

## МІНЕРАЛОГІЯ МІОЦЕНОВОЇ СКАМ'ЯНІЛОЇ ДЕРЕВИНИ РОЗТОЧЧЯ (УКРАЇНА)

**Я. М. Тузяк**

*кандидат геологічних наук*

Львівський національний університет імені Івана Франка,  
75000, м. Львів, вул. М. Грушевського, 4

У вкопному стані зустрічаються породи деревини різного мінерального складу. Вони можуть бути заміщені карбонатом чи фосфатом кальцію, різними мінералами заліза та міді, оксидом марганцю, флюоритом, баритом, натролітом і смектитовою глиною. Однак найвідомішими, найпоширенішими і найбільш вивченими є зразки скам'янілої деревини мінералізовані поліморфними відмінами кремнезему – опалу, халцедону і кварцу. Незалежно від складу, процеси мінералізації відбуваються за участі однакових чинників: наявності розчинених елементів, рН, Eh і температури поховання. Також не менш важливими при мінералізації є проникність деревини та анатомічні особливості. Коли процеси осадження відбуваються у декілька етапів, вкопна деревина може мати складну мінералогію.

**Ключові слова:** міоцен, скам'яніла деревина, Розточчя, силіцифікація.

## MINERALOGY OF MIOCENE FOSSILIZED WOOD ROZTOCZE (UKRAINE)

**Ya. M. Tuzyak**

*Candydat of Geological Sciences*

Ivan Franko National University of Lviv

In the fossil state, wood species of various mineral compositions are found. They may be substituted by calcium carbonate or phosphate, various iron and copper minerals, manganese oxide, fluorite, barite, natrolite, and smectite clay. However, the most famous, most common and most studied are samples of fossilized wood mineralized by polymorphic differences in silica – opal, chalcedony and quartz. Regardless of the composition, mineralization processes occur with the participation of the same factors: the presence of dissolved elements, pH, Eh and burial temperature. Also equally important in mineralization are the permeability of wood and anatomical features. When deposition processes occur in several steps, fossil wood can have complex mineralogy.

**Key words:** Miocene, fossil wood, Roztocze, silicified.

Розточчя унікальний і цінний природний об'єкт, який приваблює своїми мальовничими й естетичними краєвидами та містить широкий спектр пам'яток природи – ландшафтних, біологічних, геологічних. Серед геологічних – геоморфологічні, гідрологічні, тектонічні, стратиграфічні, палеонтологічні. Серед палеонтологічних особливої уваги заслуговують палеоботанічні представлені вкопною деревиною середньоміоценового віку. Це все сприяло

створенню ланцюга заповідних територій в межах Розточчя як України так і Польщі, а у 2019 р. Всесвітня організація ЮНЕСКО включила Розточчя (України і Польщі) до Всесвітньої мережі Біосферних Заповідників у рамках проектів «Людина та біосфера».

Мінерально заміщена деревина значно поширена в осадовому чохлі і зустрічається на всіх континентах, починаючи з пізнього палеозою (середній-пізній девон), з часу появи перших деревних рослин і перших лісів. Завдяки природним (геологічним) процесам, які сприяли скам'янінню деревини, отриманий неоціненний науковий, археологічний і комерційний матеріал. Різноманітний мінеральний склад зумовив використання викопної деревини у різних сферах людської діяльності.

На сучасному етапі виявлені петрифікації або ксилоліти, заміщені карбонатом чи фосфатом кальцію, різними мінералами заліза та міді, оксидом марганцю, флюоритом, баритом, натролітом і смектитовою глиною [5], а також найпоширенішими є метасоматичні заміщення деревини поліморфними відмінами кремнезему – опалу, халцедону і кварцу [2–4, 6]. Так ці рештки дерев стали об'єктом дослідження різних галузей геологічних наук та викликали зацікавлення серед палеонтологів, які прагнуть зрозуміти еволюцію рослинних спільнот, інтерпретувати палеосередовища та оцінити кліматичні особливості давніх геологічних епох, мінералогів і петрографів – процеси метасоматозу і геохімія середовища поховання.

Хоча скам'яніла деревина відома з часів давніх цивілізацій інтерес до неї не втрачений. Так, наприклад, населення центральної частини Вашингтону використовували викопну деревину для виготовлення наконечників для стріл [4], у Давньому Єгипті із скам'янілої деревини виготовляли амулети та обереги. Трохи згодом ці фосилії почали використовувати в архітектурі й будівництві як матеріал для декорування, оздоблення та ін. У 1975 р. законодавчий орган штату Вашингтон прийняв скам'янілу деревину як офіційний державний коштовний камінь [4].

Скам'яніле дерево – це унікальний самоцвіт, який цікавий не тільки своїми декоративними властивостями, але і своїм походженням. Такі палеоботанічні знахідки на глобальному рівні рідкісні, потребують специфічних умов поховання, приваблюють своєю незвичністю та загадковістю і мають науково-дослідне, культурно-освітнє і комерційне значення. Ці фітофосилії, як і будь-які палеонтологічні рештки, неоціненні. Вони створюють уявлення та розуміння про таксономічний склад порід дерев, які проростали в далекому минулому, палеокліматичні умови середовища, палеоекологічні та палеогеографічні особливості регіонів, в яких вони виявлені. Окремої уваги заслуговують

мінеральні заміщення органічної складової викопної деревини, які на сьогодні не мають однозначного погляду серед науковців, залежать від комплексу чинників, мають багатостадійну природу і потребують детального вивчення.

Так, більшість фрагментів скам'янілої деревини міоцену Розточчя заміщені поліморфними відмінами кремнезему. Інколи в одному зразку можна бачити усі три фази – опал, халцедон, мікрокристалічний кварц. Крім того, трапляються обвуглені рештки, а також фрагменти заміщені оксидами заліза та мангану. Такий мінеральний склад може свідчити про діагенетичні перетворення та зміну геохімічних умов середовища.

Попередні дослідження, проведені в межах Українського Розточчя, дали можливість виявити поховання стовбурів дерев у двох типах відкладів – вугільних пластах (с. Нова Скварява, с. Заглина) і теригенно-карбонатних відкладах (с. Нова Скварява, с. Глинське, гора Вовковиця). Відповідно ці фосилії відрізняються за кольором, мінеральним складом та умовами поховання. Зразки вилучені з вугільних пластів сіруватого й чорного забарвлення, місцями або цілком обвуглені з фрагментами силіцифікації. Поховання відбувалося в аеробних умовах. Зразки вилучені з теригенно-карбонатних прошарків – заміщені кремнеземом, в окремих випадках з фрагментами озалізнення, жовтуватого, рожевуватого, кремового забарвлення. Вивчення зразків під мікроскопом МБС–10 дали можливість визначити, що міжсудинний простір виповнений опалом, судини – халцедоном, а тріщини й місця пошкодження (порожнини) – мікрокристалічним кварцом, де він утворює жеоди. Поховання відбувалося в анаеробних умовах.

Процес силіцифікації рослин надзвичайно складний і до кінця науково не вивчений. Зазначено, що найчастіше скременінню піддаються хвойні породи дерев. Це можна пояснити з позиції наявності смоли, більш твердішої деревини у порівнянні з покритонасінними породами дерев і збагаченні деревини кремнеземом. Хоча і зустрічається скам'яніла деревина листяних дерев (дуб, бук, береза, вільха, в'яз, лавр, гінкго та ін.).

За уявленнями американських дослідників Mitzutani S., Mustoe G. і Dillhoff Th. [2, 4 та ін.] процес петрифікації або силіцифікації є складним і залежить від комплексу чинників та параметрів середовища. Так, наприклад, від порід дерев, геохімії водного басейну та клімату.

У живих дерев деревина служить двом головним цілям: структурна підтримка крони листя та транспортування вгору рідин, що містять поживні речовини. Проникність рідини зберігається в похованих стовбурах дерев, що не дивно, беручи до уваги, що в живому дереві більша частина внутрішньої тканини мертва. Мінералізація відбувається, коли мінерали, розчинені в ґрунтових водах,

поглинаються похованою деревиною. Початкове відкладення кремнезему зазвичай починається на поверхнях клітинних стінок через «органічну будову». Мінералізація міжклітинних просторів, судин, тріщин і осередків гнилі може відбуватися під час пізніших епізодів, коли геохімічне середовище змінилося. Наприклад, високий рівень розчиненого кремнезему сприяє швидкому випаданню опала. Нижчий рівень кремнезему сприяє уповільненню швидкості осадження.

Наприклад, проникність також може бути різною в різних частинах в межах однієї колоди. У деяких лісах у внутрішніх областях «серцевини» є клітини, частково заповнені целюлозною тканиною (тилозом), яка зменшує проникність. Проникність також може відрізнятися серед сусідніх клітин. Це явище пояснює шкоду, яку рослини можуть зазнати під час засухи. Якщо в окремій трахеїді або судині утворюється повітряний проміжок, ця клітина втрачає здатність проводити рідини. Імовірно, це висихання може відбуватися у давніх колодах, які піддавалися впливу атмосферних умов перед похованням. Поглинання і внутрішні перенесення мінералізованих підземних вод, також можуть бути пов'язані з наявністю тріщин або гнилих ділянок.

Як ці параметри впливають на силіцифікацію? На мінеральні осадження впливає хімічний склад підземних вод, який може змінюватися з часом. На мінералізацію також впливають температура, Eh і рН, які також є змінними чинниками. У результаті клітини з високою проникністю можуть мінералізуватися інакше, ніж клітини з меншою проникністю. З огляду на це, клітини у зовнішній зоні колоди можуть бути несхожими на петрифікацію внутрішніх областей. Деревина, яка містить тріщини або порожнисті області, може мати мінералогію, що відрізняється від цілісних колод.

Наприклад, більшість дерев, які містять змішані угруповання кремнезему (опал, халцедон, кварц), можливо, є результатом послідовних стадій мінералізації за різних геохімічних умов. Ці докази не спростовують можливість трансформації кремнеземних мінералів під час тривалого захоронення, і пошук мінералогічних «відсутніх ланок» залишається метою майбутніх досліджень.

### **Висновок.**

На сучасному етапі проблема міоценової скам'янілої деревини потребує детальних досліджень. З одного боку, це важливий палеонтологічний матеріал, який міститься у відкладах, в яких відсутні палеоорганізми, з іншого – це об'єкти, які поєднують у собі інформацію про середовище, в якому вони зростали, і процеси діагенетичних перетворень, які мали місце десятки мільйонів років тому.

### **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Сергєєва М.С. Археологічна деревина як джерело для реконструкції господарчої діяльності давньоруського населення Середнього Подніпров'я. *Археологія і давня історія України*. 2017. Вип. 1 (22). С. 302-309.
2. Mitzutani S. Silica minerals in the early stages of diagenesis. *Sedimentology*. 15. 1970. P. 419-436.
3. Mustoe G.E. Late Tertiary petrified wood from Nevada, USA: Evidence of multiple silicification pathways. *Geosciences*. 2015. 5. P. 286-309.
4. Mustoe G.E., Dillhoff Th.A. Mineralogy of Miocene Petrified Wood from Central Washington State, USA. *Minerals*. 2022. 12(2). P. 1-31.
5. Mustoe G.E. Mineralogy of Non-Silicified Fossil Wood. *Geosciences*. 2018. 8. 85. P. 1-32. doi:10.3390/geosciences8030085
6. Viney M., Dietrich D., Mustoe G.E., Link P., Lampke T., Götze J., Rößler R. Multi-stage silicification of Pliocene wood: Re-examination of a 1985 discovery from Idaho, USA. *Geosciences*. 2016. 6. P. 1-21.