

ОСОБЛИВОСТІ МІКРОМОРФОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ ВЕГЕТАТИВНИХ І ГЕНЕРАТИВНИХ ОРГАНІВ ТА КОМПОНЕНТНИЙ СКЛАД ЕФІРНИХ ОЛІЙ *DRACOCEPHALUM MOLDAVICA* L. У ЗВ'ЯЗКУ З ІНТРОДУКЦІЄЮ В ЖИТОМИРСЬКОМУ ПОЛІССІ

Установлено мікроморфологічні особливості будови вегетативних і генеративних органів *Dracosephalum moldavica* L. та компонентний склад ефірних олій. Ефіроолійні вмістилища *D. moldavica* — залозисті трихоми і пельтатні залози розташовані на всіх надземних органах рослини, але їх розподіл є нерівномірним. Найбільшу щільність ефіроолійних пельтатних залоз виявлено на абаксіальній поверхні приквіток та адаксіальній поверхні віночка. Відсутні пельтатні залози на абаксіальній епідермі нижньої губи чашечки і віночка. Найбільші за діаметром залози розташовані на абаксіальній поверхні листка та адаксіальній поверхні нижньої губи віночка квітки, найменші — на стеблі. У складі ефірних олій, отриманих зі стебел рослин, вирощених в умовах Житомирського Полісся, ідентифіковано 19 речовин, з листків — 16, з квіток — 20. Найвищий вміст нералою (43,49 %) та гераніалю (42,45 %) зафіксовано у листках, гераніолу та неролу (28,14 та 15,76 %) — у стеблах.

Ключові слова: *Dracosephalum moldavica* L., ефіроолійна рослина, залозисті трихоми, ефіроолійні залози, цитраль.

Тенденцією останніх років є введення в культуру нетрадиційних ефіроолійних рослин, які знаходять широке використання у харчовій, фармацевтичній та косметичній промисловості. Змієголовник молдавський (*Dracosephalum moldavica* L.), який належить до родини *Lamiaceae* Lindl., є джерелом біологічно активних речовин, а також цінної ефірної олії. Цей вид є перспективним інтродуцентом з широким спектром використання [10].

Ефірна олія *Dracosephalum moldavica* — це легко-рухома рідина світло-жовтого або жовтого кольору з приємним ароматом, яка містить 25–70 % цитралю. Останній є сумішшю ізомерів гераніалю та нералою з переважанням гераніалю. Крім цитралю, в ефірній олії містяться гераніол, тимол, цитронелол, нерол. Цитраль надає ефірній олії приємного лимонного аромату, тому листки і суцвіття *Dracosephalum moldavica* використовують для ароматизації чаю та інших напоїв, як приправу до салатів, м'ясних та рибних страв, а також як лікарську сировину [2, 7].

© Л.А. КОТЮК, Д.Б. РАХМЕТОВ, 2014

Цитраль застосовують як ароматизатор у харчовій промисловості, антисептик і проти-запальний засіб, сировину для отримання вітамінів [1, 3, 11].

Ефірну олію *Dracosephalum moldavica* використовують для ароматизації деяких сортів мила та як сировину для парфумерно-косметичної продукції [7, 9].

Ефірна олія накопичується у надземній частині рослин *Dracosephalum moldavica*, насамперед у квітках, листках, стеблах, протягом усього вегетаційного періоду [7, 11, 13]. Максимальний вміст ефірної олії у рослин (до 0,85 %) — у фазі повного цвітіння. На епідермі вегетативних і генеративних органів формуються покривні та залозисті трихоми, ефіроолійні залози — вмістилища ефірних олій [5, 14].

Дослідження Б. Виноградова (2010) та А. Нікітіної (2008) засвідчили, що компонентний склад ефірної олії *Dracosephalum moldavica* може змінюватися залежно від умов зростання, фази розвитку і локалізації ефірних залоз [2, 4, 6].

Мета дослідження — встановити особливості мікроморфології та локалізації залоз

зистих структур на епідермі вегетативних і генеративних органів рослин *Dracocephalum moldavica*, а також компонентний склад ефірної олії, виділеної з різних органів рослин. Отримані результати допоможуть установити видові анатомічні особливості, підібрати найоптимальніші терміни збирання та напрями використання рослинної сировини.

Матеріал та методи

Сировину для досліджень збирали на експериментальних ділянках Ботанічного саду Житомирського національного агроекологічного університету у період цвітіння рослин *Dracocephalum moldavica*. Використовували листки і стебла серединної формації рослин одного віку. Мікропрепарати виготовляли зі свіжої сировини та гербарних зразків.

Для мікроскопічного аналізу використовували мікроскопи МБС-10 ($\times 14$, 30, 60 і 100), Біолам-70 ($\times 120$, 300, 600). Фотофіксацію результатів проводили за допомогою цифрової фотокамери DSC-W40. Мікроскопічні виміри здійснювали за допомогою окуляр-мікрометра.

Хроматографічний аналіз компонентного складу ефірної олії виконували на газорідному хроматографі Agilent Technologies 6890 із мас-спектрометричним детектором 5973. Умови аналізу: хроматографічна колонка — капілярна DB-5, діаметром 0,25 мм і завдовжки 30 м. Швидкість газу-носія (гелію) — 2 мл/хв, температура нагрівача при введенні проби — 250 °С. Температура термостата з програмуванням від 50 до 320 °С зі швидкістю 4 °/хв.

Для ідентифікації компонентів використовували бібліотеку мас-спектрів NIST05 і WILEY 2007 із загальною кількістю спектрів понад 470 тис. у комплексі з програмами для ідентифікації AMDIS і NIST [12].

Результати та обговорення

Залозисті вмістилища розташовані на листках, стеблах, чашечці та віночку квітки. Їх розміщення, будова і кількість мають певні відмінності. На поверхні епідерми виявлено покривні та залозисті волоски, утворені живими клітинами, та ефіроолійні пельтатні залози (рис. 1).

Серед покривних волосків виявлено живі одноклітинні більш-менш прямі конусоподібні, зігнуті або головчасті (округлі на кінцях), а також живі, утворені 2–4 клітинами, прямі або зігнуті (рис. 2, а і б).

На віночку трапляються 1–6-клітинні довгі вузькі живі покривні волоски, зігнуті у різних напрямках. Найбільша кількість довгих покривних волосків розташована на адаксіальній поверхні базальної частини віночка та у зіві.

Серед ефіроолійних залозистих структур виявлено пельтатні залози, короткі голівчасті і довгі голівчасті волоски — трихоми (див. рис. 2, в–ж). Пельтатні залози утворені однією базальною клітиною, клітиною-стебельцем і 8–12 секреторними клітинами, вкритими оболонкою, під якою формується простір, заповнений ефірною олією.

Короткі голівчасті трихоми утворені базальною клітиною, одно- або двоклітинною нішкою і двома секреторними клітинами, які вкриті суцільною кутикулярною оболонкою та утворюють голівку. Довгі голівчасті волоски утворені базальною клітиною, 2–3 видовженими клітинами «ніжки» і однією секреторною



Рис. 1. Покривні волоски на віночку квітки рослин *Dracocephalum moldavica*, $\times 14$

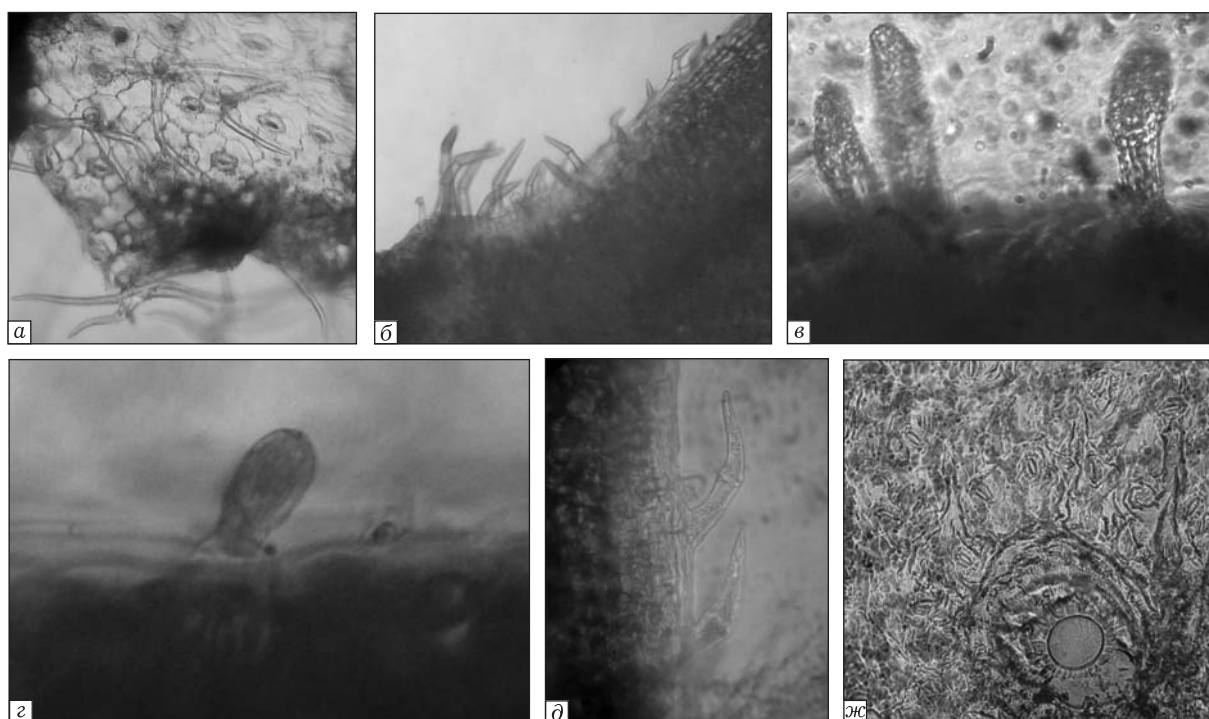


Рис. 2. Епідермальні залозисті структури рослин *Dracocephalum moldavica*: а, б — волоски на адаксіальній епідермі листка, $\times 98$; в, з, д — залозисті трихоми, $\times 300$; ж — пельтатна залоза абаксіальної поверхні листка, $\times 720$

клітиною сферичної або видовженої форми, вкритою кутикулою (див. рис. 2, в, з, д).

На адаксіальній поверхні верхньої губи віночка пельтатні залози розміщені по краю віночка, на абаксіальній — трапляються рідко. На адаксіальній поверхні нижньої губи ззовні пельтатні залози розміщені по краю віночка, на абаксіальній — відсутні (рис. 3, а–з).

На абаксіальній поверхні чашечки одноклітинні та багатоклітинні прямі і зігнуті покривні волоски розміщені щільніше, ніж на адаксіальній. На адаксіальній поверхні чашечки, особливо в її базальній частині, виявлено значну кількість пельтатних залоз і коротких головчастих трихом. Зрідка тут розташовані довгі залозисті трихоми (див. рис. 3, д–ж).

На абаксіальній та адаксіальній поверхні листків є невелика кількість одно- і багатоклітинних покривних та залозистих волосків, розміщених переважно вздовж жилок і по краю листка (рис. 4, а, б). На абаксіальній поверхні листка чітко видно пельтатні залози, розташовані між жилками. На

адаксіальній поверхні пельтатні ефіроолійні залози трапляються дуже рідко.

На стеблі щільно розташовані багатоклітинні покривні волоски і довгі голівчасті трихоми, не дуже щільно — пельтатні ефіроолійні залози. Зрідка можна побачити одноклітинні покривні та залозисті волоски, короткі голівчасті трихоми (див. рис. 4, з).

Наявність трихом, їх тип, форма, будова та характер розташування є діагностичними ознаками видів, які використовують при мікроналізі лікарської рослинної сировини [5]. З метою якісної оцінки рослинної сировини *Dracocephalum moldavica* було встановлено діаметр і щільність розміщення пельтатних ефірних залоз на вегетативних та генеративних органах надземної частини рослин.

Дослідження показали, що максимальна щільність розташування ефіроолійних залоз характерна для абаксіальної епідермальної поверхні приквіткових листків, мінімальна — для адаксіальної.

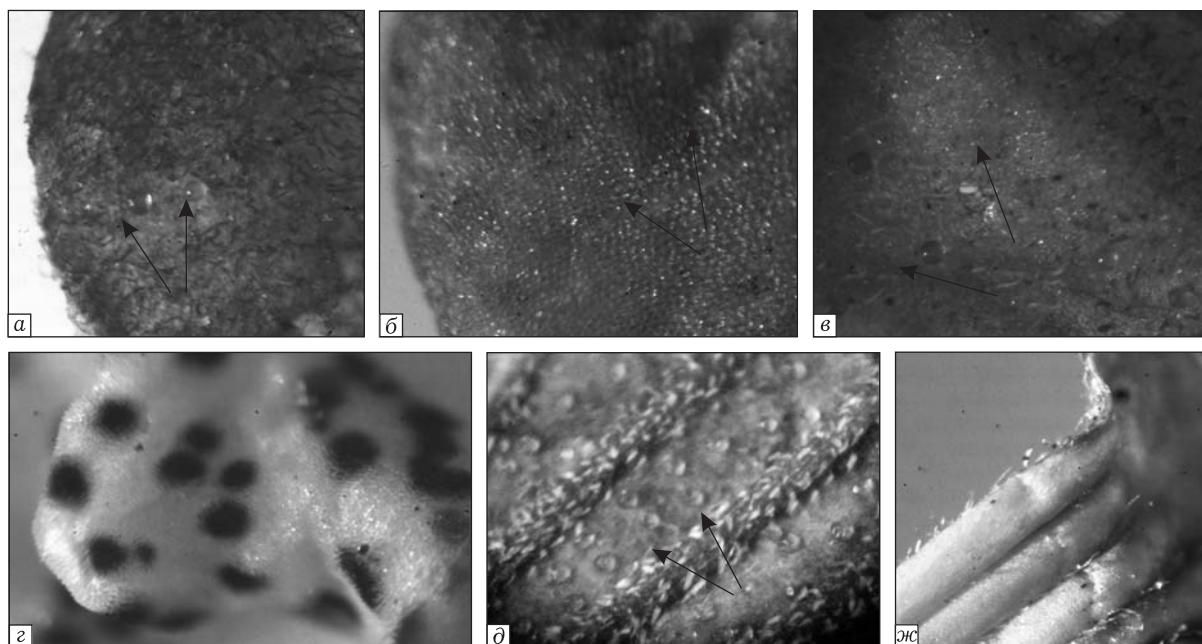


Рис. 3. Особливості структури епідерми квітки рослин *Dracosephalum moldavica*: а — адаксіальна поверхня верхньої губи; б — абаксіальна поверхня верхньої губи; в — адаксіальна поверхня (край віночка) нижньої губи; г — абаксіальна поверхня нижньої губи віночка з характерним рисунком; д — адаксіальна епідерма верхньої губи чашечки; ж — абаксіальна поверхня нижньої губи чашечки, ×98 (стрілками вказано пельтатні ефіроолійні залози)

Ефіроолійні залози, розміщені на епідермі листка, мали найбільший діаметр. Дещо меншим був діаметр пельтатних залоз на приквітках. Найменший діаметр — у пельтатних залоз на поверхні стебла: у 2,2 разу менший за діаметр залоз на епідермі листка (табл. 1).

Високу щільність розташування пельтатних залоз виявлено на різних частинах квітки *Dracosephalum moldavica*, за винятком абаксіальної поверхні нижньої губи чашечки і віночка, де вони були відсутні. Залози на віночку розміщені переважно на його дистальній частині (по краю), а на чашечці — на базальній частині між ребрами у 2-3 ряди.

Дуже високою є щільність пельтатних залоз на адаксіальній поверхні верхньої губи чашечки і віночка. На абаксіальній поверхні верхньої губи чашечки залози розміщені щільно, а віночка — зрідка (табл. 2).

На адаксіальній поверхні нижньої губи чашечки пельтатні залози розташовані майже вдвічі густіше, ніж на віночку.

Найбільші за діаметром пельтатні залози розташовані на адаксіальній поверхні нижньої губи віночка та чашечки, найменші — на абаксіальній поверхні верхньої губи.

Наші дослідження показали, що надземна маса рослин *Dracosephalum moldavica*, зібрана

Таблиця 1. Щільність розташування ефіроолійних пельтатних залоз та їх розміри на епідермальній поверхні вегетативних органів рослин *Dracosephalum moldavica*

Орган рослин	Щільність розташування залоз, шт./см ²	Діаметр ефіроолійної залози, мкм
Стебло	237,6 ± 5,7	21,7 ± 1,5
Листок:		45,4 ± 1,2
адаксіальний бік	3,4 ± 0,4	
абаксіальний бік	122,0 ± 8,5	48,3 ± 2,1
Приквітки:		
адаксіальний бік	143,6 ± 8,5	38,0 ± 1,9
абаксіальний бік	714,6 ± 23,0	43,6 ± 1,8

Таблиця 2. Щільність розташування ефіроолійних пельгатних залоз та їх розміри на епідермальній поверхні квітки рослин *Dracocephalum moldavica*

Частина квітки	Місце розташування залоз		Кількість залоз на 1 см ²	Діаметр ефіроолійної залози, мкм
	частина квітки	поверхня		
Чашечка	Верхня губа	Адаксіальна	567,2 ± 23,8	38,5 ± 1,6
		Абаксіальна	516,6 ± 15,1	35,5 ± 1,5
	Нижня губа	Адаксіальна	515,6 ± 23,3	44,5 ± 1,5
		Абаксіальна	—	—
Віночок	Верхня губа	Адаксіальна	600,3 ± 12,1	38,9 ± 2,5
		Абаксіальна	150,2 ± 6,2	30,2 ± 1,9
	Нижня губа	Адаксіальна	261,2 ± 10,6	45,8 ± 1,9
		Абаксіальна	—	—

Таблиця 3. Компонентний склад ефірної олії, виділеної з різних органів рослин *Dracocephalum moldavica*

№ з/п	Компонент	Вміст в ефірній олії, %		
		Стебло	Листок	Квітка
1	1-октен-3-ол	0,526	0,406	0,173
2	1,8-цинеол	0,677	0,044	0,055
3	Фенілацетальдегід	0,980	0,324	0,122
4	Транс-сабіненгідрат	0,331	0	0
5	α-Туйон	9,521	0,776	0,529
6	β-Туйон	0,640	0	0
7	Камфора	11,919	0,751	0,617
8	Борнеол	0,478	0	0
9	Терпінен-4-ол	0,573	0,669	0,077
10	Міргенол	5,041	0	0
11	Нерол	15,761	2,763	3,255
12	Нераль	10,247	43,491	31,513
13	Гераніол	28,144	3,349	9,483
14	Гераніаль	11,521	42,450	34,313
15	Метилевгенол	0,319	0	0
16	β-Каріофілен	0,768	0	0,151
17	Гумулен	0,626	0	0
18	Гермакрен D	1,400	0,327	0,546
19	α-Фарнезен	0,528	0	0,108
20	Ліналоол	0	0,549	0
21	Метилгераніат	0	0,670	0,056
22	Нерилацетат	0	1,246	1,168
23	Геранілацетат	0	0,365	14,651
24	Каріофіленоксид	0	0,172	0,072
25	Цис-оцимен	0	0	0,037
26	Хризантемаль	0	0	0,609

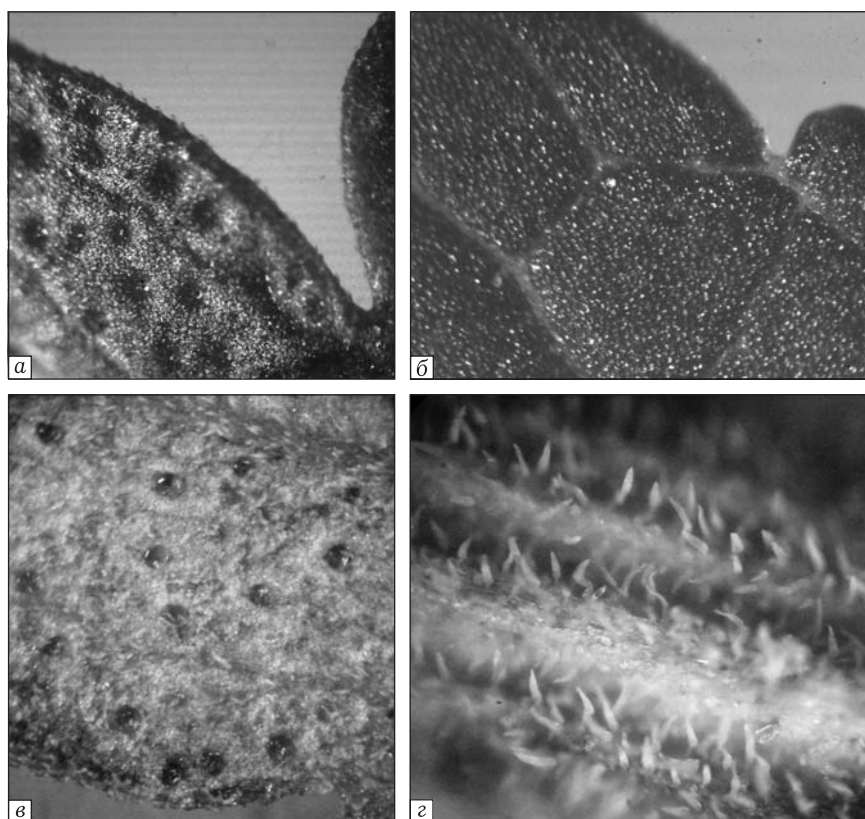


Рис. 4. Особливості епідермальної структури вегетативних органів рослин *Dracocephalum moldavica*: а — абаксіальна епідерма листка; б — адаксіальна епідерма листка, $\times 56$; в — абаксіальна поверхня приквітки, $\times 98$; з — епідерма стебла, $\times 120$

ного у період цвітіння, містила 0,74 % ефірної олії.

При вивченні компонентного складу ефірних олій, виділених зі стебел рослин ідентифіковано 19 речовин, з листків — 16, з квіток — 20.

Усього у складі ефірних олій виявлено 26 сполук, з них 11 сполук є спільними для ефірних олій з різних органів: нераль, гераніаль, нерол, гераніол, 1-октен-3-ол, 1,8-цинеол, фенілацетальдегід, α -туйон, камфора, терпінен-4-ол, гермакрен D. Цис-оцимен та хризантемаль виявлено лише у листках.

Біологічна активність препаратів *Dracocephalum moldavica* зумовлена наявністю у рослинній сировині цитралю, гераніолу, неролу [2, 7]. Найбільший вміст нералю і гераніалю виявлено у листках, найменший — у стеблах

(табл. 3). Найвищий вміст гераніолу та неролу — у стеблах.

Спільними компонентами для ефірної олії з листків і квіток є нерилацетат та геранілацетат. У стеблах *Dracocephalum moldavica* виявлено 11,92 % камфори і 9,52 % α -туйону, вміст яких в інших органах рослин становить від 0,53 до 0,78 %. У незначних кількостях у стеблах було ідентифіковано метилевгенол, гумулен, міртенол, борнеол, β -туйон, транс-сабіненгідрат, які у листках та квітках рослин не виявлено (див. табл. 3).

Висновки

Виростами епідерми *Dracocephalum moldavica* є одноклітинні та багатоклітинні, прямі і коліноподібно зігнуті, конусоподібні та голівчасті трихоми і багатоклітинні пельгати (щитоподібні) ефіроолійні залози.

Ефіроолійні вмістилища *Dracocephalum moldavica* розташовані на всіх надземних органах рослини, але їх розподіл є нерівномірним. Найбільшу щільність ефіроолійних пельтатних залоз виявлено на абаксіальній поверхні приквіток ($(714,6 \pm 23)$ шт./см²) та адаксіальній поверхні віночка ($(600,3 \pm 12,1)$ шт./см²). Відсутні пельтатні залози на абаксіальній епідермі нижньої губи чашечки і віночка. Найбільші за діаметром залози розташовані на абаксіальній поверхні листка ($(48,3 \pm 2,1)$ мкм) та адаксіальній поверхні нижньої губи віночка ($(45,8 \pm 1,9)$ мкм), найменші — на стеблі ($(21,7 \pm 1,5)$ мкм).

У складі ефірних олій, отриманих зі стебел, ідентифіковано 19 речовин, з листків — 16, з квіток — 20. Найвищий вміст нералю (43,49 %) та гераніалю (42,45 %) встановлено у листках, гераніолу (28,14 %) і неролу (15,76 %) — у стеблах.

1. Бобкова І.А., Варлахова Л.В., Маньковська М.М. Фармакогнозія. — К.: Медицина, 2006. — 440 с.
2. Виноградов Б., Виноградова Н., Голан Л. Ароматерапія. Учебный курс. — Калифорния: Fultus Publishing, 2010. — 433 с.
3. Кибала Я. Специи и пряности. — Прага: Артия, 1986. — 224 с.
4. Маланкина Е.Л. Интродукция змееголовника молдавского в Московской области: биология, продуктивность, накопление эфирного масла: Автореф. дис. ... канд. биол. наук: спец. 03.00.05 — ботаника. — М., 1995. — 19 с.
5. Никитина А.С. Фармакогностическое изучение змееголовника молдавского (*Dracocephalum moldavica* L.) и иссопа лекарственного (*Hyssopus officinalis* L.) с целью обоснования применения в фармации и медицине: Автореф. дис. ... канд. фарм. наук: спец. 15.00.02 — фармацевтическая химия, фармакогнозия. — Пятигорск, 2008. — 24 с.
6. Никитина А.С., Попова О.И. Определение основных морфолого-анатомических диагностических признаков травы змееголовника молдавского (*Dracocephalum moldavica* L.), культивируемого в условиях Ставропольского края // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: Сб. науч. тр. — Пятигорск, 2006. — Вып. 61. — С. 42–44.
7. Овечко С.В. Изучение динамики накопления и состава эфирного масла змееголовника молдавского в условиях юга Украины // Вісн. Запорізь. держ. ун-ту. — 2002. — № 1. — С. 174–177.
8. Паршина Г.Н., Курбатова Н.В. Изучение видов лекарственных растений из семейства *Lamiaceae* Lindl. при выращивании их в культуре // Вестн. КазНУ. — 2003. — № 2. — С. 132–136.
9. Работягов В.Д., Бакова Н.Н., Хлыпенко Л.А. и др. Эфиромасличные культуры и пряноароматические растения для использования в фитотерапии. — Ялта, 1998. — 82 с.
10. Рахметов Д.Б., Стаднічук Н.О., Коральова О.А. та ін. Нові кормові, прясномакові та овочеві інтродукції в Лісостепу і Поліссі України. — К.: Фітосоціоцентр, 2004. — 162 с.
11. Танасиенко Ф.С. Эфирные масла, содержание и состав в растениях. — К.: Наук. думка, 1985. — 264 с.
12. Черногород Л.Б., Виноградов Б.А. Эфирные масла некоторых видов рода *Achillea* L., содержащие фразанол // Растительные ресурсы. — 2006. — 42, вып. 2. — С. 61–68.
13. Dastmalchi K. *Dracocephalum moldavica* L. and *Melissa officinalis* L.: Chemistry and Bioactivities. Relevant in Alzheimer's disease therapy: Academic dissertation. — Helsinki, 2008. — 87 p.
14. Dmitruk M., Weryszko-Chmielewska E. Morphological differentiation and distribution of non-glandular trichomes on *Dracocephalum moldavicum* L. on shoots // Acta agrobotanica. — 2010. — 63. — P. 11–22.

Рекомендував до друку П.А. Мороз

Л.А. Котюк¹, Д.Б. Рахметов²

¹ Житомирский национальный агроэкологический университет, Украина, г. Житомир

² Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко НАН Украины, Украина, г. Киев

ОСОБЕННОСТИ МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ВЕГЕТАТИВНЫХ И ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ И КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ *DRACOCEPHALUM MOLDAVICA* L. В СВЯЗИ С ИНТРОДУКЦИЕЙ В ЖИТОМИРСКОМ ПОЛЕСЬЕ

Установлены микроморфологические особенности строения вегетативных и генеративных органов *Dracocephalum moldavica* L. и компонентный состав эфирных масел. Эфиромасличные вместилища *Dracocephalum moldavica* — железистые трихомы и пельтатные железы, расположены на всех надземных органах растения, но их распределение неравномерное. Наибольшая плотность эфиромасличных пельтатных желез обнаружена на абаксиальной поверхности прицветников и адаксиальной поверхности венчика. Отсутствуют пельтатные железы на абаксиальном эпидермисе нижней губы чашечки и венчика. Наибольшие по диаметру железы находятся на абаксиальной поверхности листьев и адаксиальной поверхности нижней губы венчика, наименьшие — на стебле. В составе эфирных масел, полученных из стеблей растений, выращенных в условиях Житомирского Полесья, идентифицировано 19 веществ, из листьев — 16, из цветков — 20. Наибольшее содержание нерала (43,49 %) и гераниала (42,45 %) зафиксировано в листьях, гераниола и нерола (28,14 и 15,76 %) — в стеблях.

Ключевые слова: *Dracocephalum moldavica* L. эфиромасличное растение, железистые трихомы, эфиромасличные железы, цитраль.

L.A. Kotuk¹, D.B. Rakhmetov²

¹ Zhytomyr National Agroecological University, Ukraine, Zhytomyr

² M.M. Gryshko National Botanical Garden, National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine, Kyiv

PECULIARITIES OF MICROMORPHOLOGICAL STRUCTURE OF VEGETATIVE AND GENERATIVE ORGANS AND COMPONENT COMPOSITION OF ESSENTIAL OILS OF *DRACOCEPHALUM MOLDAVICA* L. IN CONNECTION WITH INTRODUCTION IN ZHYTOMYR POLISSYA

Micromorphological peculiarities of the structure of vegetative and generative organs of *Dracocephalum moldavica* L. and the component composition of essential oils extracted from them are found. Essential oil containers of *D. moldavica* are glandular trichomes and essential oil peltatnye glands, localized on all aerial parts of plants: stems, leaves, bracts, calyx and corolla, but their distribution is uneven. The highest density of aromatic peltatnye glands found on the abaxial surface of the bracts and the adaxial surface of the corolla. There are no peltatnye glands on the abaxial epidermis of the lower lip of calyx and corolla. Glands with the largest diameter are on the abaxial leaf surface and adaxial surface of the lower lip of the corolla, and the lowest are on the stem of the plant. In the composition of essential oils obtained from *Dracocephalum moldavica* stems, grown under the conditions of Zhytomyr Polissya of Ukraine, — 19 substances, from the leaves — 16, from the flowers — 20 were identified. The high content of nerali (43.49 %) and geraniali (42.45 %) were fixed in the leaves, neroli and geraniol (28.14 and 15.76 %) — in the stems.

Key words: *Dracocephalum moldavica* L., essential oil plant, glandular trichomes, essential oil glands, citral.