

A bükkábrányi ősfák anatómiai és sűrűségi vizsgálata

Fehér Sándor, Antalfi Eszter, Börcsök Zoltán, Molnár Sándor *

A Bükkábrányban 8 millió éven át a föld alá temetett mocsárerdő felszínre kerülésével páratlan jelentőségű fosszilis növénymaradványok vizsgálatára kerülhetett sor. Célunk volt, hogy a mocsárerdőt alkotó törzsek átfogó anatómiai, fafizikai vizsgálatát megvalósítsuk, amely kiterjed a beazonosított fafajok mikroszkópos és makroszkópos jellemzőinek meghatározására.

Dolgozatunkban három törzs fafaját határoztuk meg, az 5-ös, 10-es és a 11-es kóddal ellátott törzsekét. Az eredmények egyértelműen bizonyítják, hogy a mocsárerdőt egy több fajból álló állomány alkotta. A vizsgálatok kezdetén már látható volt, hogy mindegyik törzs a *Taxodiaceae* család tagja, erre utalt a törzsek morfológiája, alakja, ill. a kéreg jellemzői, annak barázdáltsága, vastagsága, valamint szerkezete. A fény- és elektronmikroszkópos elemzések során feltártuk a fatörzsek anatómiai szerkezetét. A xylotómiai vizsgálatokból világosan kiderült, hogy a három törzsből kettőnek (5-ös és 11-es) a fafaja mocsárciprus (*Taxodium distichum*), míg a 10-es törzs fafaja tengerparti mamutfenyő (*Sequoia sempervirens*), esetleg ezek valamilyen nagyon közeli rokona, melyek szövettani alapon nem különíthetők el. A késő miocén kor éghajlati, klimatikus, valamint termőhelyi jellemzői lehetővé tették a mocsárciprus és a tengerparti mamutfenyő természetes előfordulását a Kárpát-medencében.

Kulcsszavak: faanatómia, Taxodiaceae, Bükkábrány, miocén, Taxodium, Sequoia

Anatomical and density examination of the ancient fossilised trees from Bükkábrány

A unique fossil plant remains can be examined, when they were outcropped in the summer of 2007, near Bükkábrány. The remains were buried for 8 million years; the trunks of the marshland forest were standing on their aboriginal locality. The aim was to determine the species by complex examination, which are occurred in the ancestral forest, and verify or deny the former statements. We studied three samples yet (No. 5, 10 and 11). The determination of the species mostly by light microscopic sections were done, which was complemented by electron microscopic and density researches. At the beginning of the researches, it was plain, that all trunks are belonging to the family Taxodiaceae, but the researches clarified, that they are not belonging to only one species. The microscopic examinations aimed the attention to two species, and on the grounds of the wood anatomical researches, the two of samples (No. 5 and 11) is bald cypress (*Taxodium distichum*), and one (No. 10) is coast redwood (*Sequoia sempervirens*), or other near relative dead out species from these genera.

Key words: woodanatomy, Taxodiaceae, Bükkábrány, Miocene, Taxodium, Sequoia

Bevezetés

Világviszonylatban is egyedülálló, 8 millió éven át, a föld alá temetett, 16 fából álló fosszilis erdőrészlet maradvány került elő 2007 nyarán Bükkábrányban (**1. ábra**). A lelet-együttesre 60 méteres mélységében találtak rá, Magyarország második legnagyobb, a Mátra Erőmű Zrt. tulajdonában levő külszíni bányában, ahol két kilométer hosszan feltárt területen, hatalmas kotrógépekkel folyik a 8-12 millió éves, 12-16 méter vastag rétegben található lignit kitermelése. Az erdőrészlet minden faegyede az eredeti helyén állt, s az egykor 40 méter magasságot is elérő fák, 6 méter törzshosszban láttak napvilágot. Veres János vezetésével a miskolci Herman Ottó Múzeum régészcsoportja fogott akkor a mentési munkálatokhoz.



1. ábra Ősfa a bükkábrányi bányában egy bányagép előterében

* **Dr. Fehér Sándor**, egyetemi docens, NyME Faanyagtudományi Intézet, **Antalfi Eszter**, egyetemi hallgató, NyME Faipari Mérnöki Kar, **Börcsök Zoltán**, tudományos munkatárs, NyME Faanyagtudományi Intézet, **Prof. Dr. Molnár Sándor**, egyetemi tanár, NyME Faanyagtudományi Intézet

Az évszázadok során már nagyon sokszor kerültek elő különböző uszadék fák, vagy kéregdarabok, de többnyire nem eredeti környezetükben, vagy élőhelyükön, hanem bizonytalan földrajzi körülmények között.

Európában is számtalan lelőhelyen találtak fosszilis maradványokat (Pinna et al. 2000), többek között Magyarország területén is, a legismertebb talán az Ipolytarnócon talált lelet. Ezek a paleobotanikai maradványok különböző mértékben elkövesedtek.

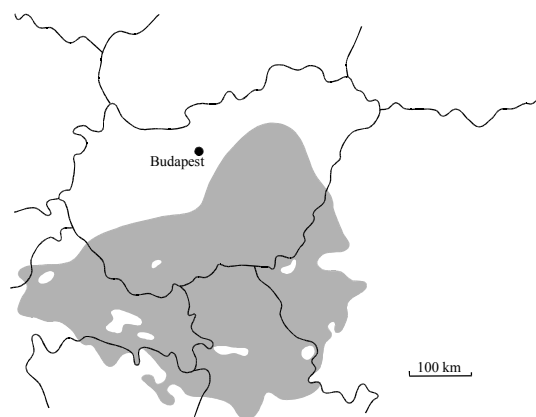
A nedves konzerváló anyagból kikerült fák fokozatosan elkezdtek kiszáradni. Ennek következtében szétrepedeztek, a külső részek lepattogzottak, és gyakorlatilag fokozatosan, lassan szétporladtak, mivel a fák már elvesztették cellulóztartalmuk egy részét (Hofmann 2007), amely a sejtfalak állékonyságáért felelős, és több mintánál jóformán csak a plasztikus lignin maradt meg. Ezek a korai vizsgálatok a fajra vonatkozóan is kiterjedtek. A feltárást követően a törzsek habitusa, valamint a kéreg jellegzetességei alapján, minden alapos vizsgálat nélkül mocsárciprusként (*Taxodium distichum*) azonosították a törzseket. A NymE FMK Faanyagtudományi Intézetének első vizsgálata során egy álló fát és egy uszadékfát vizsgáltunk meg a fametszetek alapján, ami alapján az előbbit mocsárciprusként (*Taxodium distichum*) lett, míg az utóbbit tengerparti mamutfenyőként (*Sequoia sempervirens*) azonosítottuk (Molnár et al. 2007, 2008). Hably (2008) kutatásai szerint is sok faj lehet a bükkábrányi fák között.

2007 nyarán hat fa megsemmisült, s csak tízet sikerült épségben a felszínre hozni. Négy fatörzset a miskolci Herman Ottó Múzeumba, valamint hat megmaradt fatörzset a Bükki Nemzeti Parkba, az Ipolytarnóci őslábnomos bemutatóhelyre szállítottak.

Jelen kutatómunka célja egy átfogó vizsgálat keretein belül feltárni a bükkábrányi fosszilis maradványok, törzsek fafaját xylotómiai vizsgálatok alapján.

Előzmények

Az egykori erdő végighúzódott a Mátraalján, ami akkor a Pannon-tenger északi partsávján élő mocsaras erdősáv volt. Ez magába



2. ábra – A Pannon-tenger 8 millió évvel ezelőtt (Magyar et al. 1999)

foglalta az ország keleti felét, ami mai viszonylatban tökéletes egybeesést mutat a Gyöngyöstől Polgárig nyúló lignitmezővel. Az északról érkező folyók feltöltő munkája révén a Pannon-tó partvidéke a felső miocénben a mai Északi-Középhegység lábánál húzódott (**2. ábra**), és a mai Bükkábrány térsége is partvidéki terület volt (Magyar et al. 1999, Kázmér, 2007).

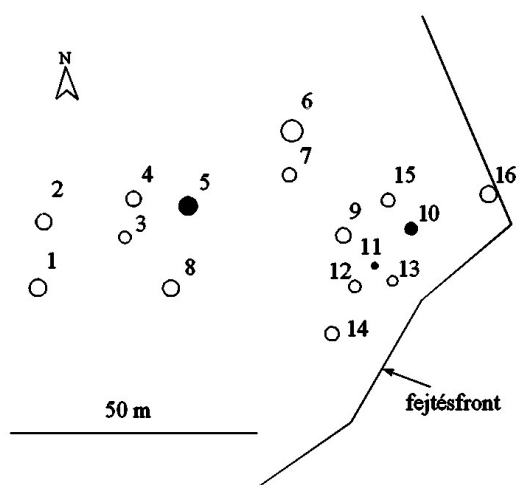
Az erdőrészt pusztulását 8 millió év körül határozhatjuk meg (Veres 2007). A törzseket egy hirtelen felhalmozódott homokréteg ölelte körül, ami közel 6 méter vastagságban helyezkedett el. Ez a réteg megakadályozta, hogy a fák kidőljenek, vagy lignitté váljanak, valamint 8 millió évre konzerválta azokat, szerkezetükben csak minimális változást okozva. Általános esetben a talajba kerüléssel megkezdődik a kövesedés folyamata, de itt nem ez történt. Az már bizonyos, hogy nem fokozatos feltöltődésről volt szó, hanem hirtelen végbe ment, drasztikus változás következett be. A 6 méter vastagságú nedves homok vagy iszapréteg, beborította az erdősáv talajszint közeli zónáját, így azt légmentesen lezárta. Mivel levegő nem érte a leleteket, valamint folyamatosan jelen volt a nedves közeg, ami a konzerváló hatása mellett minimálisra csökkentette a megkövesedés folyamatát, ezért a fák épségben maradtak. A hirtelen bekövetkezett katasztrófa által kialakult erdősáv eltemetődésének hátterében egy föld- vagy iszapcsuszamlást feltételezhetünk (Jäger 2007).

Vizsgálati anyag és módszer

A bükkábrányi bányában feltárt ősmaradvány lelet 16 törzsből és több (helyhez nem kötött) ún. uszadékfából áll. A vizsgálatok jelen szakaszában további törzsek fafajának meghatározására összpontosítottunk. Három törzsből (az 5., a 10-es és a 11-es törzsből) vettünk mintákat a vizsgálatokhoz (**3. ábra**).

A fajaj azonosításhoz szükséges elővizsgálatokat egy Nikon SMZ-2T típusú sztereo-mikroszkóppal végeztük, majd a mintanyagból a fénymikroszkópos vizsgálatokhoz különböző metszési síkú metszeteket készítettünk, vizsgáltuk az egyes sejttípusokat és azok mennyiségét, valamint az egyes sejtek jellemzőit. A fajaj pontos meghatározásához, a sejtek vizsgálatához egy Zeiss fénymikroszkópot és egy Hitachi S-3400N típusú elektron mikroszkópot használtunk.

A fizikai tulajdonságok közül az egyik legfontosabb jellemző a sűrűség. A bükkábrányi lelet sejtfalának kémiai felépítése módosult, megváltozott, valamint az évgyűrűk korai pásztái összeroncsolódtak, ill. összenyomódtak a földnyomás hatására. Ennek következtében a sűrűség vizsgálat ilyen formában nem ad megbízható adatot, csak tájékoztatást nyújthat arányaival a fajaj meghatározásában, a kapott eredmények csak a minták különbözőségének, vagy azonosságának eldöntéséhez nyújthat segítséget. A fosszilis faanyag maradványok fizikai tulajdonságainak meghatározása az



3. ábra – A vizsgált törzsek helyzete a feltárt mocsárerdő maradványban, kiemelve a vizsgált egyedeket (Kázmér 2007 alapján)

esetek többségében nem egyszerű feladat, mivel a vizsgálathoz szükséges minták a degradáció következtében nem alakítottak.

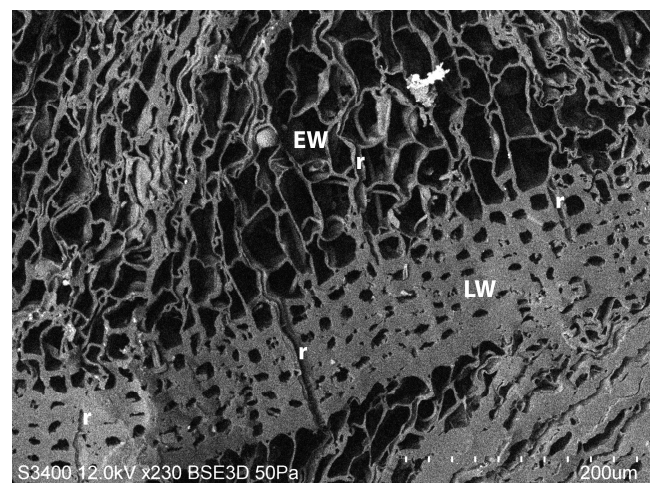
A térfogatméréshez szabályos geometriájú minták készítésére nem volt lehetőség, ezért Breuil-féle higanyos térfogatmérőt alkalmaztunk a pontos térfogat megállapításához. A faanyagvizsgálatokra jellemző 12%-os egyensúlyi fanedvesség beállítását végeztük el, amely egyben lehetővé teszi az eredmények szakirodalmi adatokkal való összehasonlítását is. A sűrűség vizsgálatát két mintán (a 10-es és a 11-es törzsek faanyagán) végeztük el.

Eredmények és megvitatásuk

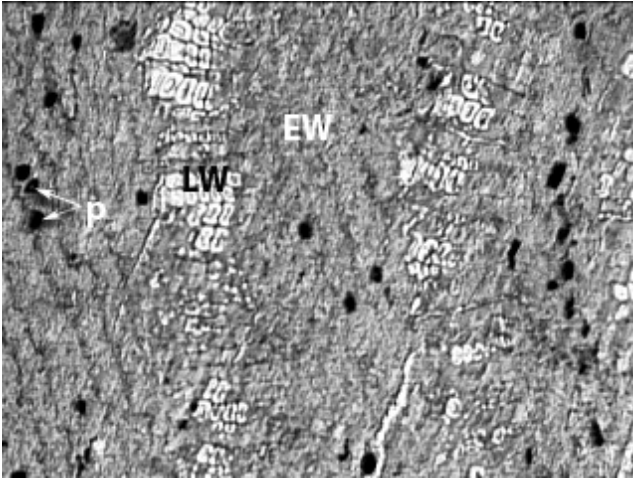
Anatómiai vizsgálatok

Az 5-ös minta keresztmetszetén szabályos sejtszerkezet látható, amelyet túlnyomó részt a hossztracheidák szinte teljesen rendezett elhelyezkedése ad. A kései pászta viszonylag keskeny, még annak ellenére is, hogy a korai pászta sejtjei szinte teljesen összenyomódtak. A pásztahatár viszonylag élesnek mondható (4. ábra).

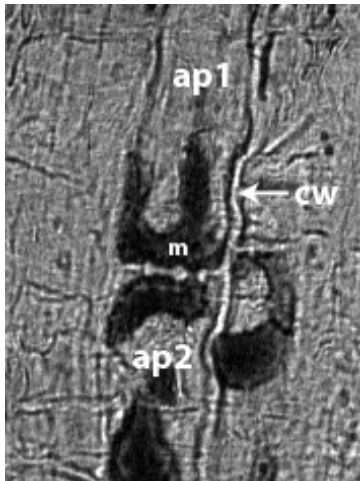
A hosszparenchimák száma viszonylag nagy, többnyire szórtan, ill. húrirányú 1-2 sor széles sávokat alkotva helyezkednek el (5. ábra), elsősorban a korai pásztában. A **sugármetszeten** a hossztracheidák falán csak udvarosgödörkés sejtfalvastagodás figyelhető meg, a spirális sejtfalvastagodás hiányzik.



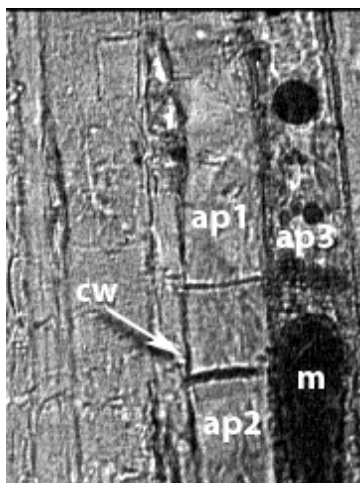
4. ábra – Az 5. minta keresztmetszetének SEM felvétele. Jól láthatók a korai pászta (EW) összenyomott tracheidái, a késői pászta (LW) vastagfalú tracheidái és néhány bélsugár. SEM, 230×



5. ábra – Az 5. minta keresztmetszete, összenyomódott korai pászttával (EW), jól elkülönülő késői pászttával (LW), és számos sötét foltként jelentkező hosszparenchimával (p). Nagyítás: 100×



6. ábra – Az 5. minta hosszparenchimájának dudoros harántfala (kiemelve). ap: hosszparenchima sejtek, cw: sejtfal, m: lerakódás a sejtekben. Nagyítás: 400×



7. ábra – A 10-es minta hosszparenchima sejtjének sima harántfala. ap: hosszparenchima, cw: sejtfal, m: lerakódás a parenchimákban. Nagyítás: 400×

A gödörkék egyes, kettes és hármassorokban helyezkednek el. A bélsugarak homogének, csak bélsugárparenchimákból épülnek föl. A kereszteződési mezőben cupressoid és taxodioid gödörkék találhatóak, számuk 1 és 4 között változik. A bélsugar sejtek végfalai (tangenciális falak) simák. A bélsugarak magassága változó, a sejt sorok száma 2-30 között mozog. A húrmetszeten a hossztracheidák falán nem látható sejt falvastagodás, az udvaros gödörkék csak a sugár irányú falon helyezkednek el.

A hosszparenchimákban anyag lerakódások láthatók, a sejtek végfalai (harántfalak) dudorosak (**6. ábra**).

A 10-es minta keresztmetszetén a sejtek túlnyomó része szintén tracheida. A metszeten gyantajarat nem látható, a hosszparenchimák szórtan helyezkednek el, nem rendeződnek csoportokba. A korai és késői pászta átmenete változatos, viszonylag éles, de többnyire fokozatos. A sugármetszeten hossztracheidák falán az udvaros gödörkék 2-3 sorban helyezkednek el. Az udvaros gödörkékben a tórusz körvonala halványan látható. A bélsugar heterogén felépítésű (**8. ábra**), a bélsugartracheidák fala sima, csapos sejt falvastagodás nem látható. A bélsugar parenchimák tangenciális fala nem perforált; sima, vagy dudoros. A kereszteződési mezőben 1-4 taxodioid, ill. cupressoid gödörke látható. A tangenciális metszeten a bélsugarak kizárólag csak 1 sejt sor szélesek, magasságuk 1-30 sejt sor is lehet. A hosszparenchimák harántfala sima (**7. ábra**), dudorok nem láthatók rajta. A parenchima sejtekben rendszeresen sötét színű anyagberakódások figyelhetők meg.

A 11-es minta keresztmetszetén a hossztracheidák szintén teljesen szabályos elrendeződést mutatnak. A korai és a kései pászta találkozási éle, az őszi pászta nagyon keskeny. A hosszparenchimák mennyisége viszonylag nagy, amelyek vagy szórtan helyezkednek el, vagy tangenciális irányú sorokba rendeződtek. A sugármetszeten a bélsugar homogén felépítésű, csak bélsugárparenchimák építik fel. A kereszteződési mezőben kétféle gödörke típusú, cupressoid és taxodioid gödörkéket találhatunk (**10. ábra**), melyeknek száma 1-4. A bélsugar parenchimák végfalai simák. A hossztracheidákban az udvaros gödörkék

egyesével, kettesével, illetve hármásával helyezkednek el (9. ábra).

A húrmetszeten a bélsugarak többnyire egy sejtsor szélesek, de előfordul két sejtsor széles is (11. ábra). Magasságukat tekintve 1-30, de akár 35 sejtsor magasak is lehetnek. A hosszparenchimák végfalai (harántfalai) nem simák, hanem dudorosak. A hosszparenchimákban anyagberakódások gyakran előfordulnak.

Összehasonlítva a mintákat megállapítható, hogy a minták között határozott különbségek tapasztalhatók, és két csoportra oszlanak. Így a pászta közötti átmenet éles (5. és 11. minta), illetve a másik csoportban fokozatos (10. minta). A tórusz terjedelme viszonylag jól látható (10. minta), vagy teljesen hiányzik (5. és 11. minta). A hosszparenchimák elszórtan és rövid tangenciális sorokba, sávokba rendeződnek (5. és 11. minta), míg a másik csoportban csak elszórtan helyezkednek el (10. minta). Ugyanezen hosszparenchimák harántfala dudoros (5. és 11. minta), míg a másik esetben sima (10. minta). A bélsugarak az egyik csoportban homogének és akár 2 sejtsorosak is lehetnek (5. és 11. minta), míg a másik csoportban heterogének és csak egy sejtsorosak (10. minta).

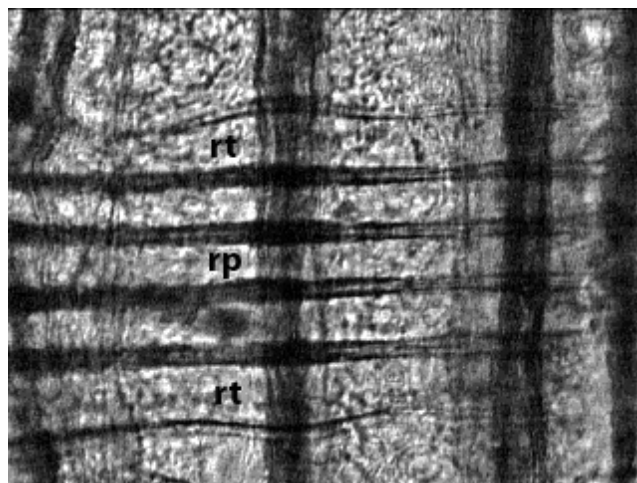
Sűrűségvizsgálat

A kapott sűrűség értékek közel kétszeresei a vártaknak (0,40-0,46 g/cm³) (1. táblázat). A nagy eltérés oka, hogy a korai pászta össze-

nyomódásával a térfogat csökkent, ez pedig a sűrűség egyértelmű növekedését eredményezi.

A 10-es minta sűrűsége átlagosan 0,720 g/cm³. Ezzel szemben a 11-es minta sűrűsége nagyobb, 0,785 g/cm³. A különbség mintegy 8%-os. A szakirodalmak (Hoadley 1990) is kb. ekkora különbséget adnak meg a mocsárciprus és a tengerparti mamutfenyő sűrűsége között.

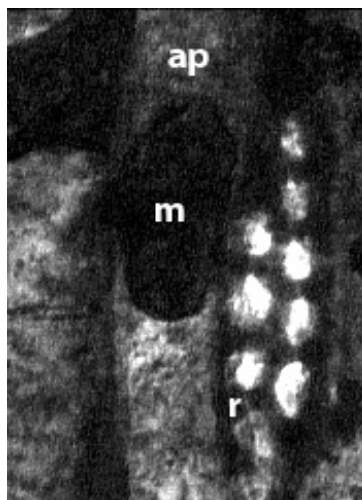
Összesítve, a szövettani és sűrűségi vizsgálatok során megfigyelt tulajdonságok két fajra irányítják a figyelmet, a mocsárciprusra és a tengerparti mamutfenyőre. Hisztológiai tekintetben a két faj megegyezik, de különböző a geszt színe, mely a mocsárciprusban sárgás – aransárga, a tengerparti mamutfenyőben



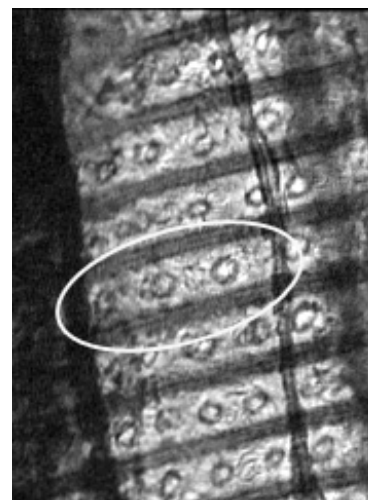
8. ábra – A 10-es minta heterogén bélsugara, fent és lent egy sejtsornyi bélsugár tracheidával (rt), középen 3 sejtsor bélsugár parenchima (rp). Nagyítás: 400×.



9. ábra – Egy sorban hármásával álló udvaros gödörkék hossztracheidában (11. minta) Nagyítás: 400×



10. ábra – Három taxodioid gödörke egy keresztveződési mezőben (11. minta) Nagyítás: 400×



11. ábra – Két sejtsor széles bélsugár (r) (11. minta) Nagyítás: 400×

1. táblázat – A sűrűség vizsgálat eredménye (u=12%)

Sorszám	Sűrűség (g/cm ³)	
	10-es minta	11-es minta
1.	0,548	0,747
2.	0,773	0,756
3.	0,623	0,808
4.	0,708	0,750
5.	0,847	0,808
6.	0,704	0,795
7.	0,732	0,792
8.	0,710	0,874
9.	0,765	0,846
10.	0,789	0,677
Átlag	0,720	0,785
Szórás	0,085	0,056
Var. %	11,838	7,115

2. táblázat – A mocsárciprus és a tengerparti mamutfenyő közötti eltérések összesítése, összevetése a kapott eredményekkel.

Eltérések		Mocsárciprus (<i>Taxodium distichum</i>)		Tengerparti mamutfenyő (<i>Sequoia sempervirens</i>)	
1.	illat	változó		változó, vagy hiányzik	
2.	sűrűség	0,46 g/cm ³		0,35-0,42 g/cm ³	
3.	korai – késői pászta átmenete*	éles	5, 11	fokozatos, vagy éles	10
4.	kereszteződési mezőben a gödörkék átmérője	5-10 µm		2-5 µm, vagy 5-10 µm	
5.	tracheidák gödörkéi a radiális falban*	egy, kettő, vagy több soros	5, 11	kettő, vagy több soros	10
6.	tórusz terjedelme*	hiányzik	5, 11	jelen van	10
7.	udvarosgödörkék széle csipkézett	hiányzik		jelen van	
8.	hosszparenchima*	szórt, vagy sávokba rendeződnek	5, 11	szórt	10
9.	hosszparenchima harántfala*	dudoros	5, 11	sima	10
10.	bélsugár*	1–2 sejtsor széles	5, 11	egy sejtsor széles	10
11.	bélsugár felépítése*	egy sejtípus (homogén)	5, 11	kettő vagy több sejtípus (heterogén)	10
12.	bélsugárparenchima végfala*	sima	5, 11	dudoros, vagy sima	10
13.	bélsugárparenchima tangenciális fala	perforált		nem perforált	

*Az általunk vizsgált jellemzők

vöröses. Különbség található a sejtfalak cersavtartalmában is, mert a *Taxodium* fája a vasklorid hosszas behatására is csak zöldszerű lett, míg a *Sequoia* gesztje rögtön megfeketül. A két faj közötti további sűrűségi különbségeket (Greguss, 1955; Hoadley 1990, Hollendonner, 1913) táblázatba foglalva, jól kirajzolódnak az apróbb különbségek. A jelzett különbségek mindegyikét nem sikerült megtalálni, illetve lemérni a mintáinkon, kiemeltük a táblázatban azokat, melyeket megtaláltunk. Azért, hogy a minták fafajának azonosságát, vagy különbözőségét egyszerűbb legyen kimutatni, a mintaszám táblázatba írásával jeleztük, hogy mely tulajdonságot mely mintánál tapasztaltuk.

Figyelembe véve az 5., a 10. és 11. törzsből vett minták mikroszkópos jellemzőit, s összevetve a 2. táblázat adataival, megállapítható, hogy az 5. és a 11. minta faja mocsárciprus (*Taxodium distichum*); a 10. minta faja pedig tengerparti mamutfenyő (*Sequoia sempervirens*).

A faanatómiai vizsgálatok két olyan fafajra utalnak, amelyek ma is élők, de szóba jöhetnek még olyan ma már nem élő fajok is, amelyek nagyon közeli rokonságban állnak a fenti két fajjal.

A fentieket alátámasztja több paleobotanikai vizsgálat is. Ferguson (1967) összefoglaló paleobotanikai munkájában az Európában feltárt fosszilis maradványokat összegzi a harmadkortól napjainkig. A *Taxodiaceae* család szinte mindegyik tagja előfordult Európában egykoron. A *Sequoia* nemzetség az oligocéntól kezdve a pliocén korig (így a miocén korban is) jellemző fásszárúja volt Európának. A *Taxodium* nemzetség tagjai széleskörűen elterjedtek ebben a korban Európában, majd a pliocén kor végétől számíthatunk el arról a területről. A fosszilis maradványok előfordulási helyeinek vizsgálatát végezte Yong-fu (1995) is, és közel hasonló eredményeket mutatott ki a *Taxodiaceae* család elterjedésével kapcsolatban, mint Ferguson.

Irodalomjegyzék

1. Ferguson, D. K. 1967. *On the phytogeography of coniferales in the European Cenozoic*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 3:73-110. Elsevier Publishing Company, Amsterdam.
2. Greguss, P. 1955. *Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen*. Akadémiai Kiadó, Budapest
3. Hably L. 2008. *Magyar Florida, avagy Bükkábrány igazi arca*. Természet Világa 139(4):
4. Hoadley, R.B. 1990. *Identifying Wood*. The Taunton Press
5. Hofmann, T., Csonka-Rákosa, R., Rétfálvi, T., Albert, L. 2007. *Preliminary chemical analysis of the fossils from Bükkábrány*. Nemzetközi Konferencia, Miskolci Herman Ottó Múzeum, Miskolc, 2007. szept. 10.
6. Hollendonner F. 1913. *A fenyőfélék fájának összehasonlító szövettana*. „Pátria” irodalmi vállalat és nyomdai részvénytársaság, Budapest
7. Jáger V. 2007. *Évgyűrűk*. Magyar Nemzet magazin, 2007. aug. 4.
8. Kázmér M. 2007. *Taxodium mocsárerdő a bükkábrányi felsőpannon rétegekben*. Kirándulásvezető a Magyarhoni Földtani Társulat Őslénytani-Rétegtani Szakosztályának 2007. július 24-i terepbejárásához. 2 old.
9. Magyar, I., D.H. Geary, P. Müller 1999. *Paleogeographic evolution of the Late Miocene Lake Pannon in Central Europe*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 147:151-167.
10. Molnár S., Fehér S., Börcsök Z., Ábrahám J. 2007. *A bükkábrányi Taxodiaceae leletek anatómiai és kémiai vizsgálatának néhány eredménye*. Nemzetközi Konferencia, Miskolci Herman Ottó Múzeum, Miskolc, 2007. szept. 10.
11. Molnár, S., L. Albert, S. Fehér, Z. Börcsök, J. Ábrahám, T. Hofmann, E. Antalfi. 2008. *Anatomical and chemical characteristics of Miocene Taxodiaceae species from Bükkábrány (Hungary)*. Wood Matters – A celebration of the work of John Barnett, The Linnean Society of London, International Academy of Wood Science, International Association of Wood Anatomists, 29-30. May 2008. London
12. Pinna, G., D. Meischner. 2000. *Europäische Fossil-lagerstätten*. European Palaeontological Association, Springer Verlag,
13. Yong-fu, Y. 1995. *Origin, evolution and distribution of the Taxodiaceae*. Acta Phytotaxonomica Silica, 33(4):362–389.
14. Veres J. 2007. *A bükkábrányi 8 millió éves mocsárerdő*. BAZ Megyei Múzeumi Igazgatóság, Miskolc