

## The palynomorphological characteristics of subsection *Heterophylla* (Nym.) Fed. species of genus *Campanula* L. in the flora of Ukraine

N.G. Dremluga, S.L. Zhygalova

*M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine*

*Tereshchenkivska Str., 2, Kyiv, 01004, Ukraine*

*E-mail: [natalia.dremluga@bigmir.net](mailto:natalia.dremluga@bigmir.net), [snizil@rambler.ru](mailto:snizil@rambler.ru)*

*Submitted: 12.07.2017. Accepted: 15.09.2017*

This paper presents results of a palynomorphological study of representatives of subsection *Heterophylla* (*C. rotundifolia*, *C. kladniana*, *C. polymorpha*, *C. serrata*) of section *Campanula* of genus *Campanula* in the flora of Ukraine. This was the initial study of *C. kladniana* and *C. serrata* for the Ukrainian flora. The common and different palynomorphology features were identified for this species. We discovered that the porous and spheroidal in polar view pollen grains were the common palynological features. We also founded that the common characteristic of all the species was echinate-wrinkled or rugulose grained surface with disseminated location of thorns without the spines. We suggested that further palynomorphological research of genus *Campanula* could show the level of the diagnostic value of these peculiarities. The species-specific characteristics were: shape of pollen grains (*C. kladniana* has spheroidal pollen grains), the number of pores (pollen grains of *C. kladniana* has three to five pores, *C. rotundifolia* – three, *C. polymorpha* and *C. serrata* – three or four), availability of short thorns on the exina surface (absent in pollen grains of *C. serrata*), and the size of pollen grains (the smallest were registered in *C. rotundifolia*, 22,65x24,82  $\mu\text{m}^3$ ).

**Key words:** *Campanula*; subsection *Heterophylla* (Nym.) Fed.; pollen grains; surface ultrasculpture; flora; Ukraine

---

## Паліноморфологічні особливості видів підсекції *Heterophylla* (Nym.) Fed. роду *Campanula* L. флори України

Н.Г. Дремлюга, С.Л. Жигалова

*Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України*

*вул. Терещенківська, 2, Київ, 01004, Україна*

*E-mail: [natalia.dremluga@bigmir.net](mailto:natalia.dremluga@bigmir.net), [snizil@rambler.ru](mailto:snizil@rambler.ru)*

Проведено паліноморфологічне дослідження представників підсекції *Heterophylla* (*C. rotundifolia*, *C. kladniana*, *C. polymorpha*, *C. serrata*) секції *Campanula* роду *Campanula* з флори України, з них пилокві зерна *C. kladniana* та *C. serrata* досліджені вперше. Виявлено спільні та відмінні для цих чотирьох таксонів ознаки пилоквіх зерен, які можуть бути діагностичними на рівні рядів або видів. Встановлено, що спільними палінологічними ознаками усіх досліджених видів є порові, в обрисах з полюса округлі пилокві зерна. Також, нами вперше встановлено, що ознакою, спільною для всіх видів даної підсекції, є шипувато-зморшківата чи шипувато-дрібнозерниста поверхня, розсіяне розташування шипів на ній та відсутність шипиків. Подальші паліноморфологічні дослідження роду *Campanula* покажуть рівень

діагностичної значущості даних ознак. Видоспецифічними ознаками виявилися: форма пилкового зерна (у *C. kladniana* вони сфероїдальні на відміну від сплющено-сфероїдальних у інших видів підсекції); кількість пор (у *C. kladniana* їх три-п'ять, у *C. rotundifolia* – три, у *C. polymorpha* та у *C. serrata* – три-чотири); наявність коротких шипів на поверхні екзини (у пилкових зерен *C. serrata* вони відсутні); та розмір пилкових зерен (найдрібніші у *C. rotundifolia* – 22,65x24,82 мкм).

**Ключові слова:** *Campanula*; підсекція *Heterophylla* (Nym.) Fed.; пилкові зерна; ультраскульптура поверхні; флора; Україна

## Вступ

Рід *Campanula* є складним у систематичному відношенні через наявність ряду критичних таксонів, розмежування яких за макроморфологічними критеріями (ознаками) є дискусійним. Як показали дослідження ряду авторів, види цього роду розрізняють між собою за біоморфологічними ознаками (De Candolle, 1830; Boissier, 1875; Fedorov, 1957; Fedorov, Kovanda, 1976; Damboldt, 1979; Вікторов, 2002; Ziman et al., 2009; Dremluga, Ziman, 2013) та особливостями будови та розкриття коробочки (Visiulina, 1961; Ziman et al., 2009, 2011, Dremluga, Ziman, 2013; Dremluga, 2013, 2015). До важливих діагностичних ознак належать також морфологічні особливості цілісної частини чашечки та віночка, їх лопатей та співвідношення їх розмірів (Victorov, 2002; Visiulina, 1961; Dremluga, 2009; Dremluga, Ziman, 2010, 2013; Ziman et al., 2009, 2011; Dremluga, 2013). Проте ряд видів має дискусійний таксономічний статус. Зважаючи на те, що паліноморфологічні ознаки є стабільними, тобто характер скульптури пилкових зерен має достатньо високу морфологічну консервативність і сталий в межах видів, родів, а іноді і родин, такі дослідження дозволяють іноді вирішити й деякі питання систематики (Shiyan & Savitskii, 1994; Zhyhalova, 2009; Peregrym et al., 2011; Zhygalova & Futorna, 2013; Zhygalova et al., 2014; Tsymbalyuk, 2014; Tsymbalyuk & Mosyakin, 2014; Futorna et al., 2015).

Підсекція *Heterophylla* (Nym.) Fed. входить до секції *Campanula* роду *Campanula* L. На території України вона представлена чотирма видами, які належать до двох рядів, що розрізняються за морфологічними ознаками листків та суцвіть: *Vulgares* Witasek (*C. rotundifolia*, *C. kladniana*, *C. polymorpha*) та *Lanceolatae* Witasek (*C. serrata*) (Fedorov, 1957; Visiulina, 1961).

Особливості пилкових зерен рослин роду *Campanula* L., у тому числі окремих представників підсекції *Heterophylla* у флорі України (*C. rotundifolia*, *C. polymorpha*) досліджувались рядом авторів (Tarnavski, 1919; Chapman, 1967; Аветисян, 1967, 1973, 1988; Купріянова, Альошина, 1972; Geslot & Medus, 1971; Cronquist, 1981; Золала, Полева, Северова, 2011; Inceoglu, 1976; Ouyak, Pinar, 1995; Ocak, 2003; Erkara et al., 2008; Perveen et al., 1999), з них детально досліджена ультраскульптура спородерми пилкових зерен лише *C. rotundifolia* (Dunbar, 1975, 1984; Dunbar, Wallentinus, 1976). Інші два види у флорі України досліджені нами вперше.

Метою нашої роботи було вивчення морфології пилку представників підсекції *Heterophylla* (Nym.) Fed. секції *Campanula* роду *Campanula* L. у флорі України для уточнення паліноморфологічних характеристик, виявлення додаткових ознак та оцінки їх діагностичної значущості з метою використання в систематиці роду.

## Матеріали та методи

Для дослідження був використаний гербарний матеріал з гербаріїв KW, LE, KWNA, LWKS, LW, LWS, UU, CHER, а також зразки, зібрані нами під час експедиційних виїздів у 2007-2010 роках. Для окремих видів опрацьовували матеріал, відібраний з різних точок ареалу.

Пилкові зерна вивчали із застосуванням стандартної мікроскопічної техніки. Під світловим мікроскопом (*CARLZEISS JENA 318358*) досліджували неацеталізовані пилкові зерна. Препарати були отримані шляхом нанесення пилку на предметне скельце в краплю 30% гліцерину, забарвленого ацетокарміном. Отриманий препарат накривали покривним скельцем, і, по мірі підсихання гліцерину, додавали 50% гліцерин для збереження об'єкту. Для дослідження під сканувальним електронним мікроскопом (SEM, JSM-35C) матеріал фіксували у 96 %-му етанолі та напилували шаром золота. Описи проводились з використанням термінології П.І.Токарева (2002). Досліджено пилкові зерна представників всіх чотирьох видів підсекції *Heterophylla* флори України, по 50 пилкових зерен з кожного зразка.

Досліджені зразки (подаються за оригінальним текстом етикетки).

*C. rotundifolia*: 1. Київська обл., Обухівський р-н, м. Українка, правий берег р. Стугни, окраїна соснового лісу. 15.VII.2010, Н.Г. Дремлюга (КИ). 2. Київська обл., с. Ходосівка, луг. 7.VII.1983, Л.С. Діброва (КИНУ). 3. Тернопільська обл., Залозецький р-н, с. Турчинів. 20.VII.1940, Л. Яскорська (КИНУ). 4. Київ, Кирилівське урочище. 4.IX.1935, Л. Яскорська (КИНУ). 5. Черниговська губернія, Летковское лесничество, Остерський уезд. 28.VII.1903, И. Сележинский (КИНУ). 6. Київська обл., с. Боярка. 18.VII.1898, В. Фінн (КИНУ). 7. Черновицька обл., Путиловський р-н, в нижній частині схилу, долина р. Путилі. На лузі. 26.VII.1855, З. Говоров (CHER). 8. Закарпатська обл., Тячівський р-н, с. Широкий Луг, пол. Щербан, 18.08.1974, Л. Тасенкевич (LWS). 9. Черновицька обл., Путиловський р-н, в нижній частині схилу, долина р. Путилі. На лузі. 26.VII.1855, З. Говоров (CHER). 10. Черновицька обл., Выжницький р-н, окр. с. Шипот. 21.VII.1948, Дубровченко (CHER). 11. Чернівецька обл., Путилівський р-н, Путильське лісництво, кв. 26, при дорозі, 15 липня 1962, З.Н. Горохова (CHER). 12. Черновицька обл., Путиловський р-н, в нижній частині схилу, долина р. Путилі. На лузі. 26.VII.1855, З. Говоров (CHER). 13. Івано-Франківська обл., Косовський р-н, с. Яблоница. 25.VII.1948, Артемчук (CHER). 14. Станіславська обл., Яремчанський р-н, окол. с. Ворохта, узлісся ялинового лісу по дорозі з Ворохти на Говерлу. 15.VII.1957, И.В. Артемчук (CHER). 16. Київська обл., окол. Києва, Голосієво. 4.VII.1898, В. Фінн (КИНУ). 17. Черкаська обл., Канівський заповідник, 4.VIII.1945, Н. Лазебна (КИНУ). 18. Київська обл., окол. Києва, Голосієво. 10.VII.2011, Н.Г. Дремлюга (КИ). 19. Черкаська обл., Канівський заповідник, 12.VII.1009, Н.Г. Дремлюга (КИ). 20. Київська обл., Києво-

Святошинський р-н, с. Білогородка. На узліссі. 12 червня 1968, В. Собко (КИ). 21. Київська обл., Києво-Святошинський р-н, ст. Біличі, на піщаному ґрунті. 12 червня 1968, В. Собко (КИ). 22. Київська обл., Обуховський р-н, Трипольє, сосновій лес. 15 сентября 1899, Монтесор. 23. Окресности Киева, артелл. полигон (за Днепр.), в сосновом лесу. 17.VII.1922, Семенкевич (КИ). 24. Черкасская обл., Каневск. ц.б.с., Масловка, в дубовом лесу. 10.VII.1925, Семенкевич (КИ). 25. Окресности Киева, городской лес, на посадках. 27.VII.1931, Семенкевич (КИ).

*C.kladniana*: 1. Закарпатская обл., Тячевский р-н, с. Широкий Луг у р. Теребли, опушка леса. 30.VII.1960, М. Котов, В. Чопик, В. Протопопова (КИ). 2. Закарпатська обл., хр. Свидовець, г. Драгобрат, скелястий схил, вапняки, 1700 м.н.р.м. 21.VII.1967, В. Чопик, Дубовик (КИ). 3. Закарпатська обл., сектор Рахова, Петрош. 21.VIII.1946, Хржижановський (КИ). 4. Закарпатська область, сектор Мукачева: гора Пікуй, скелі по вершині. № 401. 30. VI, 1946. Leg., Det. М. Попов. 5. Закарпатська область, Рахівська округа. На Чорногорі по схилу гори Петрос. В альп. смузі. h – 1800-2000 м.н.р.м. 15.7.1947. Гринь. (КИ). 6. Закарпатская обл., Воловецкий р-н, г. Пикуй, субальпийские луга у вершины. 26.VII. 1960, М. Котов, В. Чопик, В. Протопопова (КИ). 7. Ивано-Франковская обл., Карпаты, хр. Черногора, окресности биостационара на Пожижевской полонине (1420 м.), задернованные склоны у верхній границы леса, около стационара. 5.VII. 1964, Е.В. Волкова, Л.И. Иванина (ЛЭ). 8. Ивано-Франковская обл., Карпаты, хр. Черногора, окресности биостационара на Пожижевской полонине (1420 м.), на поляне в еловом лесу. 7.VII.1964, Е.В. Волкова, Л.И. Иванина (ЛЭ). 9. Ивано-Франковская обл., Карпаты, хр. Черногора, урочище Ребра, подножье скал Б. Ребра, на скалах. 7.VII.1964, Л.И. Иванина (ЛЭ). 10. Ивано-Франковская обл., Косовский р-н, Чивчинские гор, в расщелинах известняковых скал под вершиной горы Гомул, в субальпийском поясе. 15.IX.1965, С.С. Харкевич (ЛЭ). 11. Закарпатська обл., Рахівський р-н, окол. с. Черногора, г. Берденеска, кам'янистий схил над озером. 28.VII.1970, Крись (КИНА). 12. Станіславська обл., Яремчанський р-н, Черногора, полонина Пожижевська, на скелястому схилі в субальпійському поясі. 8.IX.1961, С.С. Харкевич (КИНА). 13. Ивано-Франківська обл., Надвірнянський р-н, полонина Пожижевська, галявина, північно-східні схили. 18.VIII.1969, В. Ст (КИНА). 14. Закарпатск. обл., Раховский р-н, окр. с. Квасы, на северном склоне г. Петрос в субальпийском и альпийском поясах, массово. 24.VIII.1957, С.С. Харкевич (КИНА). 15. Станіславська обл., Яремчанський р-н, окол. с. Ворохтаузлісся ялинового лісу з Ворохти на Говерлу. 5.VII.1957, І.В. Артемчук (СНЕР). 16. Закарпатская обл., гора Пикуй. 10.VII.1967, І.В. Артемчук, Т.В. Барыкина (СНЕР). 17. Карпаты, гора Говерла. 14.VII.1957, І.В. Артемчук (СНЕР). 18. Закарпатская обл., Воловецкий р-н, вершина г. Пикуй. 10.VII.1967, І.В. Артемчук, Т.В. Барыкина (СНЕР). 19. Закарпатська обл., Рахівський р-н, хр. Черногора, змішаний ліс, під Брескулом. 27.VII. 1967, В.І. Чопик (КИ). 20. Ивано-Франк. обл., Косовск. р-н, Чивчинские горы, в расщельях известняковых скал, под. вершиной г. Гомул, часто. 15.IX.1965, С.С. Харкевич (КИ). 21. Закарпатская обл., Воловецкий р-н, вершина г. Пикуй. 26.VII.1967, М. Котов, В. Чопик, В. Протопопова (КИ). 22. Закарпатская обл., Воловецкий р-н, г. Пикуй, на полонині. 31.VII.1957, А.І. Барбарич, С.В. Гончаров, М.Я. Кукало (КИ). 23. Ивано-Франківська обл., Яремчанський р-н, полонина Пожижевська. 13.VIII.1982, Єрмоленко (КИ). 24. Закарпатська обл, Рахівський р-н, г. Близниця, полонина. 12.07.1977, С. Мельник, С. Смолко (КИ). 25. Закарпатська обл., Рахівський р-н, окол. с. Богдан, пд.-сх. підніжжя Петросу, на перехресті доріг. 22.07.2008. Н.Г. Дремлюга (КИ).

*C. polymorpha*: Ивано-Франківська обл., Верховинський р-н, Чивчино-Гринявські гори, г. Чивчин, скелі, 09.07.2003. Н. Сичак, О.О. Кагало, 05.12.2003, Н.Сичак, № 20878 (ЛІКС); 1. Ивано-Франківська обл., Верховинський р-н, Чивчино-Гринявські гори, Північний схил г. Чивчин. Скелі. 09.07.2003, Н. Сичак, О. Кагало, 05.12.2003, N. Sytshak, № 20878 (ЛІКС), 2. Закарпатская обл., Воловецкий р-н, вершина г. Пикуй, каменистая местность. 26.11.1988, N. N. Sytshak (КИ). 3. Ивано-Франковская обл., Верховинский р-н, 30-33 км к ЮЗ от Верховины, г. Чивчин. Каменистые выходы близ вершины горы, 1750 м.н.у.м., на скалах. № 1883. 23 июля 1985, Д. Гельтман, В. Дорофеев, О. Семенова, В. Серов. Опр. А.О. Хааре (ЛЭ). 4. Закарпатская обл., Раховский округ, хребет Свидовец, г. Близниця, у вершины, h=1860 м. Скалистый обрыв под северным [ка-ом]. 13. IX. 1949, В.И. Грубов, Е.И. Рачковская. XII. 1985, А.О.Хааре (ЛЭ). 5. Закарпатская обл., Воловецкий округ, хребет Свидовец, г. Близниця, заповедный парк под главной вершиной, h=1800 м. Среди леса на ю-з склоне. 13. IX. 1949, В.И. Грубов, Е.И. Рачковская. XII. 1985, А.О.Хааре (ЛЭ). 6. Закарпатская обл., Раховский округ, вершина г. Петрос, сев.-вост. склон, h=1800 м. Полонина. 11.IX.1949, В.И. Грубов, Е.И. Рачковская. XII.1985, А.О.Хааре (ЛЭ). 7. Ив.-Франк. обл., Карпат. Заповедник (массив Говерлы), гора Брескул. 10.VIII.1977. Заиконников. Опр. Ан. Федоров (ЛЭ). 8. Ивано-Франковская обл., Карпатский заповедник, село Ворохта, Пожижевская полонина, 1430 м.н.у.м., ю-в склон, 31.VII.1977. В.М. Виноградова, О.Н. Старкова (ЛЭ). 9. Закарпатская обл., Вост. Карпаты, Раховский округ, гора Близниця. На обнаженных скалах альп. пояс. 28.VI.1950, К. Игошина (ЛЭ). 10. Закарпатская обл., Раховский р-н, г. Говерла, сев. Склон, 1300м.н.у.м., VII.59, Трусова, Мейер (ЛЭ). 11. Закарпатська обл., Тячівський р-н, с. Широкий Луг, пол. Щербан, 18.08.1974, Л. Тасенкевич (ЛІС). 12. Черновицкая обл., Путиловский р-н, в нижній части склона, долина р. Путили. На лугу. 26.VII.1855, 3. Говоров (СНЕР). 13. Черновицкая обл., Выжницкий р-н, окр. с. Шипот. 21.VII.1948, Дубровченко (СНЕР). 14. Станіславская обл., Яремчанский р-н, окол. с. Ворохта, узлісся ялинового лісу по дорозі з Ворохти на Говерлу. 15.VII.1957, І.В. Артемчук (СНЕР). 15. Закарпатська обл., Рахівський р-н, праворуч від дороги від г. Петрос до перемички. 22.07.2008, Н.Г. Дремлюга (КИ). 16. Закарпатська обл., Міжгірський р-н, НПП «Синевір». 15.08.07, Н.Г. Дремлюга (КИ).

*C. napuligera*: Ивано-Франківська обл., між с. Ворохта та г. Говерла, галявина лісу, 1250 над р.м., 17.07.1957. М.І. Котов, Т.Я. Омельчук (КИ). 1. Станіславская обл., между Ворохтой и г. Говерлой, на 10 км, на лугах у елового леса на выс. 1250 м., 17.VII.1957, М. Котов, Т. Омельчук (КИ). 2. Львівська обл., Сколівський р-н, с. Топорець, 2 км на схід. На вологих післялісових луках. 17.07.1999, О. Ковпак, Р. Підгребельний, 2.11.1999, О. Ковпак (ЛІКС). 3. Вост. Карпаты, Мармарош, Поп Иван, под. скалами більшого кара, на травяном склоне. № 559. 28.VII.1946, М.Г. Попов (ЛЭ). 4. Закарпатская обл., Раховский округ, Флишевое низкогорье, с. Верхняя Апша (Верхн. Водяное), Южный склон, в дубняке. 19.VII.1951, К. Игошина (ЛЭ). 5. Закарпатская обл., Раховский р-н, окр. с. Квасы, черничник в субальпийском поясе на г. Петрос, редко.

24.VIII.1957. С.М. Харкевич (КИНА). 6. Закарпатська обл., Рахівський р-н, окол. с. Богдан, на півд. скелі г. Піп Іван, серед каміння, біля вершини. 30.VIII.1946. С.М. Харкевич (КИНА). 7. Ивано-Франковская обл., Косовский р-н, пос. Верхние Буковцы, Капилаж. 27.VII.1965, Т.Д. Барыкина (СНЕР). 8. Ивано-Франковская обл., Косовский р-н, полонина Шкурукив, г. Гропа, восточный склон. 19.VII.1963, И.В. Артемчук (СНЕР). 9. Ивано-Франківська обл., окол. с. Ростоки, ур. Пасічний. 27.VII.1966, Баришина (СНЕР). 10. Черновицкая обл, Сторожинецкий р-н, полонина Заноза, 21.VII.1978, С.З. Заець, И.В. Бурмакина (СНЕР). 11. Черновицкая обл, утильский р-н, окресности с. Яблуница, ур. Плай, сенокос. 27.VII.1961, И.В. Артемчук (СНЕР). 12. Черновицкая обл, Вижницкий р-н, гора Куриков, 10.VII.1949, Березовская (СНЕР). 13. Черновицкая обл, Вижницкий р-н, гора Куриков, 21.VII.1978, С.З. Заець, И.В. Бурмакина (СНЕР). 14. Ивано-Франковская обл., Косовский р-н, пос. Верхний Буковец, хр. Капилаж, сенокос. 19.VII.1963, Т.Д. Барыкина (СНЕР). 15. Черновицкая обл., Путиловский р-н, в нижній части склона, долина р. Путили. На луку. 26.VII.1855, З. Говоров (СНЕР). 16. Черновицкая обл., Вижницкий р-н, окр. с. Шипот. На луку. 26.VII.1855, И.В. Артемчук (СНЕР). 17. Станиславская обл., Яремчанский р-н, окол. с. Ворохта, узлісся ялинового лісу по дорозі з Ворохти на Говерлу. 15.VII.1957, И.В. Артемчук (СНЕР). 18. Станиславская обл., Яремчанский р-н, окол. с. Ворохта, узлісся ялинового лісу по дорозі з Ворохти на Говерлу. 15.VII.1957, И.В. Артемчук (СНЕР). 19. Вінницька обл., Тульчинський р-н, Ладишино, дуже ріка діброва на пісчаному алювії тераси р. Буг. 28.06.1922, А. Прянічніков (КИ). 20. Закарпатська обл., Рахівський р-н, окол. с. Богдан, пд.-сх. схил г. Петрос. 15.07.07, Н.Г. Дремлюга (КИ). 21. Закарпатська обл., Рахів. 10. VII.1947, М. Попов (ЛІС). 22. Станиславская обл., Жабьевский р-н, Черногора, между камей на крутом склоне под. вершиной г. Шпицы. 17.VII.1959, Е.М. Брадис, Т. Андриенко (КИ).

## Результати та обговорення

Прийняті скорочення: п.з. – пилкові зерна, п.в. – полярна вісь, е.д. – екваторіальний діаметр, P/E – відношення полярної вісі до екваторіального діаметра.

### *C. rotundifolia* (Рис. 1А, 1В)

СМ: п.з. у вигляді монад, трипорові, сплющено-сфероїдальні, в обрисах з полюса округлі.

СЕМ: п. в. – 21,22-24,36 мкм, е. д. – 23,01-26,71 мкм, P/E – 0,88. Пори округлі, зі слабко вираженим обідком. Діаметр пор 4,08-4,38 мкм. Скульптура мембран пор згладжена. Поверхня екзини шипувато-дрібногранулярна або шипувато-зморшкувата, утворена довгими (0,75-1,09x0,63-1,11 мкм) та короткими (0,55-0,62x0,62-0,80 мкм) шипами. Шипи рівномірно розташовані на поверхні (19,01-20,42 шипів/100 мкм<sup>2</sup>). Поверхня між шипами дрібногранулярна або зморшкувата.

### *C. kladniana* (Рис. 2А, 2В)

СМ: п.з. у вигляді монад, три-п'ятипорові, сфероїдальні, в обрисах з полюса округлі.

СЕМ: п. в. – 27,83-31,55 мкм, е. д. – 29,03-32,44 мкм, P/E – 0,98. Пори округлі, зі слабко вираженим обідком. Діаметр пор 3,53-4,11 мкм. Скульптура мембран пор згладжена. Поверхня екзини шипувато-дрібногранулярна або шипувато-зморшкувата, з довгими (1,31-1,72x0,88-1,63 мкм) шипами, рівномірно розташованими на поверхні (17,30-19,00 шипів/100 мкм<sup>2</sup>). Поверхня між шипами дрібногранулярна або зморшкувата.

### *C. polymorpha* (Рис. 3А, 3В)

СМ: п.з. у вигляді монад, три-чотирипорові, сплющено-сфероїдальні, в обрисах з полюса округлі.

СЕМ: п. в. – 27,84-28,82 мкм, е. д. – 29,17-29,53 мкм, P/E – 0,98. Пори округлі, зі слабко вираженим обідком. Діаметр пор 3,37-4,64 мкм. Скульптура мембран пор згладжена. Поверхня екзини шипувато-дрібногранулярна або шипувато-зморшкувата, утворена довгими (0,77-1,31x0,58-1,52 мкм) та зрідка короткими шипами (0,57-0,66x0,83-0,86 мкм), які рівномірно розташовані на поверхні (17,92-21,43 шипів/100 мкм<sup>2</sup>). Поверхня між шипами дрібногранулярна або зморшкувата.

### *C. serrata* (Рис. 4А, 4В)

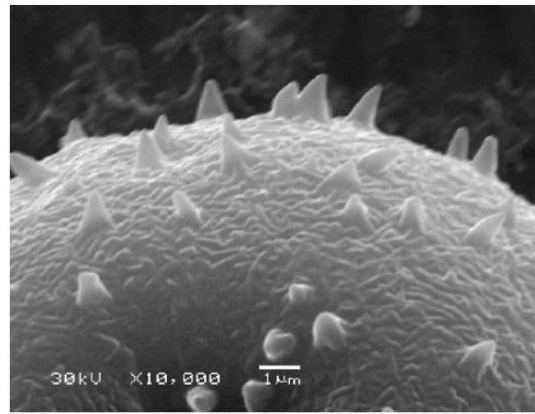
СМ: п.з. у вигляді монад, трипорові, сплющено-сфероїдальні, в обрисах з полюса округлі.

СЕМ: п. в. – 23,89-25,01 мкм, е. д. – 25,69-27,32 мкм, P/E – 0,93. Пори округлі, зі слабко вираженим обідком. Діаметр пор 3,0-4,23 мкм. Скульптура мембран пор згладжена. Поверхня екзини шипувато-дрібногранулярна або шипувато-зморшкувата, з довгими (0,93-1,96x0,86-1,32 мкм завш.) шипами, рівномірно розташованими на поверхні (12,29-14,00 шипів/100 мкм<sup>2</sup>). Поверхня між шипами дрібногранулярна або зморшкувата.

Дослідивши ультраскульптуру пилкових зерен (Табл. 1, 2), ми встановили, що пилкові зерна у видів з даної підсекції трипорові (*C. rotundifolia*), три-п'ятипорові (*C. kladniana*) та три-чотирипорові (*C. polymorpha*, *C. serrata*), з полярною віссю 22,65-30,15 мкм завдовжки, екваторіальним діаметром 24,82-30,87 мкм, сфероїдальні (P/E – 0,98) (*C. kladniana*) чи сплющено-сфероїдальні (P/E – 0,91-0,95) (інші три види), в обрисах з полюса округлі. Ми відмітили більш дрібні пилкові зерна у *C. rotundifolia* (22,65x24,82 мкм) порівняно з рештою видів підсекції (24,41-30,15x26,26-30,87 мкм). Діаметр пор – 3,70-4,19 мкм. Поверхня екзини шипувато-зморшкувата, з довгими (0,96-1,48x0,83-1,15 мкм) та короткими (0,60-0,65x0,63-0,85 мкм) шипами, рівномірно розташованими на поверхні зі щільністю 13,24-19,90 шипів на 100 мкм<sup>2</sup>. Короткі шипи на поверхні екзини не виявлені у *C. serrata*, шипики відсутні у всіх видів. Поверхня між шипами варіює від зморшкуватої до дрібнозернистої.

Нами вперше встановлено, що ознакою, спільною для всіх видів підсекції, є шипувато-зморшкувата чи шипувато-дрібнозерниста поверхня та розсіяне розташування на ній шипів.

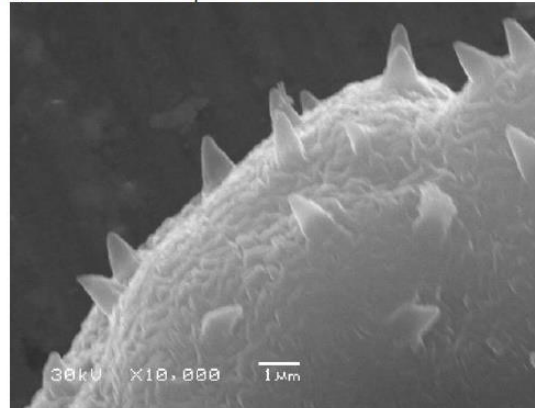
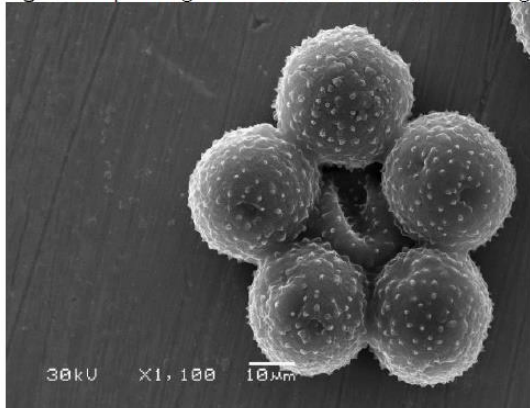
Відмітимо, що пилкові зерна у *C. kladniana* відрізняються від таких у інших видів своєю формою (сфероїдальна проти сплющено-сфероїдальної) та кількістю пор (три-п'ять проти трьох чи трьох-чотирьох)



A

B

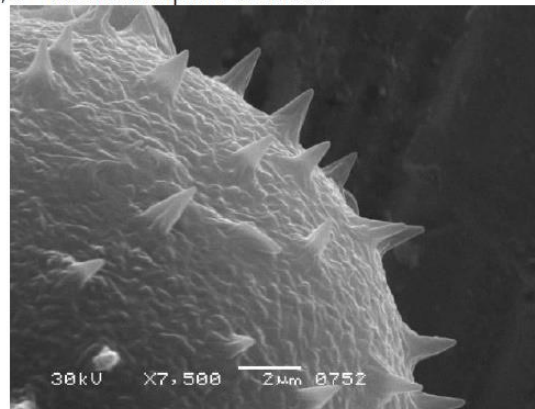
Рис. 1. Пилкові зерна *C. rotundifolia*, SEM: А – загальний вигляд, В – ультраскульптура поверхні  
 Fig. 1. The pollen grains of *C. rotundifolia*, SEM: A – general view, B – the ultrasculpture of surface



A

B

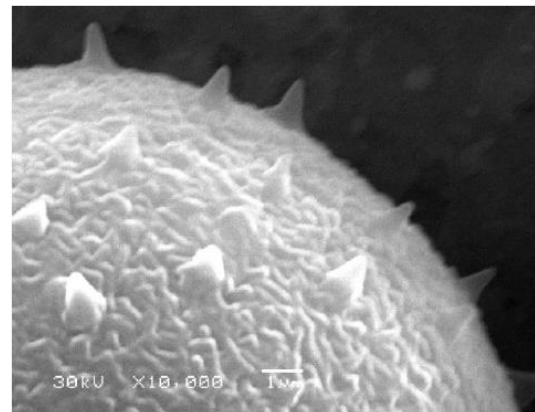
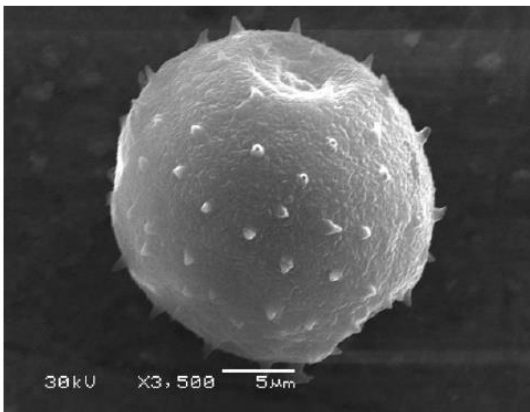
Рис. 2. Пилкові зерна *C. kladniana*, SEM: А – загальний вигляд, В – ультраскульптура поверхні  
 Fig. 2. The pollen grains of *C. kladniana*, SEM: A – general view, B – the ultrasculpture of surface



A

B

Рис. 3. Пилкові зерна *C. polymorpha*, SEM: А – загальний вигляд, В – ультраскульптура поверхні  
 Fig. 3. The pollen grains of *C. polymorpha*, SEM: A – general view, B – the ultrasculpture of surface



A

B

Рис. 4. Пилкові зерна *C. serrata*, SEM: А – загальний вигляд, В – ультраскульптура поверхні  
 Fig. 4. The pollen grains of *C. serrata*, SEM: A – general view, B – the ultrasculpture of surface

Таблиця 1. Морфометричні ознаки пилкових зерен

	Полярна вісь (П), мкм	Екваторіальний діаметр (Е), мкм	P/E	Діаметр пор, мкм	Шипи, мкм				Кількість шипів та/або шипиків на 100 мкм
					довгі		короткі		
					Висота	діаметр основи	висота	діаметр основи	
<i>C. rotundifolia</i>	22,65±2,50	24,82±1,80	0,91	4,19±0,60	0,96±0,30	0,83±0,05	0,60±0,03	0,70±0,02	19,90±2,1
<i>C. kladniana</i>	30,15±2,10	30,87±1,50	0,98	3,70±0,50	10,48±0,1	1,15±0,06	0,65±0,04	0,63±0,03	18,17±1,1
<i>C. polymorpha</i>	28,17±2,20	29,29±1,20	0,96	4,12±0,20	1,04±0,20	1,03±0,07	0,62±0,03	0,85±0,02	17,19±1,8
<i>C. serrata</i>	24,41±2,10	26,26±1,00	0,93	3,78±0,20	1,30±0,10	0,99±0,08	-	-	13,24(±1,5)

Таблиця 2. Якісні ознаки пилкових зерен

Ознаки	Форма	Кількість пор	Скульптура поверхні між шипами та/або шипиками
Види			
<i>C. rotundifolia</i>	сплющено-сфероїдальна	три	зморшкувата, дрібнозерниста
<i>C. kladniana</i>	сфероїдальна	три-п'ять	зморшкувата, дрібнозерниста
<i>C. polymorpha</i>	сплющено-сфероїдальна	три-чотири	зморшкувата, дрібнозерниста
<i>C. serrata</i>	сплющено-сфероїдальна	три-чотири	зморшкувата, дрібнозерниста

## Висновки

Нами було проведено паліноморфологічне дослідження представників підсекції *Heterophylla* (*C. Rotundifolia*, *C. Kladniana*, *C. Polymorphata*, *C. serrata*) секції *Campanula* роду *Campanula* з флори України, з них пилкові зерна *C. kladniana* та *C. serrata* досліджені вперше. В результаті проведеного дослідження ми виявили як спільні, так і відмінні ознаки пилкових зерен. Спільними палінологічними ознаками усіх досліджених видів виявились порові, в обрисах з полюса округлі, пилкові зерна. Нами вперше встановлено, що ознакою, спільною для всіх видів даної підсекції є шипувато-зморшкувата чи шипувато-дрібнозерниста поверхня, розсіяне розташування шипів на ній та відсутність шипиків. На сьогодні вже відомо, що характер поверхні пилкових зерен, особливо скульптурного орнаменту, формується в процесі еволюції як адаптивний фактор до природних кліматичних умов. Наші подальші паліноморфологічні дослідження роду *Campanula* покажуть рівень діагностичної значущості даних спільних ознак. Стосовно відмінних ознак, то нами виявлено, що пилкові зерна *C. kladniana* відрізняються від таких у інших видів підсекції за формою (сфероїдальна проти сплющено-сфероїдальної) та кількістю пор (три-п'ять проти трьох чи трьохчотирьох), пилкові зерна *C. serrata* – за відсутністю коротких шипів на поверхні екзани, а пилкові зерна *C. rotundifolia* – зарозмірами пилкових зерен (22,65x24,82 мкм проти 24,41-30,15x26,26-30,87 мкм) та кількістю пор (три).

Результати наших попередніх біоморфологічних досліджень морфології квітки (Ziman et al., 2011; Dremliuga, Ziman, 2013), а також наведені вище відмінності за паліноморфологічними ознаками свідчать про доцільність виділення *C. kladniana* в окремий ряд.

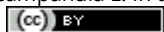
## References

- Avetisjan, E.M. (1967). Morfologija pyl'cy sem. Campanulaceae i blizkih k nemu semejstv (Sphaenocleaceae, Lobeliaceae, Cyphiaceae) v svjazj s voprosami ih sistematiki i filogenii. *Proceed. Botanical Institute Academy of Sc., ArmSSR.*, 16, 5-41. (In Russian)
- Avetisjan, E.M. (1973). Palinologija porjadka Campanulasea s.l. V: *Morfologija pyl'cy i spor sovremennyh rastenij*. Leningrad. (In Russian)
- Avetisjan, E.M. (1988). *Palinologija nadporjadka Campanulanae*: Thesis of Doctoral Dissertation. Erevan. (In Russian)
- Boissier, E. (1875). *Flora Orientalis*. Genevae et Basiliae, 3, 1033.
- Chapman, J.L. (1967). Comparative palynology in *Campanulaceae*. *Kans.Acad. Sci.*, 69, 197-200.
- Cronquist, A. (1981). *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press, New York.
- Damboldt, J. (1979). *Campanulaceae* Juss. In: Davis P.H. (ed.), *Flora of Turkey*. University Press Edinburgh, 6, 2-89.
- De Candolle, A. (1830). *Monographie des Campanulees*. Paris.
- Dremliuga, N.G. & Ziman, S.M. (2010). *Campanula talievii* Juz. – ridsknyj endemichnyj vyd u flori Krymu. *Ukr. botan. zhurn.*, 67 (2), 225-230. (In Ukrainian)

- Dremljuga, N.G. & Zyman, S.M. (2013). Biomorfologichnyj analiz vydiv rodu *Campanula* L. u flori Ukrai'ny. *Biological Systems*, 5 (1), 31-38. (In Ukrainian)
- Dremljuga, N.G. (2009). Istorija doslidzhennja systematyky rodu *Campanula* L. *Ukr. botan. zhurn.*, 66 (6), 805-813. (In Ukrainian)
- Dremljuga, N.G. (2013). Morfologichni osoblyvosti plodiv sekcii' *Medium* D.C. rodu *Campanula* L. flory Ukrai'ny. *Chornomors'kyj bot. zhurn.*, 9 (1), 23-28. (In Ukrainian)
- Dremljuga, N.G. (2013). Morfologichni osoblyvosti plodiv vydiv sekcii' *Rapunculus* (Fourr.) Boiss. rodu *Campanula* L. flory Ukrai'ny. *Modern Phytomorph.*, 5, 275-278. (In Ukrainian)
- Dremljuga, N.G. (2015). Morfologichni osoblyvosti kvitky vydiv pidsekcii' *Heterophylla* (Nym.) Fed. rodu *Campanula* L. flory Ukrai'ny. *Chornomors'k. botan. zhurn.*, 11 (1), 6-11. (In Ukrainian)
- Dremljuga, N.G., Zyman, S.M., Bulah, O.V., Gamor, A.F. (2011). Pro zabuti chy nevyznani ridkisni vydy rodu *Campanula* L. u vysokogirnij flori Ukrai'ns'kyh Karpat. *Nauk. visnyk Uzhgorods'kogo un-tu*, Ser. Biologija, 30, 10-13. (In Ukrainian)
- Dunbar, A., Wallentinus, H. G. (1976). On pollen of *Campanulaceae* III. A numerical taxonomic investigation. *Bot. notis.*, 129, 69-72.
- Dunbar, A. (1984). Pollen morphology in Campanulaceae. *Nordic journal of Botany*, 4 (1), 1-19.
- Dunbar, A. (1975). On pollen of *Campanulaceae* and related families with special reference to surface ultrastructure. *Bot. notis.*, 128, 73-118.
- Erkara, I.P., Ocak, A. & Pehlivan, S. (2008). Pollen morphology of some Turkish *Campanula* spp. and their taxonomic value. *Bangladesh Journal of Botany*, 37 (1), 33-42.
- Fedorov, A.A. (1957). Campanulaceae Juss. *Fl. SSSR*. Academy of Sciences of USSR. Moscow. Leningrad (In Russian)
- Fedorov, A.A., Kovanda, M. (1976). *Campanula* L. *Flora Europaea*. Cambridge Univ. Press.
- Futorna, O.A., Gubar', L.M., Zhygalova S.L. (2015). Ul'traskulptura poverhni pylkovykh zeren vydiv rodu *Puccinellia* Parl. (Poaceae) flory Ukrai'ny. *Chornomors'k. botan. zhurn.*, 11 (3), 297-306. (In Ukrainian)
- Geslot, A., Medus, J. (1971). Pollen morphology and chromosome number in the *Heterophylla* subsection of the genus *Campanula*. *Can. J. Genet. Cytol.*, 13 (4), 888-894.
- Inceoğlu, O. (1976). A study of some pollen grains of Campanulaceae by scanning electron microscopy. *Communications de la Faculté de l'Université d'Ankara*, C2: Botanique, 20, 31-39.
- Kuprijanova, L.A., Aleshina, L.A. (1978). *Pyl'ca dvudol'nyh rastenij flory evropejskoj chasti SSSR*. Nauka, Leningrad. (In Russian)
- Ocak, A. (2003). A new species of *Campanula* L. (Campanulaceae) from Central Anatolia, Turkey, Israel. *J. Plant Sci.*, 51, 321-325.
- Oybak, E., Pinar, M. (1995). Pollen morphology of some Turkish *Campanula* L. species. *Tr. J. Botany*, 19, 577-580.
- Peregrym, O.M., Tymbalyuk, Z.M., Mosyakin, S.L. (2011). Pollen morphology of Ukrainian species of the genus *Pedicularis* L. (Orobanchaceae Vent.). *Biodiv. Res. Conserv.*, 24, 5-12.
- Perveen, A., Qaiser, M. (1999). Pollen Flora of Pakistan-XIII. Campanulaceae. *Turkey J. Bot.*, 23, 45-51.
- Shyjan, N.M., Savyc'kyj, V.D. (1994). Palinomorfologija vydiv rodu *Gentiana* s.l. (Gentianaceae) flory Ukrai'ny. *Ukr. botan. zhurn.*, 51 (5), 47-55. (In Ukrainian)
- Tarnavski, I.T. (1919). Study on the pollen morphology of the Campanulaceae belonging to the Romanian Flora. *Rev. Biol.*, 4(1), 5-17
- Tokarev, P.I. (2002). *Morfologija i ul'trastruktura pyl'cevykh zeren*. Tovarishhestvo nauchnykh izdaniy KMK, Moscow. (In Russian)
- Tsymbaljuk, Z.M., Mosjakyn S.L. (2014). Evoljucijno-palinomorfologichnyj analiz dejakyh tryb rodyny Plantaginaceae. *Ukr. botan. zhurn.*, 71 (4), 442-448. (In Ukrainian)
- Tsymbaljuk, Z.M. (2014). Palinomorfologichni osoblyvosti dejakyh predstavnykiv rodyny Bignoniaceae Juss. *Naukovi zapysky NaUKMA. Biologija ta ekologija.*, 158, 28-33. (In Ukrainian)
- Viktorov, V.P. (2002). Taksonomicheskij konspekt roda *Campanula* L. (Campanulaceae) Rossii i opredel'nyh gosudarstv. *Nov. sistemat. vyssh. past.*, 34, 197-234. (In Russian)
- Visjulina, O.D. (1961). Rodyna Dzvonykovi - Campanulaceae Juss. *Fl. URSS*, 10, Kyiv, Acadedy of Sciences of Ukrainian SSR (In Ukrainian)
- Zhygalova, S.L., Futorna, O.A. Osoblyvosti mikromorfologichnoi' budovy *Gladiolus imbricatus* L. (Iridaceae Juss.). *Modern Phytomorph.*, 3, 273-280. (In Ukrainian)
- Zhygalova, S.L. (2009). Palinomorfologichni osoblyvosti vydiv rodu *Juglans* L. *Chornomors'k. botan. zhurn.*, 5 (2), 199-206. (In Ukrainian)
- Zhygalova, S.L., Futorna, O.A., Levanets, A. (2014). Micromorphological study (ultrastructure of lamina surface, seeds, ultrasculpture of pollen grains) of *Gladiolus* L. species (Iridaceae Juss.) of Ukrainian flora. *Environmental & Socio-economic Studies.*, 2(4), 21-27.
- Zolala, H.A., Polevova, S.V., Severova, E.Je. (2011). Osobennosti ul'trastruktury sporodermi porovykh pyl'cevykh zeren predstavitelej podsemejstva Campanuloideae (Campanulaceae). *Botan. zhurn.*, 960 (8), 1076-1084. (In Russian)
- Zyman, S.M., Dremljuga, N.G., Gamor A.F. (2009). Ridkisni ta endemichni taksony sudynnykh roslyn u vysokogirnij flori Petrosa (Chornogora). *Biological Systems*, 1 (1), 63-67. (In Ukrainian)
- Zyman, S.M., Mosjakyn, S.L., Grodzyns'kyj, D.M., Bulah, O.V., Dremljuga, N.G. (2012). *Iljistrovanyj dovidnyk z morfologii' kvitkovykh roslyn*. Navchal'no-metodychnyj posibnyk, Fitosociocentr, Kyiv. (In Ukrainian)

**Citation:**

Dremljuga, N.G., Zhygalova, S.L. (2017). The palynomorphological characteristics of subsection *Heterophylla* (Nym.) Fed. species of genus *Campanula* L. in the flora of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(3), 139-145.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0. License