

Паліноморфологічні особливості видів роду *Juglans* L.

СВІТЛАНА ЛЕОНІДІВНА ЖИГАЛОВА

ЖИГАЛОВА С.Л., 2009: Паліноморфологічні особливості пилкових зерен видів роду *Juglans* L. Чорноморськ. бот. ж., т. 5, N2: 199-206.

Результати детального аналізу особливостей пилкових зерен 16 видів роду *Juglans* показали їх важливість для таксономії роду, особливо на секційному рівні. Вперше проведено порівняння морфологічних особливостей пилкових зерен кожного виду з різних умов зростання (як інтродукованих в Україну, так і з природних місцезростань).

Ключові слова: паліноморфологія, *Juglans*, діагностичні ознаки

ZHYGALOVA S.L., 2009: The pollen grains characteristics of *Juglans* L. species. *Chornomors'k. bot. z.*, vol. 5, N2: 199-206.

The results of the detail analysis of pollen grain features of 16 *Juglans* species confirmed the importance of these features for taxonomy, mainly at the section level. Morphological features of pollen grains of each species derived from different habitats (both cultivated in Ukraine and ones from natural habitats) are compared for the first time.

Keywords: pollen morphology, *Juglans*, diagnostic characters

ЖИГАЛОВА С.Л., 2009: Палиноморфологические особенности пыльцевых зерен видов рода *Juglans* L. Чорноморск. бот. ж., т. 5, N2: 199-206.

В статье представлены результаты палиноморфологического исследования видов рода *Juglans*. Результаты детального анализа особенностей пыльцевых зерен 16 видов данного рода показали их важность для использования в таксономии рода, особенно на уровне секций. Впервые проведено сравнение морфологических особенностей пыльцевых зерен каждого вида из разных условий произрастания (как интродуцированных в Украину, так и из естественных мест произрастания).

Ключевые слова: палиноморфология, *Juglans*, диагностические признаки

Відомо, що ознаки скульптури пилкових зерен є одними з найбільш стабільних в еволюційному відношенні, тому вони успішно використовуються як надійні діагностичні критерії для ідентифікації або диференціації не тільки таксонів вищих рівнів – секцій, родів, родин і т. ін., – але також і видів, особливо морфологічно близьких.

У палінологічному відношенні рід *Juglans* вивчений недостатньо. М.Л. Болотнікова [БОЛОТНИКОВА, 1978] досліджувала морфологію та еволюцію пилку родини *Juglandaceae* на рівні роду, що дало їй змогу розділити види родини *Juglandaceae* за морфологічними ознаками пилкових зерен на підгрупи *Carua* та *Engelhardtia* та декілька типів [БОЛОТНИКОВА, 1969, 1978]. Вона також запропонувала варіанти еволюційних рядів ознак з перехідними ланками між окремими типами апертур.

D.S. Stone та C. Broome на СЕМ дослідили 60 видів з 7 родів родини *Juglandaceae* [STONE, BROOME, 1971; 1975], й у результаті виявили чотири типи пилку: 1) трипорово-ізополярний тип *Engelhardtia*, 2) трипорово-ізополярний тип *Platycarua*, 3) трипорово-параізополярний тип *Carua*, 4) тип *Pterocarua* – зерна віночкопорові до

аназонопорових. За даними цих авторів пилок роду *Juglans* належить до типу Pterocarya.

Нами були узагальнені дані літератури, згідно з якими до спільних паліноморфологічних ознак видів роду *Juglans* належить сплющено-сфероїдальна, плоско-опукла форма пилкових зерен, з екватора вони широкоеліптичні, з полюсів округло-багатокутні, округлі або асиметрично багатокутні; досить крупні – в екваторіальному діаметрі 30,6-58,0 мкм, полярна вісь – 25,5-36,0 мкм. Пилкові зерна п'яти-, дев'ятнадцятипорові, з 5-11 порами, розташованими по екватору, та з 1-11 порами на напівсфері. Пори округлі, ободкові, ободок яких іноді дуже піднімається над загальною поверхнею або майже не піднімається. Їх екзина має товщину 1,2 мкм, скульптура дрібно-округло-горбкувата.

Вперше поділ пилку роду *Juglans* на групи було запропоноване А. Стахурською у 1961 р. [цит. за КУПРИЯНОВА, 1964]. До першої групи А. Стахурська віднесла пилкові зерна з багатьма порами та товстою екзиною (*J. rupestris* Engelm., *J. nigra* L. та *J. mollis* Engelm.). У другій групі представлений пилок з меншою кількістю пор та тонкою екзиною (*J. sigillata* Dode, *J. regia* L.). До третьої групи віднесено пилок лише одного виду (*J. neotropica* Diels.). Четверту групу складає пилок, що має найменшу кількість пор (*J. sieboldiana* Maxim. та *J. cinerea* L.).

Поглиблене вивчення пилкових зерен родини в цілому та роду *Juglans* здійснила Л.А. Купріянова [КУПРИЯНОВА, 1964; 1965; КУПРИЯНОВА, АЛЕШИНА, 1978]. В її працях детально розглядаються морфологічні ознаки апертур, еволюція пилкових зерен дводольних рослин, і, зокрема, *Juglandaceae*. Досліджуючи пилок 14 видів роду *Juglans*, Л.А. Купріянова дійшла висновків про еволюційний ряд ознак та перехідні ланки між окремими типами апертур. Таким прикладом є пилкові зерна *J. mandshurica* Maxim., які, зберігаючи трикутний обрис, мають багато пор по екватору, тоді як зазвичай пилкові зерна трикутної форми мають три пори. Цей приклад, як вказує автор, демонструє перехід пилкових зерен *Juglandaceae* від трипорових до багатопорових. Крім того, перехід до багатопоровості можна побачити на прикладах пилкових зерен роду *Juglans*, в яких були помічені випадки розщеплення однієї пори на дві.

Л.А. Купріянова намагалась порівняти встановлені за пилком підрозділи з секціями роду. Всі види секції *Juglans* автор віднесла до підтипу Regia. З секції *Rhysocaryon* нею був досліджений пилок *J. nigra*, *J. mollis*, *J. rupestris*, *J. neotropica* та *J. californica*. Пилкові зерна перших трьох видів вона віднесла до підтипу Mollis; пилок останніх двох видів – до підтипу Australis (*J. australis*, *J. neotropica* та *J. hindsii*). Досліджуючи єдиний вид секції *Trachycaryon* – *J. cinerea*, Л.А. Купріянова встановила, що його пилок має лише одну пору на напівсфері. Близькі ознаки (пилкові зерна з 1 або з 2-3 порами) мають і досліджені нею види секції *Cardiocaryon* (*J. mandshurica* та *J. sieboldiana*). Тому пилок усіх трьох видів автор віднесла до підтипу Cinerea.

Метою нашого дослідження було встановити як спільні паліноморфологічні ознаки, що властиві всім дослідженим видам, так і ознаки, характерні для груп видів або окремих представників, у тому числі виявити стійкі ознаки для діагностики секцій, а, в разі необхідності, й для розрізнення деяких близьких видів (наприклад, *J. microcarpa* та *J. major*).

Матеріали та методи

Нами було досліджено пилкові зерна 16 видів роду *Juglans*. З них, матеріали пилкових зерен 10 видів, інтродукованих в Україну, були отримані як з місць інтродукції (ботанічні сади, парки, насадження, інші осередки зростання), так і з природних місцезростань (*J. californica*, *J. cordiformis*, *J. cinerea*, *J. hindsii*, *J. mandshurica*, *J. major*, *J. microcarpa*, *J. nigra*, *J. regia*, *J. sieboldiana*). Матеріали пилкових зерен інших 6 видів, які на території України не зустрічаються, були отримані з зарубіжних гербаріїв і досліджені з метою порівняння (*J. japonica*, *J. duclouxiana*,

J. fallax, *J. glabra*, *J. insularis*, *J. mollis*). За основу досліджень була прийнята класифікація Л.А. Купріянової.

Морфологію пилкових зерен вивчали із застосуванням світлового (СМ) та скануючого електронного (СЕМ) мікроскопів. 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.

Вивчення поверхні спородерми проводилось на СЕМ-2. Препарати були отримані шляхом нанесення на латунні столики сухого пилку, який потім був змочений для фіксації зерен етиловим спиртом. Подальша обробка полягала у нанесенні на поверхню пилку шару золота товщиною 100-150 Å у вакуумному напилювачі. Для забезпечення рівномірного напилення металу по поверхні пилкових зерен предметні столики повертались в декількох площинах. Напилені зразки були збільшені, описані й сфотографовані. Щоб зберегти візуальну різницю в розмірах пилкових зерен на фотографіях окремі зерна одних видів були сфотографовані при збільшенні в $\times 2400$, а інших – в $\times 3000$. Прискорююче напруження дорівнювало 15 кВ. Опис пилкових зерен проводили за методикою Л.А. Купріянової, Л.А. Альошиної, [КУПРІЯНОВА, АЛЕШИНА, 1978] та Erdtman [ERDTMAN, 1952]: форма пилкового зерна, розмір, кількість пор, форма порового отвору, піднятність пор над поверхнею спородерми, відстань між порами, розмір порового отвору (з ободком, без ободка), скульптура, товщина екзиви (біля порового отвору).

Результати досліджень та їх обговорення

Згідно з класифікацією Л.А. Купріянової, для видів підтипу *Cinerea* найхарактернішою ознакою пилку є найменша кількість пор – 6-10 (максимум 15), причому 1-3 (5) пор розташовані на одній напівсфері, а інші пори розташовані зонально на екваторі. До підтипу *Cinerea* за літературними даними належать види двох секцій – *Cardiocaryon* та *Trachycaryon*. Так, дослідивши пилки видів роду *Juglans*, до підтипу *Cinerea* (за літературою охоплює *J. cinerea*, *J. mandshurica*, *J. sieboldiana*, *J. cathayensis* Maxim.) ми включили також *J. japonica* Siebold. ex Miq. та *J. cordiformis*, оскільки пилки у цих видів має на напівсфері від 2 до 5 пор та по екватору 5-7 пор (рис.1.).

До підтипу *Regia* ми включили *J. duclouxiana* Dode та *J. fallax* Dode. *Juglans duclouxiana* має пилкові зерна діаметром 32,0-48,0 мкм та 12-15 порових отворів, у *J. fallax* – діаметр пилкових зерен – 34,0-42,0 мкм та від 11 до 16 пор. Всі досліджені нами види підтипу *Regia* мають пилкові зерна діаметром 38-54 мкм. Таким чином, ми з'ясували, що всі види підтипу *Regia* мають найкрупніші пилкові зерна (рис. 1.).

За схемою Л.А. Купріянової підтип *Mollis* відповідає секції *Rhysocaryon* Dode. На основі проведених досліджень діагностичними ознаками пилку для підтипу *Mollis* ми пропонуємо вважати найбільшу кількість пор (8-16) та найменший діаметр порового отвору (0,4-2,5 мкм), а також помітну піднятність пор над рівнем спородерми. До цієї групи видів ми включаємо також північноамериканські види *J. major* (ми виявили у нього 15 – 17 пор з діаметром порового отвору 0,4 – 0,8 мкм) та *J. glabra* Mill. (з 8 – 10 порами та діаметром порового отвору 0,4 – 2,4 мкм).

В підтип *Australis* Л.А. Купріянова об'єднала найбільш південні види секції *Rhysocaryon* (*J. australis* Grieseb., *J. neotropica* Diels, *J. hindsii* Jeps., *J. californica* S. Watson). Нами у межах цього підтипу були досліджені *J. hindsii* та *J. californica*. Ми виявили, що загальна кількість пор у цих видів варіює від 9-10 до 12-13 (18). Пори не підняті над рівнем спородерми, як було відомо за літературними даними, проте згідно з нашими даними пилкові зерна цих видів мають значно більший діаметр порового отвору (від 2 до 4 мкм), на відміну від попередніх досліджень інших авторів (рис. 1.).

Отже, розподіл видів роду *Juglans* за паліноморфологічними підтипами загалом відповідає розподілу цих видів за секціями. Тому, ми уточнили діагностичні ознаки пилку для секцій *Juglans* та *Rhysocaryon*. Для того, щоб з'ясувати діагностичну значущість паліноморфологічних ознак для секцій *Trachycaryon* та *Cardiocaryon*, ми детально проаналізували морфологічні ознаки пилкових зерен видів цих секцій, інтродукованих в Україну, та цих же видів з природних місцезростань. Також нижче ми наводимо морфологічні описи пилкових зерен видів, досліджених вперше: *J. cordiformis*, *J. duclouxiana*, *J. fallax*, *J. glabra*, *J. japonica*, *J. major*.

Секція *Trachycaryon* Dode (підтип *Cinerea*)

Рослини єдиного виду секції *Trachycaryon* – *J. cinerea* мають пилкові зерна кулястої, широко-еліпсоподібної, іноді асиметрично-багатокутної форми, розміром від 32,0 до 40,0 мкм в діаметрі, з 6-10 порами, з яких 1 пора розташована на одній напівсфері, всі інші – по екватору. Пори діаметром 1,6-2,5 мкм (з нечітким ободком 8,0-12,0 мкм), майже не підняті над поверхнею спородерми, відстань між порами нерівномірна – від 0,4 до 4,0 мкм. Товщина екзини – 0,4-1,2 мкм.

Секція *Cardiocaryon* (підтип *Cinerea*)

Рослини видів секції *Cardiocaryon* мають пилкові зерна кулястої, неправильно-багатокутної, іноді трохи сплющеної форми, з екваторіальним діаметром 24,0-40,0 мкм. Загальна кількість пор в межах від 6(5) до 9-10(14). Діаметр порового отвору – 2,0-2,5 мкм (з ободком 10,0-12,0 мкм), але пори у видів підтипу *Cinerea* за своїм діаметром не є крупнішими за пори у видів інших підтипів, отже наші дані не співпадають з даними інших дослідників.

Juglans japonica. Пилкові зерна багатокутної, іноді трохи сплющеної форми, в діаметрі 28,0-36,0 мкм. Загальна кількість пор коливається від 6 до 15. Пори трохи підняті над рівнем спородерми, іноді добре. Діаметр пор 2,0-2,5 мкм, відстань між ними нерівномірна – 0,4-4,0 мкм. Товщина екзини – 1,6-2,0 мкм.

Juglans cordiformis. Пилкові зерна багатокутної, кулястої, іноді трохи сплющеної форми, з діаметром 24,0-32,0 мкм. Загальна кількість пор – 8-13, вони трохи, іноді чітко підняті над рівнем спородерми, ободок чіткий. Діаметр пор – 1,6-2,0 мкм (з ободком 8,0-8,8 мкм), відстань між ними нерівномірна – 4,0-8,0 мкм. Товщина екзини – 2,0 мкм.

Отже, в результаті проведених нами мікроскопічних досліджень встановлено, що діагностично значущими ознаками для розмежування двох вищенаведених секцій є: для секції *Trachycaryon* характерна тільки одна пора на напівсфері, в той час як пилкові зерна у видів секції *Cardiocaryon* мають до трьох пор на напівсфері. У всіх видів секції *Cardiocaryon* добре помітний ободок пор, у *J. cinerea* він непомітний (рис. 2.).

Секція *Juglans* (*Dioscaryon*) (підтип *Regia*)

Рослини видів секції *Juglans* мають пилкові зерна переважно кулястої, еліпсоподібної, іноді асиметрично-багатокутної форми, найкрупніші за екваторіальним діаметром – від 38 (36) до 50 (54) мкм. Кількість пор у межах від 8-10(7) до 11-14(16). Щодо піднятості пор над рівнем спородерми в літературі є різні думки. Л.А. Купріянова вказувала на непідняті пори *J. regia*, за думкою Л.С. Рябкової *J. regia* має підняті пори [цит. за КУПРИЯНОВА, 1964]. Згідно з нашими дослідженнями, ця ознака варіює від непіднятих до трохи піднятих, і тому не може бути діагностично значущою для даної групи видів.

Juglans duclouxiana. Пилкові зерна кулястої, асиметрично-багатокутної форми, діаметром 32,0-38,4 (48,0) мкм. Загальна кількість пор від 12 до 15. Пори підняті, інколи незначно над рівнем спородерми. Діаметр пор – 3,2-4,0 мкм (з ободком 8,0-12,0 мкм), відстань між ними – 2,0-4,0 мкм. Товщина екзини – 2,0-2,4 мкм.

Juglans fallax. Пилкові зерна кулястої, еліпсоподібної, іноді нерівно-багатокутної форми, з діаметром 28,0-42,0 мкм. Загальна кількість пор – 10-16. Пори не підняті, іноді незначно підняті над рівнем спородерми. Діаметр пор – 4,0 мкм (з ободком 6,0-12,0

мкм), відстань між ними дуже нерівномірна – від 0,4 до 4,0 мкм. Товщина екзини 0,4-2,0 мкм.

Секція *Rhysocaryon* (підтип *Mollis*)

Рослини видів з секції *Rhysocaryon* мають пилкові зерна кулястої, еліпсоподібної, асиметрично-багатокутної, нерівно-кулястої форми. Діаметр пилкового зерна від 32 (28) до 40 (44) мкм. Для даної групи видів діагностичними ознаками є найбільша кількість пор (8-17) та найменший діаметр порового отвору (0,4-2,5 мкм).

Juglans major. Пилкові зерна кулястої, іноді трохи сплющеної, неправильно-багатокутної форми, з діаметром 28,0-44,0 мкм. Загальна кількість пор – 15-17. Пори незначно підняті над рівнем спородерми. Діаметр пор – 0,4-0,8 мкм (з ободком 6,0-12,0 мкм), відстань між порами 0,4-0,8 мкм. Товщина екзини – 1,6-2,0 мкм.

Juglans glabra. За нашими даними пилкові зерна рослин даного виду кулястої, асиметрично-кулясто-багатокутної, широкоеліпсоподібної форми, з діаметром 16,0-26,0 мкм. Загальна кількість пор – 6-10. Пори не підняті над рівнем спородерми. Діаметр порового отвору 0,4-2,4 мкм (з ободком 6,8-8,0 мкм), відстань між ними – 2,0-2,4 мкм. Товщина екзини – 2,0-2,4 мкм.

Секція *Rhysocaryon* (підтип *Australis*)

Види даної секції були виділені Л.А. Купріяною в підтип *Australis* насамперед за своїм поширенням – (США – Каліфорнія та Південна Америка). Нами були проведені мікроскопічні дослідження для двох видів з даного підтипу: *J. californica* та *J. hindsii*. Було встановлено, що пилкові зерна у рослин цих видів кулясто-асиметрично-багатокутної форми, з екваторіальним діаметром 28,0-35,2(43,2) мкм. Загальна кількість пор 9-13 (18), діаметр порового отвору 2-4 мкм, пори не підняті над рівнем спородерми.

Висновки

Результати наших досліджень в більшості випадків підтверджують дані інших авторів, за винятком діаметру порового отвору пилкових зерен видів підтипу *Australis*, який за нашими даними більший (2,0-4,0 мкм), ніж у інших дослідників (1,7-2,0 мкм), та піднятості пор пилку над рівнем спородерми у видів підтипу *Regia*, причому ця ознака дуже варіює.

Морфологічні ознаки оболонки пилкових зерен є діагностичними на рівні секцій *Juglans* та *Rhysocaryon*, у секцій *Trachycaryon* та *Cardiocaryon* будова спородерми дуже близька. Тому для діагностики цих секцій ми рекомендуємо такі ознаки: секція *Trachycaryon* – лише одна пора на напівсфері, непомітний ободок пор, секція *Cardiocaryon* – 1-3 пори на напівсфері, ободок добре помітний (табл. 1).

На основі результатів вперше дослідженої будови оболонки пилкових зерен 6 видів – *J. cordiformis*, *J. duclouxiana*, *J. fallax*, *J. glabra*, *J. japonica*, *J. major* нами показано, що комплекс морфологічних ознак пилку цих видів є надійним критерієм для підтвердження їх належності до секцій.

У результаті паліноморфологічного дослідження 10 видів *Juglans*, інтродукованих в Україну, також встановлено, що за кількісними ознаками пилкових зерен особини кожного виду, які культивуються в Україні, відмінні від особин з природних місцезростань (пилкові зерна та поровий отвір останніх майже завжди більші).

Таблиця 1

Table 1

Діагностичні ознаки пилкових зерен видів роду *Juglans*Diagnostic characters of *Juglans* species pollen grains

Вид	Палінопідтип	Діаметр пилкового зерна, мкм	Кількість пор	Піднятість пор над рівнем споро дерми	Товщина екзани, мкм
Sect. <i>Cardiosargyon</i>					
<i>J. cordiformis</i>	Cinerea	24,0-32,0	8-13 ■	Незначно підняті, іноді дрібне	2,0
<i>J. japonica</i>	-/-	28,0-36,0	7-15	Незначно підняті, іноді дрібне	1,6-2,0
<i>J. mandshurica</i>	-/-	28,0-40,0	6-9	Майже ні	0,8-1,6
<i>J. sieboldiana</i>	-/-	32,4-40,0	6-8	Майже ні	0,4-1,2
Sect. <i>Tachysargyon</i>					
<i>J. cinerea</i>	-/-	32,0-40,0	6-10 (на півсф) ■	Майже ні	0,4-1,2
Sect. <i>Diosargyon</i>					
<i>J. dybowskiana</i>	Regia	32,0-48,0 ■	12-15	Підняті, іноді незначно	2,0-2,4
<i>J. fallax</i>	-/-	34,0-42,0	10-16	Непідняті, іноді незначно	0,4-2,0
<i>J. regia</i>	-/-	28,0-54,0	8-14	Непідняті, іноді незначно	0,4-2,8
Sect. <i>Mysosargyon</i>					
<i>J. californica</i>	Australis	28,0-35,2	11-18	Майже ні,	2,0
<i>J. glabra</i>	Mollis	16,0-26,0	6-10	Непідняті	2,0-2,5
<i>J. hindsii</i>	Australis	28,0-34,0	10-11	Непідняті	2,0-2,4
<i>J. insularis</i>	Mollis	22,0-32,0	8-12	Підняті	1,6-2,0
<i>J. major</i>	-/-	28,0-44,0	15-17 ■	Майже непідняті	1,6-2,0
<i>J. microcarpa</i>	-/-	32,0-40,0	6-11	Підняті, іноді незначно	0,8-2,0
<i>J. mollis</i>	-/-	28,0-34,0	15-16	Підняті	1,6-2,0
<i>J. nigra</i>	-/-	32,0-36,0	13-15	Непідняті, іноді незначно	0,8-2,0

Примітка. ■ – діагностично значуща ознака на секційному рівні

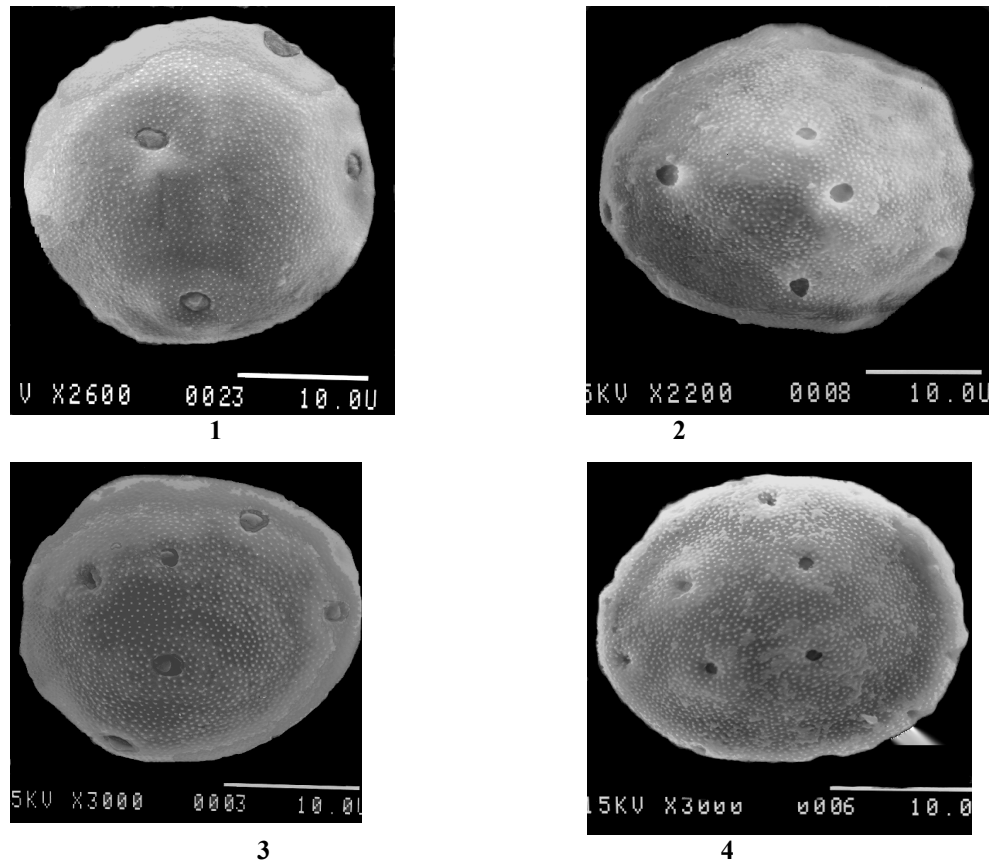


Рис. 1. Палінопідтипи: 1 – *Cinerea* (*J. sieboldiana*); 2 – *Regia* (*J. duclouxiana*); 3 – *Mollis* (*J. microcarpa*); 4 – *Australis* (*J. californica*).

Fig. 1. Pollen subtypes: 1 – *Cinerea* (*J. sieboldiana*); 2 – *Regia* (*J. duclouxiana*); 3 – *Mollis* (*J. microcarpa*); 4 – *Australis* (*J. californica*).

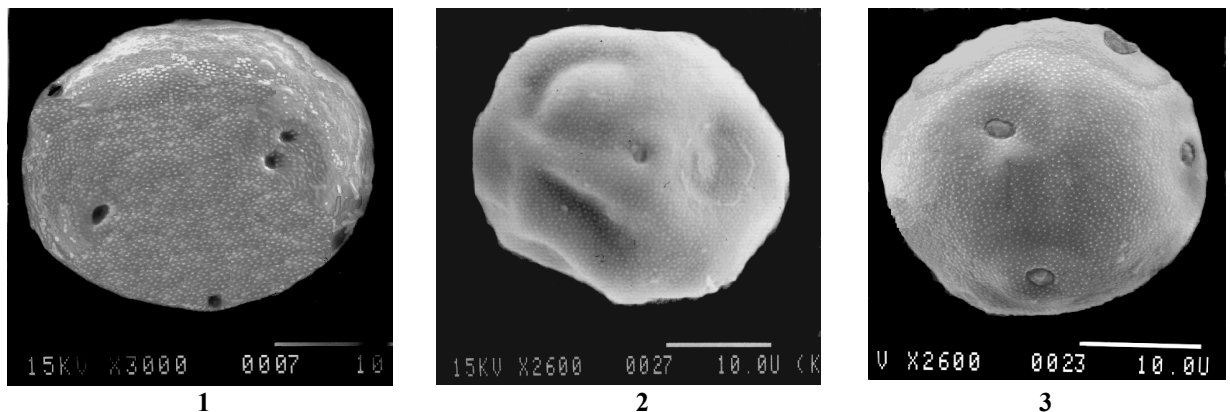


Рис. 2. Палінопідтип *Cinerea*: 1, 3 – Види секції *Cardiocaryon* (*J. mandshurica*, *J. sieboldiana*); 2 – Вид секції *Trachycaryon* (*J. cinerea*).

Fig.2. *Cinerea* pollen subtype: 1, 3 – Section *Cardiocaryon* species (*J. mandshurica*, *J. sieboldiana*); 2 – Section *Trachycaryon* species (*J. cinerea*).

Список літератури

- БОЛОТНИКОВА М.Д. Пыльца *Juglandaceae* из палеоген-неогеновых отложений западного побережья Японского моря. – Владивосток, 1969. – С. 169-188.
- БОЛОТНИКОВА М.Л. Морфология и эволюция пыльцы *Juglandaceae* Kunth // Палинол. исслед. на Дальн. Вост. Материалы 2-го Межвед. семинара по палинол. исслед. на Дальн. Вост. – Владивосток, 1978. – С. 44-49.
- КУПРИЯНОВА Л.А. Палинологические данные к систематике и филогении сережкоцветных // Автореф. дисс.... д-ра биол. наук. – Л., 1964. – 30 с.
- КУПРИЯНОВА Л.А. Палинология сережкоцветных (Amentiferae). – М.- Л.: Наука, 1965. – 215 с.
- КУПРИЯНОВА Л.А., АЛЕШИНА Л.А. Пыльца двудольных растений флоры Европ. части СССР. – Л.: Наука, 1978. – 184 с.
- ERDTMAN G. Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. – Stockholm: Waltham, Mass., USA, 1952. – 540 p.
- STONE D.E., BROOME C.R. Pollen ultrastructure: evidence for relationship of the *Juglandaceae* and the *Rhoipteleaceae* // Pollen et spores. – Paris, 1971. – Vol. 13, №1. – P. 5-14.
- STONE D.E., BROOME C.R. World pollen and spore flora. – 4. Angiospermae: *Juglandaceae* A. Rich. ex Kunth. – Stockholm: Almqvist and Wiksell, 1975. – 35p.

Рекомендує до друку
М.Ф. Бойко

Отримано 28.05.2008 р.

Адреса автора:

С.Л. Жигалова
Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН
України
вул. Терещенківська, 2, м. Київ,
Україна
01601
e-mail: snizil@rambler.ru

Author's address:

S.L. Zhygalova
M.G. Kholodny Institute of Botany of the National
Academy of Sciences of Ukraine
Tereschenkivska str., 2, Kyiv,
Ukraine
01601
e-mail: snizil@rambler.ru