



UNIVERSITY OF  
BUCHAREST  
VIRTUTE ET SAPIENTIA



UNIVERSITATEA DIN BUCUREȘTI  
FACULTATEA DE GEOLOGIE ȘI GEOFIZICĂ  
ȘCOALA DOCTORALĂ DE GEOLOGIE

**Late Oligocene coal flora of the Petroșani Basin**  
**REZUMAT ÎN LIMBA ROMÂNĂ**

Roxana Mihaela Pirnea

Conducător Prof. Dr. habil. Ing Mihai Emilian Popa

BUCUREȘTI

2023

## **1. Zona studiată și obiectivele lucrării**

Bazinul Petroșani este un bazin intramontan situat în sud-vestul României, în județul Hunedoara. Bazinul se întinde între Munții Retezat și Șureanu la nord, Munții Vulcan la sud și Munții Parâng la est, și comunică cu Depresiunea Hațeg în nord-vest. Cele mai importante râuri care drenează bazinul sunt Jiul de Vest și Jiul de Est, afluenți principali ai râului Jiu. Bazinul Petroșani are o arhitectură triunghiulară cu orientare V-SV-E-NE. Are o lungime maximă de 48 km între Câmpul lui Neag, în vest, și Cimpa, în partea de est. Lățimea sa variază între 9 km în partea de est, în apropiere de Petrila-Livezeni, și 1,5 km în capătul său vestic, lângă Câmpul lui Neag.

Scopul principal al prezentei lucrări este studiul plantelor fosile din zăcămintele de cărbune ale Bazinul Petroșani, și contextul stratigrafic și paleoecologic al acestora. Pentru acest studiu a fost colectat la scară largă material nou, atât din subteran, cât și din haldele sterile ale minelor de cărbune din bazin.

Printre speciile publicate anterior din Bazinul Petroșani se numără multe fragmente și resturi de plante care împărtășesc caractere similare, iar astfel de fragmente au fost adesea identificate și descrise ca specii diferite. Una dintre principalele probleme ale paleobotanicii este caracterul fragmentar al resturilor vegetale, fiind înregistrate frecvent frunze desprinse și organe izolate. Dimensiunile frunzelor și variațiile de formă ale acestora, care reprezintă variații intraspecifice ale plantelor, au fost considerate caractere specifice și, prin urmare, a fost descrisă o floră bogată și foarte diversă din Bazinul Petroșani.

Acest studiu a început cu o cercetare detaliată a literaturii, pentru a înțelege istoria cercetărilor atât pentru flora fosilă, cât și pentru geologia Bazinului Petroșani. O trecere în revistă a acestor publicații anterioare reprezintă subiectele primelor două capitole. Istoria cercetărilor geologice și paleontologice este rezumată în primul capitol, iar cadrul geologic general al zonei studiate, cu descrierea câmpurilor miniere, precum și descrierea stratelor de cărbune și caracteristicile acestora, sunt prezentate în al doilea capitol. Al treilea capitol prezintă materialului studiat, precum și metodele utilizate pentru studierea și identificarea speciilor de plante. Capitolul 4 tratează sistematica și paleoecologia plantelor fosile identificate în Bazinul Petroșani, comparându-le cu cele descoperite în bazinele similare din Europei. Pentru fiecare taxon a fost realizată o hartă de distribuție care arată principalele ocurențe ale acestuia în depozitele cenozoice din Europa. Capitolul 5 discută sinecologia plantelor din Bazinul Petroșaniului și habitatele acestora, respectiv cadrul paleoecologic general al Oligocenului superior.

Rezultatele preliminare ale acestei teze au fost deja publicate (Pirnea și Popa, 2016; 2017a; 2017b; 2018a; 2018; Pirnea et al., 2017; Pirnea et al., 2022). Un pas următor spre cunoașterea și înțelegerea florei Oligocenului superior din Bazinul Petroșani este reconstituirea plantelor fosile.

## **2. Geologia Bazinului Petroșani**

Bazinul Petroșani este unul dintre cele mai importante bazine cenozoice din punct de vedere economic din Carpații Meridionali, pe lângă bazinele Hațeg, Bozovici, Bahna, Brezoi-Titești și Caransebeș-Mehadia. Bazinul Petroșani este un bazin intramontan alpin, cu sedimentele sale aparținând Jurasicului, Cretacicului, Paleogenului și Neogenului, și acoperite în mare parte de depozite de vârstă Cuaternară. Fundamentul metamorfic al bazinului este compus din două formațiuni distincte, fiecare dintre ele având propria sa pătură sedimentară Mezozoică, peste care sunt dispuse sedimentele cenozoice. Bazinul s-a format de-a lungul falii Cerna-Jiu (Berza și Drăgănescu, 1988), iar metamorfismul care a afectat Carpații de Sud în timpul orogenezei alpine, a dus la formarea cărbunilor din Valea Jiului (Belkin et al., 2010).

Fundamentul metamorfic al Bazinului Petroșani este reprezentat de două unități tectonice majore ale Carpaților de Sud: Unitatea Getică și Domeniul Danubian (Codarcea, 1940). Unitatea Getică, descrisă anterior ca Pânza Getică (Murgoci, 1905), face parte din sistemul Getic-Supragetic, care reprezintă o unitate tectonică majoră a Dacidelor Mediane ale Orogenul Carpatic. Domeniul Danubian reprezintă unitatea tectonică inclusă în Dacidele Marginale ale Orogenului Carpatic, fundamentul său pre-alpin constând în principal din roci metamorfice precambriene și paleozoice, precum și roci magmatice intruzive și extruzive (Berza și Seghedi, 1975, 1983; Berza et al., 1988b, Berza și Iancu, 1994; Liégeois et al., 1996).

Depozitele sedimentare ale Bazinului Petroșani sunt reprezentate de sedimentele mezozoice ale celor două unități metamorfice ale fundamentului, și de sedimentele cenozoice post-tectonică. Sedimentele mezozoice includ depozite jurasice și cretacice, și constau în principal din calcare, gresii și argile, care apar sporadic în bazin sub formă de petice de dimensiuni diferite (Pop, 1993), și au grosimi care variază între 250 și 350m (Petrescu et al., 1987). Depozitele cenozoice sunt dispuse discordant peste depozitele mezozoice sau peste fundament. Pe baza caracteristicilor litologice și paleontologice, în cadrul succesiunii cenozoice au fost separate cinci formațiuni (Stur, 1963; Hofmann, 1870; Mateescu și Mantea, 1943; Voicu, 1954).

Formațiunea Cimpa-Răscoala (Moisescu, 1981), descrisă anterior precum „Orizontul Inferior” (Hoffmann, 1870), se dispune discordant peste fundamentul metamorfic al bazinului sau peste sedimentele mezozoice. Doi membri au fost descriși în cadrul acestei formațiuni: un membru

inferior conglomeratic roșiatic, și un membru superior conglomeratic verzui (Petrescu et al., 1987), ambii membri incluzând conglomerate, gresii și argile cu concrețiuni feruginoase. Grosimea acestei formarea variază între 100 și 600 m și este de vârstă Rupeliană.

Formațiunea Dâlja-Uricani (Moiescu, 1981), cunoscută anterior precum „Orizontul Productiv Inferior” (Hoffmann, 1870), se suprapune peste Formațiunea Cimpa-Răscoala. Grosimea Formațiunii Dâlja-Uricani variază între 290 și 350 m. Formațiunea Dâlja Uricani este alcătuită din gresii gri-negrice, argile închise la culoare și marne, și include 21 de strate de cărbune. Pe baza conținutului paleontologic, vârsta acestei formațiuni a fost stabilită ca fiind Chattian. Din succesiunea acestei formațiuni a fost descrisă o bogată asociație fosiliferă cu plante, ostracode, bivalve, gastropode, pești și mamifere (Simionescu, 1935; Pop, 1993; Givulescu, 1996).

Formațiunea Lonea (Moiescu, 1981), cunoscută anterior precum „Orizontul mijlociu” (Hoffmann, 1870), se suprapune peste Formațiunea Dâlja-Uricani. Grosimea acestei formațiuni variază între 530 și 150 m, dar depășind 900 m în extremități, în zonele Câmpul lui Neag și Sălătruc. Depozitele includ conglomerate, microconglomerate, gresii alb-verzui, și argile cenușiu-verzui sau roșiatic-violacee. Conținutul paleontologic al acestei formațiuni este foarte sărac, dar pe baza resturilor faunistice a fost sugerat un mediu de apă dulce (Petrescu et al., 1987), precum și vârsta Aquitaniană.

Formațiunea Sălătruc (Moiescu, 1981) cunoscută anterior precum „Orizontul Productiv Superior” (Hoffmann, 1870), se suprapune Formațiunii Lonea. Grosimea acestei formațiuni este de aproximativ 450 m, iar vârsta acesteia este Burdigalian. Litologic este asemănătoare cu Formațiunea Lonea, fiind alcătuită din argile, gresii și conglomerate slab consolidate și conține 9 strate subțiri de cărbune. Formațiunea Sălătruc este bogată în fosile, în special de-a lungul albiei pârâului Sălătruc, de unde a fost descrisă o bogată faună de moluște (Moiescu et al., 1979).

Formațiunea Pietrișurilor (Moiescu, 1981), cunoscută anterior precum „Orizontul Superior” (Hoffmann, 1870), se dispune discordant și transgresiv peste Formațiunea Sălătruc. Este reprezentată de pietrișuri, nisipuri și argile. În cadrul formațiunii au fost descriși doi membri: un membru inferior cu argile roșii și violacee, și conglomerate slab consolidate, și un membru superior cu gresii, pietrișuri și bolovănișuri, și intercalații de tufuri vulcanice cu resturi de plante. Grosimea acestei formațiuni este de aproximativ 400 m, iar vârsta acesteia este Tortonian inferior.

Depozitele cuaternare care acoperă umplutura cenozoică ocupă suprafețe mari, mai ales în jumătatea de est a bazinului. Acestea includ depozite de terasă, depozite aluvionare ale râurilor principale, conuri de reziduuri și roci detritice libere (Pop, 1993).

În Bazinul Petroșani sunt cunoscute 30 de straturi de cărbune, repartizate astfel: primele 22 (0-21) sunt incluse în Formațiunea Dâlja-Uricani și sunt distribuite pe întregul bazin. Ultimele nouă strate de cărbune (22-30) sunt incluse în Formațiunea Sălătruc, aflată doar în partea de est a bazinului, în zona Sălătruc. În ciuda vârstei destul de tinere a depozitelor sedimentare, cărbunii din Bazinul Petroșani variază de la bituminos la subbituminos (Popa și Predeanu, 2018). În general, compoziția cărbunilor este reprezentată de vitrinit, ca grup principal de macerali, în timp ce grupul liptinitului este reprezentat în mare parte de rezinit (Belkin et al., 2010). Aceste microlitotipuri sunt asociate în principal cu pirita, siderit, cuarț și argila (Petrescu et al., 1987). Puterea calorică a cărbunelui variază între 2500 și 7500 kcal/kg. Umiditatea sa variază între 1,9-15%, conținutul de cenușă variază între 5-40%, iar materia volatilă este între 25,6-65%. Conținutul de sulf variază între 0,97-4,07%, iar conținutul de carbon variază între 62,7-76,7% (Popa și Anastasiu, 2019).

### **3. Materiale și metode**

Din Bazinul Petroșani a fost colectat material fosil încă de la începutul activității miniere în zonă și au fost publicate numeroase studii importante. Resturile vegetale din zăcămintele oligocene ale Bazinului Petroșani sunt păstrate în colecțiile mai multor muzee și universități românești, precum Muzeul Minierului din Petroșani, Muzeul Național de Geologie din București, Muzeul Național Brukenthal, Muzeul de Istorie Naturală din Sibiu, Muzeul Civilizației Dacice și Romane din Deva, Facultatea de Mine a Universității din Petroșani, Facultatea de Geologie și Geofizică a Universității din București și Facultatea de Biologie și Geologie a Universității Babeș-Bolyai din Cluj-Napoca. Potrivit lui Givulescu (1996), materialul descris de Heer (1872) și Staub (1887) este conservat în colecțiile Muzeului Geologic al Ungariei din Budapesta.

Materialul studiat pentru această teză este nou colectat din Bazinul Petroșani, nu a fost niciodată studiat de alți autori și nici nu a descris în studii anterioare. Probele au fost recoltate în cadrul a numeroase campanii de colectare în Bazinul Petroșani, atât din subterane, cât și din haldele de steril și însumează un număr total de 1315 eşantioane. Colecția este în prezent păstrată la Universitatea din Petroșani, în Laboratorul de Geologie al Facultății de Mine. Deși numărul de probe colectate este mare, o treime dintre acestea au o conservare proastă, majoritatea fragmentelor fiind neidentificabile. Colecția de plante este reprezentată de pteridofite, gimnosperme și angiosperme. Toate probele colectate au fost înregistrate într-o bază de date cu numere de inventar individuale. Fosilele colectate sunt reprezentate atât de compresioni, cât și de impresiuni. În Bazinul Petroșani caracterul materialului este autohton (elementele tropicale) până la ușor parautohton (elementele arctoterțiare). Majoritatea elementelor arctoterțiare, deși mai puțin frecvente, sunt

adesea fragmentate datorită solicitării mecanice și timpul transportului și, prin urmare, sunt considerate parautohtone, spre deosebire de elementele tropicale. Pentru fiecare taxon a fost întocmită o listă de sinonime care include prima publicație a taxonului, cele mai recente publicații, precum și publicații în care apar sinonime sau nume alternative folosite în trecut. Sistemul de clasificare folosit este Codul Internațional de Nomenclatură pentru alge, ciuperci și plante (ICN) (Bateman și Hilton, 2009; Cleal și Thomas, 2010, 2021; Zijlstra, 2014; Turland et al., 2018), descrierea caracterelor morfologice și anatomice au fost făcute având la bază terminologia standard de arhitectură a frunzelor (Ellis et al., 2009).

#### **4. Rezultate și paleoecologie**

Bazinului Petroșani a suferit modificări paleogeografice și paleoecologice considerabile în timpul Cenozoicului, cauzate de o serie de evenimente tectonice, fluctuații ale nivelului mării și schimbări climatice globale. În total, acești factori au produs un paleomediul unic în perioada Oligocenului în zona Bazinului Petroșani, complet diferit de condițiile actuale. Eocenul este marcat de fragmentarea Pangeei, migrarea Indiei spre nord și formarea munților Himalaya și a Podișul Tibet. Australia și Antarctica au început, de asemenea, să se separe, Groenlanda fiind deja separată de Europa, datorită expansiunii plăcilor oceanice din Oceanul Atlantic de Nord (Exon et al., 2002; Boenigk et al., 2015; Gibbard și Lewin, 2016).

La limita Eocen-Oligocen, procesul global de răcire care a fost urmat de formarea unor calote de gheață în ambele emisfere, a dus în cele din urmă la o tranziție de la efectul de seră, la efectul de glaciațiune (Katz et al., 2009; Hutchinson et al., 2021). Aceste schimbări paleogeografice dramatice au deschis noi rute pentru migrația animalelor, așa cum arată schimbările semnificative în compoziția faunei fosile europene din Oligocenul timpuriu, sau ceea ce este cunoscut în paleontologia vertebratelor sub numele de „La Grande Coupure”. La Grande Coupure (Stehlin, 1910) reprezintă o schimbare faunistică majoră care are loc în Eurasia la limita Eocen-Oligocen, în timpul căreia mamiferele asiatice au înlocuit un număr considerabil din fauna nativă europeană a mamiferelor (Hooker, 1987, 1992, 2010; Berggren și Prothero, 1992; Hooker et al., 2004), cu doar câteva familii de mamifere locale supraviețuind evenimentului (Costa et al., 2011).

Clima cald-temperată umedă a Oligocenului din Europa Centrală, precum și nivelurile stabile ale dioxidului de carbon din atmosferă, sunt trăsăturile definitorii ale tranziției către glaciațiunea din Oligocen, acest lucru având un impact mare asupra vegetației (Teodoridis și

Kvaček, 2015; Moraweck et al., 2019). Fluctuații climatice minore în paleogeografia regională au fost înregistrate în mod repetat în Europa Centrală, pe lângă imigrarea treptată a „taxonilor arctotertiari moderni” de-a lungul Oligocenului.

Apariția zăcămintelor de cărbune în Bazinul Petroșani în perioada Oligocenului târziu sugerează prezența unui corp mare de apă în zonă, înconjurat de vegetație. Flora oligocenului s-a dezvoltat într-un mediu cu elemente predominante de mlaștină, alături de elemente de pădure mezofitică mixtă. Numărul speciilor de plante înregistrate în Bazinul Petroșani este destul de mic, însumând 31 de taxoni, de unde se poate deduce o diversitate scăzută a speciilor. Diversitatea speciilor este o măsură a biodiversității care cuantifică numărul de specii diferite, prezente într-un anumit ecosistem sau habitat (Moore, 2013) și este adesea folosită ca un indicator al sănătății generale și al diversității unui ecosistem, cu o bogăție mai mare a speciilor indicând de obicei un mediu mai divers și mai sănătos. O bogăție scăzută de specii într-o comunitate de plante poate fi cauzată de o varietate de factori, cum ar fi degradarea habitatului, creșterea numărului de specii invazive sau schimbările climatice. Diversitatea scăzută a speciilor întâlnită în asociația de plante din Bazinul Petroșani poate însemna că zona a fost mai puțin productivă în ansamblu și putea susține doar un număr mic de animale și alte organisme care depindeau de plante pentru hrană și habitat.

În cadrul asociației de plante identificate în Bazinul Petroșani, au fost identificate patru tipuri de habitate, după cum urmează:

**Habitatul de mlaștină** - dominat de plante erbacee, cum ar fi ierburile și diverse alte monocotiledonate. Plantele fosile descrise ca *Monocotyla* sp. erau dominante în acest habitat și sunt au reprezentat unul dintre generatorii primari de cărbune. Frecvența plantelor tipice de mlaștină în materialul fosil este scăzută, resturi ale acestora fiind înregistrate în partea de est a bazinului, în Câmpul Minier Livezeni. *Chara* și *Nelumbo* au fost descrise de Givulescu (1996) ca făcând parte și din această comunitate de plante. Reprezentarea fără echivoc a vegetației acvatice din Bazinul Petroșani, deși a fost recunoscută într-un singur sit, indică un ecosistem de zonă umedă.

**Habitatul de pădure mlăștinoasă** - este dominat de elemente din mai multe grupuri majore de plante precum ferigi (*Osmunda lignitum*, *Pronephrium stiriicum*, *Blechnum dentatum*), conifere (*Taxodium dubium*, *Glyptostrobus europaeus*) și angiosperme (*Acer tricuspdatum*, *A. hungaricum*, *Alnus kefersteinii*, *A. gaudinii*, *A. ducalis*). *Glyptostrobus* este specia dominantă în materialul fosil nu numai în acest habitat, ci și în întregul bazin, urmat de *Taxodium*. Un număr considerabil de exemplare au fost atribuite lui *Pronephrium stiriicum* și *Osmunda lignitum*, aceasta din urmă apărând mai rar. Asociația de plante din pădurea mlăștinoasă este completată de resturi de

betulacee, *Alnus gaudinii*, *A. kefersteinii*, *A. ducalis*, cu frecvențe medii-mici. Pe lângă elementele tipice de pădure mlăștinoasă, sunt prezenți și alți taxoni care indică habitate umede, precum *Acer tricuspidatum* și *A. hungaricum*.

**Habitatul de pădure mezofitică mixtă** - este caracterizat de arbuști și elemente arboricole precum *Daphnogene*, *Sloanea*, *Rhodomyrtophyllum* și *Zelkova*. *Smilax* și *Ampelopsis*, plante cățărătoare, se găsesc în acest habitat de asemenea. Unele dintre aceste elemente mezofitice prezintă apariții sporadice în flor Bazinului Petroșani. *Zelkova zelkovifolia*, taxon care e considerat dominant în Miocen, este un element rar în Oligocen, cu înregistrări rare în depozitele din Europa. Speciile dominante ale acestui habitat sunt ale genurilor *Daphnogene*, *Lithocarpus* și *Rhamnus*, cele trei fiind frecvente în toate câmpurile miniere. Speciile endemice, adică *Lithocarpus pulchra* și *Grewia staudi*, s-au dezvoltat în habitatele contemporane și indică izolarea bazinului în Oligocenul târziu.

**Habitatul de pădure înaltă** - este caracterizat de elemente arboricole precum Lauraceae, Fagaceae, Ulmaceae și Juglandaceae. Aparițiile speciilor din aceste familii sunt destul de rare, fiecare dintre ele fiind descrise din 1-3 eşantioane, care cuprind frunze fragmentate și cu conservare slabă. Cu toate acestea, ele confirmă existența unei păduri temperate de foioase în zonele uscate și înalte ale Bazinului Petroșani.

## 5. Concluzii

Flora și vegetația Bazinului Petroșani au evoluat ca urmare a dezvoltării geologice a bazinului și a modificărilor ulterioare de habitat. Cele mai bine reprezentate familii din Bazinul Petroșani sunt Cupressaceae (*Taxodium* și *Glyptostrobus*), Lauraceae (*Daphnogene*, *Laurophyllum*, *Sassafras*), Fagaceae (*Lithocarpus*), precum și grupul '*Rhamnus*'. Dintre ferigi, familia Thelypteridaceae este cea mai frecventă (*Pronephrium*). Bazinul Petroșani a avut un mediu extrem de favorabil pentru acumularea materialului vegetal și formarea zăcămintelor de cărbune. Abundența plantelor cu afinitate pentru umiditate ridicată, cu o bună conservare a fosilelor, este corelată cu rolul lor din geneza cărbunelui. Abundența materialului cu *Taxodium*, *Glyptostrobus*, *Daphnogene*, *Lithocarpus* și '*Rhamnus*', în raport cu alte specii, relevă faptul că în perioada Oligocenului târziu, Bazinul Petroșani avea un habitat predominant mlăștinos. Coexistența speciilor dominante pentru fiecare habitat indică ocuparea unor zone fără concurență directă pentru lumină.

Un număr mare de probe au fost colectate și studiate cu atenție pentru o nouă perspectivă sistematică, stratigrafică și paleoecologică asupra florei carbonifere din Oligocenul superior al Bazinului Petroșani. Pentru acest studiu au fost recoltate un număr total de 1315 de eşantioane cu



fosile de plante, dintre care 71 de eșantioane provin din subteran, din minele de cărbune Vulcan, Paroșeni, Livezeni și Petrila, restul materialului fiind colectat din haldele de sterile din câmpurile miniere Uricani, Lupeni, Vulcan, Paroșeni, Aninoasa, Livezeni, Petrila și Lonea.

Materialul paleobotanic recoltat și studiat pentru această teză este extrem de important, nu numai din punct de vedere științific, ci și din punct de vedere al patrimoniului. Colecția de plante fosile din Bazinul Petroșani reprezintă cea mai numeroasă colecție de până acum din bazinul Văii Jiului. Toate eșantioanele colectate fac parte din colecția Universității din Petroșani, și reprezintă o colecție de bază a unui viitor muzeu paleobotanic din orașul Petroșani.

## 6. Bibliografie

- Bateman, R.M., Hilton, J., 2009. Palaeobotanical systematics for the phylogenetic age: applying organ-species, form-species and phylogenetic species concepts in a framework of reconstructed fossil and extant whole-plants. *Taxon* 58, 1254-1280.
- Belkin, H.E., Tewalt, S.J., Hower, J.C., Stucker, J.D., O'Keefe, J.M.K., Tatu, C.A. and Buia, G., 2010. Petrography and geochemistry of Oligocene bituminous coal from the Jiu Valley, Petroșani basin (southern Carpathian Mountains), Romania. *International Journal of Coal Geology*, 82: 68-80.
- Berggren, W.A., and Prothero, D.R., 1992. Eocene-Oligocene climatic and biotic evolution: an overview. In: Prothero, D.R., Berggren, W.A. (Eds.), *Eocene-Oligocene climatic and biotic evolution*. Princeton University Press, Princeton, pp. 1-28.
- Berza, T. and Drăgănescu, A., 1988. The Cerna-Jiu fault system (South Carpathians, Romania), a major Tertiary transcurrent lineament. *Dări Seama ale Ședințelor Institutului Geol. și Geofiz.* 72-73, 43-47.
- Berza, T. and Iancu, V., 1994. Variscan events in the basement of the Danubian nappes (South Carpathians). *Rom. J. Tectonics Reg. Geol.* 75, 93-103.
- Berza, T. and Seghedi, A., 1975. Pre-Silurian filonian complex from the Motru Basin (South Carpathians) (in Romanian). *Dări de Seama ale Ședințelor Institutului Geol. și Geofiz.* LXI, 131-149.
- Berza, T. and Seghedi, A., 1983. The crystalline basement of the Danubian units in the Central South Carpathians: constitution and metamorphic history. *Anu. Institutului Geol. și Geofiz.* 61, 15-22.

- Berza, T., Seghedi, A. and Drăgănescu, A., 1988a. Danubian units from the northern slope of Vâlcan Mountains (South Carpathians) (in Romanian). *Dări de Seamă ale Institutului de Geologie și Geofizică București* 72-73, 23-42.
- Boenigk, J., Wodnick, S. and Glücksman, E. (2015): *Biodiversity and Earth History*. - pp. 1-401 (Springer) Berlin.
- Cleal, C.J., Thomas, B.A., 2010. Botanical nomenclature and plant fossils. *Taxon* 59, 261-268.
- Cleal, C.J., Thomas, B.A., 2021. Naming of parts: the use of fossil-taxa in palaeobotany. *Fossil Imprint* 77, 166-186.
- Codarcea, A., 1940. Vues nouvelles sur la tectonique du Banat et du Plateau du Mehedinți. *Anuarul Institutului Geologic al României*, 20: 1-74.
- Costa, E., Garcés, M., Sáez, A., Cabrera, L. and López-Blanco, M., 2011. The age of the "Grande Coupure" mammal turnover: New constraints from the Eocene-Oligocene record of the Eastern Ebro Basin (NE Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 301: 97-107.
- Ellis, B., Daly, D.C., Hickey, L.J., Johnson, K.R., Mitchell, J.D., Wilf, P. and Wing, S.L., 2009. *Manual of Leaf Architecture*. The New York Botanical Garden Press, Ithaca, New York, 201 pp.
- Exon, N., Kennett, J., Malone, M., Brinkhuis, H., Chaproniere, G., Ennyu, A., Fothergill, P., Fuller, M., Grauert, M., Hill, P., Janecek, T., Kelly, C., Latimer, J., McGonigal, K., Nees, S., Ninnemann, U., Nuernberg, D., Pekar, S., Pellaton, C. and White, T., 2002. Drilling reveals climatic consequences of Tasmanian Gateway Opening. *EOS Transactions*, 83: 253.
- Gibbard, P. L. and Lewin, J., 2016. Filling the North Sea Basin: Cenozoic sediment sources and river styles. *Geologica Belgica*, 19 (3 - 4): 201- 217.
- Givulescu, R., 1996. *Flora oligocenă superioară din Bazinul Petroșani*. Casa Cărții de Știință, Cluj- Napoca, 145 pp.
- Heer, O., 1872. Ueber die Braunkohlen-Flora des Zsily-Thales in Siebenbürgen. *Wein, Pest*, 30 pp.
- Hofmann, K., 1870. Das Kohlenbecken des Zsily-Thales in Siebenbürgen. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 20: 523-530.
- Hooker, J.J., 1987. Mammalian faunal events in the English Hampshire Basin (Late Eocene-Early Oligocene) and their application to European biostratigraphy. *Münchener Geowissenschaftliche Abhandlungen* 10, 109-116.

- Hooker, J.J., 1992. British mammalian paleocommunities across the Eocene-Oligocene transition and their environmental implications. In: Prothero, D.R., Berggren, W.A. (Eds.), *Eocene Oligocene Climatic and Biotic Evolution*. Princeton University Press, Princeton, pp. 494-515.
- Hooker, J.J., 2010. The “Grande Coupure” in the Hampshire Basin, UK: taxonomy and stratigraphy of the mammals on either side of this major Paleogene faunal turnover. In: Whittaker, J.E., Hart, M.B. (Eds.), *Micropalaeontology, Sedimentary Environments and Stratigraphy: A Tribute to Dennis Curry (1912-2001): The Micropalaeontological Society, Special Publications*, pp. 147-215. doi:10.1144/TMS004.8.
- Hooker, J.J., Collinson, M.E., and Sille, N.P., 2004. Eocene-Oligocene mammalian faunal turnover in the Hampshire Basin, UK: calibration to the global time scale and the major cooling event. *Journal of the Geological Society* 161, 161-172. doi:10.1144/0016-764903-091.
- Hutchinson, D., Coxall, H., Lunt, D., Steinthorsdottir, M., De Boer, A., Baatsen, M., Heydt, A.S., Huber, M., Kennedy-Asser, A., Kunzmann, L., Ladant, J.-B., Lear, C., Moraweck, K., Pearson, P., Piga, E., Pound, M., Salzmann, U., Scher, H., Sijp, W. and Zhang, Z., 2021. The Eocene-Oligocene transition: A review of marine and terrestrial proxy data, models and model-data comparisons. *Climate of the Past*, 17: 269-315.
- Katz, M., Miller, K., Wright, J., Wade, B., Browning, J., Cramer, B. and Rosenthal, Y., 2008. Stepwise transition from the Eocene greenhouse to the Oligocene icehouse. *Nature Geoscience*, 1: 329-334.
- Liégeois, J.P., Berza, T., Tatu, M. and Duchesne, J.C., 1996. The Neoproterozoic Pan-African basement from the Alpine Lower Danubian nappe system (South Carpathians, Romania). *Precambrian Research*, 80: 281-301.
- Mateescu, I.D. and Mantea, Ș.I., 1943. Cercetări petrografice asupra stratelor de cărbuni din Valea Jiului, Al 15-lea Congres A.G.I.R., pp. 3-30.
- Moiescu, V., 1981. Considerații asupra unităților litostratigrafice ale Terțiarului din Bazinul Petroșani. *Studii și cerc. geol. geof. geogr.*, 25: 109-117.
- Moiescu, V., Chivu, M., Dragu, V. and Mărgărit, E., 1979. Studiul faunei de moluște egeriene din Bazinul Petroșani. *Proj. 25 Stratigr. Correl. Tethys-Paratethys Neogene XXIX*, 65-120.

- Moore, J.C., 2013. Diversity, Taxonomic versus Functional. In: S.A. Levin (Editor), *Encyclopedia of Biodiversity (Second Edition)*. Academic Press, Waltham, pp. 648-656.
- Moraweck, K., Grein, M., Konrad, W., Kvaček, J., Kovar-Eder, J., Neinhuis, C., Traiser, C. and Kunzmann, L., 2019. Leaf traits of long-ranging Paleogene species and their relationship with depositional facies, climate and atmospheric CO<sub>2</sub> level. *Palaeontographica Abteilung B*, 298(4-6): 93-172.
- Petrescu, I., Mărgărit, G., Nicorici, E., Nicorici, M., Bițoianu, C., Dușa, A., Țicleanu, N., Pătruțoiu, I., Todros, C., Munteanu, A., Ionescu, M. and Buda, A., 1987. *Geologia zăcămintelor de cărbuni. 2. Zăcăminte din România. Geologia zăcămintelor de cărbuni, 2*. Editura Tehnică, București, 387 pp.
- Pirnea, R. and Popa, M.E., 2016. Flora oligocenă din Câmpul Minier Paroșeni, Bazinul Petroșani, Sesiunea de Comunicări Științifice 'D. Brandza'. Ediția a XXII-a. Editura Universității din București, București, pp. 22.
- Pirnea, R. and Popa, M.E., 2017a. Oligocene and Miocene *Pronephrium stiriacum* from Romania In: I. Lazăr, M. Grădinaru and Ș. Vasile (Editors), *Eleventh Romanian Symposium on Palaeontology. Abstract Book*. Editura Universității din București, Bucharest, pp. 86.
- Pirnea, R. and Popa, M.E., 2017b. The Oligocene flora from the Uricani coalfield, Petrosani Basin, Romania, European Geosciences Union General Assembly 2017. *Geophysical Research Abstracts*. Vienna.
- Pirnea, R. and Popa, M.E., 2018a. *Elaeocarpaceae* fruits from the Oligocene of the Petroșani Basin, Romania, Tenth European Palaeobotany and Palynology Conference, University College Dublin, Ireland, pp. 206.
- Pirnea, R. and Popa, M.E., 2018b. Genus *Pronephrium* Presl 1851 (*Thelypteridaceae*) in Romania. *Journal of Palaeogeography*, 7(10): 13.
- Pirnea, R., Ghiran, M.D. and Popa, M.E., 2017. Coal petrography and fossil plants from Paroșeni coalfield, Petroșani Basin, Romania. In: G. Predeanu, M.E. Popa, R.D. Mihalache, I. Mariș, J. Kus and M.D. Ghiran (Editors), *69th Annual Meeting of the International Committee for Coal and Organic Petrology (ICCP)*. Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart, Bucharest, pp. 121.
- Pirnea, R., Hably, L. and Popa, M.E., 2022. Fruits of *Sloanea* L. (*Elaeocarpaceae*) from the Oligocene of Petroșani Basin, Romania. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 297: 104586.

- Pop, E.I., 1993. Monografia geologică a Bazinului Petroșani. Editura Academiei Române, București.
- Popa, M.E. and Anastasiu, N., 2019. Resurse de cărbuni. In: E. Constantinescu and N. Anastasiu (Editors), Resursele Minerale ale României. Vol. III. Resursele Energetice. Editura Academiei Române, București, pp. 435-501.
- Popa, M.E. and Predeanu, G., 2018. Coals of Romania: Geology, petrology and use. *International Journal of Coal Geology*, 200: 103-122.
- Simionescu, I., 1935. Asupra unui Antracotherium de la Petroșani. *Academia Română. Memoriile Secțiunii Științifice. Seria 3*, 10(6): 145-157.
- Stehlin, H.G., 1910. Remarques sur les faunules de Mammifères des couches Éocènes et Oligocènes du Bassin de Paris. *Bulletin de la Societe Geologique de France* 9 (4), 488-520.
- Staub, M., 1887. Die aquitanische Flora des Zsilthales im Comitate Hunyad. *Mittheilungen aus dem Jahrbuche der Kgl. ungarischen Geologischen Anstalt*, 7: 3-197.
- Stur, D., 1863. Bericht über die geologische Uebersichtsaufnahme des süd-westlichen Siebenbürgen im Sommer 1860. *Jahrbuch Der Geologischen Reichsanstalt*, 13: 33-120.
- Teodoridis, V. and Kvaček, Z., 2015. Palaeoenvironmental evaluation of Cainozoic plant assemblages from the Bohemian Massif (Czech Republic) and adjacent Germany. *Bulletin of Geosciences*, 90: 695-720.
- Turland, N.J., Wiersema, J.H., Barrie, F.R., Greuter, W., Hawksworth, D.L., Herendeen, P.S., Knapp, S., Kusber, W.-H., Li, D.-Z., Marhold, K., May, T.W., McNeill, J., Monaco, A.M., Prado, J., Price, M.J. and Smith, G.F. (Editors), 2018. International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017, *Regnum Vegetabile* 159. Koeltz Botanical Books, Glashütten.
- Voicu, G., 1954. Cercetări geologice și micropaleontologice în Bazinele Bahna și Petroșani. *Dări de Seama ale Ședințelor Institutului Geologic* 38, 229-251.
- Zijlstra, G., 2014. Important changes in the rules of nomenclature, especially those relevant for palaeobotanists. *Review of Palaeobotany and Palynology* 207, 1-4.