвідношення тверда речовина: рідина 1:10, 72 години, кімнатна температура))	Цитотоксична активність

Рослинні фітопрепарати, до складу яких входять БАР та амінокислоти, проявляють виражену протизапальну та кровоспинну дію. Тому, оскільки, сировина (як надземна частина, так і корені) подорожника середнього містять замінні та незамінні амінокислоти, можна говорити про перспективність використання виду для отримання комплексних фітопрепаратів, які мають **кровоспинну дію** [8].

У результаті аналізу відомих літературних даних виявлено недостатнє використання подорожника сивого, що є дивним аспектом, враховуючи його широке поширення. Якщо склад *Plantago media* L. досить добре встановлений, його застосування майже не вивчено, як для інших видів *Plantago*. Порівнюючи результати, отримані з використанням подорожника середнього з іншими видами, що належать до роду *Plantago*, можна помітити, що оцінювані застосування стосуються лише біомедичної галузі та лише через аналізи *in vitro*.

Дані щодо фармакогностичної дії сировини подорожника найбільшого майже відсутні. Відомо, лише про захисну дію водного екстракту подорожника щодо ожиріння, пов'язаного з окисним стресом, що вказує на захисну дію як на тип дієти, так і на використання екстракту на досліджувані параметри.

Отже, дія досліджуваних видів потребує додаткових досліджень, особливо це стосується подорожника найбільшого. Крім того, використання *P. media* та його натуральних продуктів слід вивчити для подальших важливих застосувань, таких як промислове застосування (для розробки харчових продуктів або засобів особистої гігієни), для рибництва чи зоотехнії, для фіторемедіації або навіть для нанотехнологічного використання. Потенційне застосування *P. media* базується відносно інших потенційних застосувань видів *Plantago*, певно це буде стосуватися і *P. maxima*, але підтвердження цьому немає.

Препаратів із використанням досліджуваних подорожників не виявлено.

## РОЗДІЛ II. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для виконання випускної кваліфікаційної роботи нами було використано сировину, а саме, листя подорожника середнього, зібрані у 2023 р. Сировина зібрана на території Полтавської області. Зразки подорожника найбільшого було відібрано у Національному Гербарії України (Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України (KW)) : «Луганская обл., Меловской р-н, заповедник Стрелецкая степь, на дне II балки. 6.06. 1969. О.Дубовик»; «Черніговска округа, проти с. Виблі. Луки заплавні р. Десни. 9.08.1929. М. Котов», «УРСР, Миколаївська обл., Снігурівський р-н, біля магістрального каналу. 8.06.1954».

Збір листя подорожника середнього проводили влітку, під час цвітіння рослини, сушили на повітрі у тіні, розклавши шаром 3–5 см. Збирали на луках, на нефункціонуючих пасовищах, подалі від транспортних шляхів, оскільки всі подорожники добре адсорбують токсичні речовини.

Карти поширення подорожників взято з iNaturalist – соціальна мережа для представників громадянської науки (аматорів) та вчених-біологів [24].

**2.1. Макроскопічні методи.** Для макроморфологічних досліджень та фото використовували Sigeta FORWARD. LCD Digital microscope (Рис. 2.1.1.)



Рис. 2.1.1. Цифровий мікроскоп Sigeta FORWARD.



## **2.2. Мікроскопічні методи.**

Для мікроморфологічного дослідження відібрано середні частини листкових пластинок. Мікропрепарати загальноприйнятою методикою [7]. Фото робили за допомогою світлового мікроскопа Olympus CX23, стереомікроскопа Philip Harris та програмного забезпечення камери Levenhuk M1000 PLUS.

Методом скануючої електронної мікроскопії, JSM-6060LA, проводили дослідження ультраструктури поверхні листків подорожників. Листки фіксували на латунних столиках та напиляли шаром платини.

Основна термінологія, яку використовували при описі діагностичних ознак сировини базується на роботах Bartholott [10–12], Gulz [20], Van Cottem [49].

## РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1. Макроскопічний аналіз.

Об'єктами наших досліджень є різані / ламані шматочки листків різної форми подорожника середнього та найбільшого.

Сировина подорожника середнього зеленуватого, буро-зеленого кольору (Рис. 3.1.1а). А листки подорожника найбільшого темно-коричневого, чорного кольору (Рис. 3.1.1б). Запах сировини обох видів слабкий, смак слабко-гіркуватий.



а



б



*Рис. 3.1.1.* Лікарська сировина досліджуваних видів подорожника: а – подорожник середній; б – подорожник найбільший.

Нами проведено комплексне порівняльне макроформологічне дослідження подорожника середнього та найбільшого. Основні результати подані у таблиці 3.1.1. та на фото.

Таблиця 3.1.1.

## Основні макроморфологічні ознаки

*Plantago media* та *P. maxima*

Макроморфологічні ознаки	<i>Plantago media</i>	<i>Plantago maxima</i>
Стебло	15–70 см	20–20 (90) см
Кількість стебел	кілька (Рис. 1.1.1б)	кілька (Рис. 1.1.1а, б)
Прикоренева розетка	+ (Рис. 3.1.1а)	+ зазвичай кілька (Рис. 3.1.1б)
Розміри листкової пластинки	5–15 x 2,5–8 см (Рис. 3.1.1а)	20–50 x 5–15 см (Рис. 3.1.1б)
Черешок	приблизно вдвічі коротший за пластинку (Рис. 1.1.1а)	довший за пластинку (Рис. 1.1.2б)
Форма листкової пластинки	еліптична, яйцеподібна, яйцеподібно-еліптична (Рис. 3.1.1.а, в)	від широко- яйцеподібної до яйцеподібно-еліптичної (Рис. 3.1.1б, г)
Верхівка листка	гостра  (Рис. 3.1.1.а, в)	загострена  (Рис. 3.1.1.г, е)
Основа листка	вузько-клиноподібна (Рис. 3.1.1.в, д)	округло-клиноподібна, різко звужена в черешок

		(Рис. 3.1.1.г, е)
Край листової пластинки	цілокраї або по краях з рідкими зубцями  (Рис. 3.1.1.а, в)	розсіяно- дрінозубчастий  (Рис. 3.1.1.б, г)
Жилкування	дугове  (Рис. 3.1.1.а, в, д)	дугове  (Рис. 3.1.1.б, г, е)
Кількість жилок	5(7)–9  (Рис. 3.1.1.а, в, д)	7–11  (Рис. 3.1.1.а, в, д)
Суцвіття	1(2)–6(15) см  (Рис. 1.1.1г)	5–20 см  (Рис. 1.1.2а, г)



а



б

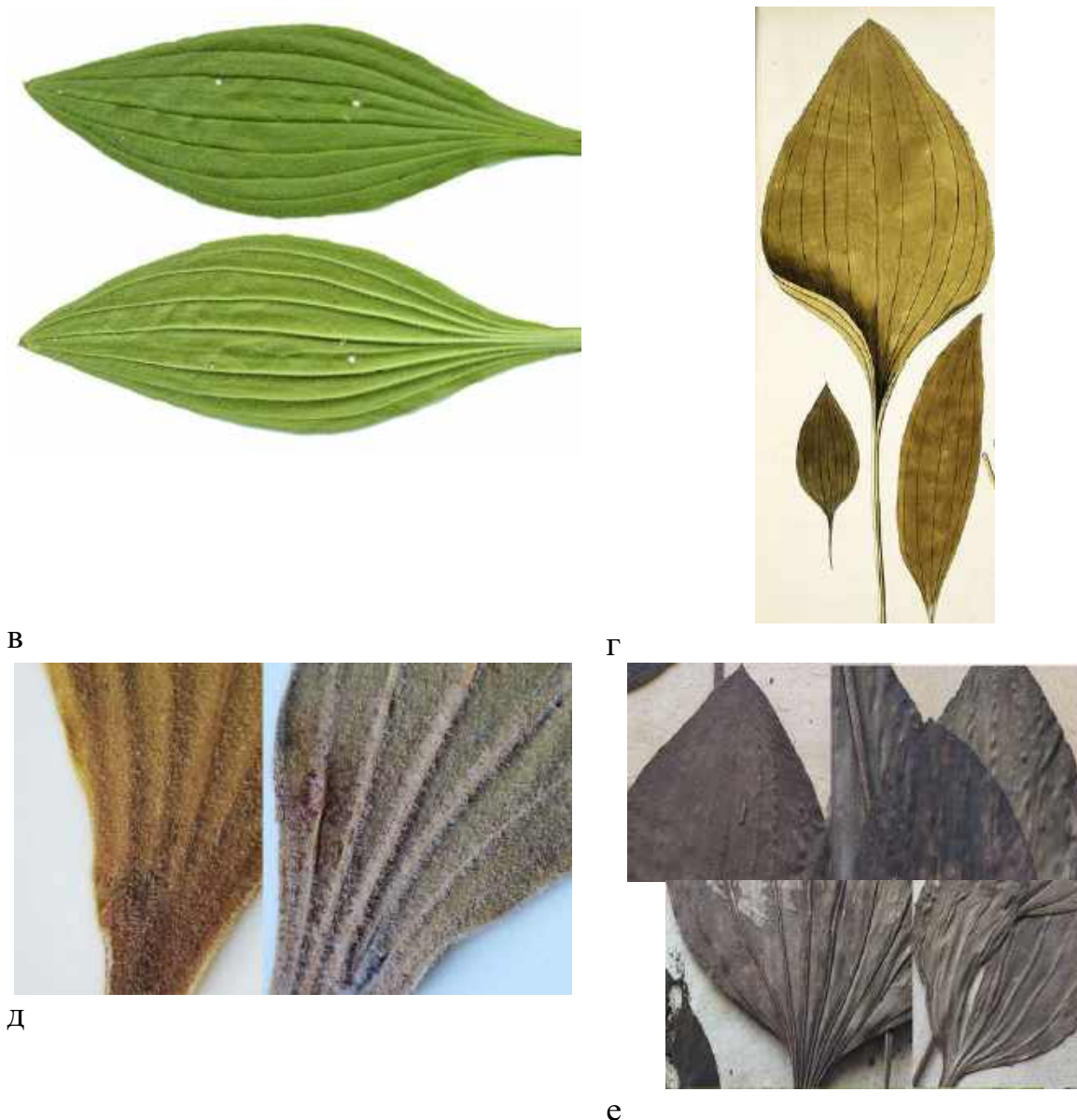


Рис. 3.1.1. Основні макроморфологічні ознаки *Plantago media* та *P. maxima*: а – прикоренева розетка *Plantago media*; б – прикоренева розетка *P. maxima*; в – листкова пластинка *P. media*; г – листкова пластинка *P. maxima*; д – основа листка *P. media*; е – верхівка та основа *P. maxima*.

Отже, досліджувані види подорожників чітко відрізняються за макроморфологічними ознаками. Спільними є наявність прикореневої розетки, кількох стебел, дугове жилкування. Решта ознак є відмінними: довжина стебла, розміри листкової пластинки, довжина черешка, основа, верхівка та край листка, кількість жилок та довжина суцвіття.

### 3.2. Мікроскопічний аналіз.

Нами було досліджено ультраструктуру поверхні листкової пластинки обох видів.

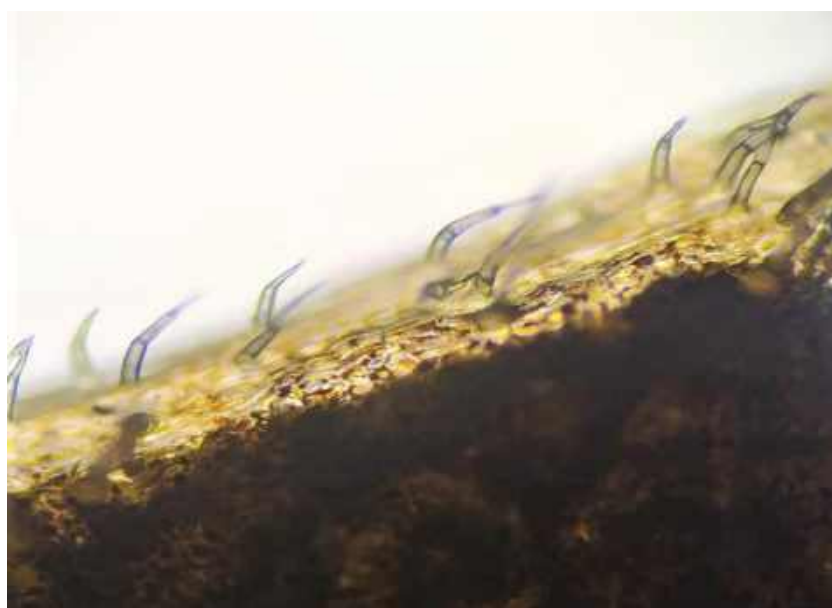
**Подорожник середній.** Листки *P. media* амфістоматичні (Рис. 3.2.2б, в, д, е). Продихи аномоцитного типу [5], спрямовані своєю довшою віссю вздовж середньої жилки (Рис. 3.2.1.а; 3.2.2б, в, д, е). Епідермальні клітини адаксіальної поверхні мають розпластані проєкції та звивисті обриси (Рис. 3.2.1.а). Продихи нечисленні. Епікутикулярний віск адаксіальної поверхні представлений плівками (Рис. 3.2.2а). Рельєф колікулярно-остистий (Рис. 3.2.2а, б). Добре розвинена стріатна кутикула (Рис. 3.2.2а). Опушення складне, сформоване простими та залозистими головчастими волосками (Рис. 3.2.1а; 3.2.2в). Прості волоски конічної форми з великою базальною клітиною, що оточені розеткою численних видовжено овальних клітин; багатоклітинні (сегментовані) (Рис. 3.2.1а; 3.2.2в), гладкі, часто обірвані. Залозисті головчасті волоски на одноклітинній ніжці з видовженою одно- або двоклітинною голівкою зустрічаються по всій поверхні (Рис. 3.2.1а; 3.2.2в). Абаксіальна поверхня за структурою, в цілому, подібна до адаксіальної (Рис. 3.2.2г, д, е). Продихи численні, аномоцитного типу, орієнтовані своєю довшою віссю вздовж середньої жилки (Рис. 3.2.2д, е). Добре розвинений епікутикулярний віск, представлений кірками та плівками (Рис. 3.2.2е). Рельєф остисто-колікулярний (Рис. 3.2.2г, д). Трихоми численні, особливо по жилці (Рис. 3.2.2е). Опушення сформоване простими багатоклітинними (Рис. 3.2.2д, е) та залозистими з двоклітинною голівкою волоскам.



а

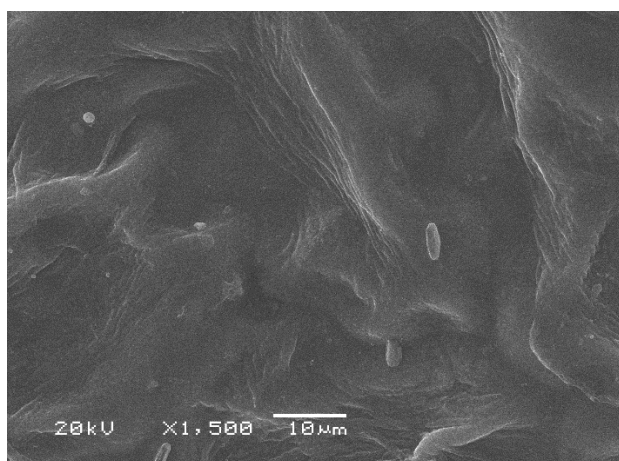


б

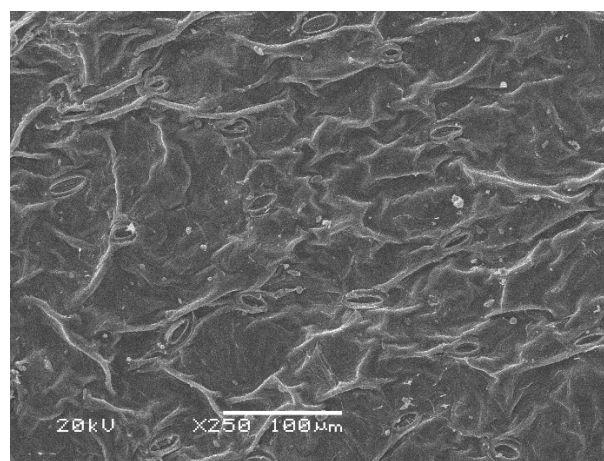


в

Рис. 3.2.1. Трихоми подорожників: а – трихоми верхньої поверхні листка *P. media*; б, в – трихоми листка *P. maxima*.



а



б

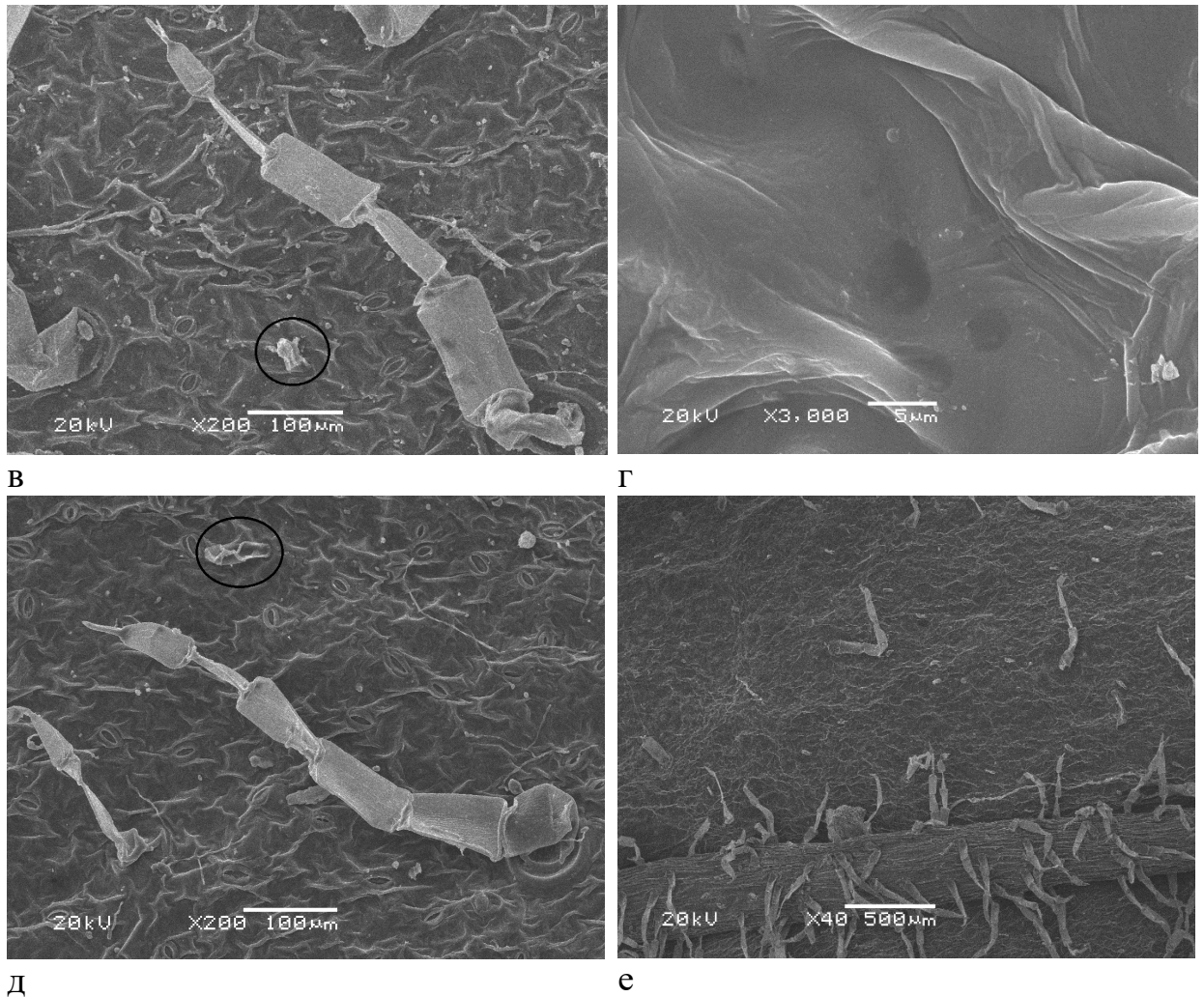


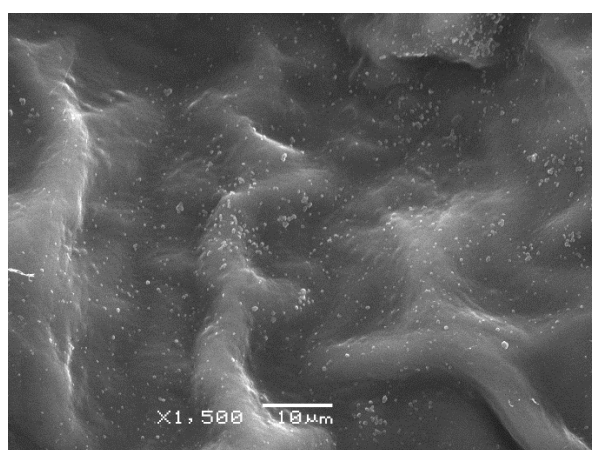
Рис. 3.2.2. *Plantago media*: а–в – адаксіальна поверхня листкової пластинки; г–е – абаксіальна поверхня.

**Подорожник найбільший.** Листки *Plantago maxima* амфістоматичні (Рис. 3.2.3б, в, д, е). Продихи спрямовані своєю довшою віссю вздовж середньої жилки (Рис. 3.2.3б, в, д, е). Продихи округлі, нечисленні (Рис. 3.2.3б, в). На адаксіальній поверхні добре розвинений епікутикулярний віск, що представлений дрібними восковими паличками (Рис. 3.2.3а). Рельєф остистий (Рис. 3.2.3а, б). Добре розвинена стріатна кутикула (Рис. 3.2.3а). Опушення складне: наявні прості та залозисті головчасті трихоми (Рис. 3.2.3в). Прості – конічної форми з великою базальною клітиною та багатоклітинні (Рис. 3.2.1б; 3.2.3в), папілозні (Рис. 3.2.1б). Залозисті головчасті волоски такі ж як і у подорожника середнього (Рис. 3.2.1б; 3.2.3в, ж). Абаксіальна поверхня за подібна до адаксіальної (Рис. 3.2.3г–е). Продихи численні, орієнтовані своєю

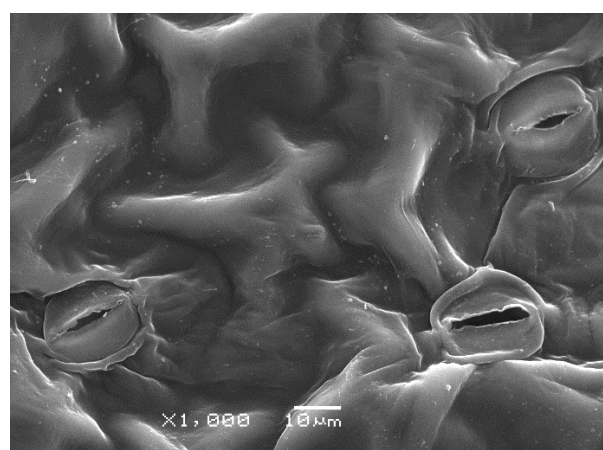


довшою віссю вздовж середньої жилки (Рис. 3.2.3д, е). Епікутикулярний віск, представлений плівками (Рис. 3.2.3г). Рельєф остистий (Рис. 3.2.3д, е). Жилка особливо густо опушена (Рис. 3.2.3є). Опушення складне та сформоване простими багатоклітинними (Рис. 3.2.1в; 3.2.3е, є) та залозистими (Рис. 3.2.3е, є, ж).

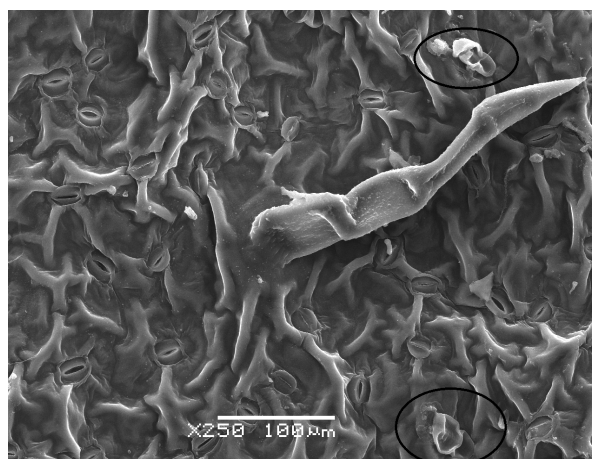
Опушення краю з обох сторін досить густе, сформоване простими багатоклітинними трихомами (Рис. 3.2.1в).



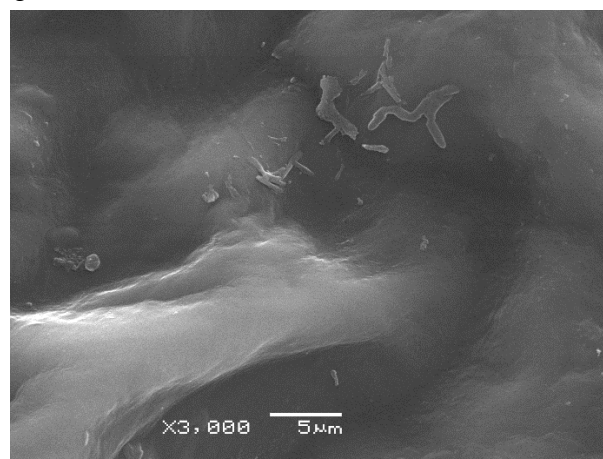
а



б



в



г

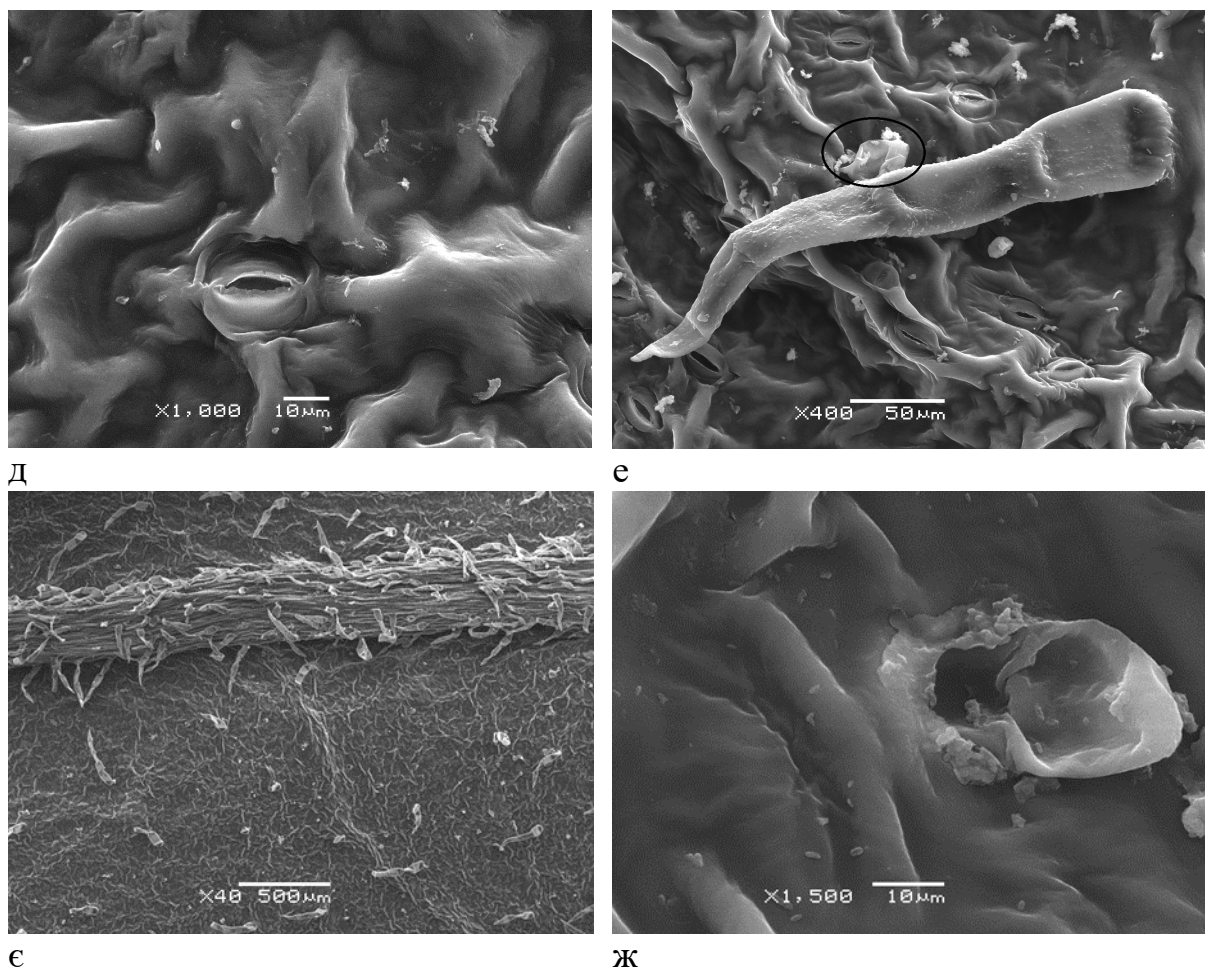


Рис. 3.2.3. *Plantago media*: а–в – адаксіальна поверхня листкової пластинки; г–е – абаксіальна поверхня.

Отже, у результаті проведених мікроморфологічних досліджень нами з'ясоване, що анатомічні особливості обох подорожників досить побідні і в сировині їх неможливо відрізнити. Подорожники відрізняються лише типом епікутикулярного воску на адаксіальній поверхні листкової пластинки та рельєфом. І *P. media*, і *P. maxima* мають добре розвинені епікутикулярний віск, кутикулу, прорихи орієнтовані довшою віссю вздовж центральної жилки та складне опушення. Жилки з нижньої сторони в обох видів густо опушені.

## ВИСНОВКИ

Нами здійснено комплексне мікроскопічне дослідження подорожника середнього та найбільшого.

1. Встановлено, що види подорожників чітко відрізняються за макроморфологічними ознаками. Спільними для обох представників є наявність прикореневої розетки з якої виходить кількох стебел (квітконосів), а також дугове жилкування. Решта ознак є відмінними. Це довжина стебла, розміри та форма листкової пластинки, довжина черешка, форма основи, верхівки та краю листка, кількість жилок (5–9 – *P. media* та 7–11 у *P. maxima*) та довжина суцвіття.

2. У результаті мікоморфологінчих досліджень ми з'ясували, що ультраструктура поверхні листка та деякі анатомічні особливості обох подорожників побідні, а це означає, що в сировині їх неможливо відрізнити. Подорожники відрізняються за типом епікутикулярного воску на адаксіальній поверхні листкової пластинки та рельєфом. *P. media* та *P. maxima* мають добре розвинені епікутикулярний віск, кутикулу, продихи орієнтовані довшою віссю вздовж центральної жилки та складне опушення. Жилки з нижньої сторони в обох видів густо опушені.

3. У результаті критичного літературного аналізу, ми з'ясували, що добре вивчений хімічний склад саме подорожника середнього та наявна інформація щодо його дії. А компоненти та їх властивості подорожника середнього є невивченими і дуже фрагментарними, імовірно це пов'язано із еколого-ценотичними особливостями та загальною ситуацією щодо поширення.

4. Основними фітокомпонентами подорожників є флавоноїди, іридоїди, фенолкарбонові кислоти, аскорбінова кислота, каротиноїди.

5. Здійснити фармакогностичне дослідження з подорожником найбільшим нам не вдалося, що обумовлено відсутністю сировини.

6. Аналізуючи всі дані, ми припускаємо, що оскільки мікоморфологічна характеристика видів є дуже подібною, а види

відрізняються лише за макроморфологічними ознаками, то види ймовірно мають подібний вміст БАР. Однак, подорожник найбільший потребує детального вивчення. Використання *P. media* та його натуральних продуктів потребують також подальшого вивчення щодо можливості його важливих застосувань у різних сферах, а особливо у фармації.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Герасимова І. В. Перспективи застосування подорожника великого у медичній та фармацевтичній практиці. *Scientific Journal «ScienceRise»*. 2015. 1/4(16). С. 20–24.
2. Державна Фармакопея України. Державне підприємство «Науково-експертний фармакопейний центр». 1-е вид. Доповнення 2. Харків : Державне підприємство «Науково-експертний фармакопейний центр», 2008. 620 с.
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., 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.
6. Перерва В. В. Латинь. Ботанічна термінологія : Довідник для студентів спеціальності 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) Кривий Ріг: КДПУ, 2020. 120 с.
7. Фурст Г. Г. Методы анатомо-гистохимического исследования растительных тканей. Москва : Наука, 1979. 155 с.
8. Хортецька Т. В., Мазулін О. В., Смойловська Г. П., Мазулін Г. В., Гречана О. В. Амінокислотний склад рослинної сировини *Plantago media* L. та *Plantago altissima* L. флори України. *Фармацевтичний журнал*. 2012. №3(72). С. 132–134.

9. Abrahamczyk S., Dannenberg L.S., Weigend M. Pollination modes and divergent flower traits in three species of *Plantago* subgenus *Plantago* (Plantaginaceae). *Flora*. 2020. 267. P. 15160.
10. Barthlott 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>
11. Barthlott W. Epidermal and seed surface characters of plants: systematic, applicability and some evolutionary aspects. *Nord. J.* 1981. Bot 1. P. 345–355.
12. Barthlott 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.
13. Beara I.N., Lesjak M. M., Jovin E. D., Balog K. J., Anačkov G. T., Orčić D. Z., Mimica-Dukić N. M. Plantain (*Plantago* L.) species as novel sources of flavonoid antioxidants. *J. Agricult. Food Chem.* 2009. 57. P. 9268–9273.
14. Stebbins G. L., Day A. Cytogenetic Evidence for Long Continued Stability in the Genus *Plantago*. *International Journal of organic evolution the society for the study of evolution*. 1967. P. 409–428.
15. Farcaș A.D., Zăgrean-Tuza C., Vlase L., Gheldiu A.M., Pârvu M., Moț A.C. EPR fingerprinting and antioxidant response of our selected *Plantago* species. *Stud. Univ. Babeș-Bolyai Chem.* 2020. 65. P. 209–220.
16. Fierascu R.C., Ortan A., Fierascu I.C., Fierascu I. *In Vitro* and *In Vivo* evaluation of antioxidant properties of wild-growing plants. A short review. *Curr. Opin. Food Sci.* 2018. 24. P. 1–8.
17. Fierascu R.C.F., Fierascu I., Ortan A., Paunescu A. *Plantago media* L.– Explored and Potential Applications of an Underutilized Plant. *Plants*. 2021. 10. 265. P. <https://doi.org/10.3390/plants10020265>
18. Gonda S., Tóth L., Parizsa P., Nyitrai M., Vasas G. Screening of common *Plantago* species in Hungary for bioactive molecules and antioxidant activity. *Acta Biol. Hung.* 2010. 61. P. 25–34.

19. Grigore M.N., Ivan M., Verdes A., Oprica L. Enzymatic activity and non-enzymatic antioxidants content in several *Plantago* species (from Valea Ilenei nature reserve), during different phenophases. *Rev. Chim.* 2017. 68. P. 1539–1543.
20. Gulz P-G.. Epicuticular Leaf Waxes in the Evolution of the Plant Kingdom. *Journal of Plant Physiology.* 1994. 143. P. 453–464.
21. Haddadian K., Haddadian K., Zahmatkash M. A review of *Plantago* plant. *Indian Journal of Traditional Knowledge.* 2014. №13(4). P. 681–685.
22. Hassemer G., Shipunov A. B., Rønsted N., Meudt H. M. Taxonomic and geographic novelties in the genus *Plantago* (Plantaginaceae) in Chile, including the description of a new species. *Phytotaxa* 2018. 340. P. 137–156. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.340.2.3>
23. Heimler D., Isolani L., Vignolini P., Tombelli S., Romani A. Polyphenol content and antioxidative activity in some species of freshly consumed salads. *J Agric Food Chem.* 2007. 55(5). P. 1724–9. <https://doi.org/10.1021/jf0628983>
24. iNaturalist. URL: <https://www.inaturalist.org/>
25. Jancic R. *Botanika Farmaceutika*. Beograd: public company S.I .List S. R J. 2002. 280 p.
26. Ji X., Hou C., Guo X. Physicochemical properties, structures, bioactivities and future prospective for polysaccharides from *Plantago* L. (Plantaginaceae): A review. *Int. J. Biol. Macromol.* 2019. 135. P. 637–646.
27. Kunvári M., Páska C., László M., Orfi L., Kövesdi I., Eros D., Bökönyi G., Kéri G., Gyurján I. Biological activity and structure of antitumor compounds from *Plantago media* L. *Acta Pharm. Hung.* 1999. 69. P. 232–239.
28. Liang-Liang Ma, Lu-Lu Wang, Yue-Feng Zhang, Xiang-Fu Jiang, Xin-Liu Zhu, Ke Pan, Chuan-Xing Wan, Zhong-Bo Zhou. A new chlorine-containing iridoid glycoside from *Plantago maxima*. *Natural Product Research.* 2019. P. 1478–6427. <https://doi.org/10.1080/14786419.2019.1655410>
29. Loizzo M. R., Tundis R. Plant Antioxidant for Application in Food and Nutraceutical Industries. *Antioxidants.* 2019. 8. P. 453.

30. Lukova P., Karcheva-Bahchevanska D., Dimitrova-Dyulgerova I., Katsarov P., Mladenov R., Iliev I., Nikolova M. A comparative pharmacognostic study and assesment of antioxidant capacity of three species from *Plantago* genus. *Farmacia*. 2018. 66. P. 609–614.
31. Lukova P., Karcheva-Bahchevanska D., Mollova D., Nikolova M., Mladenov R., Iliev I. Study of prebiotic potential and antioxidant activity in *Plantago* spp. leaves after enzymatic hydrolysis with hemicellulase and xylanase. *Eng. Life Sci.* 2018. 18. P. 831–839.
32. Lutterodt H., Cheng Z. Beneficial health properties of *Psyllium* and approaches to improve its functionalities. *Adv. Food Nutr. Res.* 2008. 55. P. 193–220.
33. Majkić T., Bekvalac K., Beara I. Plantain (*Plantago* L.) species as modulators of prostaglandin E2 and thromboxane A2 production in inflammation. *J. Ethnopharmacol.* 2020. 262. P. 113140.
34. Miszalski Z., Skoczowski A., Silina E., Dymova O., Golovko T., Kornas A., Strzalka K. Photosynthetic activity of vascular bundles in *Plantago media* leaves. *J. Plant Physiol.* 2016. 204. P. 36–43.
35. 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/>
36. Papp N., Sali N., Csepregi R., Tóth M., Gyergyák K., Dénes T., Bartha S.G., Varga E., Kaszás A., Kőszegi T. Antioxidant potential of some plants used in folk medicine in Romania. *Farmacia*. 2019. 67. P. 323–330.
37. Petruk G., Del Giudice R., Rigano M. M., Monti D. M. Antioxidants from Plants Protect against Skin Photoaging. *Oxid. Med. Cell Longev.* 2018. P. 1454936.
38. *Plantago* L. In: *Plants of the World Online (POWO)*. Available at: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:30001135-2>
39. *Plantago media* L. In: GBIF Secretariat. 2023. Available at: <https://www.gbif.org/uk/species/8108046>



40. *Plantago maxima* Juss. ex Jacq. European Environment Agency. 2019. URL: <https://eunis.eea.europa.eu/species/Plantago%20maxima>
41. *Plantago media* L. In: GBIF Secretariat. 2023. Available at: <https://www.gbif.org/ru/species/3189747>
42. Rahn K. A phylogenetic study of the Plantaginaceae. *Botanical Journal of Linnean Society*. 1996. 120. P. 145–198. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1996.tb00484.x>
43. Rønsted N., Chase M. W., Albach D. C., Bello M. A. Phylogenetic relationships within *Plantago* (Plantaginaceae): evidence from nuclear ribosomal ITS and plastid *trnL*–*F* sequence data. *Botanical Journal of Linnean Society*. 2002. 139. P. 323–338. <https://doi.org/10.1046/j.1095-8339.2002.00070.x>
44. Saadi H., Handjieva N., Popov S., Evstatievat L. Iridoids from *Plantago media*. *Phytochemistry*. 1990. 29. P. 3938–3939.
45. Samuelsen A. B. The traditional uses, chemical constituents and biological activities of *Plantago major* L. A review. *Journal of Ethnopharmacology*. 2000. 71. P.21. [https://doi.org/10.1016/s0378-8741\(00\)00212-9](https://doi.org/10.1016/s0378-8741(00)00212-9)
46. Soó R. Synopsis Systematico–Geobotanica Florae Vegetationisque Hungariae. 1968. Vol. 3. Budapest: Akad. Kiado.
47. Tamura Y., Nishibe S. Changes in the concentrations of bioactive compounds in plantain leaves. *J Agric Food Chem*. 2002. 50(9). P. 2514–8. <https://doi.org/10.1021/jf011490x>
48. Tzonev R., Karakiev T. *Plantago maxima* (Plantaginaceae): a relict species new for the Bulgarian flora. *Phytologia Balcanica*. 2007. 13(3). P. 347–350.
49. Van Cotte W. R. J. A classification of stomatal types. *Bot. J. Linn. Soc.* 1970. 63. P. 235–246.
50. Vidéki R., Máté A. Das Vorkommenn von *Plantago maxima* Juss. in Ungarn. *Fl. Pannon*. 2003. 1(1). P. 94–107.
51. Volodymirivna K. T., Pavlyvna S. H., Kostyantynivna Y. O., Vladylenovych M. O., Oleksandrivna M. O. Mycostatic activity of extracts from

leaves of *Plantago media* L. and *Plantago altissima* L. *Ann. Trop Med. Public Health*. 2020. 3. P. 299–303.

52. WHO monographs on selected medicinal plants. World Health Organization. Geneva. 1999. Vol. 1. P. 202–206.

53. WHO monographs on selected medicinal plants. World Health Organization. Geneva. 2007. Vol. 3. P. 268–282.

54. Wichtl M. *Herbal Drugs and Phytopharmaceuticals*. 1994. Stuttgart: Medpharm.

## SUMMARY

**Zhyhula I. V.**  
**MICROSCOPIC STUDY OF THE LEAVES OF *PLANTAGO MEDIA* L. AND  
*PLANTAGO MAXIMA* JACQ.**

**Department of Pharmacognosy and Botany**

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

**Keywords: *Plantago*, relict, raw material, flavonoids, polysaccharides.**

**Introduction.** The Plantaginaceae family is considered one of the oldest. However, the ancestral forms are unknown, but a phylogenetic relationship with Scrophulariaceae is noted. The genus *Plantago* L. is well studied and has 242 valid species. The taxonomy of the plantain genus is controversial at the level of section and subgenus due to different interpretations of species independence. Controversies in the understanding of the species concern mainly four groups: *P. major* L., *P. media* L., *P. maritima* L. and *P. lanceolata* L., which are considered "critical".

Representatives are distributed mainly in moderately warm regions of both hemispheres, but sometimes also enter the Arctic and high mountain regions of the tropics. Ten species of the genus are known on the territory of Ukraine.

The genus name comes from the Latin "foot", "follow", "sole". This is probably the name because plantains resemble a human footprint. In addition, the ecological and coenotic timing of the species that grow by the road determine the etymology of the generic name.

For centuries, *Plantago* species have been used in traditional medicine due to their various properties. Some species are particularly valuable in the food and pharmaceutical industries due to the mucilage product (psyllium) obtained from the seed husk, which is used as a functional food and dietary supplement to improve gut health. In some countries, species are used as ingredients for salads, soups or pastries. Some species are also used in animal feed to improve health and reduce the use of antibiotics.

The leaves of some species of plantain are widely used as an herbal medicine for the treatment of skin problems, respiratory disorders, diseases of the digestive system, and inflammation of the nasal and oral cavities. Phytochemical studies of the genus revealed the presence of phenolic compounds, polysaccharides, iridoid glycosides, vitamins and minerals [5].

The State Pharmacopoeia of Ukraine states that the raw materials of *Plantago lanceolata* are whole or dried leaves and flower-bearing arrows (*Plantaginis lanceolatae folium*), *Plantago major* – leaves of a flowering plant (*Plantaginis majoris folium*), *Plantago ovate* Forrsk – husks and seeds (*Plantaginis ovatae seminis tegumentum*) and *Plantago indica* L. – seeds (*Psyllii*

*semen*). We studied the raw materials, namely the leaves of non-official species such as *P. media* and *P. maxima*.

**Materials and methods.** For the final qualification work, we used raw materials, namely, medium-sized plantain leaves, collected in 2023. Samples of the largest plantain were collected from the National Herbarium of Ukraine (KW). Maps of the distribution of plantains are taken from iNaturalist – a social network for representatives of citizen science (amateurs) and biological scientists. Sigeta FORWARD was used for macro morphological studies and photos. LCD Digital microscope. The middle parts of leaf plates were selected for micromorphological study. Micropreparations by the generally accepted method. Photographs were taken using an Olympus CX23 light microscope, a Philip Harris stereomicroscope, and Levenhuk M1000 PLUS camera software.

Using scanning electron microscopy, JSM-6060LA, studies of the surface ultrastructure of plantain leaves were carried out. The sheets were fixed on brass tables and coated with a layer of platinum.

### **Results.**