

НОВІ ЗНАХІДКИ СКАМ'ЯНІЛИХ СТОВБУРІВ ДЕРЕВ МІОЦЕНОВОГО ВІКУ В МЕЖАХ РОЗТОЧЧЯ (ВИННИКІВСЬКИЙ ЛІС, УКРАЇНА)

Олександр Деманджара¹, Ярина Тузяк²

¹Учень 10 класу школи м. Львів

²Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. М. Грушевського, 4,
Львів, Україна, 79005
e-mail: yarynatuzyak@gmail.com

Скам'янілі або фосилізовані стовбури дерев міоценового віку, виявлені в межах Розточчя – транскордонної українсько-польської височини, є унікальним геологічним і палеонтологічним феноменом, що поєднує в собі наукову, освітню та культурну цінність. Ці фітофосилії, які сформувалися в умовах специфічного поховання та процесів мінералізації, дають змогу реконструювати палеоекологічні умови, що панували в регіоні мільйони років тому, а також відтворити таксономічний склад флори цього відрізка часу.

Завдяки високому ступеню збереження, різноманіттю мінералогічного складу та естетичній привабливості скам'янілі стовбури дерев Розточчя становлять інтерес не лише для науковців, а й для геотуристів, колекціонерів, музейників. Вони можуть слугувати об'єктами для популяризації геологічної спадщини, розвитку екологічної освіти та формування екологічної свідомості серед населення. Водночас через відсутність належної охорони, обмежену обізнаність громадськості та недосконалість нормативно-правової бази ці палеонтологічні знахідки часто стають об'єктами нелегального збору й торгівлі, що посилює необхідність їх збереження, паспортизації та популяризації.

Дослідження скам'янілих дерев Розточчя сприятиме детальнішому розумінню процесів петрифікації, метасоматозу, а також геологічної історії регіону. Вивчення їх мінералогічного складу, умов поховання та просторової локалізації не лише збагатять наукові знання, а й сформують підґрунтя для розвитку геоосвітніх і туристичних ініціатив, зокрема в межах біосферного резервату «Розточчя».

У статті представлено результати виявлення та опису нових об'єктів скам'янілих стовбурів дерев міоценового віку, знайдених у межах Винниківського лісу (район м. Львів, Українське Розточчя). Розглянуто геологічну та палеонтологічну цінність фітофосилій, їх потенціал для реконструкції палеоекологічних умов, а також проблеми охорони та популяризації цих об'єктів. Колекція зразків, зібрана учнем 10 класу О. Деманджарою, передана до Палеонтологічного музею ЛНУ ім. Івана Франка, що сприяло поповненню наукового фонду об'єкта національного надбання. Дослідження підкреслює важливість збереження геологічної спадщини та розвитку геоосвітніх ініціатив у межах біосферного резервату «Розточчя».

Ключові слова: Розточчя, скам'янілі дерева, фітофосилії, міоцен, петрифікація, геоспадщина, Винниківський ліс, палеоботаніка, геотуризм.

Вступ. Розточчя – унікальна геоморфодинамічна структурна одиниця, розташована на межі Українського Передкарпаття та Поділля, яка приваблює своїм геологічним, біологічним і ландшафтним різноманіттям. Особливу цінність регіону надає той факт, що його українська частина включена до складу Міжнародного біосферного заповідника «Розточчя», який є частиною Всесвітньої мережі біосферних резерватів ЮНЕСКО. Це засвідчує

важливість збереження природної спадщини регіону та сприяє розвитку наукових досліджень, екологічної освіти й сталого туризму. Одним із малодосліджених, але надзвичайно цінних природних об'єктів цього регіону є скам'янілі дерева, що збереглися з міоценового періоду. Ці об'єкти становлять не лише палеонтологічну цінність, а і є джерелом інформації про давні екосистеми, кліматичні умови та геологічні процеси, які відбувалися на території сучасної Західної України мільйони років тому.

З огляду на вагоме наукове значення, скам'янілі дерева Розточчя залишаються недостатньо вивченими. Відсутність систематизованих досліджень, обмежений доступ до зразків (з огляду на виявлення нових локацій), а також загроза знищення або нелегального вивезення цих об'єктів створюють нагальну потребу в їх комплексному дослідженні та охороні. Особливої актуальності набуває з'ясування мінералогічного складу скам'янілої деревини, умов її збереження, а також можливостей використання цих об'єктів у геотуризмі та екологічній освіті.

У цьому контексті дослідження фітофосилій Розточчя є важливим кроком до збереження геологічної спадщини України, популяризації наукових знань та формування екологічної свідомості населення.

Постановка проблеми. Скам'янілі дерева Розточчя, зокрема міоценового віку, є унікальними палеонтологічними об'єктами, що мають значну наукову, освітню, культурну та геотуристичну цінність. Незважаючи на їх рідкісність і важливість для реконструкції палеоекологічних умов минулого, ці об'єкти залишаються недостатньо дослідженими.

Проблематика полягає у відсутності систематизованих даних щодо:

- таксономічного складу викопної флори;
- умов поховання та петрифікації (скам'яніння) деревини;
- мінералогічних особливостей заміщення органічної речовини;
- географічного поширення скам'янілих стовбурів у межах Розточчя;
- загроз нелегального збору та торгівлі цими об'єктами;
- потенціалу використання скам'янілих дерев у геотуризмі та екологічній освіті.

Крім того, відсутність єдиного підходу до охорони та популяризації цих об'єктів ускладнює їх інтеграцію в природоохоронну й туристичну інфраструктуру регіону.

Мета дослідження – визначити палеоботанічні, геологічні та мінералогічні особливості скам'янілих дерев Розточчя з метою реконструкції палеоекологічних умов регіону та обґрунтування їх наукової та природоохоронної цінності.

Завдання дослідження:

1. Зібрати та систематизувати наявні дані про місця розташування скам'янілих дерев у межах Розточчя.

2. Провести морфологічний та мінералогічний аналіз зразків скам'янілої деревини.

3. Визначити таксономічну належність викопної флори.

4. Дослідити умови поховання та процеси петрифікації деревини.

5. Оцінити сучасний стан охорони скам'янілих дерев і потенціал їх використання в геотуризмі.

6. Розробити рекомендації щодо збереження та популяризації цих об'єктів.

Матеріали і методи. Матеріалом слугувала колекція скам'янілих стовбурів дерев (8 фрагментів) (Рис. 2) з Винниківського лісу (49°48'52" пн. ш. 24°06'23" сх. д.), що походить з міоценових відкладів Розточчя. Фосилізовані рештки флори представлені зразками різного розміру від 10 до 40 см, різного забарвлення – рудого, кремового, коричневого, ясно- й темно-сірого, заміщені кремнеземом з домішками. Петрифікації належать до пам'яток неживої природи і, відповідно, до розроблених класифікацій [1 та ін.] – до категорії палеонтологічних палеоботанічних.

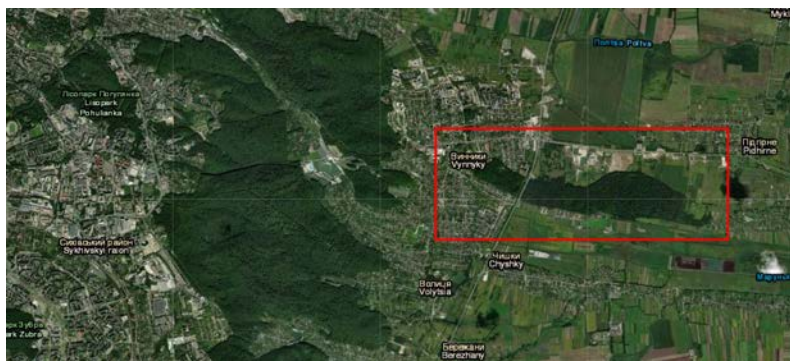
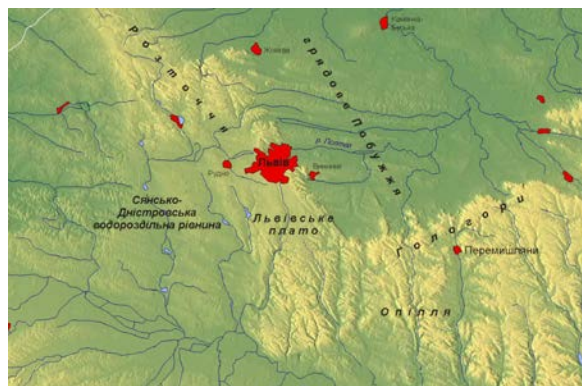


Рис. 1. Оглядова схема розташування Винниківського лісу, у якому виявлено фрагменти скам'янілих стовбурів дерев

Результати та обговорення. Винниківський ліс належить до однойменного лісового заказника, створеного 1984 р. загальною площею 848,0 га. У лісі розташовані пам'ятки історії та природи Чатові (Чортові) скелі, Медова печера і Винниківське озеро. Геоморфологічно територія досліджень розташована в межах Лисиницько-Давидівського горбогір'я, лише південна частина (відмежована річкою Давидівкою) належить до Львівського плато, а північна (відокремлена) – до Малого Полісся. У ландшафтному відношенні це крутосхиле, розчленоване глибокими дебрами, горбогір'я, складене піщаними, вапняковими й піщаниковими товщами бадену, вкритого лесоподібними суглинками із сірими лісовими ґрунтами. Поверхні пасм і пагорбів вузькі, підброньовані піщаниками та літо-тамнієвими вапняками, схили пасм і пагорбів переважно круті й спадисті.

У геологічній будові описуваної ділянки беруть участь відклади верхньої крейди, неогену (міоцену) та антропогену. Основу території становлять верхньокрейдові мергелі, на яких залягає різнофаціальний і складно побудований комплекс неогенових утворень. Розріз неогенових відкладів формують утворення нижнього, середнього та верхнього баденію (здебільшові піски, піщаники, органогенні та хемогенні вапняки), а у східній частині – сармату.

Поряд із цінними природними ділянками, якими є оселища раритетних видів флори і фауни на території Винниківського заказника, та численними історико-культурними об'єктами, що потребують охорони, виявлено фрагменти скам'янілої деревини, які поповнюють кількість охоронних пам'яток та надають цій території вагомішого значення.

Виявлені скам'янілі стовбури (рис. 2) мають задовільний ступінь збереження, що дає змогу провести подальші анатомічні та мінералогічні дослідження.



Рис. 2. Колекція фрагментів скам'янілих стовбурів дерев з неогену Винниківського лісу, зібрана учнем 10 класу О. Деманджарою

Фосилізовані стовбури різного забарвлення заміщені кремнеземом (кварц (3–6, 16, 17), халцедон) з домішками оксидів заліза (рудий колір). Великі зразки з поверхнями звітрювання (16, 17). Окремі зразки зі збереженими кільцями росту (7–9, 13, 14). Зразок 14 із заповненим отвором місця росту гілки.

Їх локалізація у Винниківському лісі розширює ареал відомих знахідок у межах Розточчя. Зібрані зразки мають потенціал для включення до освітніх програм, музейних експозицій і геотуристичних маршрутів. Водночас відсутність правового регулювання щодо охорони таких об'єктів створює ризики їх втратити.

Виявлені палеоботанічні знахідки заміщені кремнеземом з домішками діоксиду заліза, що надає окремим зразкам рудого забарвлення. Силіцифіковані стовбури дерев двома генераціями халцедоном і кварцом. Поверхні окремих зразків звітрілі (рис. 2, 16, 17).

Силіцифікація – це процес, під час якого органічний матеріал, зокрема деревина, поступово заміщується мінералами кремнезему (наприклад, кварцом, халцедоном або опалом), при цьому зберігається первинна структура [2–13]. Зазвичай це відбувається, коли деревина поховується в осадах й упродовж тривалого геологічного часу взаємодіє з водами, багатими на мінерали (рис. 3).

У міоценовому періоді (приблизно 23–5,3 млн років тому) кліматичні та геологічні умови сприяли збереженню лісів шляхом силіцифікації. У таких регіонах, як Розточчя, занурені в осад стовбури дерев зазнавали мінерального заміщення, що зумовило утворення скам'янілого дерева – викопних решток, які зберігають мікроскопічні деталі первинної рослинної тканини.

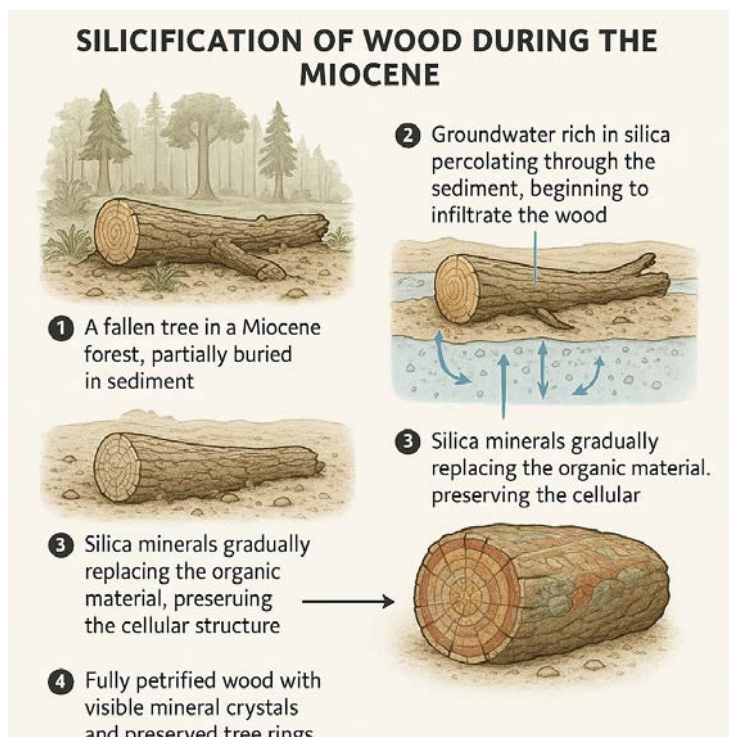


Рис. 3. Схематичне зображення процесу силіцифікації (петрифікації) деревини в епоху міоцену, який охоплює 4 етапи:

- 1 – повалене дерево в міоценовому лісі, частково занурене в осадові породи;
2 – підземні води, збагачені кремнеземом, просочуються крізь осад і починають проникати в деревину; 3 – мінерали кремнезему поступово заміщують органічний матеріал, зберігаючи клітинну структуру дерева; 4 – утворення петрифікації з видимими мінеральними кристалами та збереженими річними кільцями.

Ключовими особливостями силіцифікованої або кремнезваної деревини міоцену є:

1. Мінералогія: домінує діоксид кремнію (SiO_2) – генерації кварцу, халцедону, опалу.
2. Збереження: часто зберігається клітинна структура, діагностована під мікроскопом.
3. Забарвлення: залежить від домішок (Fe, Mn, Cu).
4. Наукова цінність: дає змогу досліджувати палеоекологію, клімат і флору минулого.

Найпоширенішим джерелом кремнезему є вулканічний матеріал. Дослідження довели, що в цьому процесі більша частина вихідної органічної речовини руйнується. Кремнезація найчастіше відбувається у двох середовищах: або організми поховуються у відкладах дельт та заплав, або у вулканічному попелі. Для силіцифікації необхідна наявність води, оскільки вона зменшує кількість присутнього кисню, а отже, захищає від гниття та аеробного розкладання, зберігає форму організму і дає змогу транспортувати та відкладати кремнезем. Початок процесу супроводжується просочуванням зразка водним розчином збагаченим кремнеземом. Клітинні стінки зразка поступово розчиняються, а кремнезем осідає в порожніх просторах. У зразках деревини, залежно від проходження процесу, целюлоза та лігнін, два компоненти деревини, руйнуються та заміщуються діоксидом кремнію. Деревина перетворюється на камінь через втрату води. Для того щоб відбулася силіцифікація, геотермальні умови повинні відповідати нейтральному або слабкокислому рН, температурі й тиску, подібних до неглибоких осадових середовищ [5; 7; 10; 12]. Процес поховання має бути миттєвим, але що повільніше відбувається заміщення, то чіткішою буде мікроскопічна структура організму, який фосилізується.

У викопному стані трапляються зразки скам'янілої деревини двох типів у формі як пермінералізації, так і заміщення (рис. 4) [8–13], однак найчастіше скам'яніла деревина є результатом поєднання обох процесів. Проникнення мінералізованих підземних вод може спочатку зумовити пермінералізацію клітинних тканин, яка водночас зазнає поступового розкладу. Так, скам'яніння, або петрифікація деревини – це одночасне поєднання процесів деградації та мінералізації.

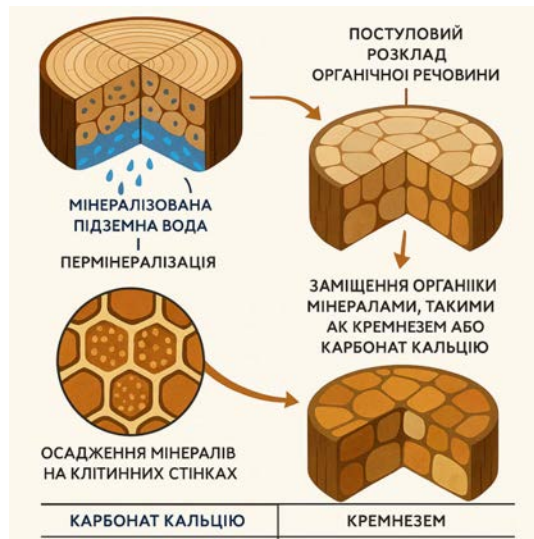


Рис. 4. Схема фосилізації деревини, що демонструє процеси пермінералізації і заміщення
 Пермінералізація: 1 – мінералізована підземна вода проникає в клітинну структуру деревини;
 2 – розклад органічної речовини; 3 – органічні клітини поступово руйнуються під дією мікроорганізмів та хімічних процесів.

Заміщення мінералами: 1 – органічна речовина замінюється мінералами, як-от кремнезем (SiO_2) або карбонат кальцію (CaCO_3); 2 – осадження мінералів на клітинних стінках (SEM-зображення); 3 – утворення структури скам'янілої деревини.

Порівняння умов осадження: 1 – карбонат кальцію – нейтральне рН, м'які умови → краще збереження органіки; 2 – кремнезем – кислі умови, повільніше осадження → менше органіки зберігається.

Пермінералізація та заміщення не є незалежними процесами; вони часто відбуваються одночасно. Ступінь збереження анатомічної структури залежить від співвідношення швидкостей цих процесів. Швидке осадження мінералів за відносно м'яких умов окисно-відновного потенціалу (Eh) і рН сприяє збереженню органічної речовини. Такі умови частіше простежуються при осадженні карбонату кальцію, ніж при силіцифікації, що підтверджується спостереженнями за пермінералізованими зразками деревини з багатьох місць [8–13].

Висновки. Нові знахідки скам'янілих дерев міоценового віку у Винниківському лісі значно доповнюють палеоботанічні місця локалізації петрифікацій у межах Розточчя та підтверджують існування лісових екосистем у цьому районі в неогені.

Скам'янілі стовбури демонструють поєднання процесів пермінералізації та заміщення, що свідчить про складні умови мінералізації деревини, зокрема змінні хімічні параметри середовища (Eh, рН) та наявність мінералізованих вод.

Анатомічна структура деревини збереглася частково, що дає змогу ідентифікувати окремі таксони та реконструювати флористичний склад давніх лісів.

Переважаання силіцифікації над карбонатною мінералізацією вказує на специфічні геохімічні умови, які панували в регіоні під час скам'яніння.

Отримані результати мають вагоме значення для стратиграфії, палеокліматології та геологічної історії Розточчя, а також відкривають перспективи для подальших досліджень скам'янілої флори України.

Подяки. Висловлюємо подяку учню 10 класу Олександру Деманджару за поповнення Колекції Палеонтологічного музею ЛНУ ім. Івана Франка, що отримала статус наукового об'єкта національного надбання, новими знахідками скам'янілих дерев неогену з природно-заповідної зони Винниківського заказника.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Геологічні пам'ятки України : [у 4 т.] / За ред. В. І. Калініна, Д. С. Гурського, І. В. Антакової. Київ : ДІА, 2006–2011.
2. Channing A., Edwards D. Experimental taphonomy: Silicification of plants in Yellowstone hot-spring environments. *Trans. R. Soc. Edinb. Earth Sci.* 2004. 94. Pp. 503–521.
3. Csaszar G., Kazmer M., Erdei B., Magyar I. A possible Late Miocene fossil forestPaleoPark in Hungary. In: Lipps J.H., Granier B.R.C. (eds.). *PaleoParks – the protection and conservation of fossil sites worldwide. Carnets de Géologie. Notebooks on Geology.* Brest. Book 2009/03. Chapter 11 (CG2009_BOOK_03/11). P. 212–133.
4. Day R., Jones B. Variations in Water Content in Opal-A and Opal-CT from Geyser Discharge Aprons. *J. Sediment. Res.* 2008. 78. Pp. 301–315.
5. Mantzouka D., Karakitsios V., Sakala J. Cedroxylon lesbium (UNGER) KRAUS from the Petrified Forest of Lesbos, lower Miocene of Greece and its possible relationship to Cedrus. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.* 284/1. Stuttgart. 2017. P. 75–87.
6. Matysová P., Rössler R., Götz J., Leichmann J., Forbes G., Taylor E.L., Sakala J., Grygar T. Alluvial and volcanic pathways to silicified plant stems (Upper Carboniferous–Triassic) and their taphonomic and palaeoenvironmental meaning. *Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol.* 2010. 292. Pp. 127–143.

7. Mieke G., Graetsch H. Crystal structure and growth fabric of length-fast chalcedony. *Phys. Chem. Miner.* 1984. 10. Pp. 197–199.
8. Mustoe G. Microscopy of Silicified Wood. *Microsc. Today*. 2003. 11. Pp. 34–37.
9. Mustoe G.E. Wood Petrification: A New View of Permineralization and Replacement. *Geosciences*. 2017, 7, 119. P. 1–17. doi:10.3390/geosciences7040119
10. Mustoe G., Aranyanark C., Boonchai N., Jintasakul P. A New Look at Cenozoic Fossil Wood from Thailand. *Geosciences*. 2022. 12. P. 291.
11. Mustoe G.E. Mineralogy and Geochemistry of Late Eocene Silicified Wood from Florissant Fossil Beds National Monument, Colorado. Geological Society of America: Boulder, CO, USA. 2008.
12. Mustoe G., Acosta M. Origin of Petrified Wood Color. *Geosciences*. 2016. 6. Pp. 25.
13. Mustoe G.E. Mineralogy of Non-Silicified Fossil Wood. *Geosciences*. 2018. 8. 85. Pp. 1–32.

REFERENCES

1. Heolohichni pam'yatky Ukrainy : [u 4 t.] / Za red. V. I. Kalinina, D. S. Hurs'koho, I. V. Antakovoyi. Kyiv : DIA, 2006–2011.
2. Channing, A., Edwards, D. (2004). Experimental taphonomy: Silicification of plants in Yellowstone hot-spring environments. *Trans. R. Soc. Edinb. Earth Sci.* 94. Pp. 503–521.
3. Csaszar, G., Kazmer, M., Erdei, B., Magyar, I. A possible Late Miocene fossil forestPaleoPark in Hungary. In: Lipps J.H., Granier B.R.C. (eds.). *PaleoParks – the protection and conservation of fossil sites worldwide. Carnets de Géologie. Notebooks on Geology*. Brest. Book 2009/03. Chapter 11 (CG2009_BOOK_03/11). P. 212–133.
4. Day, R., Jones, B. (2008). Variations in Water Content in Opal-A and Opal-CT from Geyser Discharge Aprons. *J. Sediment. Res.* 78. Pp. 301–315.
5. Mantzouka, D., Karakitsios, V., Sakala, J. (2017). Cedroxylon lesbium (UNGER) KRAUS from the Petrified Forest of Lesbos, lower Miocene of Greece and its possible relationship to Cedrus. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.* 284/1. Stuttgart. P. 75–87.
6. Matysová, P., Rössler, R., Götze, J., Leichmann, J., Forbes, G., Taylor, E.L., Sakala, J., Grygar, T. (2010). Alluvial and volcanic pathways to silicified plant stems (Upper Carboniferous–Triassic) and their taphonomic and palaeoenvironmental meaning. *Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol.* 292. Pp. 127–143.
7. Mieke, G., Graetsch, H. (1984). Crystal structure and growth fabric of length-fast chalcedony. *Phys. Chem. Miner.* 10. Pp. 197–199.
8. Mustoe, G. (2003). Microscopy of Silicified Wood. *Microsc. Today*. 11. Pp. 34–37.
9. Mustoe, G.E. (2017). Wood Petrification: A New View of Permineralization and Replacement. *Geosciences*. 7, 119. P. 1–17. doi:10.3390/geosciences7040119
10. Mustoe, G., Aranyanark, C., Boonchai, N., Jintasakul, P. (2022). A New Look at Cenozoic Fossil Wood from Thailand. *Geosciences*. 12. P. 291.
11. Mustoe, G.E. (2008). Mineralogy and Geochemistry of Late Eocene Silicified Wood from Florissant Fossil Beds National Monument, Colorado. Geological Society of America: Boulder, CO, USA.
12. Mustoe, G., Acosta, M. (2016). Origin of Petrified Wood Color. *Geosciences*. 6. Pp. 25.
13. Mustoe, G.E. (2018). Mineralogy of Non-Silicified Fossil Wood. *Geosciences*. 8. 85. Pp. 1–32.

NEW DISCOVERIES OF FOSSILIZED TREE TRUNKS FROM THE MIOCENE EPOCH IN THE ROZTOCZE REGION (VYNNYKY FOREST, UKRAINE)

Oleksandr Demandzhara¹, Yaryna Tuzyak²

¹*Student of the 10th grade of a school in Lviv*

²*Ivan Franko National University of Lviv, Hrushevskogo Str., 4, Lviv, Ukraine, 79005
e-mail: yarynatuzyak@gmail.com*

The petrified or fossilized tree trunks of Miocene age discovered within the Roztocze region – a transboundary Ukrainian-Polish upland – represent a unique geological and paleontological phenomenon that combines scientific, educational, and cultural value. These phytosfossils, formed under specific burial conditions and mineralization processes, allow for the reconstruction of paleoecological environments that prevailed in the region millions of years ago, as well as the identification of the taxonomic composition of Miocene flora.

Due to their high degree of preservation, mineralogical diversity, and aesthetic appeal, the petrified tree trunks of Roztocze attract interest not only from scientists but also from geotourists, collectors, museum professionals, and conservationists. They serve as valuable objects for promoting geological heritage, advancing environmental education, and fostering ecological awareness among the public. However, the lack of proper protection, limited public awareness, and gaps in legal regulation often lead to illegal collection and trade of these paleontological specimens, emphasizing the urgent need for their preservation, documentation, and popularization.

Research on the petrified trees of Roztocze contributes to a deeper understanding of petrification, metasomatism, and the geological history of the region. Studying their mineralogical composition, burial conditions, and spatial distribution not only enriches scientific knowledge but also lays the foundation for developing geoeducational and tourism initiatives, particularly within the Roztocze Biosphere Reserve.

This article presents the discovery and description of new fossilized tree trunks of Miocene age found in the Vynnyky Forest (Lviv area, Ukrainian Roztocze). The geological and paleontological significance of the phytosfossils is discussed, along with their potential for paleoenvironmental reconstruction and the challenges of their protection and promotion. The collection of specimens, gathered by 10th-grade student O. Demandzhara, was transferred to the Paleontological Museum of Ivan Franko National University of Lviv, contributing to the expansion of the national heritage scientific collection. The study highlights the importance of preserving geological heritage and promoting geoeducational initiatives within the Roztocze Biosphere Reserve.

Key words: Roztocze, petrified trees, phytosfossils, Miocene, petrification, geoheritage, Vynnyky Forest, paleobotany, geotourism.

Дата надходження статті: 27.07.2025

Дата прийняття статті: 25.08.2025

Опубліковано: 29.10.2025