

L'ambra nelle Alpi Meridionali: stato delle conoscenze

ENRICO TREVISANI

Museo di Storia Naturale di Ferrara, Via Filippo De Pisis 24 - 44121 Ferrara (Italy) - E-mail: consgeol@comune.fe.it

EUGENIO RAGAZZI

Dipartimento di Scienze del Farmaco, Università di Padova, L.go Meneghetti 2 - 35131 Padova (Italy) - E-mail: eugenio.ragazzi@unipd.it

RIASSUNTO

Fino a circa venti anni fa la presenza di ambra nelle Alpi Meridionali era pressoché sconosciuta nella letteratura geologico-paleontologica. Più di recente le segnalazioni di ambra in questa parte delle Alpi si sono moltiplicate fino a suggerire questa rassegna, quale stato delle conoscenze sulla presenza nella regione sud-alpina di questa resina fossile dalle molteplici valenze scientifiche.

Parole chiave: ambra, resina fossile, Alpi Meridionali, Italia Settentrionale.

ABSTRACT

Amber in the Southern Alps: state of knowledge.

Until about twenty years ago the presence of amber in the Southern Alps was almost unknown among the geological and paleontological literature. More recently, reports of amber in this part of the Alps have multiplied inasmuch as to suggest this review, which shows the state of knowledge on the presence of this fossil resin in the South-Alpine region.

Key words: amber, fossil resins, Southern Alps, Northern Italy

INTRODUZIONE

La prima segnalazione della presenza di ambra nelle Alpi Meridionali appare in una lettera del prof. Catullo al prof. Brugnatelli, datata 24 aprile 1827. In una valle del comune di Roana, sull'Altopiano di Asiago (Vicenza), Catullo riferisce circa la scoperta di una "... foresta fossile di considerevole estensione."; "Le radici si sono trasmutate in lignite piuttosto terrosa, e per entro la loro massa vi si trovano sparsi de' granellini di resina succinica." (CATULLO, 1827). Sfortunatamente questa scoperta non è stata confermata da successivi documenti, anche se l'autore alcuni anni dopo cita nuovamente la notizia (CATULLO, 1838, p. 55-56) e sottolinea che i reperti si trovano "... al di sotto del terreno alluviale ciottoloso che ricopre i fianchi d'una vicina vallata ..." (CATULLO, 1838), precisazione che potrebbe suggerire un'origine quaternaria di quel materiale.

In una lettera di Giovanni Arduino scritta nel 1818, ma pubblicata da Catullo nel 1834 (ARDUINO, 1818), in realtà si cita ancor prima il ritrovamento di alcuni frammenti forse di ambra ("... alcuni pezzetti di certa sostanza bituminosa simile all'ambra gialla, o sivero carabe, o succino ..."), all'interno di legno fossile proveniente dalle cave di pietra molare nei pressi della "... Cura di Tisoi nel luogo propriamente denominato San Simon de Zeneghe ...", in provincia di Belluno. Catullo riferisce inoltre la presenza di ambra insieme a lignite nelle marne blu della valle del fiume Ardo (CATULLO, 1834, 1838, 1840), ed ancora nelle molasse terziarie delle cave di Fregona (Treviso); simili sedimenti furono trovati anche nei pressi di Lamosano e della chiesa di Alpago a Pissa, in provincia di Belluno.

Alcuni anni più tardi, STOPPANI (1886) riferisce la presenza di ambra negli strati cattiani della formazione del Monte Brione, vicino a Riva del Garda (Trento). Ambra triassica fu segnalata nelle Dolomiti da KOKEN (1913; vedi rassegna in ROGGI *et al.*, 2013) e tale scoperta fu menzionata in seguito da ZARDINI (1973) e WENDT & FÜRSICH (1980).

Le segnalazioni elencate sopra sono sempre prive di raffigurazioni e di analisi dei reperti segnalati.

Negli ultimi vent'anni le segnalazioni di ambra nelle Alpi Meridionali si sono moltiplicate (Fig. 1) e sono sempre accompagnate da immagini dei reperti e/o da analisi chimico-fisiche.

L'AMBRA DEL PALEOZOICO: PERMIANO

La più antica ambra italiana e unica ambra paleozoica è rappresentata da alcune centinaia di granuli di dimensioni millimetriche con inclusioni, ritrovate in argilliti e arenarie della Formazione delle Arenarie della Val Gardena del Permiano superiore, nei pressi di Redagno e Pietralba, in provincia di Bolzano. Quest'ambra è stata ritrovata da Dario Maffi e descritta, illustrata e analizzata da MAFFI & MAFFI (1992). Purtroppo, da alcuni anni, questi granuli sono irrimediabilmente (Dario Maffi, comunicazione personale), e successive campagne di ricerca nell'area non hanno fornito alcun ulteriore campione.

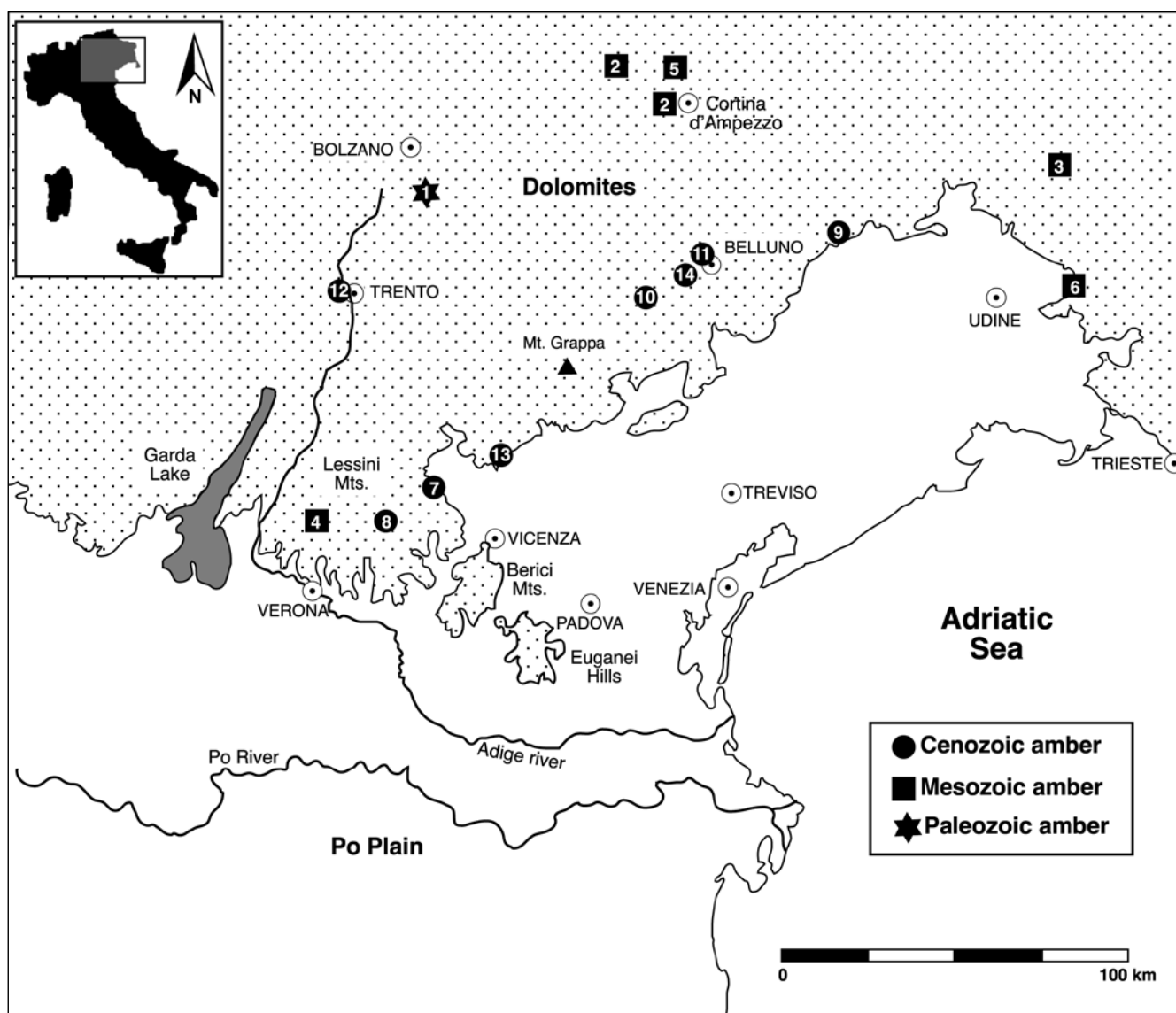


Fig. 1. Localizzazione dei ritrovamenti di ambra.

1) Bletterbach/Butterloch, Permiano superiore. 2) Cortina d'Ampezzo, Triassico superiore. 3) Alpi Giulie, Triassico superiore. 4) Bellori, Giurassico inferiore. 5) Ra Stua, Cretacico inferiore. 6) Vernasso, Cretacico superiore. 7) Monte di Malo, Eocene inferiore. 8) Bolca, Eocene inferiore. 9) Torrente Muìè, Eocene inferiore. 10) Pont, Eocene inferiore. 11) Belluno, Eocene inferiore. 12) Doss Trento, Eocene inferiore. 13) Salcedo, Oligocene. 14) Sedico, Oligocene superiore.

L'AMBRA DEL MESOZOICO: TRIASSICO

Circa quindici anni fa, in provincia di Belluno, nei dintorni di Cortina d'Ampezzo, e in Val Badia, in provincia di Bolzano, sono state rinvenute migliaia di gocce di ambra, delle dimensioni di pochi millimetri (Fig. 2), entro un livello arenaceo della Formazione di Dürrenstein del Carnico (GIANOLLA *et al.*, 1998). Di particolare importanza è il ritrovamento, all'interno delle gocce d'ambra, di numerosi inclusi microscopici: pollini, batteri, alghe, protozoi (ROGHI *et al.*, 2005; ROGHI *et al.*, 2006b; SCHMIDT *et al.*, 2006) e più di recente, anche artropodi, tutti perfettamente conservati (SCHMIDT *et al.*, 2012). Della stessa età dell'ambra dolomitica sono alcuni piccoli granuli di ambra segnalati nelle Alpi Giulie (PRETO *et al.*, 2005; ROGHI *et al.*, 2006a, 2006b).

Per quanto riguarda l'attribuzione paleobotanica, studi palino-



Fig. 2. Ambra di Cortina d'Ampezzo, Triassico superiore (Carnico; foto R. Appiani; da TREVISANI, 2007).

logici e rinvenimento di resti vegetali associati all'ambra hanno permesso di identificare le probabili produttrici della resina in alcune piante della famiglia delle Cheirolepidiaceae (antiche conifere, oggi estinte; ROGHI *et al.*, 2006a, 2006b).

Lo studio dell'ambra triassica delle Dolomiti ha consentito di correlare l'evento secretorio di resina delle antiche piante ad uno stress climatico a limitata durata temporale (GIANOLLA *et al.*, 1998; ROGHI *et al.*, 2006b), suggerendo un ruolo dell'ambra quale indicatore paleoclimatico.

L'AMBRA DEL MESOZOICO: GIURASSICO

Sorprendente è la scarsità di ambra del periodo Giurassico; infatti le segnalazioni di ambra nelle successioni giurassiche del mondo sono rare e perlopiù non confermate. Ambra giurassica è stata segnalata nell'Isola di Bornholm (Danimarca) nel Mar Baltico (B. ESKE KOCH, comunicazione personale in LANGENHEIM, 1969), in Russia e Kazakistan (GRIMALDI, 1996), nella Francia meridionale (LACROIX, 1910; NEL *et al.*, 2004), nel Giurassico della Thailandia (PHILIPPE *et al.*, 2005) e nel Giurassico superiore del Libano (AZAR, 2005); di tutte queste segnalazioni non si hanno notizie più precise, circa località ed età esatte, eventuali analisi effettuate, contenuto paleontologico o altro.

Solo recentemente (NERI *et al.*, 2013) è stata documentata la prima ambra giurassica italiana sotto forma di piccole gocce e filamenti submillimetrici. L'ambra proviene dal Pliensbachiano della Formazione di Rotzo, affiorante nei pressi di Bellori (Monti Lessini, provincia di Verona)¹.

L'AMBRA DEL MESOZOICO: CRETACICO

A livello globale, con il Cretacico le segnalazioni di ambra diventano molto numerose, inoltre alcune località assumono le caratteristiche di veri e propri giacimenti, per la relativa abbondanza e dimensione delle ambre, oltre alle inclusioni che contengono. Vanno citate ad esempio le ambre del Libano, del New Jersey, del Canada, della Birmania, della Francia (POINAR, 1992; GRIMALDI, 1996; ZHERIKHIN & ROSS, 2000, NÉRAUDEAU *et al.*, 2002).

Una decina di anni fa sono state segnalate le prime due ambre cretache italiane (ROGHI *et al.*, 2004). In un caso si tratta di un frammento di 3 cm ritrovato all'interno delle marne grigie del Flysch di Ra Stua dell'Albiano (Cretacico inferiore), affioranti nel Gruppo della Croda Rossa (Dolomiti; Fig. 3). Il secondo rinvenimento è rappresentato da due campioni ritrovati nel giacimento fossilifero a piante e pesci del Coniaciano-Santoniano (Cretacico superiore) di Vernasso (Prealpi Giulie, Udine; Fig. 4) (ROGHI *et al.*, 2004; TREVISANI, 2007). Questi ultimi campioni sono entrambi associati a resti vegetali determinabili: uno è associato con una fronda di *Araucaria macro-*



Fig. 3. Ambra di Ra Stua, Cretacico inferiore (Albiano; diametro moneta 15 mm; da ROGHI *et al.*, 2004).

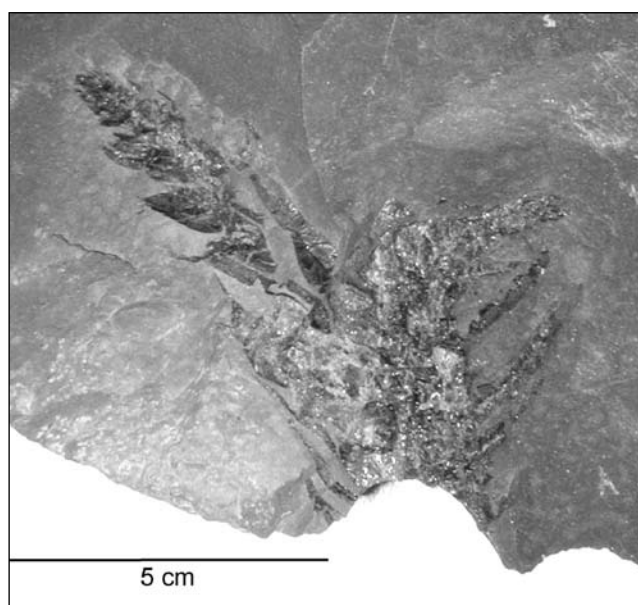


Fig. 4. Ambra di Vernasso associata ad una fronda di Araucariaceae (*Araucaria macrophylla*), Cretacico superiore (Coniaciano-Santoniano; foto G. Roghi; da TREVISANI, 2007).

phylla (Araucariacee) e l'altro ad una fronda di *Cunninghamites elegans* (Taxodiacee).

L'AMBRA DEL CENOZOICO: EOCENE

Al Cenozoico vanno riferiti i più imponenti giacimenti di ambra del mondo (ambra baltica, ambra centro-americana, ecc.).

Nel Cenozoico delle Alpi Meridionali sono state segnalate negli

1. Nel 2003 il Dr. Giulio Ferrari sottopose al Museo di Storia Naturale di Ferrara materiali analoghi all'ambra di Bellori per forma, dimensioni e associazione con altri elementi quali megaspore e resti vegetali. Questi materiali provenivano da livelli carboniosi della Formazione di Rotzo affiorante in Val d'Adige, circa 1,5 km a ovest di Chizzola. Questi materiali furono sottoposti ad analisi spettrofotometriche all'infrarosso. A causa della piccolissima quantità disponibile e della "contaminazione" da parte della frazione argillosa e dei residui carboniosi della matrice, le analisi non hanno potuto stabilire con sicurezza se si trattava di resina fossile.

ultimi anni l'ambra di Monte di Malo (Provincia di Vicenza), ritrovata entro calcari marnosi dell'Eocene inferiore (BOSCARDIN & VIOLATI TESCARI, 1996; TREVISANI *et al.*, 2005; Fig. 5), e quella ritrovata nei calcari laminati a pesci e piante dell'Eocene inferiore che costituiscono il famoso *fossil-lagerstätte* della Pesciara di Bolca (Provincia di Verona; TREVISANI *et al.*, 2005; Fig. 6).

L'ambra di Monte di Malo è l'ambra più abbondante e con noduli più grandi delle Alpi Meridionali. L'ambra di Bolca è rappresentata da pochi noduli (in figura 6 sono rappresentati quasi tutti i noduli rinvenuti) provenienti dal Monte Postale e dalla Pesciara.



Fig. 5. Ambra di Monte di Malo, Eocene inferiore (Cuisiano; dimensione del nodulo più grande: 35x55 mm; foto R. Appiani; da TREVISANI, 2007).

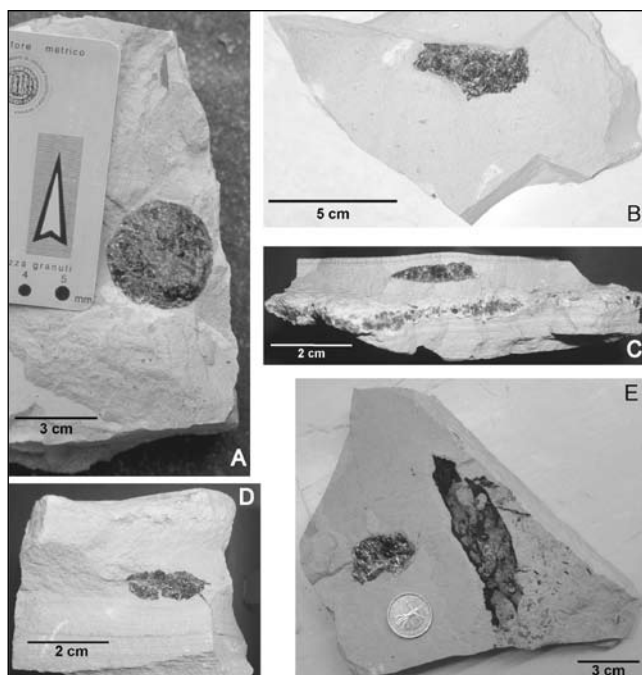


Fig. 6. Ambra di Bolca, Eocene inferiore (Cuisiano; Fig. A da TREVISANI *et al.*, 2005; Fig. C da PAPAZZONI & TREVISANI, 2006).

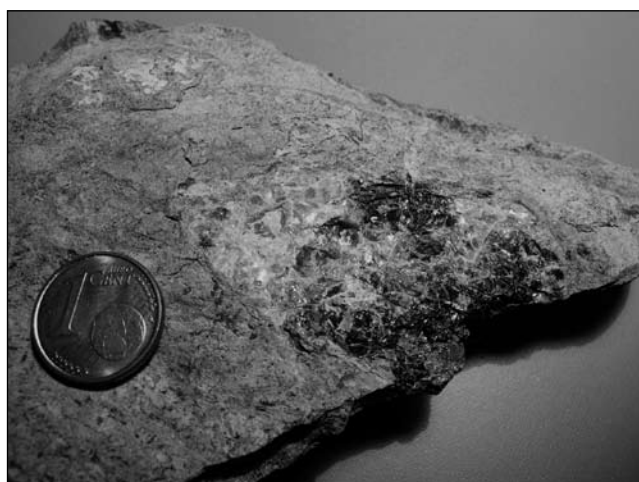


Fig. 7. Ambra del Torrente Muiè, Eocene inferiore (diametro moneta 15 mm; foto L. Vidus).

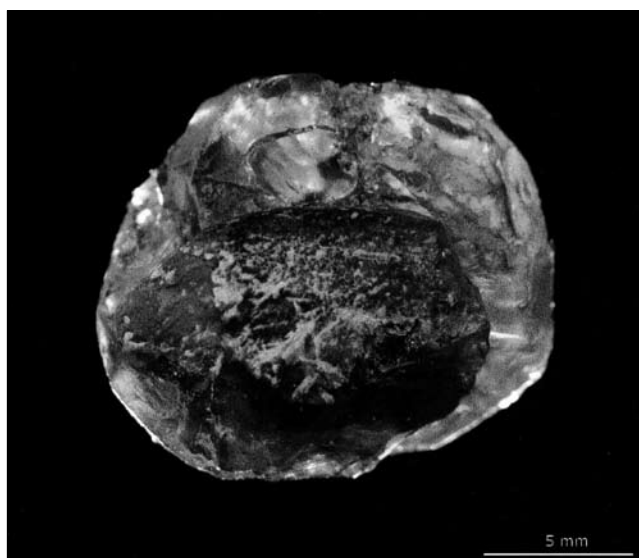


Fig. 8. Ambra di Pont, Eocene inferiore (foto S. Castelli; da RAGAZZI *et al.*, 2012).

RIMOLI & DREON (1998) segnalano la presenza di ambra all'interno del flysch eocenico del Torrente Muiè (Frisanco, provincia di Pordenone; Fig. 7). Quest'ambra è stata analizzata da RAGAZZI *et al.* (2012) che, nello stesso lavoro, segnalano e analizzano altre due ambre: una proveniente dall'Eocene inferiore del Flysch di Belluno, affiorante nei pressi del paese di Pont (provincia di Belluno; Fig. 8), e un'altra proveniente dal Calcare di Chiusole dell'Eocene inferiore, affiorante nei pressi di Trento. Nell'immediata periferia di Belluno è stata recentemente segnalata ambra all'interno del Flysch di Belluno dell'Eocene inferiore (TREVISANI *et al.*, 2011; Fig. 9).

L'AMBRA DEL CENOZOICO: OLIGOCENE

Nell'Oligocene del Torrente Chiavon (provincia di Vicenza) vicino a Salcedo e nell'Oligocene superiore di Sedico (provincia di Belluno), sono stati rinvenuti frammenti millimetrici di ambra (RAGAZZI & ROGGI, 2003; Figg. 10-11).

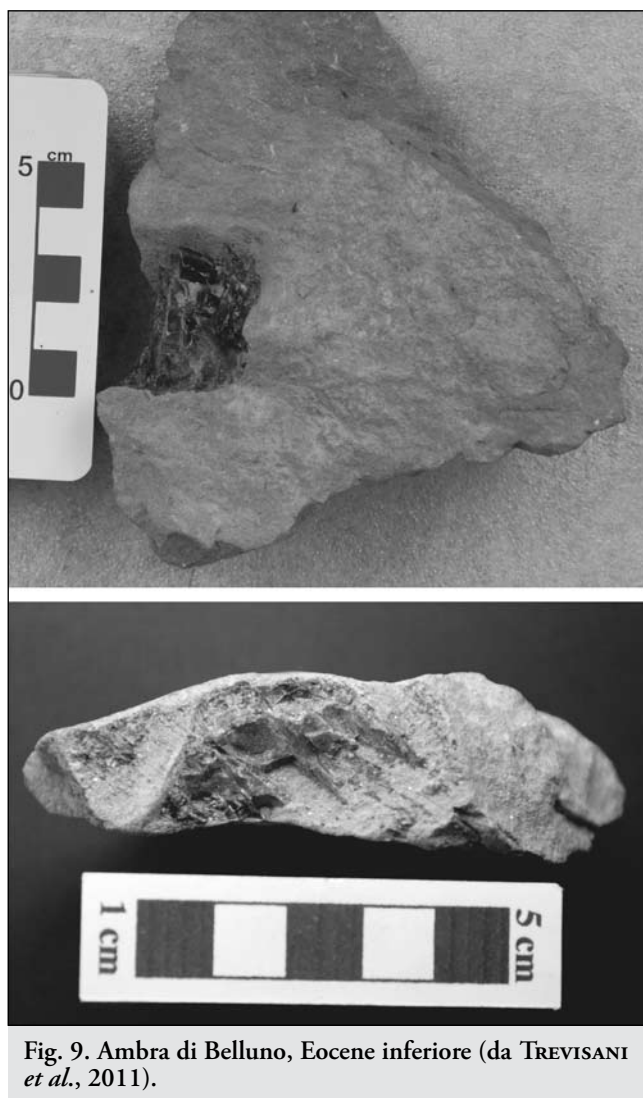


Fig. 9. Ambra di Belluno, Eocene inferiore (da TREVISANI *et al.*, 2011).

L'ANALISI CHIMICO-FISICA DELL'AMBRA

Lo studio dei campioni di ambra, oltre alle caratteristiche del sedimento e ai rilievi stratigrafici necessari a consentirne una esatta datazione, può essere completato da determinazioni analitiche in grado di fornire informazioni circa la sua composizione chimica ed eventualmente aprire il campo a considerazioni sulla sua origine paleobotanica.

Le analisi più basilari, quale il colore, la durezza, il peso specifico e la solubilità nei solventi forniscono risultati in genere simili anche tra campioni di diversa età geologica e dunque queste caratteristiche generali dell'ambra sono raramente di qualche utilità ai fini della classificazione. Analogamente l'analisi dei costituenti elementari mostra simile composizione pur tra campioni di diversa origine, essendo l'ambra formata da polimeri naturali a base di carbonio, ossigeno ed idrogeno con altri elementi in traccia (RAGAZZI *et al.*, 2003, 2009). Una caratterizzazione più approfondita può essere ottenuta sfruttando metodiche analitiche strumentali, quali la spettrometria all'infrarosso (IR), la spettrometria di massa (MS) e la risonanza magnetica nucleare (NMR). In particolare, la spettrometria all'infrarosso sin dai primi studi di LANGENHEIM & BECK (1965, 1968) è considerata un metodo di riferimento molto



Fig. 10. Ambra di Sedico, Oligocene superiore (Cattiano; dimensione circa 15 mm; da RAGAZZI & ROGHI, 2003).

utile per ottenere una valutazione dei principali gruppi funzionali presenti in una resina fossile, e pertanto è ancor oggi molto utilizzata per il confronto di ambre di diversa origine. La spettrometria all'infrarosso basata sulla trasformata di Fourier (FTIR) consiste nel misurare il comportamento di un raggio di luce infrarossa che attraversa il campione in esame, e in base all'entità dell'assorbimento alle diverse lunghezze d'onda è possibile risalire alla sua composizione. Poiché l'ambra non è completamente solubile in alcun solvente, si preferisce eseguire l'analisi sul campione allo stato solido, finemente polverizzato e inglobato in una sottilissima pastiglia di bromuro di potassio (trasparente alla luce infrarossa), in modo da studiare tutti i componenti presenti e non solo quelli eventualmente estraibili con solventi. Le resine, attuali e fossili, sono miscele complesse di centinaia di diversi costituenti e lo spettro FTIR fornisce un'idea generale delle principali strutture presenti ed in tal senso va interpretato. Come già osservato da LANGENHEIM & BECK (1965), gli spettri FTIR di ambre diverse e di resine

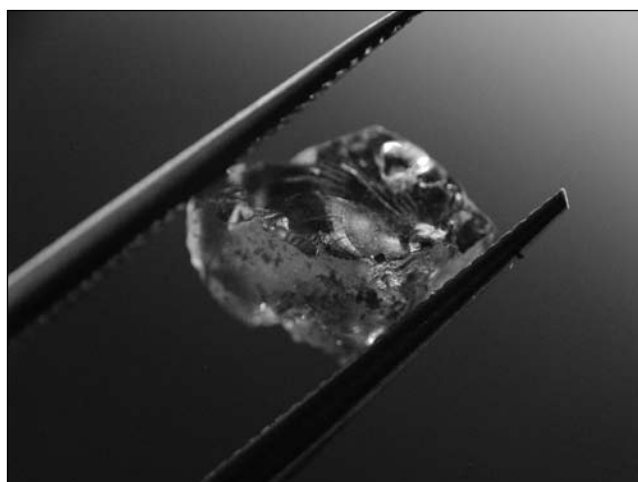


Fig. 11. Ambra di Salcedo (Oligocene; da RAGAZZI & ROGHI, 2003).

attuali mostrano più somiglianze che differenze nell'intervallo di lunghezze d'onda tra 2.5 e 8 micron (corrispondente a $4000-1250\text{ cm}^{-1}$, se si esprime come "numero d'onda"), mentre nell'intervallo superiore, in particolare tra 8 e 10 micron, chiamato anche "dell'impronta digitale" (*fingerprint range*), le eventuali differenze si rendono manifeste. Tale regione caratteristica è dovuta soprattutto all'assorbimento di gruppi funzionali contenenti legami singoli carbonio-ossigeno (LANGENHEIM & BECK, 1965, 1968; VAVRA & VYCUJILIK, 1976), anche se gli specifici costituenti non possono essere definiti. È verosimile attendersi bande di assorbimento intense solo per i costituenti maggiormente rappresentati; dunque lo studio mediante FTIR deve basarsi sull'identificazione di "somiglianze", in particolare nella morfologia della regione dell'impronta digitale. La presenza e l'intensità di talune bande, riferibili a determinati costituenti chimici, devono essere la guida per la classificazione attraverso questo metodo chimico-fisico. Informazioni più specifiche possono essere ottenute solo mediante le altre analisi sopra citate, quali spettrometria di massa e risonanza magnetica nucleare, che consentono la successiva identificazione di specifiche molecole costituenti la resina. Un nuovo filone di indagine ha da qualche anno considerato anche l'impiego dell'analisi termogravimetrica, grazie alla quale si possono ottenere ulteriori informazioni circa la composizione e il grado di maturazione dell'ambra (RAGAZZI *et al.*, 2003).

Caratteristiche FTIR comuni delle resine fossili sono l'ampia banda di assorbimento a 3.4 micron, riconducibile alla presenza di gruppi CH alifatici, come pure le bande a 6.8 e 7.25 micron, dovute a gruppi funzionali CH_2 e CH_3 ; anche la banda a 5.8 micron, chiamata "banda carbonilica", è comune nelle resine (LANGENHEIM & BECK, 1965, 1968). Una delle caratteristiche più note relative allo spettro FTIR di resine fossili è la banda di assorbimento intorno a 8.6-8.7 micron seguita dalla cosiddetta "*Baltic shoulder*" (LANGENHEIM & BECK, 1965), una particolare conformazione rettilinea dello spettro ampia circa 0.5 micron, tipica dell'ambra baltica (Figura 12), dovuta alla presenza di acido succinico (da cui il nome di *succinite* attribuito a tale ambra), nonostante questo composto sia prevalentemente in forma combinata (si veda ad es. Tonidandel *et al.*, 2009). Le ambre italiane sono tutte prive della *Baltic shoulder* (Fig. 12), fatto che le può globalmente far definire del gruppo non-succinite.

Nell'ambra triassica, risalente a circa 230 milioni di anni fa e che si pone tra le più antiche mai osservate, le tipiche morfologie nello spettro FTIR delle resine fossili sono conservate (Fig. 12), pur presentando delle peculiarità rispetto ad altre ambre, come ad esempio le bande di assorbimento a 8 e 8.5 micron ed inoltre le deboli bande a 10.2 e 12.5 micron (per un approfondimento si rimanda a ROGHI *et al.*, 2006b).

Lo spettro delle ambre cretatiche di Ra Stua e Vernasso mostrano peculiarità nella regione del *fingerprint*; in particolare si osserva un debole assorbimento intorno a 8 micron e bande di media intensità a 9.8 e 10.2 micron per l'ambra di Ra Stua, mentre compaiono bande di assorbimento di media intensità a 8, 8.5 e 10.3 micron nell'ambra di Vernasso (Roghi *et al.*, 2004). Le morfologie dello spettro comparate con quelle di altre ambre (LANGENHEIM & BECK, 1968), insieme alle associazioni fossili (ROGHI *et al.*, 2004; TREVISANI, 2007) suggeri-

scono un'origine da conifere (probabilmente Araucariaceae o Taxodiaceae).

Riguardo le più numerose ambre rinvenute nell'ambito del Cenozoico, è possibile un confronto più articolato (Fig. 12). L'ambra di Bolca e quella di Monte di Malo mostrano uno spettro FTIR paragonabile a quello di resine di Angiosperme (LANGENHEIM & BECK, 1968; LANGENHEIM, 1969; TREVISANI *et al.*, 2005), come quelle del genere *Hymenaea* (fam. Leguminose) che dà origine al copale del Madagascar e all'ambra messicana. L'assenza di reperti fossili indicanti un'associazione tra resti vegetali e tale ambra rendono ad oggi ancora impossibile confermare questa ipotesi di origine paleobotanica.

Nel caso di ambre provenienti da sedimenti con complessa diagenesi, lo spettro FTIR si presenta spesso povero di bande utili per confronti, quale è stato il caso dell'ambra del torrente

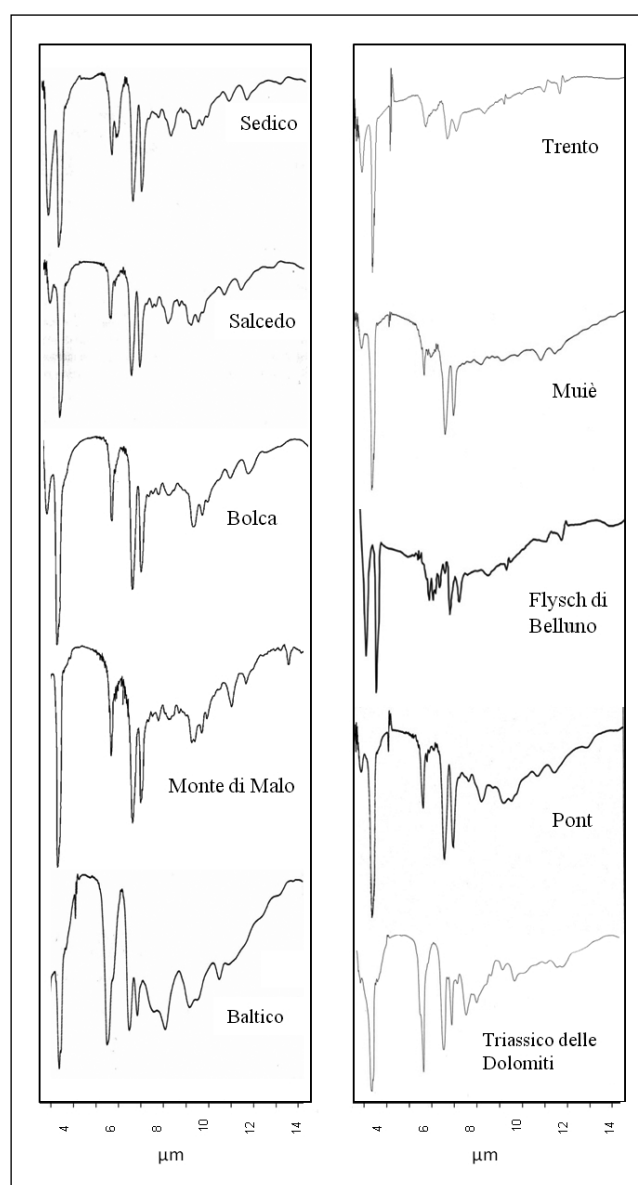


Fig. 12. Spettri FTIR in trasmissanza dei campioni di ambra delle Alpi Meridionali. Lo spettro dell'ambra baltica è rappresentato per comparazione. La maggior parte degli spettri è stata pubblicata in altri articoli (RAGAZZI & ROGHI, 2003; TREVISANI *et al.*, 2005, 2011; RAGAZZI *et al.*, 2012).

Muiè, per l'ambra di Trento e per quella del Flysch di Belluno (RAGAZZI *et al.*, 2012). Al contrario, l'ambra di Pont, come quelle di Sedico e Salcedo, presentano uno spettro ben articolato e tra loro paragonabile, nonostante si tratti di campioni provenienti da epoche diverse (Eocene *vs* Oligocene). Le analogie si rinvencono nella regione del *fingerprint*, suggerendo trattarsi di una origine paleobotanica comune (RAGAZZI *et al.*, 2012). L'analogia con lo spettro delle ambre di Bolca e Monte di Malo (entrambe eoceniche) ne suggerisce anche in questo caso una possibile origine da antiche Angiosperme, anche se l'ipotesi di una derivazione da conifere non può essere esclusa con certezza sulla base delle sole informazioni FTIR.

CONCLUSIONI

La presente rassegna mostra come, a differenza dalle scarse segnalazioni del passato, negli ultimi anni si sia assistito ad un interesse crescente nell'osservare e indagare campioni di ambra rinvenuti nelle Alpi Meridionali, a seguito di campagne di studio geopaleontologiche (v. ambra triassica) oppure quale reperto occasionale nel corso di ricerche individuali ad opera di paleontofili che, con lungimiranza e generosità, offrono allo studio scientifico i loro ritrovamenti.

L'indagine specifica dell'ambra, anche se si tratta di campioni sporadici, si è rivelata una importante attività che offre lo spunto per correlare eventi paleoclimatici con evidenze palinologiche e paleobotaniche. La peculiare capacità dell'ambra di conservare in modo perfetto organismi inclusi al suo interno offre inoltre l'opportunità di indagare antiche forme di vita, e nel caso dell'ambra triassica questo fatto ha permesso di descrivere morfologie incredibilmente attuali in organismi vissuti 230 milioni di anni fa (SCHMIDT *et al.*, 2006, 2012), espandendo le nostre conoscenze sull'evoluzione dei viventi.

RINGRAZIAMENTI

Un vivo ringraziamento al Dr. Guido Roghi per la costruttiva discussione e la gentile concessione di immagini di campioni di ambra. Un sentito ringraziamento al Dr. Giovanni Marzaro e alla Prof. Adriana Chilin (Università di Padova) per le determinazioni FTIR.

Un commosso ringraziamento al Dr. Giulio Ferrari, scomparso nel marzo 2013, per aver concesso in studio alcuni campioni di probabile ambra giurassica, pazientemente setacciati dai livelli a carbone della Formazione di Rotzo in Val d'Adige.

BIBLIOGRAFIA

- ARDUINO G., 1818 - Risposta del Sig. Arduino alla premessa lettera del Sig. Dottore Gualandris. In: Catullo T. A., Osservazioni sopra i monti che circoscrivono il distretto di Belluno. *Mainardi, Verona*: 122.
- AZAR D., 2005 - Lebanese amber: "an exceptional trip into the past". Fossil X 3, 7-11 February 2005, Pretoria (South Africa), Abstract Book: 42.
- BOSCARDIN M. & VIOLATI TESCARI O., 1996 - Gemme del Vicentino. *Pubblicazione del Museo Civico "G. Zannato", Montebelluna Maggiore*, 114 pp.
- CATULLO T.A., 1827 - Scoperta di una foresta fossile. Squarcio di lettera del Prof. Catullo al Prof. Brugnatelli. *Giornale di Fisica, Chimica, Storia Naturale Medicina ed Arti, Pavia*, Decade II, Tomo X: 151.
- CATULLO T.A., 1834 - Osservazioni sopra i terreni postdiluviani delle Provincie Austro-Venete. *Minerva, Padova*: 54.
- CATULLO T.A., 1838 - Trattato sopra la costituzione geognostico-fisica dei terreni alluvionali o postdiluviani delle provincie Venete. *Sicca, Padova*: 55-57.
- CATULLO T.A., 1840 - Osservazioni geognostico-zoologiche sopra due scritti pubblicati nel tomo terzo delle Memorie della Società Geologica di Parigi per l'anno 1838. *Nuovi saggi della Imperiale Regia Accademia di Scienze Lettere ed Arti in Padova, Sicca, Padova*, V: 230.
- GIANOLLA P., RAGAZZI E. & ROGHİ G., 1998 - Upper Triassic amber from the Dolomites (northern Italy). A paleoclimatic indicator? *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 104: 381-390.
- GRIMALDI D.A., 1996 - Amber: windows to the past. *H.N. Abrams, Inc. & Am. Mus. Nat. History*, New York, 1-216.
- KOKEN E., 1913 - Kennitnis der Schichten von Heiligenkreuz (Abteital, Südtirol). *Abhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Geologischen Reichsanstalt*, 16 (4): 1-43.
- LACROIX A., 1910 - Résines fossiles. In A. Lacroix, (Eds.). *Minéralogie de la France et de ses colonies. Description physique et chimique des minéraux. Etude des conditions géologiques de leurs gisements. Librairie Polytechnique, Paris*, 637-645.
- LANGENHEIM J. H., 1969 - Amber. A botanical inquiry. *Science*, 163: 1157-1169.
- LANGENHEIM J.H. & BECK C.W., 1965 - Infrared spectra as a means of determining botanical sources of amber. *Science*, 149: 52-55.
- LANGENHEIM J.H. & BECK C.W., 1968 - Catalogue of infrared spectra of fossil resins (ambers): I. North and South America. *Botanical Museum Leaflets Harvard University*, 22: 65-120.
- MAFFI D. & MAFFI S., 1992 - Le più antiche ambre delle Alpi. *Paleocronache*, 1992 (1): 39-48.
- NEL A., DE PLOËG G., MILLET J., MENIER J.J. & WALLER A., 2004 - The French ambers: a general conspectus and the Lowermost Eocene amber deposit of Le Quesnoy in the Paris Basin. *Geologica Acta*, 2 (1): 3-8.
- NÉRAUDEAU D., PERRICHOT V., DEJAX J., MASURE E., NEL A., PHILIPPE M., MOREAU P., GUILLICHEAU F. & GUYOT T., 2002 - Un nouveau gisement à ambre insectifère et à végétaux (Albien terminal probable): Archingeay (Charente-Maritime, France). *Geobios*, 35: 233-240.
- NERI M., ROGHİ G., RAGAZZI E. & PAPAZZONI C.A., 2013 - Segnalazione di ambra giurassica a Bellori (VR), Calcarì Grigi, Giurassico inferiore. Giornate di Paleontologia, Perugia 23-25 maggio 2013, Volume dei Riassunti: 51.
- PAPAZZONI C. A. & TREVISANI E., 2006 - Facies analysis, palaeoenvironmental reconstruction, and biostratigraphy of the "Pesciara di Bolca" (Verona, Northern Italy): an Early Eocene Fossil-Lagerstätte. *Paleogeography, Palaeoclimatology, Paleoeocology*, 242: 21-35.
- PHILIPPE M., CUNY G., SUTEETHORN V., TEERARUNGSIGUL N., BARALE G., THÉVENARD F., LOLOUEFF J., BUFFETAUT E., GAONA T., KOSIR A. & TONG H., 2005 - A Jurassic amber deposit in Southern Thailand. *Historical Biology*, 17: 1-6.
- POINAR G.O. JR., 1992 - Life in amber. *Stanford University Press, Stanford (CA)*. 1-350.
- PRETO, N., ROGHİ, G. & GIANOLLA, P., 2005 - Carnian stratigraphy of the Dognà area (Julian Alps, northern Italy): tessera of a complex palaeogeography. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 124: 269-279.
- RAGAZZI E. & ROGHİ G., 2003 - Prima segnalazione di ambra nei

- sedimenti oligocenici di Salcedo (Vi) e di Sedico (Bl). *Studi e Ricerche-Associazione Amici del Museo-Museo Civico "G. Zannato"*, 10: 19-22.
- RAGAZZI E., ROGHI G., GIARETTA A. & GIANOLLA P., 2003 - Classification of amber based on thermal analysis. *Thermochimica Acta*, 404: 43-54.
- RAGAZZI E., GIARETTA A., PERRICHOT V., NÉRAUDEAU D., SCHMIDT A. R. & ROGHI G., 2009 - Thermal analysis of Cretaceous ambers from southern France. In: Perrichot V. & Néraudeau D. (Eds.), *Studies on mid-Cretaceous amber from southwestern France. Geodiversitas*, 31 (1): 163-175.
- RAGAZZI E., AVANZINI M., DIENI I., ROGHI G. & STEFANI C. 2012 - New amber findings in Northeastern Italy: suggestions for an integrated view on fossil resin *raison d'être*. *Rendiconti Online della Società Geologica Italiana*, 20: 71-75.
- RIMOLI G. & DREON A.L., 1998 - Notizie mineralogiche dell'area del pordenonese con particolare riguardo ai minerali della Val Cellina e della Val Colvera. *Bollettino Società Naturalisti "Silvia Zenari"*, 22: 45-62.
- ROGHI G., RAGAZZI E. & FEDELE P., 2004 - L'ambra Cretacea delle Dolomiti e delle Prealpi Giulie. Giornate di Paleontologia 2004, Bolzano, 21-23 Maggio, Abstracts Book: 52.
- ROGHI G., COPPELLOTTI O. & RAGAZZI E., 2005 - Fossil microorganisms in Triassic amber of the Dolomites. *Rendiconti Società Paleontologica Italiana*, 2: 209-217.
- ROGHI G., KUSTATSCHER E. & VAN KONIJNENBURG-VAN CITTERT J.H.A., 2006a - Late Triassic plants from the Julian Alps (Italy). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 45 (1): 133-140.
- ROGHI G., RAGAZZI E. & GIANOLLA P. 2006b - Triassic amber of the Southern Alps (Italy). *Palaios*, 21: 143-154.
- ROGHI G., RAGAZZI E., GIANOLLA P., COPPELLOTTI O. & FEDELE P., 2013 - Sull'ambra Triassica delle Dolomiti a 100 Anni dalla segnalazione di Ernst Koken (1913-2013). *Frammenti - Conoscere e tutelare la natura bellunese*, 5: 53-64.
- SCHMIDT A. R., RAGAZZI E., COPPELLOTTI O. & ROGHI G., 2006 - A microworld in Triassic amber. *Nature*, 444: 835.
- SCHMIDT A. R., JANCKE S., LINDQUIST E. E., RAGAZZI E., ROGHI G., NASCIMBENE P. C., SCHMIDT K., WAPPLER T. & GRIMALDI D. A., 2012 - Arthropods in amber from the Triassic Period. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109: 14796-14801.
- STOPPANI A., 1886 - L'ambra nella storia e nella geologia con speciale riguardo agli antichi popoli d'Italia nei loro rapporti colle origini e collo svolgimento della civiltà in Europa. *Fratelli Dumolard editori (Milano: coi tipi di A. Lombardi), Milano*.
- TONIDANDEL L., RAGAZZI E. & TRALDI P., 2009 - Mass spectrometry in the characterization of Ambers. II. Free succinic acid in fossil resins of different origin. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 23: 403-408.
- TREVISANI E., PAPAZZONI C.A., RAGAZZI E. & ROGHI G., 2005 - Early Eocene amber from the "Pesciara di Bolca" (Lessini Mountains, Northern Italy). *Paleogeography, Palaeoclimatology, Paleoecology*, 223 (3-4): 260-274.
- TREVISANI E. (a cura di), 2007 - Ambra. Il fascino di una gemma tra mito scienza e vanità. *Minerva Edizioni (Bologna)*, 1-128.
- TREVISANI E., RAGAZZI E. & ROGHI G., 2011 - First report of amber in the Belluno Flysch (Early Eocene, Southern Alps, Northern Italy). *Bollettino Società Paleontologica Italiana*, 50 (1): 23-28.
- VAVRA N. & VYČUDILIK W., 1976 - Chemische Untersuchungen an fossilen und subfossilen Harzen. *Beitraege zur Palaeontologie von Oesterreich*, 1: 121-135.
- ZHERIKHIN V.V. & ROSS A.J., 2000 - A review of the history, geology and age of Burmese amber (Burmite). *Bulletin of the Natural History Museum, Geology Series*, 56 (1): 3-10.