

A pályázat keretében a magyarországi jura időszi harasztok (zsurlók, páfrányok) taxonómiai és paleoökológiai feldolgozása történt meg.

Anyag és módszerek

A vizsgált anyag az 1989-2003 évek közötti gyűjtésekből származik, a Magyar Természettudományi Múzeum Növénytarának tulajdonát képezi. A gyűjtés a mecseki szénbányákban (Vasas, Pécsbánya, Rücker), illetve ezeknek meddőhányóin (Budafa, Dávidföld, Zobák, Béta, Kossuth akna meddőhányóján) történt (Mecseki Kőszén Formáció).

Nagy példányszámban fordultak elő harasztok (Sphenophyta és Pteridophyta) a lelőhelyeken, a begyűjtött és a feldolgozásban használt leletek száma: zsurlók közül 285 db, és páfrányok közül 884 db.

Mindkét csoportnál hasonló ütemezésben, azonos módszereket használtam:

1. Taxonómiai feldolgozás – fajok meghatározása a külső morfológiai bélyegek (és ahol lehetséges a kutikula felépítése) alapján. A kutikula preparáláshoz Schulz oldatot használtam (tömény HNO_3 + KClO_3 , az öblítéshez 3% KOH).
2. A fajok kvantitatív összehasonlítása (Excel program segítségével).
3. Fajok társulásának elemzése – összes más növényfaj rögzítése, amely az adott fajjal ugyanazon a példányon fordul elő (Excel program segítségével).
4. Az élőhely rekonstrukciója.

Az előzőekben említetteken kívül elvégeztem a taxonómiai bélyegek revízióját a *Cladophlebis* és a *Todites* nemzetségekben (124 példányon). A bélyegek elemzéshez több száz mérést végeztem (a levélkének inzerciós szöge, szélessége, hosszúsága, ezeknek aránya, az oldalerek száma és a főérrel bezárt szöge), s a kapott adatokat Excel használatával értékeltem.

A makromaradványok feldolgozását palinológiai vizsgálatokkal egészítettem ki, Annette Götz (Institute of Applied Geosciences, Darmstadt University of Technology, Schnittspahn str. 9, D-64287 Darmstadt, Germany) német palinológus tanácsaival végeztem.

Eredmények

Sphenophyta

(meglejtent, Barbacka 2009)

A zsurlók (Sphenophyta) közül két nemzetséget határoztam meg a Mecsekből: *Neocalamites* és *Equisetites*. Az összes begyűjtött példány száma 285 darab volt, ebből *Neocalamites* 45 db, *Equisetites* 240 db. A megtartásuk, sajnálatos módon, viszonylag rossz, így a feldolgozásra *Equisetites* csak 110 db volt alkalmas, a maradék 130 példánynál a faji bélyegek felismerhetetlenek voltak.

A *Neocalamites* nemzetség nagy testmértű (4-6 m magasságú), többszörösen elágazó növényekből állt. A törzsük átmérője gyakran a 20 cm-t is eléri. Csupán egy faj, *N. carcinoides* Harris került elő a mecseki lelőhelyről. Az *Equisetites* nemzetségben is található nagymértű fajok, de a növények habitusa nem annyira erőteljes, mint a *Neocalamites* esetében. Mecsekben három

Equisetites faj található: a nagyméretű *E. columnaris* (Brongniart) Phillips (50%-a az előkerült egyedeknek), és a finomabb felépítésű *E. muensteri* Sternberg (47%) és *Equisetites* sp. (3%).

A sok gyenge megtartású példány ellenére, a fossziliák nagyméretűek, a törzsek gyakran elérik a 25 cm hosszúságot, a földalatti rhizómák és ezekből induló finom gyökerek gyakran összefüggők, a hajszaoldalgökökkel együtt fordulnak elő. Ez a növénymaradványok autochton jellegű fosszilizációjára utal, és a zavartalan, vízhez közeli környezetre lehet következtetni.

Paleoökológia és környezet

A mecseki lelőhely vidéke a korai jurában delta jellegű volt, folyó elágazásokkal, számos szigettel és tóval. A meleg klíma és a bőséges vízellátás kedvezett sűrű növényzetnek. A delta dinamikájának építő és romboló szerepe is volt. A ráhordott talajon megtelepülhettek növények, melyek a kompetíció hiányában gyors fejlődésnek indulhattak. Másfelől, a létező területeket a növényzettel együtt gyakran pusztította el az áradás.

A zsurlók együttes előfordulása más növényekkel ugyanazon a kőzetdarabon mutatja a társulás fajgazdagságát, utal az adott terület flórájának faji összetételére, amit a diagramok szemléltetnek (Fig. 2 – *Neocalamites*, és Fig. 3. *Equisetites*). A *Neocalamites*-nél 16 példány társul más fajokkal, míg 26 példányon egyedül, kizárólagosan fordul elő. Az *Equisetites* esetében ezek száma 62 társuló és 66 egyedülálló. Mivel több, mint 50%-a a talált egyedeknek nem társul más növényekkel, feltételezhető, hogy legtöbb esetben csak zsurlókból álló, fajszegény, csaknem monodomináns állományt alkottak.

Abban az esetben, amikor más fajokkal fordultak elő, a *Neocalamites* leggyakrabban a *Ginkgo*-félékkel és *Komlopteris*, valamint *Ctenozamites* nemzetségű magvaspáfrányokkal társult, az *Equisetites* pedig leginkább az *Elatocladus*, *Sagenopteris*, *Phlebopteris* és *Nilssonia* nemzetségekkel együtt fordult elő. A különbség a társuló fajok tekintetében az eltérő környezetekre utalhat. Mindkét növényi csoportösszetétel, a recens zsurlókhöz hasonlóan, nedves és páradús környezetre jellemző, de az *Equisetites* és a társuló fajok kimondottan elmosárosodott, állóvízzel gyakran elöntött területekre utalnak (gyakran limnikus palás aleurolit az előforduló alapkőzet). Valószínűleg a tavak körüli/tavak közti sávokban éltek. Ezzel szemben a *Neocalamites* (aleurolitban), bár szintén nedves környezetben, de nem a víz által elárasztott területeken fejlődött.

Pteridophyta

(meglejtent Barbacka & Bodor 2008, Bodor & Barbacka 2008, elkészült Barbacka in press).

Páfrányok (Pteridophyta) a legdiverzebb csoport a mecseki jura vegetációjában és igen elterjedt. Az összes Mecsekben begyűjtött növénymaradvány teljes számának 25% -t adja, tehát fontos elemként vannak jelen a mecseki flórában. A mecseki fajok öt családba tartoznak: Dipteridaceae (48% -a a teljes páfrány számnak), Matoniaceae (25%), Osmundaceae (21%), Marattiaceae (6%) és egyetlen példány a Dicksoniaceae család képviselői közül.

A 14 leírt faj 11 nemzetségbe sorolható be: *Dictyophyllum nilssoni* (Brongniart) Goeppert, *D. rugosum* Lindley & Hutton, *Thaumatopteris brauniana* Popp, *Clathropteris meniscioides* Brongniart, *Phlebopteris angustiloba* (Presl) Hirmer et Hörhammer, *P. longipinnulata* sp. nov., *Cladophlebis denticulata* (Brongniart) Nathorst, *C. haiburnensis* (Lindley et Hutton) Brongniart, *C. roesserti* (Schenk) Saporta, *Todites goeppertianus* (Münster) Krasser, *T. princeps* (Presl) Gothan, *Marattiopsis hoerensis* Schimper, *Coniopteris hymenophylloides* Brongniart, és *Sphenopteris* sp. A Mecsekben talált páfrány fajok többsége a gyakori mezozoikumi leletek közé tartozik.

Két páfrány nemzetség, *Cladophlebis* és *Todites*, esetében a fajhatározás során rendszertani problémák merültek fel az általánosan használt taxonómiai jellemzők kapcsán. Számos bélyeg, mely alapul szolgált a különböző fajok elkülönítésében, a mai szemlélet szerint a környezet befolyásának, vagy fajon belüli diverzitásnak lehetett az eredménye. Különösen a mennyiségi jellemzők felülvizsgálata bizonyult lényegesnek. Az összes alaktani jellemző revízió alá került, és ezeknek változékonyságát vagy csoportbeli stabilitását statisztikailag elemeztem. Ezek alapján kimutattam, hogy az eddig használt bélyegek között sok olyan van, amelynek nagy a variabilitása, jelentősen változik egy adott taxonon belül is, átfedve más fajként leírt egyedek hasonló tulajdonságaival. A rendszertani pontosság betartásához tehát használatuk csak akkor eredményes, ha szignifikáns gyakorisággal ismétlődnek a vizsgált anyagban, az anyag pedig a lehető legtöbb példányból áll. Ezeknek a nemzetségeknek fajszáma a helytelen fajhatározások és az új fajok alaptalan képzése miatt irreálisan magas. Javaslatot tettem azoknak a fajoknak revíziójára, melyek csupán 1-2 taxonómiaiag gyenge bélyegek alapján, vagy kevés példányon lettek elkülönítve.

Paleoökológia és környezet

A mecseki páfrányoknak jelentős szerepe volt a kora-jura vegetációban, mivel viszonylag magas fajsámú, diverz csoportot alkottak és az egyedszám is magas volt egyes élőhelyeken. Nagytermetük miatt inkább a fák- vagy magas cserjék szintjét foglalták el az erdős növénytakaróban. A páfrányfajok közül öt fordul elő más növényekkel: *Thaumatopteris brauniana* 32/124 –ből (26%), *Dictyophyllum rugosum* 30/94 (32%), *Marattiopsis hoerensis* 25/50 (50%), *Phlebopteris longipinnulata* 58/169 (34%), *Clathropteris meniscioides* 25/175 (14%). Ebből arra következtethetünk tehát, hogy gyakrabban alakíthattak ki monodomináns állományokat.

A társuló fajok között számos más haraszt is található. Ezek a páfrányfajok mind nedves talajt és magas páratartalmat igényelnek. A társuló fajok szintén nedves és párás körülmények között éltek. Csekély számú páfrány (két faj, kis számban) előfordul az *Anomozamites marginatus* bennettitesszel, amely inkább szárazabb környezeti viszonyokra jellemző. A *Ginkgo*-félékkel leginkább a *Phlebopteris longipinnulata* előfordulása volt jellemző, ami e páfrány szélesebb környezeti adaptációjára utal, mivel a *Ginkgo*-félék több környezeti típusban éltek. A fenyőfélék közül az *Elatocladus* mocsári fenyővel ugyancsak a *Phlebopteris longipinnulata* fordult elő jelentősebb számban. Az inkább szárazabb területekre utaló *Brachyphyllum* fenyővel pedig szintén ez az egy páfrányfaj fordult elő, bár csak kevés példányban.

A makromaradványok által jelzett környezet összhangban van az előfordulási kőzet típusával is, amelyben azok találhatóak. A páfrány többsége aleurolitban maradt meg. Egy faj azonban, a *Todites princeps*, csak a csillámos homokkőben szerepelt. A kőzettípus és sajátos levél morfológiája (vékony szár, nagyon apró, de vastag levélkével) egyaránt arra mutat, hogy a növény inkább szárazabb területekhez kötődött.

A *Todites* és *Cladophlebis* páfránynemzetségek nem társultak más növényekkel, s leginkább monodomináns foltokat képeztek.

A mecseki növénytakaróban leginkább a harasztokra jellemző, hogy egy faj domináns. Ez részben a biológiájukból ered, de lehet a környezet korlátozó befolyásával is magyarázni, vagy a szukcessziós folyamatokkal.

Mind a zsurlók, mind a páfrányok vegetatív szaporodásának egyik meghatározó lehetősége, hogy földalatti rhizómák által terjednek el egy megtelepedési pontról, kiterjedt klónokat hozva létre foltokban. Így nagy a valószínűsége annak, hogy ha nem nagy a kompetíció, akkor egy faj nagy területet foglalhat el viszonylag gyorsan. A deltavidéki környezetben jól ki lehet használni az ilyen lehetőségeket, mivel a frissen ráhordozott hordalék vagy homok szigetek kedveznek a pionír növényeknek, melyek gyakran a harasztok közül származnak az ilyen környezetben induló növénytársulásoknál.

A mecseki páfrányok levelei párás és nedves környezetet jeleznek a felépítésükkel, formájukkal. A fosszilizáció után a levelek nagy fragmentumokban maradtak meg (a darabolódás legtöbb esetben másodlagos, az alapkőzet töredezésével együtt a széntermelés okozta), ami arra utal, hogy a fossziliák autochton jellegűek. A fossziliák társulása a kőzeteken más növényfajokkal lehet a közös együttes növekedés eredménye, vagy egy közös gyűjtőmedence kialakulása, ahova a maradványok szállítottak. Figyelembe véve az autochton fosszilizációt, amikor a növényi anyag elszállítódása és későbbi összetorlódása korlátozva volt, valószínűbb az együttes fosszilizáció a legközelebbi környezetből.

A pályázat meghosszabbításának évében a makrofossziliák alapuló vizsgálatokat a német palinológus tanácsai szerint kiegészítettünk pollen- és spóra-analízissel is (elkészült, Barbacka, Götz, Ruckwied – in press)

A pollen és spóra elemzés a meglévő, ugyanerről a területről származó fűrómagokból történt, a K-137 és K-176 fúrásokból, valamint 63 mintából a vasasi és pécsbányai külfejtésekből. A minták alapanyaga aleurolit, homokkő és szén. A palinomorfák preparálása a HCl (33%) és HF (73%) használatával történt a karbonátok és szilikátok eltávolításához. A kipreparált anyag további kezelése ZnCl₂ oldattal (2,2 g/ml) történt. Szűrőkor 15µm lyukátmérőjű szűrőt használtunk. Az adat elemzéshez preparátumként 500 számolást végeztünk.

A K-137 és K-176 fúrásokból származó palinomorf együttes tipikus a Rhaeti/Hettangi átmeneti zónára. A Rhaeti felső szedimentológiai szériákban a légsákos (bisaccate) pollenek dominálnak, trilete spórák és pollenek a *Circumpolles* csoportból, valamint csekély mennyiségű

Corollina spp. Fölötte lévő rétegben kiugróan növekszik a trilete spórák, főleg a *Concavisporites* and *Deltoidospora* száma.

Másik fontos jellemzője a palinomorf együttesnek a *Dictyophyllum harrisii* spórák hirtelen növekedése a triász/jura határos zónában, amelyet egy éles *Inaperturopollenites* spp. csúcs követ. Ez a jelzés ismétlődik a kis ciklusok mintáiban is, melyek tipikusak az egész Hettangira. A Rhaeti/Hettangi palinomorf együttesének részletes analízise Abbink ökológiai modellje szerint volt elemezve. Az eredmény azt sugallja, hogy gyors változások következtek be a folyói palinomorfák által dominált környezetből (késő Rhaeti) a mocsári palinomorfák által dominált környezetbe (korai Hettangi). A kis ciklusban képződött homokkőben dominálnak a folyami együttesek olyan fajokkal, mint *Conbaculatisporites mesozoicus*, *Concavisporites* spp., *Deltoidospora* spp., *Stereisporites* spp., *Todisporites* spp., *Vitreisporites pallidus*, míg a főleg a főként *Inaperturopollenites* spp. domináciával jelzett mocsári elemek a szénrétegekre jellemzők.

A téma feldolgozása szempontjából jelentős volt annak kimutatása, hogy a környezet többszörös, rendszeres változásánál a folyami és mocsári között mindig ugyanaz a két pollen/spóra faj dominált váltakozva. Az egyik a mocsári fenyő pollenje, *Inaperturopollenites* spp. (*Elatocladus* sp.) volt, míg a másik egy páfrány spóra, *Dictyophyllum harrisii* (*Dictyophyllum* sp).

A palinológiai munkából lesűrhető másik fontos eredményként a környezet újabb rekonstrukcióját tekinthetjük, amelyhez Abbink modelljét alkalmaztunk és modifikáltunk a mecseki liász viszonyaihoz. A modell öt környezet típust feltételez, ebből a magas térszíni terület itt nem szerepel, mivel páfrányok nem jellemzők rá. A maradék alacsonyfekvésű terület három típusra van osztva (szárazabb, nedvesebb és elmocsárosodott), s ezeket követi a folyóparti terület. A sporomorfák és makromaradványok alapján a mecseki nemzetségeket/fajokat besoroltuk a megfelelő környezetbe. A két megközelítés jól egyező a társulás-szerkezeti eredményt adott.

A két vizsgálati módszer (makro- és mikroflóra analízise) akkor adja a legjobb eredményt, amikor együtt alkalmazhatók. Nem lehet kizárni a pontatlanságot, amelyet fosszilizáció (nem minden fosszilizálódik), szállítás, fajok összemosódása a gyűjtőmedencében, esetlegesség a gyűjtésben, stb. okozhatnak. Ezt a hibát statisztikai vizsgálattal lehet kiküszöbölni. A harasztoknál bevezetett módszer használatát az egész flóra vizsgálatára szeretnénk bevezetni.

Eltérések a költségvetéstől:

2007-ben, a téma harmadik évében, a betervezett nagyteljesítményű nyomtató helyett egy számítógépet vettem. Ez fontos volt az új digitális mikroszkópos fényképezőgép beüzemeléséhez és a fotódokumentáció valamint fotótáblák, előadások, stb. készítéséhez.

Az utolsó, meghosszabbított évben (2009) a konferenciára betervezett keretet a dologi kiadásokra költöttem: könyvek, digitális rajztábla és szoftverek, amelyek fényképek és rajzok készítésére és szerkesztésére hosszú távon is nagyon hasznosak.

Mind két eltérés az OTKA bizottság engedélyével történt.