

A bükkábrányi fosszilis fatörzsmaradványok fafaj-meghatározása mikroszkópos módszerekkel*

ANTALFI Eszter¹, FEHÉR Sándor¹

¹ NymE FMK Fa- és Papíripari Technológiák Intézet

Kivonat

A tizenhat törzsből álló, 7,2 millió éves fosszilis maradványok egy őserdő részét képezték, amelyet 2007 júliusában találtak a Borsod-Abaúj-Zemplén megyei Bükkábrány melletti lignitbányában, 60 méteres mélységben. Pusztulásukhoz egy hirtelen homokvihar vagy iszaplavina vezethetett, amely mintegy 6 méteres magasságban elborította az erdőrészt, így konzerválta a mocsárciprusok törzsének alsó részét, míg a homok- vagy iszapréteg fölé eső részek elpusztultak. A fény- és elektronmikroszkópos vizsgálati eredményekből egyértelműen kiderül, hogy mocsárcipruson kívül a tengerparti mamutfenyő is megtalálható a fajok között.

Kulcsszavak: Bükkábrány, fafaj-meghatározás, fosszilis maradványok, mocsárciprus, tengerparti mamutfenyő

Species identification of the Bükkábrány tree stem fossils using microscopy

Abstract

The fossils found in July 2007, buried 60 m deep in a lignite mine near Bükkábrány, Borsod-Abaúj-Zemplén County, consisting of 16 stems of 7.2 million year old trees used to be part of a primeval forest. A sudden sand storm or mudslide may have been the cause of their demise, covering the forest about 6 m high, thus conserving the lower section of the swamp cypresses, while their top halves, uncovered by the sand or mud, have been destroyed. The results of light and scanning electron microscopic investigations proved that, in addition to swamp cypresses, the discovered species include coast redwood as well.

Key words: Bükkábrány, Species identification, Fossils, Swamp cypress, Coast redwood

Bevezetés

2007 nyarán Bükkábrányban, 7,2 millió éven át a föld alá temetett 16 törzsből álló mocsárerdő felszínre kerülésével, páratlan jelentőségű fosszilis növény-maradványok vizsgálatára kerülhetett sor (1. ábra). A mocsárerdő törzsei eredeti élőhelyükön állva, megőrizték eredeti sejtszerkezetüket. A 6 méter vastagú nedves homok- vagy iszapréteg beborította az

erdősáv talajszint közeli zónáját, amit hirtelen változás, valószínűleg egy földcsuszamlás okozhatott, így azt légmentesen lezárta. Mivel levegő nem érintette a leleteket, valamint folyamatosan nedves földréteg borította, így a konzerváló hatás mellett nem engedte a megkövesedést sem, ezért a fák épségben maradtak. Az évszázadok során már nagyon sokszor kerültek elő különböző uszadék fák vagy kéregdarabok,

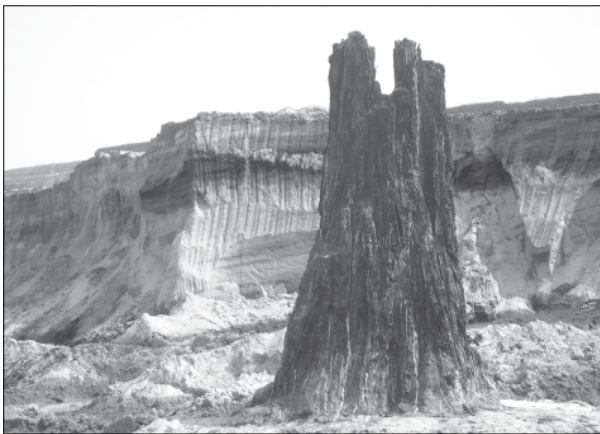
*A kutatás a Talentum – Hallgatói tehetséggondozás feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP 4.2.2.B-10/1-2010-0018 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

This research - as a part of the Development of Student Talent Fostering at WHU, TAMOP 4.2.2. B-10/1-2010-0018 project - was sponsored by the EU/European Social Foundation. The financial support is gratefully acknowledged.

de többnyire nem eredeti környezetükben vagy élőhelyükön, hanem bizonytalan földrajzi körülmények között. Európában eddig is számtalan lelőhelyen találtak fosszilis maradványokat (Pinna et al. 2000), többek között Magyarország területén is. A magyarországiak közül talán a legismertebb az Ipolytarnócon talált lelet. Az ipolytarnóci faköveket, a vizsgálatok alapján olyan kihalt fenyőfaj, amely sem ma élő, sem fosszilis, azaz korábban kihalt, konzerválódott fajokkal nem mutat azonosságot (Tuzson, 1901). 2007 nyarán hat fa megsemmisült, s csak tízet sikerült ép-ségben a felszínre hozni. Négy fatörzset a miskolci Herman Ottó Múzeumba, valamint hat megmaradt fatörzset a Bükk Nemzeti Parkba, az ipolytarnóci őslábnymos bemutatóhelyre szállítottak.

A bükkábrányi bányában feltárt ősmaradványok összesen 16 törzsből és több úgynevezett uszadék fából (helyhez nem kötött) állt. 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, 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 mocsárciprusnak (*Taxodium distichum*) azonosították a törzseket (Ötvös, 2007). A NymE FMK Faanyagtudományi Intézetének első vizsgálata során egy álló fát és egy uszadék fát vizsgáltunk meg a fametszetek alapján, ahol az előbbinek a faja mocsárciprus (*Taxodium distichum*), míg az utóbbi az eredmények alapján tengerparti mamutfenyőnek (*Sequoia sempervirens*) adódott (Molnár et



1. ábra A bükkábrányi bánya (fotó: Börscsök Zoltán)
Figure 1 The Bükkábrány mine (photo: Zoltán Börscsök)

al. 2007, 2008). Hably (2008) xylootómiai kutatásai szerint is sok faj lehet a bükkábrányi fák között.

Ma már egyértelművé vált, hogy ez csak részben felel meg a valóságnak. Több kutatómunka is leírt más fajokat, mint pl. tengerparti mamutfenyőt (*Sequoia sempervirens*) is a mocsárciprus mellett (Molnár et al. 2008), valamint egy ma már kihalt fajt vélt felfedezni a xylootómiai vizsgálatok alapján, a *Taxodioxydon germanicum* nevűt (Hably 2008; Erdei et al. 2009). A számos szakirodalom fajokénti xylootómiai jellemzésében azonban az igen sok azonosság mellett, kisebb pontokban eltérések figyelhetők meg, amelyek a vizsgálatok eredményét kétségessé is tehetik. Ezért szükségszerű volt ezen fajoknak a kontroll vizsgálatára is, amelyek azonosak vagy rokon fajok a fosszilis maradványoknak.

Vizsgálati anyag és módszer

Vizsgálataink jelen szakaszában a törzsek fafajának meghatározására összpontosítottunk, melynek során öt törzsből vettünk mintákat a vizsgálatokhoz. A törzsek elhelyezkedését a bükkábrányi bánya mocsárerdő fáinak helyzetét ábrázoló alaprajz mutatja be (2. ábra). A faj-meghatározás módszereit az eljárás során alkalmazott segédeszközök alapján lehet elkülöníteni. A faj-azonosításhoz szükséges elővizsgálatok egy Nikon SMZ-2T típusú sztereó mikroszkópot használtunk.

A konkrét faj-meghatározáshoz a fatest mikroszkópos jellemzői adhatnak megbízható adatokat. A mikroszkópos faj-azonosításhoz metszeteket készítettünk, továbbá az azonosító jegyek megfigyelése sztereó, fény-, ill. elektronmikroszkóp segítségével történt. A faj-meghatározáshoz mintákat vettünk az ősfákból, valamint a kontroll fajokból is. A 10-es és a 11-es törzseknek tetejéből lehetett mintát venni, hogy azzal ne károsítsuk a fákat. A 2-es, 5-ös és 6-os törzsekből kisebb darabokat kaptunk, amelyeket fel tudtuk használni a vizsgálatok során. A kontroll fajok esetén növedékfúróval, úgynevezett Pressler-fúróval történt a mintavétel. A minták megfelelő előkészítése után a metszeteket egy Leitz-Wetzlar típusú, szánkós mikrotóm segítségével készítettük (3. ábra).

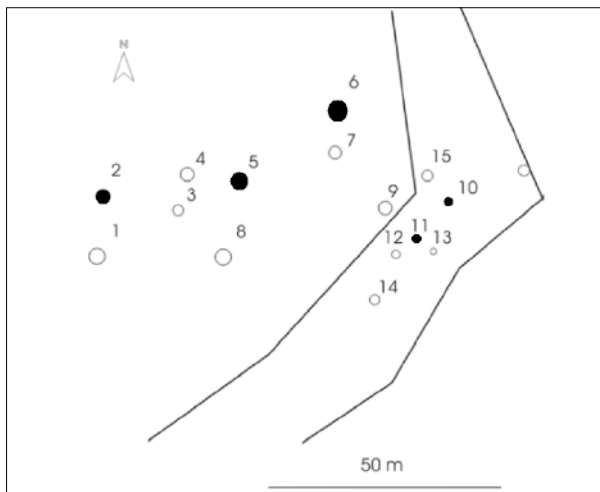
Vizsgálati eredmények

A 2-es, 6-os, 10-es számú törzsek keresztmetszetén a hossztracheidák teljesen szabályos elrendeződést mutatnak, s így egyértelműen a fenyők csoportjára irányítja a figyelmet. A korai és a kései pászta határa viszonylag éles. Valódi gyantáját nem található a mintákban. A hosszparenchimák száma

igen nagy, főleg a korai pásztákban, amelyek szórtan helyezkednek el. A húrmetszeteken a bélsugarak kizárólag csak egy sejtsor szélesek (4. ábra), magasságuk 1–30 sejtsor között változik. A hosszparenchimák harántfala sima. A parenchima sejtekben több helyen sötét színű anyagberakódások figyelhetők meg.

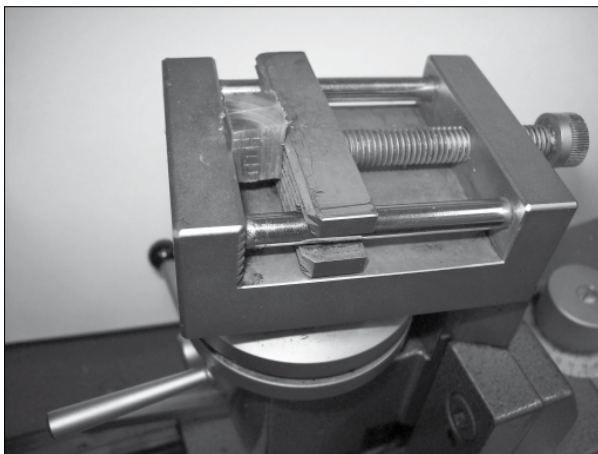
A sugármetszeteken látható, hogy a hossztracheidák falán az udvaros gödörkék 1–3. sorban helyezkednek el. A bélsugár heterogén felépítésű, mivel közepén bélsugár parenchimák láthatók, a két szélén pedig bélsugár tracheidák. A bélsugár tracheidák fala sima vagy csapos, más sejtfalvastagodás nem látható rajtuk. A bélsugár parenchimák tangenciális fala sima (5. ábra), olykor dudoros. A keresztződési mezőben 1–3 taxodioid, ill. cupressoid gödörke látható. Főleg a taxodioid gödörkék előfordulása figyelhető meg.

Az 5-ös és 11-es számú törzs keresztmetszetein a hossztracheidák szintén teljesen szabályos elrendeződést mutatnak (6. ábra). A korai és a kései pászta találkozása éles. Az őszi pászta nagyon keskeny.



2. ábra A vizsgált törzsek helyzete (Kázmér, 2007)

Figure 2 The location of the examined stems



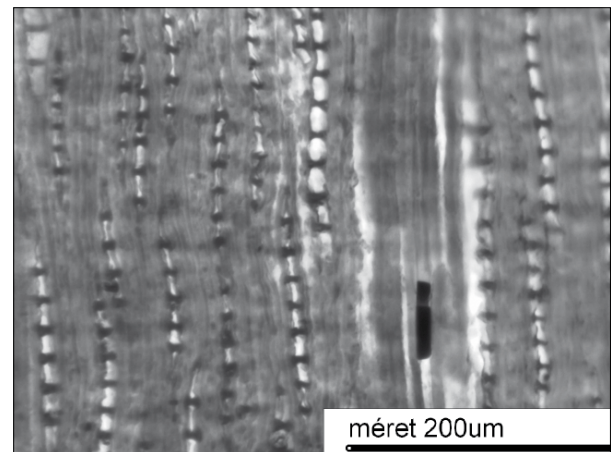
3. ábra Leitz Wetzlar típusú mikrotóm

Figure 3 Leitz Wetzlar microtome

A hosszparenchimák mennyisége viszonylag nagy, amelyek vagy szórtan helyezkednek el, vagy tangenciális irányú sávokba rendeződnek.

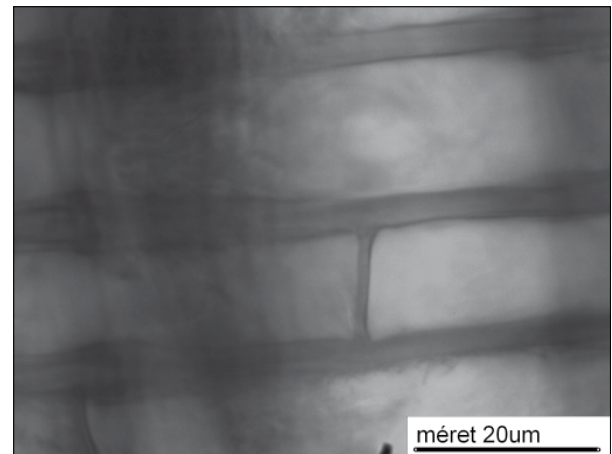
A húrmetszeten látható, hogy a bélsugarak többnyire egy sejtsor szélesek, de előfordul, hogy kettő. Hosszukat tekintve 1–30 sejtsor, de akár 35 sejtsor magasak is lehetnek. A hosszparenchimák végfalai (harántfalai) nem simák, hanem dudorosak. A hosszparenchimákban anyagberakódások gyakran előfordulnak.

A sugármetszeten a bélsugarak csak egy típusú sejtekből épülnek föl (bélsugár parenchimák), így homogén a szerkezetük. A hossztracheidák falán kizárólag csak udvaros-gödörkés sejtfalvastagodás figyelhető meg. A gödörkék egyes, kettős és hármas sorokban helyezkednek el (7. ábra). A bélsugár sejtek végfalai (tangenciális falak) simák. A keresztződési mezőben cupressoid és taxodioid gödörkék találhatóak. Számuk 1–4 között változik, attól függően, hogy a korai vagy a kései pásztában vizsgáljuk.



4. ábra Húrmetszet, bélsugarak 1 sejtsor szélesek (2-es törzs)

Figure 4 Tangential section; rays are a single cell wide (stem nr. 2)



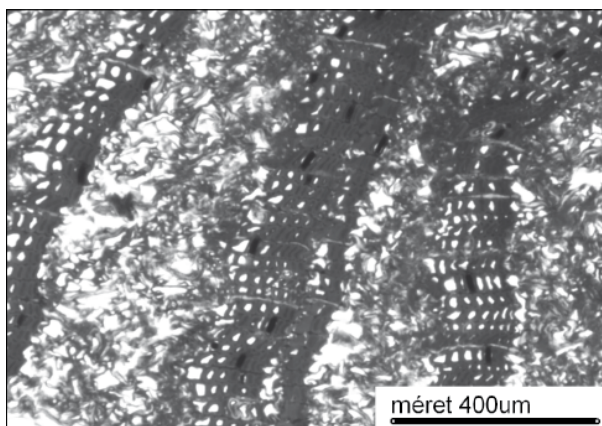
5. ábra Bélsugár parenchimák harántfala sima (10-es törzs)

Figure 5 Crosswalls of ray parenchymae (stem nr. 10)

A fafaj-meghatározás eredményeinek összegzése

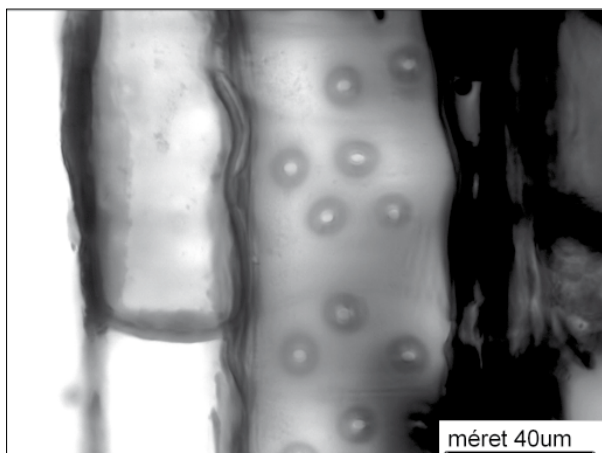
Hisztológiai tekintetben a tengerparti mamutfenyő megegyezik a mocsárcipruszal, de ettől megkülönbözteti a geszt sejtfalainak vörös színe, mely a mocsárciprusban sárgás aranysárga. Különbség található a sejtfalak csersavtartalmában is, mert a *Taxodium* fája a vas-klorid hosszás behatására is csak zöld színű, míg a *Sequoia* gesztjén rögtön fekete csapadék válik ki. Ez azért következik be, mert a bélsugársejtek, melyek többnyire vörösesbarna tartalma csersavas anyag, sőt némely tracheidában lévő sárgás vagy sárgásbarna tartalom is vízben oldódó csersavas anyagokból áll. Amint látható, a két fafaj között makroszkópos vizsgálatokkal elég könnyű különbséget tenni, ezzel szemben mikroszkópos módszerekkel már sokkal nehezebb megkülönböztetni a két fajt.

A maradványok vizsgálatai kimutatták, hogy a törzsek kizárólagosan a *Taxodiaceae* család tagjai. Ez alapján, illetve, hogy az itt található fajok hihetetlen módon hasonlítanak egymásra xylotómiai módon,



6. ábra Hossztracheidák szabályos elrendeződés (5-ös minta)

Figure 6 Regular pattern of longitudinal tracheids (sample nr. 5)



7. ábra Udvaros gödörkék 1–3 sorban helyezkednek el (11-es minta)

Figure 7 Bordered pits arranged in 1–3 rows (sample nr. 11)

valamint az azonos rokon fajok is, amelyek már kihaltak, szintén szoros hasonlóságot mutatnak a ma élő fajtársaikkal. A kontroll minták közé kellett venni a kínai mamutfenyőt is, ami szintén a *Taxodiaceae* család tagja, és így egy lehetséges alternatíva lehet. A fentiek alapján a vizsgálatok kiterjedtek mind a ma élő, mind a már kihalt fajokra, hogy azok alkothatták-e az egykori erdőállományt.

Az 1. táblázat szürke mezőiben a mikroszkópos jegek alapján besorolható törzsek kódjai láthatók, amelyek segítségével egyértelműen beazonosíthatók a törzsek fafajai. A táblázat jól mutatja a mai élő három lehetséges faj közötti különbségeket. Kitűnik, hogy gyakorlatilag a kínai mamutfenyőt ki lehet zárni, mivel a mikroszkopizálás eredményei több ponton is eltérő eredményekre mutatnak. Ugyanez elmondható a már kihalt *Glyptosrobus europaeus* fajról is.

A lehetséges fosszilis fajok vizsgálatánál látható, hogy gyakorlatilag a ma élő *Taxodium distichum* és a már kihalt *Taxodioxyylon germanicum* között nincs különbség, így a két törzs fajtája bármelyik lehet (2. táblázat). A tengerparti mamutfenyő és a már szintén kihalt *Sequoioxylon* fajok közötti különbségek is elhanyagolhatók, így a vizsgált törzsekből három, a még ma is élő tengerparti mamutfenyő (*Sequoia sempervirens*), vagy a már kihalt *Sequoioxylon* fajok egyike.

Összefoglalás

A Bükkábrányban 7,2 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 fajok mikroszkópos és makroszkópos jellemzőinek meghatározására. Eddig öt törzs fajtájának meghatározása történt meg. A minták hisztológiai elemzése egyértelműen rámutat arra a tényre, hogy a megtalált törzsek egykoron egy fenyőerdő részei voltak. 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 xylotómiai vizsgálatokból világosan kiderült az eddig meghatározott törzsek alapján, hogy az öt törzsből kettőnek a fajtája mocsárciprus (*Taxodium distichum*), vagy a már kihalt *Taxodioxyylon germanicum*, három törzs fajtája pedig tengerparti mamutfenyő (*Sequoia sempervirens*), vagy a már kihalt *Sequoioxylon* sp fajok egyike.

1. táblázat A három modern fafaj közötti eltérések összesítése**Table 1** Summary table of the differences between the three contemporary species

Eltérések		Taxodium distichum		Sequoia sempervirens		Metasequoia glyptostroboides	
1.	illat	változó		változó, vagy hiányzik		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, 2, 6	éles v. fokozatos	10, 2, 6
4.	kereszteződési mezőben a gödörkék átmérője	5–10 µm		2–5 µm, vagy 5–10 µm		–	
5.	tracheidák gödörkéi a radiális falban	1–2, vagy több soros	5, 11	kettő, vagy több soros	10, 2, 6	1–2 soros	5, 11
6.	tórusz terjedelme	hiányzik	5, 11	jelen van	10, 2, 6	hiányzik	5, 11
7.	udvarosgödörkék széle csipkézett	hiányzik		jelen van		hiányzik	
8.	axiális parenchima	szórt, vagy sávós	5, 11	szórt	10, 2, 6	kevés, szórt, v. sávós	5, 11
9.	harántfal	dudoros	5, 11	sima	10, 2, 6	sima v. dudoros	
10.	bélsugár	1–2 sejtsor széles	5, 11	egy sejtsoros	10, 2, 6	egy sejtsoros	10, 2, 6
11.	bélsugár felépítése	homogén	5, 11	heterogén	10, 2, 6	homogén	5, 11
12.	bélsugárparenchima végfala	sima	5, 11	dudoros, vagy sima	10, 2, 6	sima	5, 11
13.	bélsugárparenchima tangenciális fala	perforált		nem perforált		nem perforált	

2. táblázat A három modern fafaj közötti eltérések összesítése**Table 2** Summary table of the differences between the three primeval species

Eltérések		Taxodium distichum		Sequoia sempervirens		Metasequoia glyptostroboides	
1.	illat	–		–		–	
2.	sűrűség	–		–		–	
3.	korai – késői pászta átmenete	éles	5, 11	fokozatos, vagy éles	10, 2, 6	fokozatos	10, 2, 6
4.	kereszteződési mezőben a gödörkék átmérője	5–10 µm		2–5 µm, vagy 5–10 µm		–	
5.	tracheidák gödörkéi a radiális falban	1–2, vagy több soros	5, 11	kettő, vagy több soros	10, 2, 6	kettő, vagy több soros	5, 11
6.	tórusz terjedelme	hiányzik	5, 11	jelen van	10, 2, 6	hiányzik	5, 11
7.	udvarosgödörkék széle csipkézett	hiányzik		jelen van		hiányzik	
8.	axiális parenchima	szórt, vagy sávós	5, 11	szórt	10, 2, 6	kevés, szórt, v. sávós	5, 11
9.	harántfal	dudoros	5, 11	sima	10, 2, 6	sima v. dudoros	
10.	bélsugár	1–2 sejtsor széles	5, 11	egy sejtsoros	10, 2, 6	egy sejtsoros	10, 2, 6
11.	bélsugár felépítése	homogén	5, 11	heterogén	10, 2, 6	homogén	5, 11
12.	bélsugárparenchima végfala	sima	5, 11	dudoros, vagy sima	10, 2, 6	sima	5, 11
13.	bélsugárparenchima tangenciális fala	perforált		nem perforált		nem perforált	

Irodalomjegyzék

- Hably L. (2008) Magyar Florida, avagy Bükkábrány igazi arca, Természet Világa, 139. évfolyam, 4. szám, 178–180.
- Erdei B., Dolezych M., Hably L. (2009) The buried Miocene forest at Bükkábrány, Hungary. Review of Palaeobotany and Palynology, Elsevier, 155: 69–79.
- Kázmér M. (2007) Taxodium mocsárerdő a bükkábrányi felsőpannon rétegekben. Kirándulásvezető a Magyarhoni Földtani Társulat Őslénytan-Rétegtani Szakosztályának 2007. július 24-i terepbejárásához. 2.
- Molnár S., Fehér S., Börcsök Z., Ábrahám J. (2007) A bükkábrányi Taxodiaceae leletek anatómiái és kémiai vizsgálatának néhány eredménye. Nemzetközi Konferencia, Miskolci Herman Ottó Múzeum, Miskolc, 2007. szept. 10.
- Molnár S., Albert L., Fehér S., Börcsök Z., Ábrahám J., Hofmann T., Antal E. (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
- Tuzson J. (1901) A tarnóczi kövült fa (Pinus tarnociensis n. sp.). Természetrajzi füzetek, 24: 273–316.
- Pinna G., Meischner D. (2000) Europäische Fossilagerstätten. European Palaeontological Association, Springer Verlag
- Ötvös Z.: Bükkábrányi fák ősi klímáról beszélnek, Népszabadság, 2007. augusztus 2.