

# Felső-triász gyantatöredék a Balaton-felvidékről<sup>1</sup>

## *Upper Triassic amber fragments from the Balaton Highland, Hungary*

CSILLAG GÁBOR, FÖLDVÁRI MÁRIA

Magyar Állami Földtani Intézet, 1143 Budapest, Stefánia út 14.



**Tárgyszavak:** Balaton-felvidék, felső-triász, gyanta, infravörös spektroszkópia, karni, szekvenciasztratigráfia

### Összefoglalás

A Balaton-felvidék földtani térképezése során, 1986-ban mélyült Barnag Bat-2 fúrás rétegsorának a Sándorhegyi Formációt harántoló szakaszából került elő a Magyarországról ismert első triász korú gyantalelet. A fosszilis gyanták egyik legalkalmasabb vizsgálati lehetősége az infravörös spektroszkópia. A barnagi gyanta nagy hasonlóságot mutat a Magyarországon korábban talált kréta korú fosszilis gyantákkal, az Ajka-Csinger-völgyi, ill. halimbai „ajkait” előfordulással, ill. sok vonatkozásban a recens fenyőfélék gyantájával. Az összehasonlított spektrumok közül a legkevésbé az észak-olasz triász fosszilis gyantával mutat hasonlóságot. A Sándorhegyi Formáció Barnagi Tagozatának gyantát tartalmazó rétegei kora-tuvali korúak.

A Balaton-felvidéki gyanta-előfordulás ugyanabba a szélességi övbe esik, mint az egyéb ismert késő-triász leletek. A lelet kora egybeesik a korábban megismert leletek általában késő-juli-kora-tuvali korával is. A hagyományos lito- és biosztratigráfiai korreláció bizonytalanságai a gyantatartalmú rétegek szekvenciasztratigráfiai korrelációját indokolják.

A DE ZANCHE et al. (1993) által a Dolomitokban kialakított szekvenciasztratigráfiai beosztás véleményünk szerint jól párhuzamosítható a Balaton-felvidéki karni rétegsorral. E szerint a karni-1 szekvencia a ladin emelet legfelső rétegeivel indul, és felette a Földolomitot magában foglaló késő-karni-nori korú nori-1 szekvenciáig három harmadrendű szekvencia különböztethető meg.

**Key words:** amber, Balaton region, Carnian, fossil resins, Hungary, infrared spectroscopy, sequence stratigraphy, Upper Triassic

### Abstract

In the course of the mapping of the Balaton Highland, the first resin remnant known from the Triassic of Hungary, so far, was found in the section comprising the Sándorhegy Formation in borehole Barnag Bat-4, which was drilled in 1986.

One of the most suitable methods for investigation of fossil resins is the infrared spectroscopy. The spectral peculiarity of fossil resin from Barnag was compared with the spectra of amber of Baltic origin, with two other fossil resins from Hungary, with resins of recent pine and fruit-trees, and with the data of an Upper Triassic amber from the Dolomites, respectively. The investigated spectrum has no similarity to Baltic amber spectra. The non-Baltic (European) ambers show a variety of patterns. The resin from Barnag refers to the other Hungarian fossil resins – Cretaceous „ajkaite” – found in Ajka-Csinger-völgy and Halimba, in many aspects, and shows similarity with the resin of recent conifers. The spectrum differs in the fingerprint region from of the Upper Triassic amber from the Dolomites. Among the spectra compared, the less similarity could be identified between the spectrum of the fossil resin from Northern Italy and that of the Hungarian resin remnant examined.

Based on the investigations of GÓCZÁN, ORAVECZ-SCHEFFER (1996), the age of the resin-bearing lower, massive, cherty limestone beds of the Barnag Member of the Sándorhegy Formation is Early Tuvalian. The limestone of a shallow marine facies, deposited near to the platform, represents the basin facies of the highstand unit of the third-order sequence of Carnian 3.

Based on the palaeogeographic reconstruction of KÁZMÉR, KOVÁCS (1985), HAAS (1994) the resin remnant derived from the Balaton Highland indicates the same latitude zone – located between the Northern Limestone Alps and the Dolomites – as other known Late Triassic findings (see GIANOLLA et al. 1998: Fig. 7).

<sup>1</sup>Kézirat lezárva 2001. szeptember

The age of the finding coincides with the generally Late Julian – Early Tuvalian age of the remnants found so far. The doubtfulness of the conventional litho- and biostratigraphic correlations justifies the sequence stratigraphic correlation of the resin-bearing beds.

GIANOLLA et al. (1998) made an attempt to a sequence stratigraphic correlation of the resin-bearing layers. Based on their results the appearance of the fossil resins is confined to a third-order sequence. Before the correlation of the Barnag finding, authors give a short review of the Carnian sequence stratigraphy of the Balaton Highland. According to our opinion, the sequence stratigraphic scale worked out by DE ZANCHE et al. (1993) can be well correlated with the Carnian succession of the Balaton Highland (Figure 6). According to this, sequence Carnian 1 starts with the uppermost beds of the Ladinian, and above it – up to the Nor 1 sequence of Late Carnian – Norian age, and comprising the Hauptdolomit– three third-order sequences can be distinguished.

The lower section of the Barnag Member represents the highstand unit of sequence Car 3. The resin occurrence in the Dolomites is known from sequence Car 3, as well. The position of the occurrences in the Northern Limestone Alps are not definite; they belong to sequences Car 2 or 3.

## Bevezetés

Az északi félteke egyre gyarapodó számú — elsősorban karni korú — gyantaleleteinek sorába illeszkedik az az apró gyantatöredék, amely a Balaton-felvidék földtani térképezése során, 1986-ban mélyült Barnag Bat-2 fúrás (továbbiakban Bat-2) rétegsorából került elő. Az apró töredék szerves eredetét, gyanta voltát Dosztály Lajos ismerte fel. Az első magyarországi triász lelet jelentőségét fokozza a karni rétegekből származó gyanták viszonylag jó rétegtani korrelálhatósága (GIANOLLA et al. 1998). GIANOLLA et al. (1998) felveti a gyanták paleoklimatológiai indikátor szerepének lehetőségét is.

A triász gyanták a múlt század második fele óta ismertek Európában. PICHLER (1868) az alpi triász összletben, a „Cardita crenata-s rétegek” felső részében írt le kochenit néven gyantát a tiroli Kochental feltárásaiban. JERZ (1966) a raibli<sup>2</sup> összlet alsó szakaszát a „Carditás rétegekkel” (Cardita Schichten), felső szakaszát a tori rétegekkel (Torer Schichten) azonosította. A gyantát az alsó szakasz tartalmazza. VÁVRA (1984) a legidősebb ausztriai előfordulásként említette a lunzi rétegekből előkerült fosszilis gyantát.

A germán triász területén SOOM (1984) a svájci keuper márgában<sup>3</sup> említette a legidősebb svájci gyanta-előfordulást.

A Déli-Alpokból GIANOLLA et al. (1998) ismertette részletesen a karni gyanta-előfordulásokat a Dürrensteini Formáció középső részéből. A leletek a formációnak szűk rétegtani elterjedésű, partközeli fáciesű szakaszára korlátozódnak.

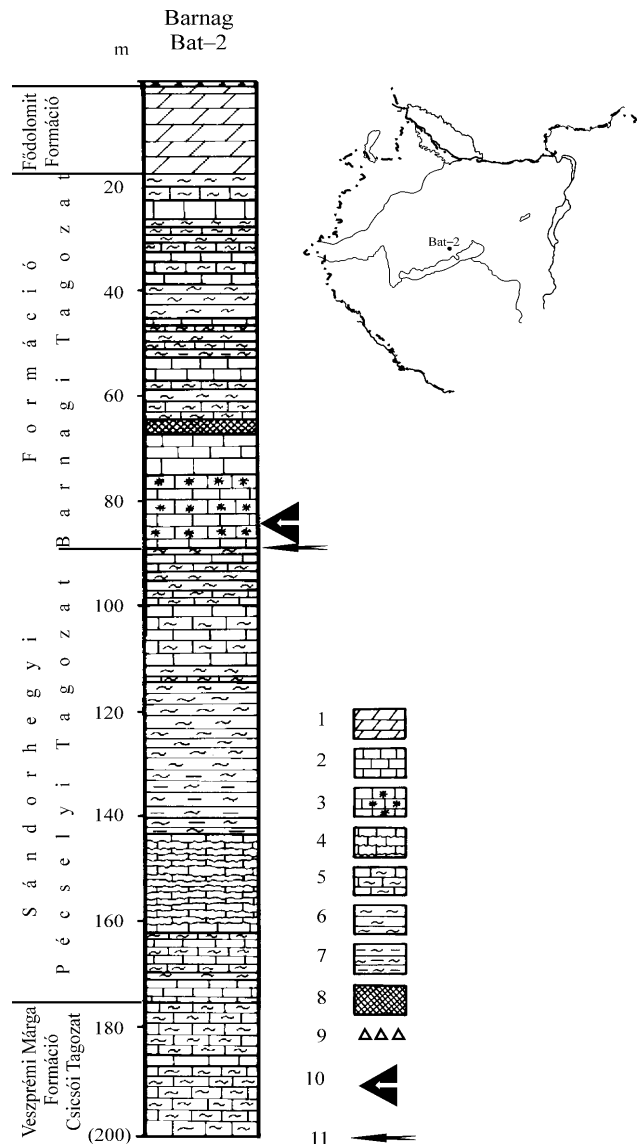
Európán kívül LITWIN, ASH (1991) az arizonai Petrified Forest National Park késő-karni rétegeiből írtak le két szintben gyantát a Chinle-i Formáció Petrified Forest Tagozata alsó szakaszán.

## A Balaton-felvidéki gyanta-előfordulás

A Balaton-felvidéki karni medence több száz méter vastag juli márgasorozata (Veszprémi Márga Formáció) és a Fődolomit közötti kb. 130 m vastag rétegsor alkotja a Sándorhegyi

<sup>2</sup> A raibli kifejezést a Déli-Alpokra vonatkozó hivatkozásoknál dél-alpi, az Északi-Mészkoalpokra vonatkozó hivatkozásoknál északi-mészkoalpi értelemben használjuk.

<sup>3</sup> GIANNOLA et al. (1998) szerint a Schilfsandsteinben.



1. ábra. A Barnag Bat-2 fúrás szelvénye (BUDAI, CSILLAG 1999: 31. ábra alapján)

1 – dolomit; 2 – mészkő; 3 – tűzköves mészkő; 4 – bitumenes mészkő; 5 – mészmárga, márgás mészkő; 6 – márga; 7 – agygmárga; 8 – vetőzóna; 9 – törmelék; 10 – gyanta; 11 – juli/tuvali határ

Figure 1. Stratigraphic column of the Sándorhegy Formation in the Barnag Bat-2 borehole (after BUDAI, CSILLAG 1999: Figure 31)

1 – dolomite; 2 – limestone; 3 – cherty limestone; 4 – bituminous limestone; 5 – marly limestone; 6 – marl; 7 – claymarl; 8 – fault zone; 9 – debris; 10 – amber; 11 – Julian/Tuvalian boundary

Formáció Pécselyi és Barnagi Tagozatát. A Sándorhegyi Formáció a medence feltöltődésének záró szakaszában képződött (BUDAI, CSILLAG 1998, CSILLAG 1991, 1999).

A formáció két kifejlődése található meg a Balaton-felvidéken. A medencét övező platformok területén csak a formáció felső szintjét képviselő ún. „nagy onkoidos” fácies kis vastagságú összlete fordul elő (BUDAI, CSILLAG 1998, CSILLAG 1991, 1999). A platformok területét is elérő transzgresszió során nemcsak tiszta karbonátok, hanem a Veszprémi Márga terrigén üledékeitől megkülönböztethetetlen pélyes rétegek is lerakódtak (CSILLAG 1999). A két kifejlődés közti átmenetet képviseli a Sándorhegyi Formáció és az Edericsi Formáció Henyei Dolomit Tagozatának összefogazódása a medence és a platform átmeneti területén (Balatonhenye, Felsőörs).

A Sándorhegyi Formáció teljes, medencebeli kifejlődésének vizsgálatára mélyült a Bat-2 térképező fúrás. A részletes palinológiai és foraminiferavizsgálatok alapján a juli/tuvali határ a fúrás 91,5 méterében található (GÓCZÁN, ORAVECZ-SCHEFFER 1996). Ugyanitt húzható meg a Pécselyi és a Barnagi Tagozat határa is (1. ábra).

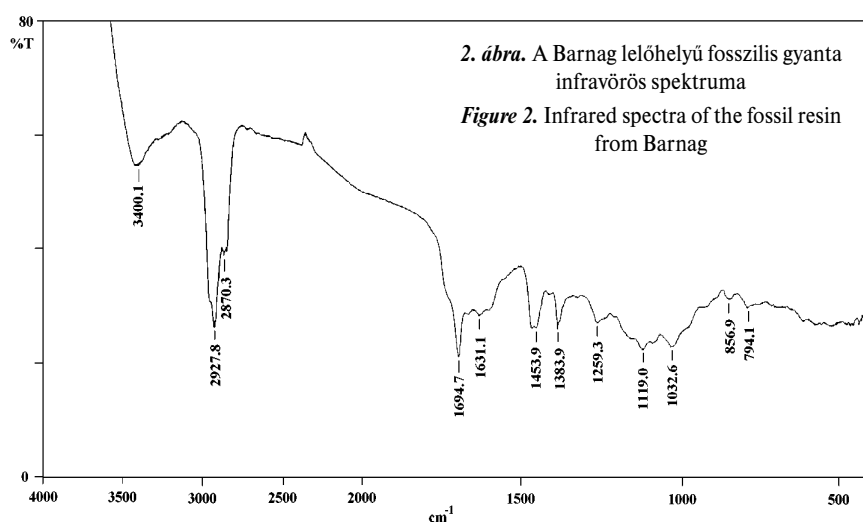
A terepi leírás (CSILLAG 1986) szerint a gyanta 84,8 m-ben került elő a Barnagi Tagozat alsó szakaszából. Kb. 8 mm hosszú, 4-5 mm széles, barna, sötétbarna színű, szabálytalan törésű, áttetsző ásványtörédket képez.

A Barnagi Tagozat alsó, 74,3–88,7 m közötti szakaszát pados, 5-10 cm-es tűzkögmókat tar-

talmazó mészkőrétegek alkotják, amelyeket 0,5–2,0 cm-es mézsmárga-közbetelepülések választanak el egymástól. Ezek helyenként éles, máshol folyamatos átmenettel érintkeznek a mészkővel. A mészkő NAGY (1999) nosztori-völgyi mikrofácies-vizsgálatai alapján a platformlejtő középső–felső szakaszán, illetve egy lejtőterazon rakódott le.

### A gyanta IR spektroszkópiai vizsgálatának eredményei

A Barnag lelőhelyű mézszínű anyag infravörös (IR-) spektrumán (2. ábra) észlelhető abszorpciók alapján megállapítható, hogy a minta fosszilis gyanta. A vizsgálat Perkin-Elmer Fourier-transzformációs infravörös spektrográffal



1. táblázat. Fosszilis gyanta változatok kémiai összetétel szerinti csoportosítása (HEY 1975 nyomán)

Table 1. Classification of fossil resins based on their chemical composition (after HEY 1975)

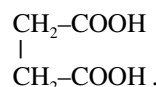
1. szukcinitsavat tartalmazó, de kenet nem tartalmazó változatok	borostyánkő vagy szukcinit	jelentős mennyiségű borostyánkősav, nagyon változó C:H:O arány. S nyomokban, néha 1%-ig. Valószínűleg Pinus succinifera gyantájából származik.
	szimetit	alacsony a szukcinitsav tartalma, S-tartalom 0,5-2,5%, magas O-tartalom (20%-ig), kékesen fluoreszkál
	kopalit	alacsonyabb O-tartalom, mint a többi borostyán esetében
2. nem tartalmaznak szukcinitsavat és nem tartalmaznak kenet	retinit	6-15% O-tartalom
	walchovit	kis N-tartalom: 0,18% (Damarophyllum)
3. nincs besorolva a borostyánkősav-tartalom szerint és nem tartalmaz kenet	scheibeit	
4. kéntartalmú gyantaváltozatok	rumänit	jelentősebb (1-3%) S-tartalom, viszonylag magas borostyánkősav tartalom
	allingit	nem tartalmaz borostyánkősavat, de jelentős a S-tartalma
	allagit	nem tartalmaz borostyánkősavat, N-ben és S-ben gazdag (svájci borostyán)
	tasmanit	S-ben gazdag gyanta, S-tartalom: 5,3%
	ajkait	1-2% S-tartalmú gyanta
	telegdit	1,5-2% S-tartalom
	kiscellit	4% S-tartalom

készült, KBr-pasztillában, a 4000–400 cm<sup>-1</sup> tartományban.

A borostyánfenyők fosszilis gyantájának (szukcinit): egyszerűsített alakképlete



vagy



SERGANOVA, RAFIKOV (1965) részletesebb leírása alapján a fosszilis gyantákat kondenzált aromás és hidroaromás gyűrűs rendszerű nagymolekulák építik fel konjugált ket-tőskötésekkel, sav-, észter- és hidroxilcsoportokkal (borostyánkősav-succiraresorcinolészter, szabad succinoabietinsav, borneolészter és nyomokban kéntartalmú anyagok). ROTT-LÄNDER (1974) megfogalmazása szerint az anyag diabetinolsav poliésztere, annak mállási és bomlási termékeivel.

A retinitek resinosav alapú gyanták. A keletkezésükre és összetételükre vonatkozóan kialakult nézet alapján a fenyőgyanta fő kiinduló anyaga az abietinsav. A fosszilizáció és diagenezis során az abietinsav diabetinsavvá dimerizá-

lódik, majd egy alkoholos csoporttal diabetinolsavvá alakul, ami észterképződést tesz lehetővé. Polimerizáció következtében teljesen oldhatatlanná válik. A balti borostyánokra jellemző komponensként említett borostyánkősav tulajdonképpen borostyánsav-anhidrid, amely a jelzett észternek az oxidációs terméke. A fosszilizációt az őserdő talajának szubtrópusi és trópusi nedvessége, majd a tengeri rothadó iszap okozza. Az áthalmozott balti borostyánok átalakulásában a gleccserek jégnyomásának is szerepe van. A kialakuló változatok szempontjából a paleobotanikai, ősföldrajzi és geokémiai tényezőknek is jelentősége van.

Az irodalom száznál több variációjukat említi. Az egyes régészeti vagy geológiai előfordulásokat az összetételre vagy a lelőhelyre utaló névvel szokták említeni és ásványtani változatok gyanánt felsorolni. A leggyakrabban előforduló és régészeti, ill. geológiai tárgyú hivatkozásokban talált változatoknak kémiai összetétel szempontjából az 1. táblázatban összefoglalt csoportosításuk szokásos.

A borostyánok és fosszilis gyanták vizsgálatára nagyon elterjedt módszer az infravörös spektrográfia. Az azonosítás

2. táblázat. A barnagi fosszilis gyanta IR spektrum sávjainak összevetése a klasszikus borostyán spektrummal és a spektrum értelmezése

Table 2. Comparison and assignation of the IR bands of the fossil resin from Barnag and the classical amber

Barnag	MOENKE (1961)	Lehetséges sávok helye	Értelmezés	
cm <sup>-1</sup>				
3400			v OH	karboxil csoport OH-alkotója
		3080	v CH (R <sub>1</sub> R <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> ), vagy (RCH-CH <sub>2</sub> )	aromás vegyületek
	2990 (váll)			
	2980 (váll)			
	2966 (váll)	2962	v <sub>m</sub> CII <sub>3</sub>	metil
	2940 (váll)			
2928	2925 (erős)	2926	v <sub>as</sub> CH <sub>2</sub>	metilén
2870	2870 (közepes váll)	2872	v <sub>t</sub> CH <sub>3</sub>	metil
	2850 (váll)	2853	v <sub>s</sub> CH <sub>2</sub>	metilén
	1730 (erős)	1725	v C=O	észter kötés?
1695	1705 (erős)	1700	v C=O <b>vegyértékrezgés</b>	a karboxil csoport C=O (karbonil) alkotója?
1631	1640 (váll)	1648	v C-C	
1454	1450 (közepes)	1470	δ <sub>m</sub> CH CH <sub>2</sub> és CH <sub>3</sub>	
1384	1375(közepes)	1380-1385,	β OH és δ <sub>s</sub> CH <sub>3</sub>	
1259	1260 (váll)			balti váll, baltira jellemző
1250		1250	v C-O	oxidációval nő
	1158 (közepes)	1175	((CII <sub>3</sub> ),CII-)	
1119		1120		
1033	1020 (közepes váll)	1042	v C-O	
	1000 (váll)	978	R-CH=CH <sub>2</sub>	
		939 (960 880)	γ OH	
	890 (nagyon gyenge)	885	γ II-II CII <sub>2</sub>	Fosszilis gyantáknál intenzitása lecsökken vagy hiányzik, mert könnyen oxidálódik
857		845	S ?	
794				
		700	aromás csoport	retinitre jellemző?

ún. „ujjlenyomat- (finger print)” módszerrel történik összehasonlító görbék alapján. A teljes spektrum sávonkénti részletes értelmezésére az anyag összetételének bonyolultsága miatt általában nem vállalkoznak a leírók. Az összehasonlító alapgörbét esetünkben MOENKE (1961) adatai szolgáltatták (2. táblázat); az ásványtani célú infravörös vizsgálatok irodalmában alapműként szereplő későbbi Mineralspektren c. atlaszában (MOENKE 1966) is ezt közli.

Korábbi, egy-egy sávra vonatkozó értelmezés, ill. saját ez irányú ismereteink (FÖLDVÁRI 1986, 1992) alapján megkíséreltük az egyes sávok asszignációját. A spektrumokon a szerves funkciók csoportok közül az alifászénhidrogén-csoportok (főleg metilén-, alárendelten metil-), az aromás gyűrűk és az azokon elhelyezkedő szubsztituensek, a szerves savak karboxilja, fenol-, alkohol- és észtercsoportok sávjait lehet azonosítani.

Az említett nehézségek ellenére a szakirodalom a borostyánok infravörös spektrográfias vizsgálata kapcsán további részleteket tud megállapítani a borostyán származásával kapcsolatban. A vizsgálatok két alapvető célból készülnek. A régészeti eredetű bo-

3. táblázat. Geológiai borostyán-előfordulások kora és fő jellemzői  
 Table 3. Age and characterisation of the geological origin fossil resins

Előfordulás	Ásvány	Kor	Hivatkozás	Típus	Növényi eredet
Arizona		triász	LITWIN, ASH 1991		Araucaria-félék
Észak-olasz Dolomitok		triász	GIANOLLA et al. 1998	nem balti típus, retinit?	
Svájc		triász	SOOM 1984	allagit?	
Ausztria	kochenit	triász	PICHLER 1868		
Ausztria	kopalin	triász	VÁVRA 1984		
Németország		triász	POINAR et al. 1993.		
Szicília				szimetit	
Spanyolország				retinit?	
Washington, Alaszka		kréta	LANGENHEIM, BECK 1968		Fenyőfélék (Coniferales: Podocarpaceae, Araucariaceae, Pinaceae és Cupressaceae)
Balti-tenger (Kalinyingrád környéke)		legidősebb balti borostyán	SAVKEVICH 1981	balti típus, szukcinit	
Balti-tenger partja		eoécén-oligocén-miocén (áthalmazott)	MOENKE, 1961	balti típus szukcinit	Pinus nemzetség (Pinus succinifera, idős terciér)
Halle-Leipzig környéke		tercier és pleisztocén (áthalmazott)	PRIESE 1977	balti típus szukcinit	
Halle környéke (Geiseltal)		tercier		retinit	
Lipce környéke (Meuselwitz)	scheibit	tercier		retinit	
DNy-Lengyelország	walchowit	felső-kréta	ALEXANDROVICZ, KWIECINSKA 1977	retinit	
Kanyin-félsziget (Arhangelszk környéke)				retinit	
Belorusszia		paleogén		szukcinit	
Ukrajna		paleogén		szukcinit	
Kaspi-tenger környéke				szukcinit	
Szahalín-sziget				szukcinit	
ÉNy-Jakutföld				szukcinit	
Magyarország					
Ajka, Halimba, Padrag	ajkait	felső-kréta	ZECHMEISTER 1926	ajkait	
Jásd	jásdit	oligocén	VITÁLIS I. 1939		
Remete-hegy, Budapest	kiscellit	oligocén	ZECHMEISTER et al. 1934		
Remete-hegy, Budapest	rumänit	oligocén	KOCH, TÓTH 1941	rumänit	
Serényfalva	kranzit	oligocén		retinit	
Románia és ÉK-Kárpátok				rumänit	
Erdély	telegdit				
Izrael		alsó-kréta	NISSENBAUM 1975		
Burma	birmit v. burmit			retinit	
Libanon		alsó-kréta			

rostyánok esetében a borostyán származási helyét és a kereskedelmi utakat nyomozzák, és ezek ismeretében igyekeznek tisztázni a lelet korát. A geológiai jellegű kutatások esetében elsősorban a kor és a paleobotanikai információ a fontos. A jellemzések alapját a balti borostyán és az egyéb borostyánok elkülönítése jelenti.

A „balti” borostyánváltozatok (szukcinitek) jellemzője az 1150–1160 cm<sup>-1</sup>-nél mutatkozó határozott elnyelési sáv, amelyet egy 1250 cm<sup>-1</sup>-ig húzóódó, közel 0,5 m széles, többékevésbé egyenes váll követ (BECK et al. 1964). A diagenezis során bekövetkező oxidáció előrehaladta a vízszintes váll irányát folyamatosan lejtős vállal alakítja. Esetenként az oxidációs mállás annyira megváltoztathatja a spektrumot, hogy a biztosan balti eredetű borostyán sem ismerhető fel. A

régészeti borostyánleletek esetében különféle viasz- vagy lakkbevonatok zavarhatják a specifikus spektrum felismerését. A balti borostyánok előfordulási területe Angliától Hollandián, Dánián, Skandinávián, É-Németországon, Lengyelországon, a Baltikumon keresztül Litvániáig, illetve Belorusszia, Ukrajna, Kaspi-tó környéke, Szahalín-szigete és Jakutföld északkeleti részéig terjed. Kémiai összetételükben a borostyánsav mennyisége 3–8% (BECK 1983). SAVKEVICH (1981) ehhez a típushoz hasonlóan tartja a belorusszai, az ukrainai, a Kaspi-tó környéki, a Szahalín-szigeti és az ÉK-Jakutföldi előfordulásokat is.

Az egyéb fosszilis gyantákat összefoglaló néven európai borostyánoknak nevezik, más esetben a lelőhelyüknek megfelelően itáliai, szicíliai, román, francia, portugál stb. névvel

illetik őket. Ezek alacsonyabb (<3%) borostyánsav-tartalmúak, és az infravörös spektrumon nem jelentkeznek a specifikus „balti váll”. Az európai borostyánok fő típusai a retinit, a rumänit és a szimenit. Első közelítésben az Alpok jelentik az elválasztó vonalat a „balti” és az „európai” borostyánok előfordulása között. Európán kívül is vannak hasonló fosszilisgyanta-előfordulások.

A fentiekén kívül vannak ismeretlen vagy be nem sorolt típusok is.

BECK (1983) szerint a több mint 5000 geológiai és régészeti borostyán-előfordulás 97,5%-a balti típusú borostyánt tartalmaz. Az irodalomban közölt infravörös spektrumok zöme is balti típusú borostyánról készült, ezért a nem ide sorolandó változatok összehasonlító vizsgálata nehézségekbe ütközik.

A nem balti típusú fosszilis gyanták változatos képet mutatnak, gyakran földrajzilag távoli előfordulások nagyon hasonlóak, máskor közeli lelőhelyről származóak jelentősen eltérnek egymástól. PRIESE (1977) retinit típusú gyanta esetében a 700 cm<sup>-1</sup>-nél megjelenő sávot emeli ki a jellemzésnél.

Geológiai minták esetében az „ujjlenyomat-” módszerű összehasonlító leírásokban a fenti ismérvek mellett a fenyőfélék gyantájára jellemző 1250 cm<sup>-1</sup>-nél jelentkező elnyelési sávot szokták említeni (LANGENHEIM, BECK 1965). A geológiai eredetű fosszilis gyanták korára és változatára vonatkozó elérhető adatokat a 3. táblázatban foglaltuk össze.

A barnagi előfordulás és más geológiai eredetű minták összehasonlító IR-vizsgálatának adatait tartalmazza a 4. táblázat. Ebből megállapítható, hogy a jelen tanulmány tárgyát képező lelet nem mutatja a balti borostyán jellegzetes vonásait. A táblázatban a Barnag lelőhelyű minta, az északolasz triász fosszilis gyanta és korábban vizsgált két másik magyarországi lelet összehasonlító vizsgálati eredményeit mutatjuk be. Ez alapján megállapítható, hogy a barnagi minta nagy hasonlóságot mutat a Magyarországon korábban talált fosszilis gyantákkal, az Ajka-Csinger-völgyi, ill. halimbai „ajkait-”előfordulással. Ezeket a mintákat korábban más típusú infravörös spektrográffal (Specord 75) vizsgáltuk, melynek a hullámszám-eloszlása különbözik a jelenlegi készülék által szolgáltatott spektrumtól. Ettől a különbségtől eltekintve a két spektrum egymáshoz és a most vizsgált előforduláshoz is nagyon hasonló. Ugyancsak korábbi vizsgálataink közül származik egy visontai kovásodott fatörzsfuzitjában talált gyanta infravörös spektruma. Az összehasonlított spektrumok közül a vizsgálat tárgyát képező lelet a legkevesebb hasonlóságot az északolasz fosszilis gyantával mutatja. A szerzők által nyert spektrum „ujjlenyomat-tartománya” egyetlen más irodalomban közölt fosszilis gyanta spektrumával sem egyezik.

Végezetül és összehasonlításként két saját gyűjtésű jelenkori fenyőgyanta spektrumát mutatja be az 5. táblázat, melyek sok vonatkozásban hasonlóak a fosszilis előfordulásokhoz. Ugyanakkor a gyümölcsfagyanták spektruma ezekről eltér, minden esetben sávszegényebb, egymáshoz azonban a szilva, meggy és cseresznye gyantájának spektruma nagyon hasonló.

#### 4. táblázat. Geológiai eredetű fosszilis gyanták infravörös sávjainak összehasonlítása

Table 4. Comparison of the IR bands of the geological origin fossil resins

Észak-olasz felső-triász GRANOTTA et al. 1998.	Barnag triász	„Ajkait” Ajka-Csinger-völgy (senon)	„Ajkait” Halimba	Visontai kovásodott fatörzsfuzitjában (JÁMBÓR Áron gyűjtése)
cm <sup>-1</sup>				
	3400	3400 (gyenge)	váll	3400
				2960
2950	A	2928	2930	2930
		2870	2870	2870
1700	B	1695	1695	
		1631		1605
1470	C	1454	1460 (kettős csúcs)	1450 (kettős csúcs)
1380	D	1384	1380	1380
			1310	
1260	E	1259		
		1250	1260	1250
			1180	1170
				1130
		1119		1110
		1033		1030
			970	
hiányzik		857	890	870
		794	790	

#### 5. táblázat. Jelenkori fák gyantáinak infravörös spektrum sávjai

Table 5. IR bands of the resins of recent woods

Jelenkori fenyőgyanta (852)	Jelenkori fenyőgyanta (906)	Szilvafagyanta	Meggyfagyanta	Cseresznyefagyanta
cm <sup>-1</sup>		cm <sup>-1</sup>		
3420	3390	3400	3410	3410
2930	2930	2930	2910	2910
2870				
1695	1690			
	1610	1605	1600	1600
1455	1450			
		1400	1405	1405
1380	1360		1350	1350
	1310	1300		
1260	1260			
	1230	1230		
1180	1160			
1150				
1120	1110			
		1060	1060	1060
1020	1020	1020	1020	1020
960	970			
890				
810	810		770	770

## Diszkusszió

### Ősföldrajz

A barnagi lelet megerősíti GIANOLLA et al. (1998) megállapítását a karni gyanta-előfordulások paleogeográfiai elterjedését illetően. A Pelsői-egység, a Dunántúli-középhegység ősföldrajzi rekonstrukciói (KÁZMÉR, KOVÁCS 1985, HAAS 1994) alapján a Balaton-felvidéki karni medence a Déli-Alpok és az Északi-Mészköalpok között helyezkedett el, így ez a terület is beletartozott a gyanta-előfordulásoknak az északi szélesség 10–30°-a között húzódó sávjába (l. GIANOLLA et al. 1998: 7. ábra).

Nem ilyen egyértelmű a kép a gyantatartalmú rétegek fáciesének összehasonlítása esetében. GIANOLLA et al. (1998) szerint folyóvízi, partközeli, törmelékes rétegek tartalmazták a fosszilis gyantákat (pl. Schilfsandstein, Lunzer Schichten stb.).

A Balaton-felvidéki gyanta-előfordulás ezzel szemben a Barnagi Tagozat egy uralkodóan karbonátos szakaszán került elő, amelynek mikrofácies platformlejtőt jelez (NAGY 1999). Egyértelműen közeli szárazulati térszínre kevés jel utal az egykori medencét keretező platformok területén. Ezek közé sorolható:

- a Barnagi Tagozat felső szakaszának márgarétegeiben a növénymaradványok gyakorisága;

- a keszthelyi-hegységi Szent Miklós-völgyben előkerült, jó megtartású, bizonytalan korú (valószínűleg késő-juli–tuvali) nyitvatermő-termés;

- a Barnag közelében lévő tótvázsonyi kőfejtő rétegsorában VICZIÁN et al. (1999) által igazolt teresztrikus mállás a Sédvölgyi Dolomit felső szakaszán, a Barnagi Tagozat ún. nagyonkoidos kifejlődése alatt néhány méterrel. Így ez esetleg párhuzamosítható a gyantatartalmú rétegekkel, annak ellenére, hogy egyértelmű palinspasztikus ősföldrajzi rekonstrukció nem készíthető a viszonylag nagy amplitúdójú kompressziós és harántelmozdulásos szerkezetek miatt, bizonyosra vehető, hogy ugyanannak a platformnak a kiemelt területéről és lejtőjéről van szó; a két terület eredeti távolsága sem lehetett jelentősen nagyobb a mai, néhány kilométeresnél.

### A gyantaleletek kora

Az alpi és germán triász területeken egyaránt — az ammoniteszek hiánya miatt — nehézségekbe ütközik a pontos kormeghatározás a késő-juli–tuvali rétegsorokban.

A gazdag spóra-, pollentartalom és a ritka ammonitesz-előfordulások párhuzamosítása ad elsősorban lehetőséget a képződmények korának meghatározására. Sok esetben a hagyományos besorolás (pl. a „tori rétegek” tuvali kora) öröklődik át a mai kronosztratigráfiai tagolásokba.

Az Északi-Mészköalpok keleti részének gyantát tartalmazó ún. „lunzi rétegeit” az alsó-juli (cordevolei) összetlet fedőjébe helyezik (BEHRENS 1973, DUNAY, FISCHER 1978). Fedőjének (Opponitzi Mészkö) kora tuvali.

Az Északi-Mészköalpok nyugati részének és a Drauzug

ún. „raibli rétegeinek” kora juli–tuvali (BECHSTÄDT, SCHWEIZER 1991). PICHLER (1868) gyantatartalmú „Cardita crenata-s rétegei” JERZ (1966) és DUNAY, FISCHER (1978) alapján juli korúak.

A SOOM (1984) által leírt gyanta GIANOLLA et al. (1998) szerint a Schilfsandsteinből származik. AIGNER, BACHMANN (1992) a germán triász területén a Schilfsandstein folyóvízi összetletét BEHRENS (1973) nyomán a turbidites kifejlődésű Lunzi Homokkő heteropikus fácieseként értelmezik. Kora — ebből következően — juli. Ugyancsak a „lunzi rétegek” és a Schilfsandstein egyező korát erősíti meg a palinológiai kép is (DUNAY, FISCHER 1978).

A Déli-Alpok területén — a Dolomitokban — GIANOLLA et al. (1998) a Dürrensteini Formáció Santa Croce (Heiligkreuz) melletti feltárásában a juli legfelső szakaszába sorolták a gyantát tartalmazó rétegeket.

Az észak-amerikai Chinle-i Formáció kora DUNAY, FISHER (1978) szerint — a *Brodospira striata* megjelenésére alapozva — tuvali. A Chinle-i Formáció Petrified Forest Tagozatában előforduló gyantatartalmú rétegeket LITWIN, ASH (1991) — növénymaradványaik és palynomorpháik alapján — ugyancsak a felső-karniba helyezték.

A barnagi szelvényben a gyantatöredék a tuvali rétegek alján, 6,7 méterrel a palynomorphák és foraminiferák segítségével meghatározott juli/tuvali határ (GÓCZÁN, ORAVECZ-SCHIEFFER 1996) fölött fordult elő.

A „raibli rétegek” JERZ (1966) szerint kitöltik a juli emeletet. A leírásokból nem állapítható meg, hogy a gyanta az ún. első vagy az ún. második agyagmárgaszintből került-e elő. Ugyancsak ismeretlen a szintén juli „lunzi rétegekben” a gyantaleletek pontos rétegtani helye. A „lunzi rétegek” terrigén kifejlődései azonban az összetlet felső, késő-juli szakaszán települnek. Valószínű, hogy a gyanta-előfordulások ebben a szintben találhatók.

A germán triász kifejlődési területén a Schilfsandstein az északi-mészköalpi Lunzi Homokkőhöz kapcsolódik, kora tehát juli.

A Balaton-felvidéki lelet kora-tuvali, az arizonai előfordulás tuvali.

Összefoglalva megállapítható, hogy csak feltételesen szűkíthető le a gyanta-előfordulások kora — rétegtani alapon — a késő-juli–kora-tuvali időszakra (l. GIANOLLA et al. 1998).

### Szekvenciasztratigráfia

A hagyományos lito- és biosztratigráfiai korreláció bizonytalanságai a gyantatartalmú rétegek szekvenciasztratigráfiai korrelációját indokolják.

GIANOLLA et al. (1998) kísérletet tettek a gyantatartalmú rétegek szekvenciasztratigráfiai korrelációjára. Korrelációs táblázatuk alapján a fosszilis gyanták egy harmadrendű szekvenciára korlátozódnak.

A barnagi előfordulás korrelációja előtt röviden áttekintjük a Balaton-felvidék karni szekvenciasztratigráfiáját.

BUDAI, HAAS (1997), valamint HAAS, BUDAI (1999) teljes áttekintést ad nemcsak a Balaton-felvidék, hanem a tel-

jes Dunántúli-középhegység triász szekvenciasztratigráfiájáról. A raibli rétegek juli szakaszával (Cardita Schichten) és a lunzi rétegekkel párhuzamosítható Veszprémi Márga Formációt két harmadrendű szekvenciára osztják, amelyek legfelső része magába foglalja a Sándorhegyi Formáció legalsó rétegeit (C1, C2) is. A Sándorhegyi Formáció egésze — a legalsó rétegek kivételével — véleményük szerint egyetlen, önálló harmadrendű szekvenciát (C3) alkot. A fentiekől némileg eltérő, DE ZANCHE et al. (1993) által a Dolomitokban kialakított szekvenciasztratigráfiai beosztás azonban véleményünk szerint jól párhuzamosítható a Balaton-felvidéki karni rétegsorral (6. táblázat, 3. ábra). E szerint a karni-1 szekvencia a latin emelet legfelső rétegeivel indul, és felette a Földolomit magában foglaló késő-karni-nori korú nori-1 szekvenciáig nem két, hanem három harmadrendű szekvencia különböztethető meg.

#### Karni-1 szekvencia

A latin-karni karni-1 szekvencia kora-karni szakaszába sorolható a Kádártai Dolomit platformja és a Balaton-felvidéki karni medence területén a Füredi Mészkö hemipelágikus összlete. Ezek megfelelnek a Dolomitok San Cassiani-i kifejlődésének és az alsó-cassiani dolomitplatformnak.

#### Karni-2 szekvencia

A juli karni-2 szekvencia kisvízi egységének a medence területén a Mentshelyi Márga alsó, sok intraklasztot, bioklasztot, gradált mészhomokot tartalmazó

szakasza felelhet meg. Transzgresszív egysége a Kádártai Dolomit platformját is elborította. Magasvízi egység a medencében a Nosztori Mészkö, a platformon az Edericsi Mészkö és a Sédvölgyi Dolomit. A karni-2 szekvencia a medence területén a Pécselyi Tagozat néhány méter vastag bioklasztos, pados mészkövével zárul. A karni-2 szekvenciának a Dolomitokban a Car-2 szekvenciát alkotó San Cassiani Formáció és az azzal heteropikus Cassiani Dolomit-2 felel meg.

#### Karni-3 szekvencia

A karni-3 szekvencia a medenceterületen a Pécselyi Tagozat hipersalin fáciesű laminitjével (kisvízi egység) kezdődik, amelyre egy transzgresszív márga, majd Barnagi Tagozat pados, tűzköves mészkőösszlete (magasvízi egység) települ. A magasvízi egységen belül húzható meg a juli/tuvali határ, és ebből az egységből került elő a gyantamaradvány is. A platform erőteljes progradációja a magasvíz idején hozta létre a Henyei Dolomitnak a medencékbe mélyen benyúló progradációs ékeit. Kora alapján ez a szekvencia a Dolomitok Car-3 szekvenciájával (Dürrensteini Formáció) párhuzamosítható. A gyantaleletek a Dürrensteini Formáció alsó szakaszán és a Barnagi Tagozat alján ugyanabba a szekvenciába sorolhatók.

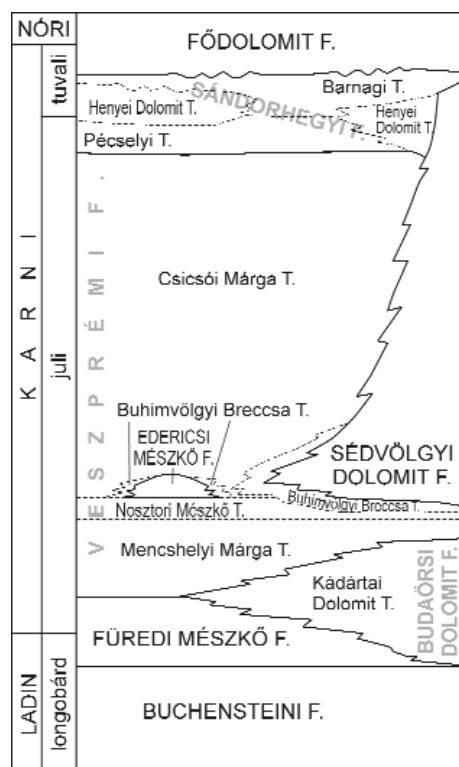
#### Karni-4 szekvencia

A karni-4 szekvenciát a Barnagi Tagozat felső szakasza alkotja. Ennek a medence területén és a platformon is megjelenő jellegzetes, sok bioklasztot, nagyméretű onkoidokat tartal-

6. táblázat. A Balaton-felvidék és a Déli-Alpok karni szekvenciasztratigráfiájának összehasonlítása

Table 6. Comparison of Carnian sequence stratigraphy of Balaton Highland and South Alps

Kor	Balaton-felvidék harmadrendű szekvenciái a szerzők szerint				Balaton-felvidék harmadrendű szekvenciák HAAAS, BUDAI (1999)	Déli-Alpok DE ZANCHE et al. 1993
	Szekvencia	Vízszint	Platformképződmények	Medenceképződmények		
Nori	Nori-1	HST	Földolomit Formáció, peritidális, ciklusos dolomit		Karni-4	Dolomia Principale Földolomit Formáció
		TST	Földolomit Formáció, pados, szubtidális			
Tuvali	Karni-4	LST	Földolomit Formáció, vörös dolomit, breccsa, tűzkőtörmelékes		Karni-3	Raibli Formáció
		HST	Hiátus?			
	Karni-3	TST	Barnagi T., „nagy onkoidos”, bioklasztos mészkő, márga		Karni-2	Dürrensteini F.
		LST	breccsa, Barnagi T.?	Barnagi T. mészkő, márga?		
Juli	Karni-2	HST	Henyeyi Tagozat		Karni-1	Cassiani Dolomit 2 San Cassiano F.
		TST	Henyeyi Tagozat?			
	Karni-1	LST	Pécselyi T., dolomit?	Pécselyi Tagozat, laminites mészkő		
HST		Csicsói Márga T.* Edericsi, Sédvölgyi F.	Pécselyi T. alsó, pados mészkő* Csicsói Márga, Buhimvölgyi Breccsa, Nosztori Mészkö,			
Karni	Karni-1	TST	Mentshelyi Márga felső szakasz		Ladin 2	Cassiani Dolomit 1 San Cassiano F., La Valli F.
		LST	?			
	LST	?		Mentshelyi Márga T., középső szakasz?		
Ladin	Karni-1	HST	Kádártai Dolomit T.	Mentshelyi Márga T., gradált allodapikus mészhomok közbetelepüléssel alsó, középső szakasz, Füredi Mészkö F.?		
		TST	?		Nemesvámosi F.?	
		LST	?			



3. ábra. A Balaton-felvidéki felső-triász képződmények litozstratigráfiai tagolása (BUDAI, CSILLAG 1999: 27. ábra alapján)

Figure 3. Lithostratigraphic division of the Carnian formations of the Balaton Highland and the Southern Bakony (after BUDAI, CSILLAG 1999: Figure 27)

mazó márgás kifejlődései határozott transzgressziót igazolnak. A szekvencia felső része csonka, mivel a Fődolomit Formáció által jellemezhető szekvencia kisvízi egysége enyhe eróziós felszínnel jelentkezik számos helyen (CSILLAG 1991, 1999, NAGY 1999). A Dolomitokban a Raibli Formáció rétegeiből álló Car-4 szekvencia párhuzamosítható az egységgel.

BECHSTÄDT, SCHWEIZER (1991) három szekvenciát különített el a Keleti-Alpok raibli sorozatában, ami jól párhuzamosítható JERZ (1966) beosztásával. A „Reingraben Event” és a Fődolomittal jellemezhető késő-tuvali szekven-

cia között három ciklus mutatható ki ezen a területen is. Sajnos a rendelkezésre álló leírások alapján nem lehet eldönteni, hogy a kochentali gyanta-előfordulás a Jerz-féle 1a vagy 1c szakaszba tartozik. Az első a karni-2, a második a karni-3 szekvenciába sorolható (6. táblázat). A „lunzi rétegek” felső, feltételezhetően a gyantát tartalmazó rétegei is késő-juli koruk alapján a karni-2 szekvencia felső részébe vagy a karni-3 szekvenciába tartoznak.

### Összefoglalás

A Barnag Bat-2 fúrásból előkerült késő-triász gyantamaradvány ásványtani szempontból nem mutatja a balti borostyán jellegét. Infravörös spektruma sok szempontból hasonlít az észak-olaszországi felső-triász előfordulás gyantájának spektrumképehez, de még nagyobb a hasonlóság a magyarországi kréta „ajkait-” előfordulásokkal.

A Sándorhegyi Formáció Barnagi Tagozatának gyantát tartalmazó, alsó, pados, tűzköves mészkőrétegei GÓCZÁN, ORAVECZ-SCHEFFER (1996) munkája alapján kora-tuvali korúak. A sekélytengeri, platformközeli fáciesben lerakódott mészkő a karni-3 harmadrendű szekvencia magasvízi egységének medencekifejlődése.

KÁZMÉR, KOVÁCS (1985), HAAS (1994) ősföldrajzi rekonstrukciója szerint a Balaton-felvidéki gyanta-előfordulás ugyanabba a szélességi övbe esik — az Északi-Mészkőalpok és a Dolomitok közé —, mint az egyéb ismert késő-triász leletek (l. GIANOLLA et al. 1998: 7. ábra).

A lelet kora egybeesik a korábban megismert leletek általában késő-juli-kora-tuvali tehető korával is. A Barnagi Tagozat alsó szakasza a karni-3 szekvencia magasvízi egysége. A Dolomitokban ugyancsak a 3. karni szekvenciában ismerjük a gyanta-előfordulást. Az északi-mészkőalpi előfordulások helyzete nem egyértelmű, a 2. vagy a 3. karni szekvenciába tartoznak.

### Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak Balla Zoltánnak és Budai Tamásnak az alapos lektori munkáért.

### Irodalom — References

- AIGNER, T., BACHMANN, H.G. 1992: Sequence stratigraphic framework of the German Triassic. — *Sedimentary Geology* 80 (1-2), pp. 115-135.
- ALEXANDROWICZ, S., KWIECINSKA, B. 1977: Amber from the Upper Cretaceous deposits of SW Poland. — *Mineralogia Polonica* 8 (2), pp. 39-47.
- BECHSTÄDT, T., SCHWEIZER, T. 1991: The carbonate-clastic cycles of the East-Alpine Raibl group: result of third-order sea-level fluctuations in the Carnian. — *Sedimentary Geology* 70 (2-4) 241-270.
- BECK, C.W. 1983: Der Bersteinhandel: Naturwissenschaftliche Gesichtspunkte. — *Savaria, a Vas megyei Múzeumok Értesítője* 1982, 16, pp. 11-22.
- BECK, C.W., WILBUR, E., MERET, S. 1964: Infra-red spectra and the origin of amber. — *Nature* 201 (4916), pp. 256-257.
- BEHRENS, M. 1973: Schwermineralverteilung und Sedimentstrukturen in den Lunzer Schichten (Kern, Trias, Österreich). — *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt* 116, 51-83.
- BUDAI, T., CSILLAG, G. 1998: A Balaton-felvidék középső részének földtana. — *A Bakony Természettudományi Kutatásának Eredményei* 22, 118 p.
- BUDAI, T., HAAS J. 1997: Triassic sequence stratigraphy of the

- Balaton Highland, Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* 40 (3), pp. 307–335.
- CSILLAG G. 1999: Medenceüledékek. — In: BUDAI T., CSILLAG G. szerk.: A Balaton-felvidék földtana. Magyarázó a Balaton-felvidék 1:50 000-es földtani térképéhez. (*Geology of the Balaton Highland*). A Magyar Állami Földtani Intézet 197. Alkalmi kiadványa, pp. 65–75.
- CSILLAG G. 1986: A Barnag Bat-2 fúrás rétegsora. — *Kézirat, Országos Földtani Geofizikai Adattár*, Budapest.
- CSILLAG G. 1991: Mencshely környékének földtani felépítése. — *Kézirat* (egyetemi doktori értekezés), *Országos Földtani Geofizikai Adattár*, Budapest.
- DE ZANCHE, V., GIANOLLA, P., MIETTO, P., STORPAES, C., VAIL, P. R. 1993: Triassic sequence stratigraphy in the Dolomites (Italy). — *Memorie Scienze Geologiche* 45 (1), pp. 1–27.
- DUNAY, R.E., FISHER, M.J. 1978: The karnian palynofloral succession in the Northern Calcareous Alps, Lunz-am-See, Austria. — *Pollen et Spores* 20 (1), pp. 177–187.
- FÖLDVÁRI, M. 1986: Analysis of an amber bead from Pilismarót-Pálrét — *Folia Archeologica, Annales Musei Nationalis Hungarici* 1985, pp. 39–40.
- FÖLDVÁRI, M. 1992: Analysis of the amber from Mogyorósbánya — *Communications Archaeologicae Hungariae* pp. 16–17.
- GIANOLLA, P., RAGAZZI, E., ROGLI, G. 1998: Upper Triassic amber from the Dolomites (Northern Italy). A paleoclimatic indicator? — *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 104 (3), pp. 381–390.
- GÓCZÁN, F., ORAVECZ-SCHEFFER, A. 1996: Tuvalian sequences of the Balaton Highland and the Zsámbék Basin. Part I: Litho-, bio- and chronostratigraphic subdivision — *Acta Geologica Hungarica* 39 (1) pp. 1–31.
- HAAS, J., BUDAI, T. 1999: Triassic sequence stratigraphy of the Transdanubian Range (Hungary). — *Geologica Carpathica* 50 (6), pp. 459–475.
- HAAS, J. 1994: Carnian basin evolution in the Transdanubian Central Range, Hungary. — *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie Teil I* (11–12), pp. 1233–1252.
- HEY, M.H. 1975: Chemical index of Mineral Species and Varieties. — *British Museum (Natural History)*, London, 728 p.
- JERZ, H. 1966: Untersuchungen über Stoffbestand, Bildungsbedingungen und Paläogeographie der Raibler Schichten zwischen Lech und Inn (Nördliche Kalkalpen). — *Geologica Bavarica* 56 (1), 3–103.
- KÁZMÉR, M., KOVÁCS, S. 1985: Permian–Paleogene paleogeography along the eastern part of the Insubric–Periadriatic lineament system: Evidence for continental escape of the Bakony–Drauzug Unit. — *Acta Geologica Hungarica* 28 (1–2), pp. 71–84.
- KOCH, S., TÓTH, G. 1941: Über eine neue Fundstätte eines der Rumenit-Kranzit-Gruppe angehörenden fossilen Harzes aus dem Oligocän Ungarns. — *Zentralblatt für Mineralogie Abteilung A* (1), pp. 161–162.
- LANGENHEIM, J.H., BECK, C.W. 1965: Infrared spectra as a means of determining botanical sources of amber. — *Science* 149 (3679), pp. 52–55.
- LANGENHEIM, J.H., BECK, C. 1968: Catalogue of infrared spectra of fossil resins (ambers). I. North and South America. — *Botanical Museum Leaflets, Harvard University* 22 (3), pp. 65–120.
- LITWIN, R.J., ASH, S. R. 1991: First early Mesozoic amber in the western hemisphere. — *Geology* 19 (3), pp. 273–276.
- MOENKE, H. 1961: Beiträge zur ultrarotspektralphotometrischen Bestimmung organischer Mineralien. — *Chemie der Erde* 21 (2), pp. 239–247.
- MOENKE, H. 1966: *Mineralspektren*. — Akademie Verlag, Berlin.
- NAGY, Zs.R. 1999: Platform-basin transition and depositional models for the Upper Triassic (Carnian) Sándorhegy Limestone, Balaton Highland, Hungary. — *Acta Geologica Hungarica* 42 (3), pp. 267–299.
- NISSENBAUM, A. 1975: Lower Cretaceous amber from Israel. — *Naturwissenschaften* 62 (7), pp. 341–342.
- PICHLER, A. 1868: Zur Geognosie Tirols. XI. Fossiles Harz. — *Jahrbuch der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt* 18, pp. 45–52.
- POINAR, G.O. JR., WAGGONER, B.M., BAUER, U.C. 1993: Terrestrial soft-bodied protists and other microorganisms in Triassic amber. — *Science* 259 (5092), pp. 222–224.
- PRIESE, O. 1977: Infrarotspektrographie an pleistozänen und tertiären Bernsteinfunden des Halle-Leipziger Raumes. — *Hercynia* 14 (3), pp. 272–280.
- ROTLÄNDER, R. 1974: Die Chemie des Bernsteins. — *Chemie unserer Zeit* 9, pp. 78–83.
- SAVKEVICH, S.S. 1981: Physical methods used to determine the geological origin of amber and other fossil resins; some critical remarks. — *Physics and Chemistry of Minerals* 7 (1), pp. 1–4.
- SERGANOVA, C.K., RAFIKOV, S.R. 1965: Sztruktúra i szvojsztva baltyszkogo jantarja. — *Zhurnal Prikladnoi Khimii*. 38 (8), pp. 1813–1818.
- SOOM, M. 1984: Bernstein vom Nordrand der Schweizer Alpen: Benstein keiten. — *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Ser. C*. 18, pp. 15–20.
- VÁVRA, N. 1984: "Reich an armen Fundstellen": Übersicht über die fossilen Harze Österreichs. — *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Ser. C*. 18, pp. 9–14.
- VICZIÁN, I., FÖLDVÁRI, M., KOVÁCS-PÁLFFY, P. 1999: The paleogeographic significance of clay interbedding in carbonate sequences in the Lower to Middle Triassic of the Transdanubian Range and Bükk Mts. (Hungary). — "Euroclay" *European Clay Groups Association Cracow 1999. september 5–9.*, Abstracts.
- VITÁLIS I. 1939: *Magyarország szénélőfordulásai*. — A Magyar Királyi József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Kara könyvkiadó Alapja, Sopron, 407 p.
- ZECHMEISTER L. 1926: Adatok az ajkait, egy fosszilis gyanta ismeretéhez. — *Mathematikai és természettudományi értesítő* 43, pp. 332–341.
- ZECHMEISTER L. TÓTH G., KOCH S. 1934: A kiscelli agyagban fellelt fosszilis gyanta vizsgálata. — *Mathematikai és természettudományi értesítő* 51, pp. 502–507.