

ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТОМОГРАФІЇ ДЛЯ ПОРІВНЯЛЬНОГО АНАЛІЗУ ЖИРОВИСК КОМАХ У СУЧАСНІЙ І СКАМ'ЯНІЛІЙ ДЕРЕВИНІ

У Польщі та в Україні є багато місць, особливо на Розточчі, на польсько-українському кордоні в околицях Гребенного і Жовкви, де скам'янілу деревину дерев, які росли там мільйони років тому, можна знайти. На поверхні таких скам'янілостей можна часто бачити жировиска – місця годівлі комах. Щоб визначити їхню спорідненість із сучасними комахами, необхідно отримати інформацію про їхній розвиток та життєдіяльність усередині зразка. До сьогодні це було пов'язане з необхідністю руйнування зразків, що призводило до їхнього знищення.

Сьогодні, завдяки Х-випромінюванню комп'ютерної томографії, це можна зробити з дуже високою точністю і без знищення зразків. Порівняння томограм сучасної і скам'янілої деревини визначають форму, розмір і розташування ходів у багатьох вимірах, і через це можна оцінити спорідненість сучасних і викопних комах. Метод використовується з позитивними результатами, що представлено у цьому дослідженні. Це свідчить, що цей метод доцільно використовувати у палеоботанічних дослідженнях частіше, оскільки це використовують у палеозоології.

Ключові слова: Х-випромінювання, комп'ютерна томографія, скам'яніла деревина, сучасна деревина, комаха-шкідник, порівняльний аналіз.

На території Польщі та України в багатьох місцях з давніх-давен знаходять фрагменти скам'янілої деревини. Беззастережно до найбільших зібрань таких скам'янілостей належить Східне Розточчя, зокрема в околицях Гребенного, Седліск і Жовкви (Brzyski, 2000; Laurów, 2004). На підставі знайденої в околицях Горяю колоди, визначеної як *Taxodioxylon sequianum*, можна стверджувати що є це залишки третинного шпилькового лісу з домінуючими кипарисовиками (Laurów, 2005). Менша кількість деревних скам'янінь знаходили і в інших регіонах країн наприклад у Польщі в Юрі Краківській та у Судетах. Скам'яніла деревина, яку було знайдено у Польщі, характеризується не тільки значною кількістю знахідок, але і їхніми консистенцією і розмірами, які дають змогу використовувати її в будівництві. Прикладом цього може бути дзвіниця старовинної церкви у Седлісках, яка збудована на фундаменті, що є виконаний з такого матеріалу.

Структуру і хімічний склад скам'янінь тривало досліджували. На сьогодні за допомогою сканінгового мікроскопу, рентгенового дифракційного аналізу та термічного аналізу (Laurów, 2004; Laurów і Narojek, 2005). У деяких випадках такі методики не є достатніми для докладнішої характеристики дослідного матеріалу, особливо тепер, коли на поверхнях скам'янінь є особливості, які свідчать про наявність тут ходів комах-шкідників, які жирували на такій деревині мільйони років тому. Докладніше дослідження схем таких жировиск усередині деревини потребує або розрізання деревини, що своєю чергою знищить цінні скам'яніння, або використання неруйнівних, сучасних методик дослідження. З метою поглиблених досліджень ходів комах-шкідників доцільно використати рентгенівський комп'ютерний томографічний аналіз. Початково цю методику було опрацьовано з медичною метою, але виявилось, що вона також придатна для досліджень скам'янілих рослин-

них тканин (Kupczyński M., Makowiecki M., Nawojek T., Mastalerz T., 2003; Krajewski A., Nawojek T., Witowski P., 2005).

За результатами досліджень Weiner (1999), можна стверджувати, що комахи були швидше, ніж хордові, здиференційовані у поїданні та пошкодженні рослин. Lehmanni і Hillmer (1988) вважають, що кількість викопних форм у разі встановлення філогенетичних зв'язків між комахами є незначна, що невеликі розміри і наземний спосіб життя спричинили до низького фосилізаційного потенціалу комах, а також те, що досі найкращим джерелом викопних комах є відклади верхнього карбону, пермі і третинного періоду (лігніти і бурштин).

Звідси висновок, якщо власне у скам'янілих рослинних тканинах, особливо в тканинах деревних рослин, необхідно шукати відповіді на запитання, які стосуються походження та еволюції комах – класу, який домінує у світовій фауні. Оскільки серед скам'янінь не збереглася значна кількість залишок тіл комах, то можливо дослідження їхніх ходів та жировииск у "скам'янілій деревині" створить нові можливості та заповнить прогалини в наших знаннях про походження комах.

Комахи, подібні до сидячочеревних, можливо походять від спільних предків, які на вигляд були наближені до підряду сидячочеревних перетинчатокрилих – *Symphyta*. Палеонтологічні дані свідчать, що нижній девон є часом появи перших комах, одночасно вказують на дивну їхню відсутність аж до верхнього карбону. У верхньому карбоні починається вибухоподібна різноманітність комах, в юрському періоді вони вже домінують на суходолі разом із плазунами, у крейдяному періоді, на відміну від динозаврів, їм вдається пережити велике вимирання. У третинному і четвертинному періодах комахи домінують на суходолі разом із ссавцями, а у повітрі – з птахами. Тут, не зважаючи на те, що належать до одних із найменш досліджених, становлять близько 73 % описаних видів тварин, та для значної їх частини деревини є єдиним місцем їхнього існування.

Сучасна фауна деревини, яка розкладається, репрезентується видами, які належать до близько 60 родин твердокрилих. Крім типових гнойовиків наявні тут види некрофагів, капрофагів, мікофагів та хижаків, а серед них присутні релікти первісних лісів і рідкісні представники фауни, частина з яких належить до зникаючих видів (Byk, 2001; Byk A. і Byk S., 2004).

Комп'ютерний томограф є надзвичайно сучасною і комп'ютеризованою видозміною рентгенівського апарату. Томографічне зображення (томограми), оскільки і рентгенівське, отримують за допомогою використання Х-випромінювання. Завдяки своїй будові томограф дає змогу на виконання знімання у довільних перерізах. Площину перерізу встановлює дослідник. У такому випадку немає потреби механічного різання дослідного препарату із наступним його пошкодженням. При комп'ютерній томографії Х-випромінювання після проходження через досліджуваний об'єкт, потрапляє на надзвичайно чутливі зчитувачі Х-випромінювання. Вони перетворюють RTG-випромінювання, яке потрапило на них, на електричний сигнал, який перетворюється комп'ютером. У підсумку отримуємо зображення – томографію досліджуваного перерізу. Чутливість таких детекторів випромінювання є значно

кращою, порівняно із чутливістю рентгенівського кліше. Тому томографи докладніше ілюструють дослідження структури, порівняно із рентгенівським зображенням. Під час томографічних досліджень отримують десятки, а деколи сотні зображень, які репрезентують почергові шари об'єктів, яких досліджують. Кількість отриманих шарів залежить від товщини шару. Чим тонший є шар, що досліджується, тим докладніше є відображення структур перерізу, який досліджують. У комп'ютерній пам'яті записують зображення усіх досліджуваних шарів. Ці дані можна повторно оцифровувати та перетворювати. З одного боку, це дає змогу модифікувати параметри об'єктів зображення, а з іншого – неможливо відтворити різні реконструкції зображення.

Однак томографічні дослідження мають свої певні вади. Передовсім вони слугують для досліджень різниць у внутрішній структурі різних тіл, але тільки тоді, коли складові елементи цієї структури значно відрізняються з погляду проникності Х-випромінювання через них. Проте ця властивість дає змогу розпізнавати ступінь розкладу деревини та вимірювати жировиська усередині скам'янінь. Однак у таких випадках тяжче визначати види комах, які утворили такі жировиська, особливо в тому випадку, коли тіла цих комах під час силіфікації, як такі, що слабо зберігаються, підлягають легкому розкладанню. До певного ступеня у таких випадках можна порівнювати томографічні зображення скам'янінь і сучасну деревину, завдяки чому можна спробувати окреслити хоча б спорідненість організмів на підставі подібності жировиськ у скам'яніннях і у сучасній деревині.

Передумовою для використання під час аналізу внутрішніх різниць скам'янілої деревини є можливість точкового визначення перепускної здатності для Х-випромінювання досліджуваного матеріалу. Залежить вона від фізичних властивостей такого матеріалу, серед яких його щільність відіграє першочергову роль. Ця властивість може бути використана під час дослідження скам'янілої деревини, в якій органічна субстанція практично повністю замінена найчастіше різними видами кремнію. Різниці щільності матеріалу можуть також мати велике значення у дослідженнях деревини сучасного, що виникає із значної різниці щільності окремих елементів її анатомічної будови. Докладні дослідження показали, наприклад, що щільність ранньої зони деревини сосни становить близько $0,2 \text{ г/см}^3$, а пізньої – близько $0,8-1,0 \text{ г/см}^3$ (Laurów, 1975). Очевидно, що жировиська порушують природну структуру матеріалу, і є легкі для визначення. Величиною пропускної здатності Х-випромінювання, а цим самим опосередковано і щільності досліджуваного матеріалу, є одиниця Хаунсфілда. Підвищення показника цієї одиниці буде свідчити про збільшення щільності досліджуваного матеріалу: у скам'яніннях – про збільшення ступеня силіфікації, а у деревині – про загушення деревної субстанції. У випадку наявності жировиськ як у скам'яніннях, так і в сучасній деревині, зчитуємо низькі значення цієї одиниці. Такий перебіг явища є наслідком ослаблення опромінення Х-променями, які проходять через досліджуваний матеріал, який можна виразити формулою:

$$I_s = I_0 - \mu s,$$

де: I_s – напруга випромінювання після проходження через осердя; I_0 – початкова напруга випромінювання; μ – коефіцієнт поглинання; s – шлях проходження пучка випромінювання в осерді.

До прикладу, лінійний коефіцієнт ослаблення для повітря становить мінус 1000 jH, для води – 0 jH, для нирки – від 30 до 50 jH, а для кісткової тканини – від 300 до 1000 jH. На сьогодні ще точно не визначено значення коефіцієнта для жирів і комах у скам'яніннях і у деревині.

Виконані дослідження виявили наявність значної змінності значення одиниць Хаунсфілда у деревині та в окремих скам'яніннях. У виявах третинних скам'янінь з Розточчя для базового значення її маси (тла) отримано результат 1760 одиниць, для чорнозабарвлених жирів (гіпотензійні ділянки) – результат становить порядку мінус 822 одиниці, а для сірих ділянок, у яких залягають закінчення деяких жирів – плюс 338 одиниці. Експонати карбону більше різнилися, а отримані значення показників були порівняно значно вищі. Для базової маси скам'янінь (для тла) отримано значення 2119 одиниць, для обідка, який її оточує – склянисті пустоти (гіпертензійні ділянки) 2045 одиниць, для чорнозабарвлених жирів, які знаходяться всередині – мінус 498 одиниць, для їхніх білих обідків – 2320 одиниць, а для досить інтенсивних білих ділянок всередині жирів – 3111 одиниці.

Беручи до уваги те, що вага кубічного сантиметра кварцу змінюється у вузьких межах від 2,5 г до 2,8 г, можна припустити, що настільки значна різниця значень одиниць Хаунсфілда пов'язана зі значним ступенем заповненням давньої дерев'яної брили кристалами кварцу, а отже, може бути показником ступеня силіфікації деревини. Отже, можна припустити, що:

- темні гіпотензійні ділянки всередині скам'янінь, оцінені від'ємними значеннями одиниць Хаунсфілда, можуть бути жирівськими комах, які заповнені головно повітрям;
- інтенсивно білі гіпертензійні ділянки всередині скам'янінь оцінюються значеннями одиниць Хаунсфілда понад 3000 є жирівськими, в яких процес силіфікації був значно інтенсивнішим;
- деякі сіро закінчені жирівська характеризуються додатними значеннями одиниць Хаунсфілда, величина яких становить менше 500, дають змогу дійти висновку, що процес силіфікації в них завершився на початковій фазі;
- процес силіфікації у досліджуваних скам'яніннях карбону є значно просунутішим, ніж у скам'яніннях третинних.

Із томограмів сучасної деревини, яких було відібрано на засадах подібності вигляду жирівськ на зовнішніх поверхнях скам'янінь і деревини, виникає, що і у цьому матеріалі наявні також значні різниці у значеннях одиниць Хаунсфілда для внутрішніх структур. Характерно, що в юрських скам'яніннях (карбон) у них у середині річні шари є непомітні (рис. 1), у третинних розточанських – є помітні, але слабо відображені (рис. 2), а у сучасній деревині річні шари є виразні з чітким поділом на ранню і пізню деревину. Чітко відрізняються у сучасній деревині також сучки і поділ на ядро та заболонь (рис. 3), що у скам'яніннях взагалі непомітно.

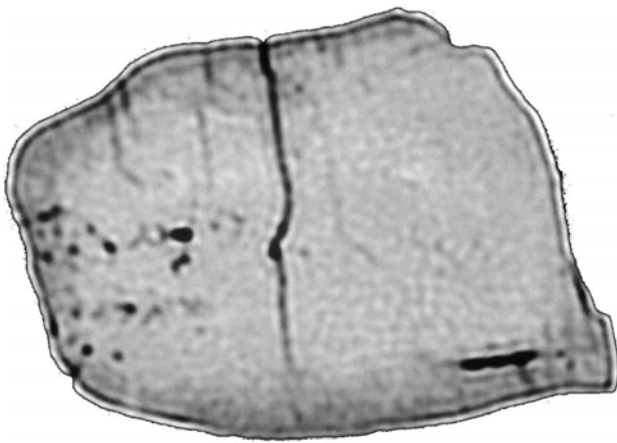


*Рис. 1. Томограма
юрських скам'янінь (карбон)*

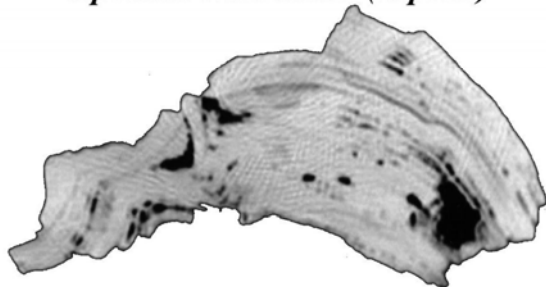


*Рис. 2. Томограма третинних
скам'янінь на Розточчі*

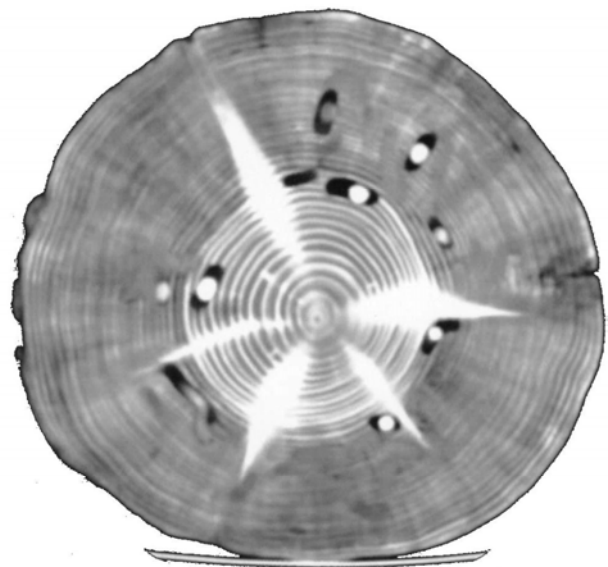


Рис. 3. Томограма сучасної деревини

Подібно як у скам'яніннях, у сучасній деревині відображення жиривиськ на томограмах є дуже виразне завдяки значній різниці значень одиниць Хаунсфільда. Для деревної тканини ранньої деревини в ядрі та заболоні вони є близькі і становлять близько мінус 580 одиниць, для пізньої деревини відрізняються дещо більше: у заболоні становлять близько мінус 530, а в ядрі – мінус 370. Для ювенільної деревини стовбурової частини значення цих одиниць становить понад мінус 380, а для деревини сучків – близько 40. Виразно темніші ділянки жиривиськ (гіпертензійні ділянки) оцінюються значеннями одиниць Хаунсфільда порядку від мінус 1000 до мінус 800, що дає змогу чітко їх відрізнити на томограмах у відтінюванні тла. Характерно, що на деяких томограмах усередині жиривиськ проглядаються, аналогічно як і у скам'яніннях, виразно ясніші гіпертензійні ділянки зі значенням одиниць Хаунсфільда порядку від мінус 100 до плюс 10. Можливо, у таких ділянках залягає дуже щільно утрамбована тирса. Подібно, як у скам'яніннях, у деяких жиривиськах у деревині є помітні сірі ділянки з показниками одиниць Хаунсфільда на рівні від мінус 630 до мінус 470, характер яких на сучасному етапі досліджень визначити неможливо. Правдоподібно, що це є зібрання нещільно укладеної тирси, і часто помітно, що це є мертві тіла личинок комах (рис. 3).

З порівняння томограм скам'янінь і деревини виникає, що однакові для гіпотензійних ділянок (темнозabarвлених) одиниці Хаунсфільда в обох випадках мають близькі значення, які наближені до значення для повітря. Це свідчить про те, що в обох випадках це є практично пусті порожнини. В обох випадках одиниці набувають дещо наближених від'ємних значень для сірих ділянок залягання жиривиськ, що може свідчити про те, що частка повітря в них є значною. У решті випадків, особливо для білих гіпертензійних ділянок,

які залягають у середині жировиськ, різниця у значеннях одиниць Хаунсфілда є значна.

З порівняння томограм скам'янінь і сучасної деревини загалом підтверджується розпізнання жировиськ на зовнішній поверхні і у внутрішніх ділянках. Отже:

- томограми скам'янінь (рис. 4) і проби деревини (рис. 5) мають подібність, що дає змогу стверджувати те, що в обох випадках маємо справу з жировиськами личинок твердокрилих (*Coleoptera*), правдоподібно з родини вусачів (*Cerambycidae*), які належить до підродини асемінів (*Aseminae*); томограма проби деревини представляє жировисько бурого соснового вусача (*Arhopalus rusticus* (L.)), палеарктичного виду, який трапляється на значних територіях Євразії, відомого практично у цілій Європі, за винятком північної провінції Фенноскандії (Burakowski і in., 1990), який жирує у деревині сосни, спорадично у деревині ялини, ялиці і модрина; ця томограма унаочнює овальні комашині ходи, які доходять до 7 м ширини, нерегулярно розташовані як вздовж, так і впоперек волокон як у заболоні, так і в ядрі; затемнені на томограмі фрагменти жировиська – це пусті, заповнені повітрям порожнини, ясносірі фрагменти – це порожнини заповнені щільнозбитою, дрібною тирсою, а темно-сірі – вільно вкладені довгою тирсою; подібні, характерні для вусача, особливості жировиськ, які визначені на томограмі скам'яніння;

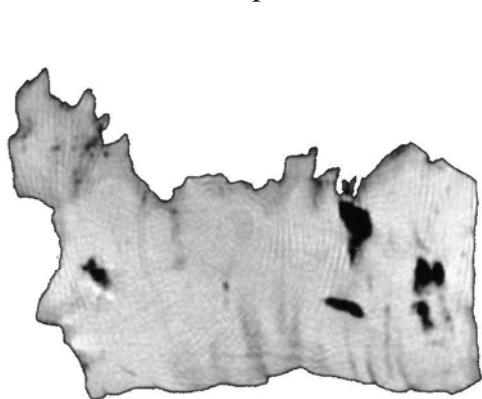


Рис. 4. Томограма скам'яніння

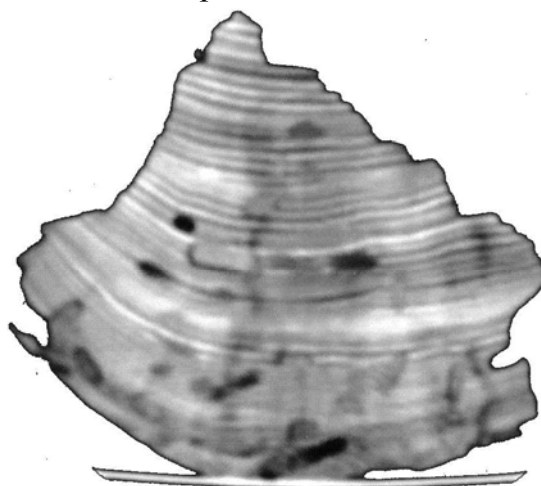


Рис. 5. Томограма сучасної деревини

- томограми скам'янінь (рис. 6) і проби деревини (рис. 7) є подібні, що дає змогу стверджувати те, що в обох випадках маємо справу з жировиськами личинок твердокрилих (*Coleoptera*), правдоподібно з родини короїдів (*Scolytidae*), які належать до підродини деревинників (*Xyloterini*); томограма проби деревини представляє жировисько смугастого деревинника (*Xyloterus lineatus* (Oliv.)) виду, який широко представлений у північній півкулі, який жирує у деревині шпилькових видів дерев (Dominik і Starzyk, 2004); ця томограма унаочнює кілька-сантиметрові вхідні канали, а також маточні ходи, які відходять від них та містяться між річними шарами та продовжуються від них вздовж вхідного ходу до личинкових ходів; такі ходи на всій довжині мають круглий перетин, діаметром близько 2 мм; затемнені на томограмі фрагменти жировиськ – це порожні, заповнені повітрям порожнини личинкових ходів, сірі фрагменти – це порожнини вхідних і маточних ходів із дрібною тирсою; подібним чином характеризують отвори личинкових ходів для деревинників, зауважено на томограмі скам'яніння;

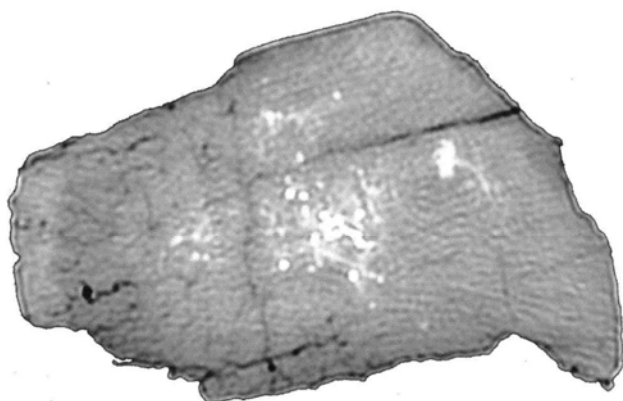


Рис. 6. Томограма скам'яніння

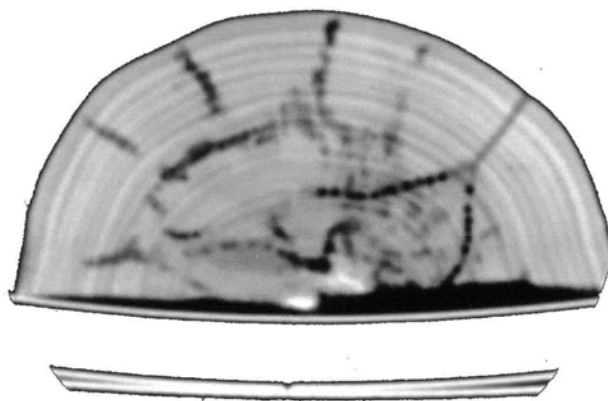


Рис. 7. Томограма сучасної деревини

- томограми скам'янінь (рис. 8 і 9) і проби деревини (рис. 10) є подібні, що дає змогу стверджувати те, що в обох випадках маємо справу з жировиськими личинками перетинчастокрилих (*Hymenoptera*) очевидно з родини рогохвостів (*Siricidae*); томограма проби деревини представляє жировиську рогохвоста великого (*Urocerus gigas* (L.)), виду, який поширений у цілій Європі і північній Азії до Алтаю, який жирує у деревині шпилькових видів дерев (Kolk і ін., 1996); ці томограми унаочнюють круглий хід імаго, шлюбну камеру та частину льотного отвору шириною, яка доходить до 7 мм; затемнені на томограмі фрагменти жировиськ – це порожні, заповнені повітрям порожнини шлюбної камери, білі фрагменти – це порожнини заповнені щільнозбитою і дуже дрібною тирсою; такі характерні для рогохвостів особливості жировиська зауважено на томограмах скам'янінь;

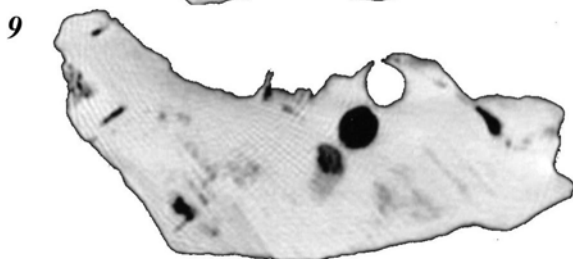
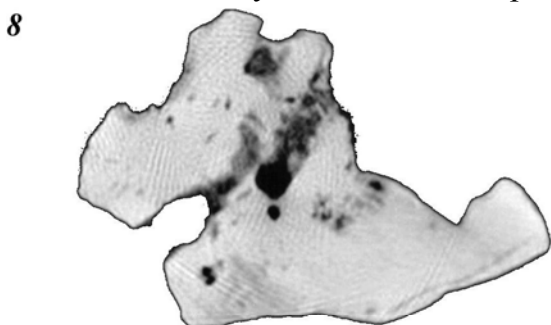


Рис. 8-9. Томограми скам'янінь

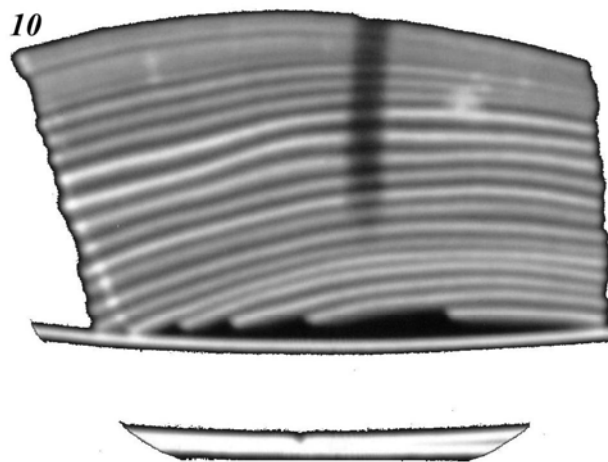


Рис. 10. Томограма сучасної деревини

- томограми скам'яніння (рис. 11) і проби деревини (рис. 12) є подібні, що дає змогу стверджувати те, що в обох випадках маємо справу з жировиськими перетинчастокрилих (*Hymenoptera*) очевидно з родини мурашиних (*Formicidae*); томограма проби деревини представляє жировиську червоногрудої мурашки-деревооточця (*Camponotus herculeanus* L.), палеарктичного виду поширеного на значних територіях Євразії, який заселяє ялину, ялицю і сосну, а деколи – листяні дерева (Dominik і Starzyk, 2004); ця томограма унаочнює гніздо мурашки-деревооточця, на поперечному перерізі воно має вигляд ряду почергово покладених валів; затемнені на томограмі фрагменти гнізда – це вигризені в річних шарах (рання деревина) порожні, заповнені повітрям

плоскі комірки, ясно-сірі фрагменти – це тверді шари річних шарів (пізня деревина); подібні, такі характерні для мурашки-деревооточця, показники жиривиська зауважено на томограмі скам'яніння.

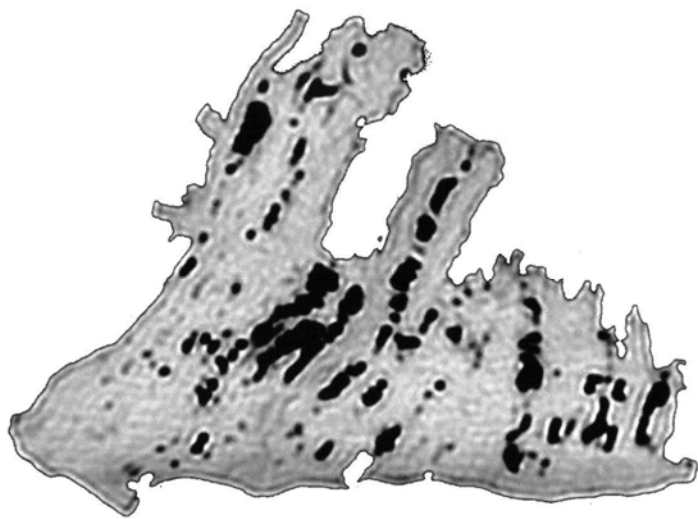


Рис. 11. Томограма скам'яніння

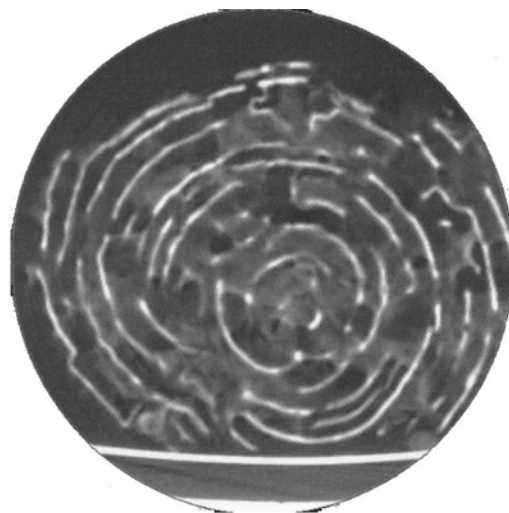


Рис. 12. Томограма сучасної деревини

Виконані дослідження дають змогу стверджувати те, що порівняльні дослідження з використанням томографічного рентгенівського комп'ютерного аналізу є придатні для ближчої характеристики скам'янінь деревини з архайчних лісів. Отже, фактом є те, що ці методи мають вже сьогодні широке застосування під час неруйнівних досліджень плазунів юрського періоду (динозаврів). Ширше їхнє застосування і в разі подібних досліджень рослинного світу уможливить кращу характеристику екосистем минулих епох і пізнання історії розвитку Землі.

Література

1. Brzyski B. 2000. Skamieniałe drzewa sprzed milionów lat na Roztoczu / B. Brzyski // Roztoczackie spotkania. – Wyd. RPN, Zwierzyniec.
2. Burakowski B. 1990. Chrząszcze – *Coleoptera.Cerambycidae i Bruchidae*. Katalog Fauny Polski / B. Burakowski, M. Mroczkowski, J. Stefacska. XXIII, 15.
3. Byk A. 2001. Próba waloryzacji drzewostanów starszych klas wieku Puszczy Białowieskiej na podstawie struktury zgrupować chrząszczy (*Coleoptera*) związanych z rozkładającym się drewnem leżących pni i pniaków. W: "Próba szacunkowej waloryzacji lasów Puszczy Białowieskiej metodą zooindykacyjną". red. A. Szujceki. – S. 369-393. – Warszawa, Wydawnictwo SGGW.
4. Byk A. 2004. Chrząszcze saproksylofilne próchnowisk rezerwatu "Dęby w Krukach Pasleckich" / A. Byk, S. Byk // Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody, 23 (4): 555-580.
5. Dominik J. 2004. Owady uszkadzające drewno. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne / J. Dominik, J.R. Starzyk. – Warszawa.
6. Kolk A. 1996. Atlas szkodliwych owadów leśnych. Multico Oficyna Wydawnicza / A. Kolk, J.R. Starzyk, St. Kinelski, R. Dzwonkowski. – Warszawa.
7. Krajewski M. 2005. The detection of old Mouse borer In wood by means of X-ray computed tomography. Annales of Warsaw Agricultural University / M. Krajewski, T. Narojek, P. Witomski // Forestry and Wood Technology, No 56.
8. Kupczycki M. 2003. Zatoka szczękowa i zchylek szczękowy u psa – morfologia, tomografia komputerowa / M. Kupczycki, M. Makowiecki, T. Narojek, T. Mastalerz. Med. Wet. 78; 12.
9. Laurów Z. 1975. Kształtowanie się jakości technicznej drewna sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris* L) pochodzącej z wybranych siedlisk Puszczy Piskiej. Rozprawy Naukowe Nr 56, Wyd. SGGW.
10. Laurów Z. 2004. Mikrostruktura skamieniałego drewna. – Las Polski, 24.
11. Laurów Z. 2005. Współczesna technika w badaniach skamieniałości drewna: analiza struktury i składu chemicznego. – Przemysł Drzewny, 2.
12. Лауров З. Розточанський кам'яний ліс // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2006. – Вип. 16.1. – С. 35-44.

13. Laurów Z. 2005. Współczesna technika w badaniach skamieniałości drewna: tomografia komputerowa / Z. Laurów, T. Narojek // *Przemysł Drzewny*, 3:
14. Lehmann U. 1988. Wirbellose Tiere der Vorzeit. Leitfaden der systematischen Paleontologie. Ferdinand Enke / U. Lehmann, G. Hillmer. – Verlag, Stuttgart.
15. Weiner J. 1999. Życie i ewolucja biosfery / J. Weiner. – Wydawnictwo Naukowe PWN. – Warszawa.

Лаурув Збигнев, Бык Адам, Нароек Тадеуш. Использование компьютерной томографии для сравнительного анализа мест кормления насекомых в современной и окаменелой древесине

В Польше и Украине есть много мест, особенно на Розточье, на польско-украинской границе в окрестностях Гребенного и Жовквы, где окаменелая древесина деревьев, которые росли там миллионы лет тому, может быть найдена. На поверхности таких окаменелостей можно часто видеть места кормления насекомых. Чтобы определить их родство с современными насекомыми, необходимо получить информацию об их развитии и жизнедеятельности внутри образца. До сих пор это было связано с необходимостью разрушения образцов, которое приводило к их уничтожению.

Сегодня, благодаря X-излучению компьютерной томографии, это может быть сделано с очень высокой точностью и без уничтожения образцов. Сравнения томограмм современной и окаменелой древесины определяют форму, размер и расположение ходов во многих измерениях, из-за чего можно оценить родство современных и ископаемых насекомых. Метод использован с позитивными результатами, что представлено в данной работе. Это свидетельствует, что этот метод целесообразно использовать в палеоботанических исследованиях чаще, поскольку это используют в палеозоологии.

Ключевые слова: X-излучение, компьютерная томография, окаменелая древесина, современная древесина, насекомое-вредитель, сравнительный анализ.

Laurów Zbigniew, Byk Adam, Narojek Tadeusz. The use of computer tomography in the comparative analysis of feeding grounds in the present-day and fossil wood

In Poland and Ukraine there are many places, especially in the Roztocze region, on the Polish-Ukrainian border in the environs of Hrebenne and Zhovkva, where fossil wood of the trees growing there millions of years ago can be found. On the surface of those fossils there can often be seen feeding grounds of insects. To determine its consanguinity with the present living insects may require learning about their run and shape inside a sample. So far it has been connected with the necessity to cut and destroy it.

At present, due to the X-ray computer tomography, it can be done with a very high precision and without destroying the sample. A comparison of the tomographs of the present-day and fossil wood helps determine the shape, size and run of the paths in many directions, and through that the consanguinity of the insects living now and those living long ago. The method was used with positive results and is presented in this article. It is suggested that it should be used in the paleobotanical research more often as it is done in paleozoology.

Keywords: X-ray computer tomography, fossil wood, present-day wood, insect feeding grounds, comparative analysis.

УДК 637.4(477.83)

Ст. викл. О.В. Іванцюра, канд. екон. наук –
Дрогобицький ДПУ ім. Івана Франка

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ПТАШИНИХ ЯЄЦЬ
У ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ**

Виконано розрахунок необхідного рівня цін на продукцію птахопродуктового підкомплексу. Розроблено перспективні параметри обсягів виробництва яєць на