

Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України
Національний медичний університет імені О. О. Богомольця
Дослідна станція лікарських рослин Інституту агроєкології і природокористування
НААН України

**Мінарченко В.М., Тимченко І.А., Двірна Т.С., Футорна О.А.,
Махія Л.М., Глущенко Л.А.**

Атлас

морфолого-анатомічних ознак

сировини дикорослих споріднених

видів лікарських рослин

України

Рецензенти:

Доктор біологічних наук, професор, провідний науковий співробітник Інституту ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України Д. В. Дубина

Доктор фармацевтичних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки, завідувач кафедри фармацевтичної та біологічної хімії, фармакогнозії ПВНЗ «Київський медичний університет» О. Ю. Коновалова

Доктор біологічних наук, професор, провідний науковий співробітник відділу охорони ландшафтів, збереження біорізноманіття і природозаповідання Інституту агроекології і природокористування НААН В. А. Соломаха

А92 Мінарченко В.М. та ін. Атлас морфолого-анатомічних ознак сировини дикорослих споріднених видів лікарських рослин України / Мінарченко В. М., Тимченко І. А., Двірна Т. С., Футорна О. А., Махinya Л. М., Глушченко Л. А. – К.: ПАЛИВОДА А. В., 2022. – 406 с.

«Атлас морфолого-анатомічних ознак сировини дикорослих споріднених видів лікарських рослин України» є монографічним науковим виданням. У ньому детально висвітлено основні діагностичні макро- та міроморфологічні ознаки сировини споріднених 63 видів лікарських рослин України з 12 родів (*Achillea*, *Artemisia*, *Bidens*, *Crataegus*, *Equisetum*, *Hypericum*, *Persicaria*, *Petasites*, *Plantago*, *Thymus*, *Tussilago*, *Viola*), які дозволяють ідентифікувати та відрізнити рослинну сировину видів лікарських рослин від сировини споріднених видів. По кожному виду матеріал включає морфолого-анатомічну характеристику діагностичних ознак доповнену ілюстраціями світлової та електронної мікроскопії; інформацію про біологічно активні сполуки та їх дію за останніми літературними даними, хорологію, еколого-ценотичні особливості, ресурсну значущість та охорону (за наявності). Монографія містить 74 рисунки та 63 кольорових додатки.

Для ботаніків, фармакогностів, фітохіміків; спеціалістів фармацевтичних підприємств, які працюють з лікарською рослинною сировиною, заготівельників.

Minarchenko V.M. etc. Atlas of morphological and anatomy features of wild medicinal plants raw materials of closely related species of Ukraine/ Minarchenko V.M., Tymchenko I.A., Dvirna T.S., Futorna O.A., Makhinya L.M., Glushchenko L.A. – K.: PALYVODA A. V., 2022. – 406 p.

«Atlas of morphological and anatomy features of wild medicinal plants raw materials of closely related species of Ukraine» is a monographic scientific publication. It highlights in detail the main diagnostic macro- and micromorphological features of 63 related species of medicinal plants raw materials of Ukraine from 12 genera (*Achillea*, *Artemisia*, *Bidens*, *Crataegus*, *Equisetum*, *Hypericum*, *Persicaria*, *Petasites*, *Plantago*, *Thymus*, *Tussilago*, *Viola*). The atlas will allow to identify and distinguish plant raw materials of medicinal plant species from raw materials of related species. The atlas includes morphological and anatomical characteristics of diagnostic features with SEM and Light microscopy illustrations; information of biologically active compounds and their action according to the latest literature data, chorology, ecological and coenotic features, resource significance and protection (if any) for each species of medicinal plants. The monograph contains 74 figures and 63 color appendices.

For botanists, pharmacognosts, phytochemists; specialists of pharmaceutical companies working with medicinal plant raw materials, procurers.

Artemisia annua L. – полин однорічний

Морфолого-анатомічна характеристика

Artemisia annua – стрижнекореневий трав'янистий однорічний монокарпик без спеціалізованих підземних пагонів (Бойко, 2002) заввишки 30-80 см, стебло діаметром 2-6 мм (культивовані рослини можуть досягати 200 см у висоту) (WHO monograph..., 2020). Стебло прямостояче, у верхній частині часто розгалужене виражено ребристе (Додаток 14а,б,в), жовтувато-зелене або коричнево-жовте. Листкорозміщення почергове (Додаток 14г); нижні листки черешкові, 3-5 см завдовжки і 2-4 см завширшки, тричі перисто-розсічені, їх часточки довгасто-ланцетні, коротко загострені, цілі або з 1-2 зубчасті (Додаток 14г', д); середні стеблові листки двічі глибоко перисто роздільні, при основі з прилистками, подібними до сегментів листка (Додаток 14е, є); верхні листки в суцвітті сидячі, слабо розчленовані або цілісні.

Суцвіття зібрані у довгу пірамідальну волоть завдовжки 10-40 см з дрібними (діаметром 2,0-2,5 мм) напівкулястими пониклими кошиками (Додаток 14ж). Зовні суцвіття вкриті обгорткою з кількох брактей лінійної форми та еліптичних листочків обгортки. Зовнішні сегменти обгортки і квітконос опушені Т-подібними трихомами, тут також зрідка присутні бісеріатні 10-клітинні залозки (Рис. 19а). Віночок п'ятичленний трубчастий у гермафродитних серединних квітках та 2-3- членний у маточкових крайових квітках (Wetzstein et al., 2014). У суцвітті переважають двостатеві трубчасті квітки, тоді як маточкові нечисленні (Додаток 14з). На квітках рясно присутні залозисті бісеріатні трихоми. Гінецей монокарпний, андроцей одностатевий з 5 тичинок, зав'язь нижня. Плід – бура борозенчаста, довгасто-оберненояцеподібна сім'янка без папуса, завдовжки близько 1 мм (Maw et al., 1985). Цвіте з кінця червня по вересень. Плоди досягають у серпні-вересні.

З лікувальною метою використовують *Artemisiae annuae folium* і *Artemisiae annuae herba* – «полину однорічного листки» і «полину однорічного трава» (WHO monograph, 2020).

Основні діагностичні ознаки сировини пов'язані з листками, у яких зосереджено найбільше біологічно активних сполук. Для даного виду притаманні ряд ознак спільних з такими у споріднених видів роду *Artemisia*, як розміри та форма клітин епідерми, наявність залозистих і незалозистих трихом, форма стебла, аномоцитні продиhi. Водночас цим ознакам притаманна видоспецифічність за якою можна відрізнити сировину *A. annua* від інших видів полину.

Листки *A. annua* дорзивентральні з малою диференціацією на палісадну і губчасту паренхіму (Marchese et al., 2005). Жилки виразно виступають над листовою поверхнею з абаксіального (Додаток 14и) та адаксіального (Додаток 14і) боку.

Клітини верхньої епідерми з менше звивистими оболонками (Рис. 19б; Додаток 14ї), ніж клітини нижньої епідерми (Рис. 19в; Додаток 14й); на жилках і стеблі клітини епідерми лінійно витягнуті (Рис. 19г; Додаток 14к), що характерне для більшості досліджуваних видів цього роду.

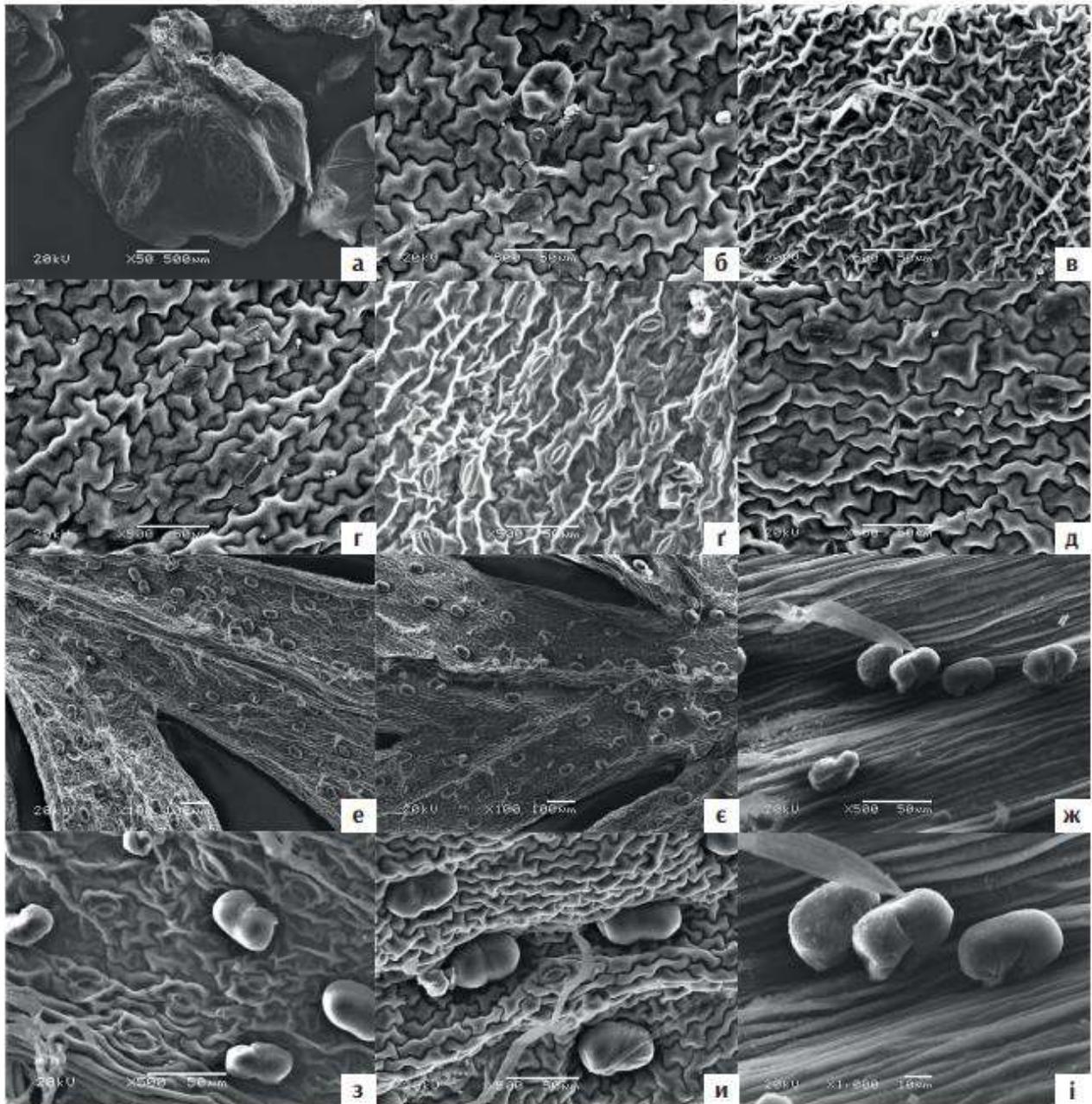


Рис.19. Діагностичні ознаки епідерми *A. spina*: а – трихоми на квітконосі і філаріях, б – клітини адаксіальної епідерми, в – клітини абаксіальної епідерми, г, д – продиhi адаксіальної епідерми; г – продиhi абаксіальної епідерми, е – загальний вигляд абаксіальної епідерми, є – загальний вигляд адаксіальної епідерми, ж – загальний вигляд епідерми стебла, з – заглиблені пельтатні залозки на адаксіальній епідермі та Т-подібна трихома, и – заглиблені пельтатні залозки на абаксіальній епідермі та Т-подібна трихома, і – припідняті пельтатні залозки на епідермі стебла

Листки амфістоматичні з численними продихами на обох поверхнях, хоча щільність продихів на абаксіальній епідермі більша (Рис. 19г), ніж на адаксіальній (Рис. 19д). Продиhi округлої форми зазвичай на рівні епідерми чи трохи припідняті (Додаток 14л), орієнтовані переважно вздовж середньої жилки листка. Продихова щілина завдовжки

10-17 μm , причому загалом продихи більші на адаксіальній епідермі у всіх аналізованих видів з амфістоматичним типом листків.

Поверхня листків з обох боків та стебла рясно вкрита залозистими пельтатними чи бісеріатними трихомами (Рис. 2е-ж; Додаток 14м-ж), які є основним місцем утворення напівлетких сполук і мають великий субкутикулярний мішок, в який ці сполуки виділяються (Duke, Paul, 1993; Appezzato-da-Glória et al., 2008). У *A. annua* розміри пельтатних трихом варіюють у межах 29-47 μm , вони зазвичай заглиблені основою в абаксіальну і адаксіальну епідерму листка (Рис. 19з, и). А), чи припідняті над епідермою стебла (Рис. 19ж, і; Додаток 14о) або віночка. Відомо (Duke et al., 1994), що існує два біотики *A. annua*: з секреторними трихомами і без них; в рослин без залозистих трихом відсутній артемізин.

Типові для більшості видів роду *Artemisia* незалозисті Т-подібні трихоми у даного виду трапляються зрідка на епідермі, частіше по жилках, стеблах і при основі суцвіть (Рис. 19а,в,е-и). Їх стеблова частина складена 4-5 клітинами з потовщеною базальною клітиною, а апікальна – стрічкоподібна, як у *A. absinthium*, але значно коротша (Додаток 14п).

Стебло *A. annua* в перерізі має переважно ребристий контур з 5-7 основних та стільки ж проміжних ребер (Додаток 14р). Кора тонка, провідні пучки майже зливаються в суцільне коло, лиш широкі ділянки коленхіми відокремлені корою паренхімою (Додаток 14с). Для основних гістологічних елементів характерний високий ступінь лігніфікації, включаючи паренхіму серцевини. Загалом будова центрального циліндра схожа до такої у *A. absinthium* за винятком відсутності численних секреторних каналів.

Біологічно активні сполуки та їх дія

Основні хімічні складові *A. annua* – це леткі і нелеткі компоненти. Основні леткі сполуки – багатокомпонентна ефірна олія, до складу якої входять камфен, β -камфен, кетон ізоартемізин, 1-камфора, β -каріофілен, β -пінен, а також 1,8-цинеол, гідрат камфену та інші (WHO monograph, 2006). Основні нелеткі компоненти – сесквітерпеноїди, флавоноїди та кумарини разом з білками (такі як β -галактозидаза, β -глюкозидаза), стероїди (наприклад, β -ситостерин та стигмастерол) (Bora, Sharma, 2010). Основними хімічними складовими *A. annua* є сесквітерпеноїди, в т.ч. артемізинін, артемізинін I, артемізинін II, артемізинін III, артемізинін IV, артемізинін V, артемізинова кислота, артемізилактон, артемізинол та ін. (Han et al., 2008, Ashok, 2013). Для цього виду характерні широкі варіації вмісту артемізиніну в діапазоні від 0 до 0,39 % (в перерахунку на суху вагу) (Simon et al., 1990). За іншими даними (Abdın et al., 2003), артемізинін виробляється в листі *A. annua* в діапазоні 0,01-0,8 % сухої маси і вміст різний залежно від генотипу та умов середовища. Тому зараз велика увага приділяється селекції цього виду. Наприклад, виявлено, що вміст артемізиніну на стадії розпускання квітки у диплоїдній *A. annua* сягав 2,4 % сухої маси, і тетраплоїдній – 3,8 % сухої маси (Vanuai et al., 2010).

Артемізинін, що продукується секреторними трихомами *A. annua*, є найціннішим інгредієнтом в ефективному лікуванні малярії, спричиненої *Plasmodium falciparum*. Причому виявлено, що в експерименті ендогенні флавоноїди, присутні в екстрактах листків *A. annua*, не проявляють вираженого впливу на антималярійну активність

листіків *A. annua*, не проявляють вираженого впливу на антималярійну активність артемізиніну (Czechowski et al., 2018). За відкриття артемізиніну, як високоефективного антималярійного засобу, професор Youyou Tu (Китай) була визнана Лауреатом Нобелівської премії 2015 р. у галузі фізіології та медицини (Długońska, 2015).

Сполуки артемізиніну виявилися потужними та ефективними ліками для лікування малярії, включаючи церебральну малярію та мультирезистентну малярію. В даний

час наступні сполуки і відповідні лікарські форми включені як протималярійні ліки в типовий перелік основних лікарських засобів ВООЗ та монографії на перелічені нижче ліки включені до Міжнародної Фармакопеї (The International Pharmacopoeia, 2003; WHO Model List..., 2017): артеметер; капсули артеметер; таблетки артеметер; ін'єкція артеметера; артемізинін; капсули артемізиніну; таблетки артемізиніну; артемотил (артетер, β -артетер); ін'єкція артемотилу; артенітол (дигідроартемізинін, β -дигідроартемізинін); таблетки артенітолу; артезунат; артезунат таблетки.

Професійні фармакологічні дослідження, проведені в останні десятиріччя, підтвердили відомі традиційні застосування *A. annua* у східній медицині і пояснили раніше невідомі механізми біологічної дії основних сполук, а також виявили докази нових напрямків біологічної активності, включаючи антипротозойну, антибактеріальну, протизапальну, знеболюючу, антиоксидантну, протипухлинну та нефропротекторну дію (Xiao et al., 2000; Li et al., 2005; Mishina et al., 2007; Sen et al., 2007; Han et al., 2008; Efferth et al., 2008; Mobili et al., 2013; Ekiert et al., 2021).

Хорологія

Artemisia annua походить з Південно-Східної Азії і зростає переважно в середній, східній та південній частинах Європи та в північній, середній та східних частинах Азії. Цей вид також росте в середземноморському регіоні і в країнах Північної Африки, і в Південній та Південно-західній Азії. Крім того, після розселення в Північній Америці з північної Азії він росте широко в Канаді та США (Hassler, 2020). Вважають, що оптимальніші умови для культивування зосереджені в центральних і південно-східних районах США та Китаю, майже по всій рівнинній Центральній та Південно-східній Європі, включаючи Причорномор'я, північну Туреччину, та в деяких інших районах (Ding et al., 2020). В Україні вид розсіяно зростає від півдня Полісся до південних степових районів. Зрідка трапляється на Закарпатті і Прикарпатті; у правобережних та лівобережних лісостепових районах трапляється часто.

Еколого-ценологічні особливості та ресурсна значущість

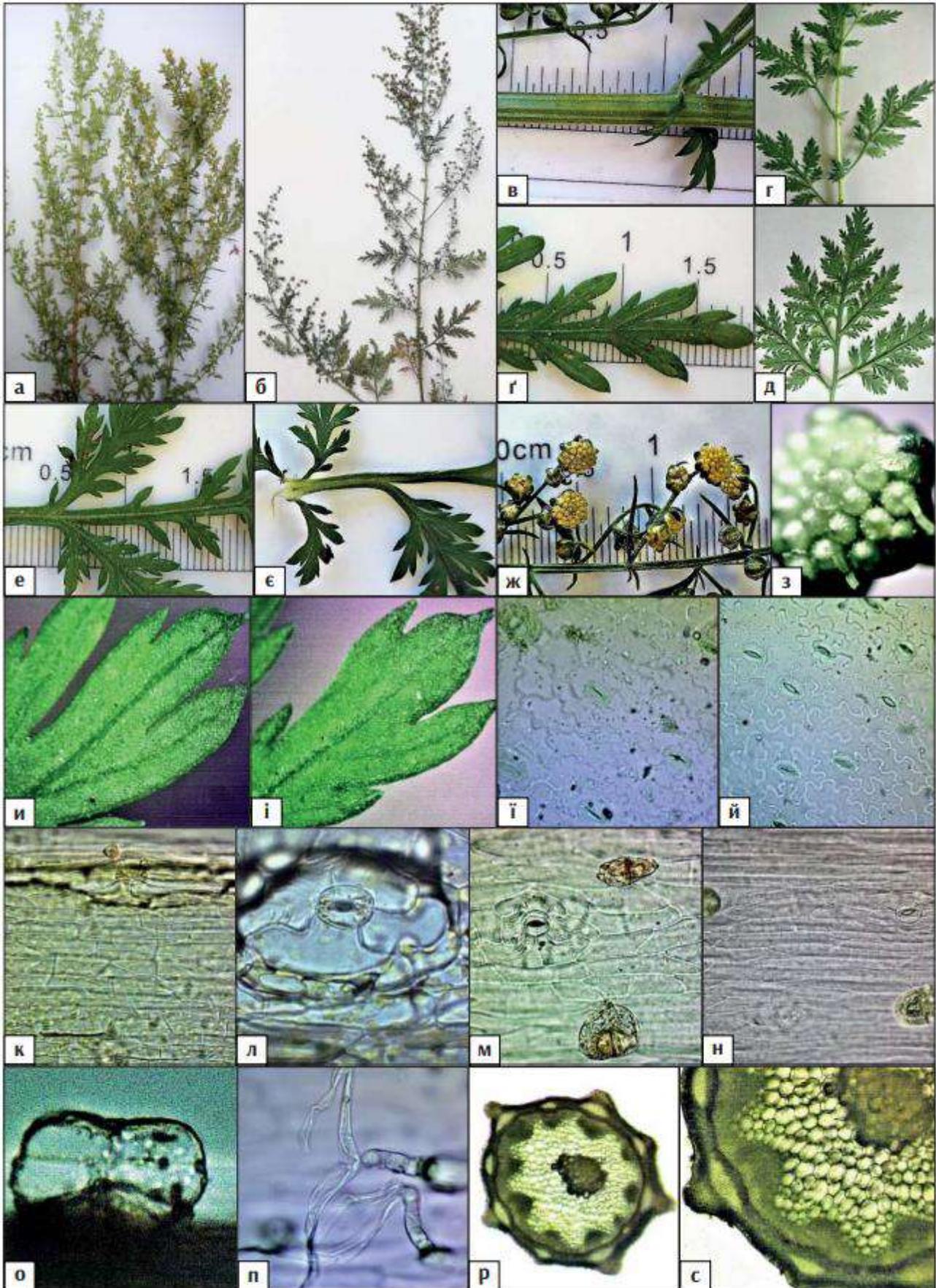
Artemisia annua – факультативний субсерофіт з проміжними ознаками субмезофіта, геліофіт, факультативний глікофіт, кальцієфоб (Бойко, 2002). Виявлено (Wang et al., 2015), що 80 % *A. annua* зростає в регіонах з висотами до 491,00 м, з річною кількістю опадів 492,30-1 366,70 мм та середньорічною температурою від 8,10 до 17,27 °С. Області потенційної придатності для вирощування *A. annua* з кліматичним схожістю 95-100 % знаходилися в основному в регіонах 30° південної широти і 30° північної широти з центром навколо осі екватора (Ferreira et al., 2005).

Artemisia annua надає перевагу біотопам з частково порушеним природним рослинним покривом, оскільки її популяціям притаманні переважачі ознаки R-стратегії. Світлолюбна рослина, надає перевагу багатим середньозволоженим легким за механічним складом ґрунтам, хоча зустрічається і на підзолистих піщаних ґрунтах. Досліджено (Marchese et al., 2010), що артемізинін може бути частиною хімічної системи захисту *A. annua* від дефіциту води. Крім того, виявлено, що відсутність зрошення (або відсутність дощу) за один-два дні до збору врожаю його сировини може викликати помірний дефіцит води і привести до значного збільшення вмісту артемізиніну без шкоди для накопичення біомаси.

У природних фітоценозах *A. annua* активно поновлюється за рахунок насінневого розмноження, однак при розростанні конкурентоспроможних видів швидко втрачає домінуючі позиції і випадає з угруповання. Внаслідок того ресурсні показники її ценопопуляцій дуже динамічні і визначаються швидкістю сукцесії угруповання. Основні природні ресурси даного виду локалізовані в лісостеповій зоні України. На ділянках з порушеним природним рослинним покривом іноді утворює майже чисті зарості, однак їх площа зазвичай не перевищує 0,5 га. Забезпечення попиту на сировину *A. annua* можливе за рахунок її культивування, оскільки така практика активно впроваджується в багатьох країнах.

Траву і листя сушать на горищах з хорошою вентиляцією, під навісами або на повітрі в тіні, розклавши тонким шаром на папері або тканині і часто перевертаючи. Вихід сухої сировини – 24-25 %.

Додаток 14
Полин однорічний – *Artemisia annua*



ПОКАЖЧИК УКРАЇНСЬКИХ НАЗВ РОСЛИН

	Стор.	Дод.№	Стор.		Стор.	Дод.№	Стор.
Гірчак	168			Полин	61		
<i>водяний перець</i>	170	37	379	Аржи	72	15	357
малий	186	40	382	Верлота	84	18	360
м'який	190	41	383	гіркий	63	13	355
перцевий	170	37	378	естрагон	76	16	358
плямистий	181	39	381	звичайний	89	19	361
шорсткий	176	38	380	Маршаллів	80	17	359
<i>щавелелистий</i>	176	38	380	однорічний	68	14	356
Глід	114			Фіалка, Братки	259		
віялолистий	138	30	372	Лавренка	266	63	402
звичайний	116	24	366	польова	260	61	400
<i>згладжений</i>	116	24	366	триколірна	263	62	401
криваво-червоний	131	28	370	Хвоц	6		
<i>колючий</i>	116	24	366	болотний	17	3	345
несправжньо-кривостовпчико- вий	128	27	369	великий	27	6	348
обманливий	135	29	371	лісовий	23	5	347
одноматочковий	120	25	367	лучний	20	4	346
п'ятиматочковий	124	26	368	польовий	8	1	343
Деревій	31			річковий	14	2	344
благородний	44	9	351	Чебрець	212		
горбковий	32	7	349	альпійський	238	54	395
звичайний	37	8	350	блошиний	226	51	392
паннонський.	48	10	352	вапняковий	247	58	397
стиснутий	57	12	354	дніпровський	242	56	396
щетинистий	52	11	353	двовидовий	223	50	391
Звіробій	141			запашний	230	52	393
альпійський	164	36	378	звичайний	250	59	398
волосистий	145	32	374	<i>Маршаллів</i>	218	49	390
гірський	154	34	376	молдавський	244	57	397
звичайний	158	35	377	<i>оголений</i>	230	52	393
плямистий	149	33	375	Палласів	240	55	396
стрункий	142	31	373	паннонський	218	49	390
Кремена	194			повзучий	213	48	389
біла	194	42	384	Рьогнера	234	53	394
гібридна	196	43	384	<i>чергововолосий</i>	234	53	394
Підбіл, мати-й-мачуха	255			<i>широколистий</i>	226	51	392
звичайний	255	60	399	Череда	94		
Подорожник	200			зрослолиста	109	23	365
великий	203	45	386	<i>зчеплена</i>	109	23	365
Корнута	209	47	388	листяна	104	22	364
ланцетолистий	201	44	385	поникла	100	21	363
середній	206	46	387	трироздільна	94	20	362