

Datování dvou vzorků uhlíkatých látek z jeskyně Martina v Českém krasu

Dating of two samples of carbonaceous matter from the Martina Cave, Bohemian Karst

Karel Žák¹, Ivana Sýkorová², Alexandr Šulc², Petr Kočár³, Šárka Matoušková¹, Martin Majer⁴

Abstract

The Martina Cave, located close to the village of Tetín, represents one of the most important archaeological cave localities of the Bohemian Karst (Czech Republic). The entrance section of the cave was studied by Slavomil Vencl (see his papers in the reference list) and contained artifacts of numerous archaeological cultures from the Late Paleolithic to modern times. Here we focus on radiocarbon dating of two types of organic materials found deeper inside the cave. The first of them (sample MA-1) is represented by large charcoal fragments covered by carbonate cave flowstone in the Vesmírná chodba Corridor. The sample was found to be Late Paleolithic in age. Oak acorns from the Huťova chodba Corridor (sample MA-2) come from modern times, between 17th and early 20th century. These finds indicate that not only the cave entrance, but also its interior were visited by man during different periods in the past.

1. Úvod

Jeskyně Martina v polesí Koda nedaleko Tetína patří k nejvýznamnějším archeologickým jeskynním lokalitám Českého krasu. Jeskyně byla v moderní době objevena v roce 1975 (LYSENKO a PLOT 1977), známa ale byla a alespoň ve vstupním portálu lidmi navštěvována opakovaně od pozdního paleolitu až po novověk. O archeologickém významu jeskyně se stručně zmínila řada autorů (FRIDRICH a SKLENÁŘ 1976; MATOUŠEK 1988, 1989; SKLENÁŘ a MATOUŠEK 1994; VENCL 1996; MATOUŠEK, JENČ a PEŠA 2005; STOLZ, SKLENÁŘ a MATOUŠEK 2017). Kromě prací samotného autora archeologického výzkumu Slavomila Vencla obsahují tyto publikace jen přejaté informace a do krátkého souhrnu VENCLA (1996) zasáhl editor bez autorizace změn. Plně relevantním zdrojem informací k archeologické problematice jeskynního vchodu je proto pouze shrnující publikace VENCLA et al. (2009). Detailní archeologický výzkum tohoto autora v letech 1975 až 1982 byl zaměřen pouze na vstupní část jeskyně, do které dosahuje denní světlo (k biostratigrafickému výzkumu téhož výkopu viz LOŽEK a HORÁČEK 2006). Byla zde doložena přítomnost archeologických artefaktů řady kultur (VENCL et al. 2009).

ŽÁK a ZELINKA (1998) upozornili na akumulaci značně starých uhlíků z ohně pod sintrovou deskou ve Vesmírné chodbě jeskyně, v místě vzdáleném od vchodu několik desítek metrů. Uhlíky se sem podle jejich interpretace musely dostat přičiněním člověka, protože místo nálezu jejich prosté splavení nebo gravitační sesypání z povrchu neumožňuje. Tento nálezný byl potom datován klasickou radiouhlíkovou α -spektrometrickou metodou ŽÁKEM a MELKOVOU (1999), s výsledkem konvenčního (tedy nekalibrovaného) radiouhlíkového stáří 8219 $\pm$ 219 let BP (BP = „Before Present“, tedy let před současností; za „současnost“ se pro účely vyjadřování výsledků nekalibrovaného radiouhlíkového datování užívá rok 1950).

Během výkopových prolongačních prací v jiné části jeskyně Martina, v tzv. Huťové chodbě (pro polohu míst nálezů viz obr. 1), si v roce 2012 Martin Majer povšiml akumulace zhruba dvou desítek kusů černě zbarvených fragmentů materiálu organického původu, které se nacházely nehluboko v jeskynním sedimentu. Vzhledem

k pracím probíhajícím v této části jeskyně byly černé fragmenty odebrány jako vzorek. Později bylo potvrzeno, že se jedná o rostlinné makrozbytky (viz níže). Žádné artefakty ani dokumentovatelné archeologické situace nebyly v blízkosti ani jednoho z těchto nálezů zjištěny. Cílem geochemických a petrologických výzkumných prací bylo zjistit, zda rostlinné makrozbytky prodělaly nějakou formu tepelné úpravy (pražení, spálení), a zde tedy lze uvažovat o možnosti jejich zanesení do jeskyně člověkem, nebo zda jsou bez stop tepelné úpravy a mohlo je sem zanést zvíře, vytvářející si v podzemí zásobárnu potravy.

V této zprávě přinášíme morfologickou analýzu rostlinných zbytků nalezených v roce 2012 (vzorek MA-2), stanovení obsahu uhlíku v nich a jejich petrografické studium. Dále je v příspěvku obsaženo datování nalezených rostlinných makrozbytků pomocí radiouhlíkové metody (^{14}C). Vzhledem k současné dostupnosti přesnější metody radiouhlíkového datování pomocí AMS (Accelerator Mass Spectrometry), byla pro datování použita tato dnes nejpresnější metodika. Souběžně byl také touto metodikou s vyšší přesností znovu datován i dřívější vzorek uhlíků z Vesmírné chodby jeskyně (MA-1), shodný s materiálem datovaným ŽÁKEM a MELKOVOU (1999). Získaná radiouhlíková stanovení byla kalibrována na proměnlivou počáteční koncentraci radiouhlíku pomocí obvyklých kalibračních programů.

2. Nálezové okolnosti datovaných vzorků

Akumulace uhlíku ve Vesmírné chodbě (ŽÁK a ZELINKA 1998) se nachází v prostoru, která je od členitých vstupních partií jeskyně oddělena zhruba 5 m vysokým převýšeným stupněm. Ten je v současnosti při návštěvě hlubší části jeskyně nezbytné sestoupit po provazovém žebříku. Samotné místo nálezu se nachází v úseku s prakticky vodorovným dnem, přímo nad ním nejsou žádné komíny směřující k povrchu, kudy by uhlíky mohly do jeskyně propadnout nebo být splaveny. Nález byl proto interpretován jako doklad návštěvy člověka v této části jeskyně (ŽÁK a ZELINKA 1998). Je právě na místě, kam lze z konce visuté chodby vyšší úroveň jeskyně snadno dohodit zapálenou pochodně, aniž by bylo nezbytné nutně sestoupit na místo

¹ Geologický ústav AV ČR, v. v. i., Rozvojová 269, 165 00 Praha 6 – Lysolaje; zak@gli.cas.cz; matouskov@gli.cas.cz

² Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, v. v. i., V Holešovičkách 94/41, 182 09 Praha 8; sykorova@irms.cas.cz

³ Archeologický ústav AV ČR, Praha, v. v. i., Letenská 4, 118 01 Praha 1; kocar@arup.cas.cz

⁴ Česká speleologická společnost, ZO 1-02 Tetín; martin.majer@seznam.cz

Poděkování: Výzkum proběhl v rámci financování RVO67985831

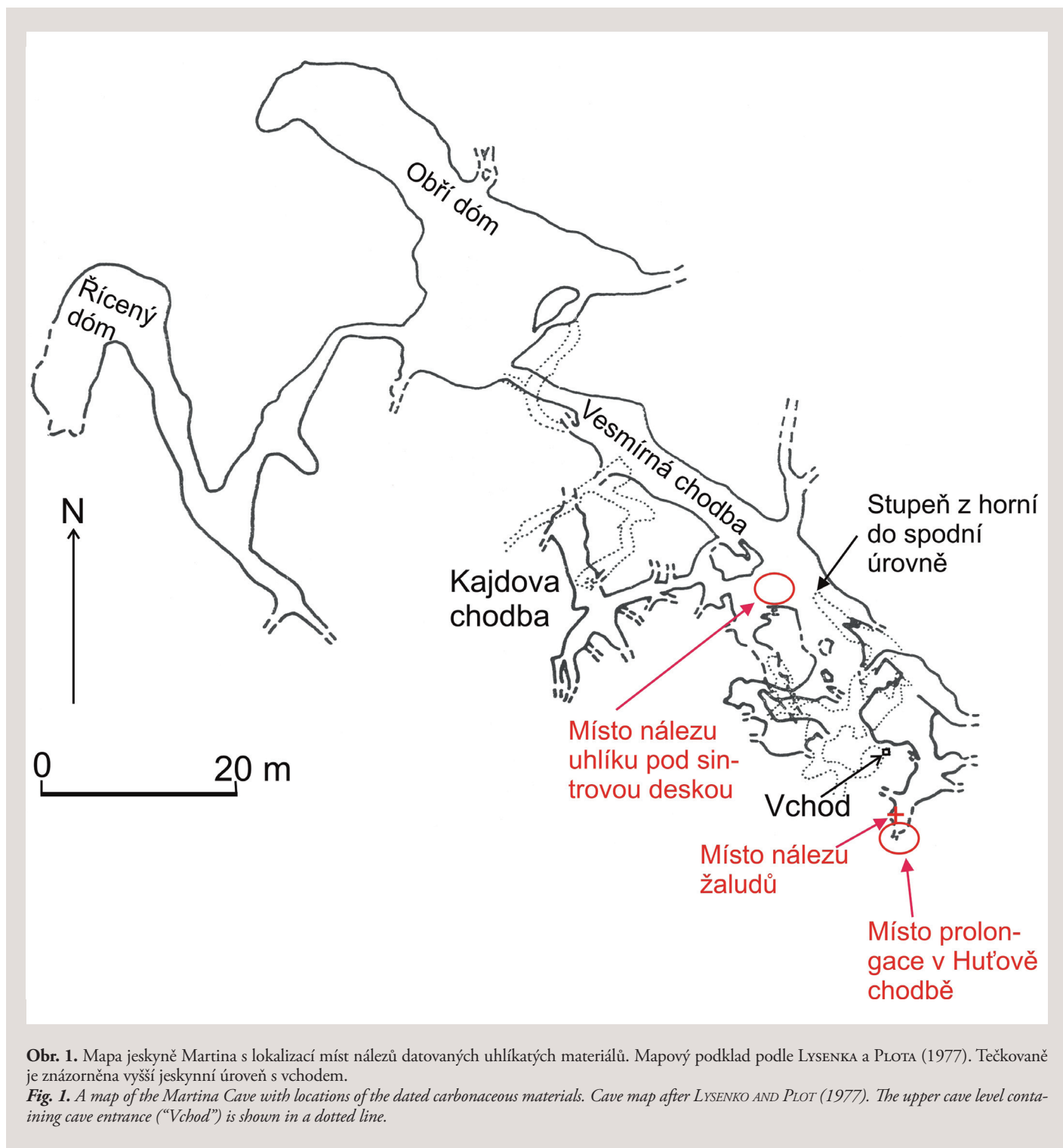
Geologického ústavu AV ČR, v. v. i. Oběma recenzentům, Slavomilu Venclovi a Jiřímu Bruthansovi, děkujeme za připomínky, které přispěly ke zlepšení kvality rukopisu.

Český kras (Beroun), XLIV (2018), 53–59, 2 tab., 3 obr.

© Muzeum Českého krasu, p. o., Beroun

ISSN 1211-1643

ISBN 978-80-87708-11-8



samotné. Spálené kusy dřev o velikosti až 5 cm kryla zhruba 2 cm mocná sintrová poloha s drobnými sintrovými hrázkami na povrchu. K opakovanému přesnějšímu datování byly použity zbytky uhlíků na spodní straně sintrové desky (označeno jako vzorek MA-1). Z identického vzorku uhlíků na bázi sintrové desky bylo provedeno dřívější datování ŽÁKA a MELKOVÉ (1999).

Nález rostlinných makrozbytků v Huťově chodbě (označeno jako vzorek MA-2) byl učiněn při prolou-gaci (tedy při rozšiřování známého rozsahu jeskyně výkopovými pracemi) v roce 2012. Místo se nachází v části jeskyně, která postupně klesá směrem do hloubky a půdorysně se stáčí zpět pod její vchod. Jedná se o systém nízkých, ale poměrně širokých chodeb, které jsou do velké míry vyplněny jí-

lovitými jeskynními sedimenty nebo sutí – opadem stropů. V místě nálezů není žádný stropní komín. Prolougační práce byly zaměřeny na pokračující úzkou vodorovnou chodbičku jz. směru, která byla vyplněna prakticky v celém profilu silně ulehými, obtížně kopatel-nými a částečně druhotně provápněnými sedimenty. Prolou-gace proto byla po několika metrech ukončena.

Samotné místo nálezů bylo při z. boku širší chodby v místě před začátkem prolougačního výkopu. Chodba je zde sice nízká, ale ještě poměrně snadno dostupná. Místo je jeskynními chodbami vzdáleno od vchodu zhruba 50 m. V předcházející prostora stejné chodby se nacházejí četné fragmenty kostí, zřejmě příslušné hlavně domácímu skotu, které zatím nebyly podrobněji zkoumány.



Obr. 2. Vlevo terénní foto organických makrozbytků (vzorek MA-2) po nálezu přímo v jeskyni (po vyhrábnutí z povrchové vrstvy sedimentu). Velikost fragmentů je do 2 cm. Foto M. Majer. Vpravo odebraný vzorek na Petriho misce o průměru 11 cm. Foto K. Žák.

Fig. 2. A field photo of organic fragments (sample MA-2) on the left (size max. 2 cm; photo by M. Majer), and a laboratory photo of the studied sample (Petri dish 11 cm in diameter; photo by K. Žák).

Datované rostlinné makrozbytky (vzorek MA-2) byly černé barvy, silně porézní a lehké (k jejich přeměně viz níže v části 3.3.). Nacházely se v hloubce jen několika centimetrů v hnědavém, drobtovitě rozpadavém jílovitém jeskynním sedimentu. Kolem větších fragmentů byla černavá, místy černo-šedá lehká hmota, která se při doteku okamžitě rozpadala na prášek. Tento rozpadavý materiál nebyl dále zkoumán. V obrázku 2 je jednak terénní foto nalezených makrozbytků po vyhrábnutí z jeskynního sedimentu, potom foto zpracovávaného vzorku v laboratoři.

3. Metodika a výsledky

Všechny makrozbytky vzorku MA-2 byly podobného charakteru, velmi lehké, silně porézní, černé, místy se šedým povlakem na povrchu. Na určení rostlinných fragmentů byly vybrány 4 nejkompletnější fragmenty. Z jednoho z fragmentů byl zhotoven po zalití do epoxidové pryskyřice leštěný nábrus pro petrografické studium přeměn organické hmoty.

3.1. Určení rostlinných makrozbytků

Rostlinné makrozbytky vzorku MA-2 byly analyzovány pomocí stereoskopického mikroskopu. Makrozbytky byly determinovány s využitím sbírky recentních semen a plodů rostlin a pomocí atlasu semen a plodů rostlin (CAPPERS, BEKKER a JANS 2006).

Vzorek MA-2 obsahoval 4 ks celých děloh žaludů dubu (*Quercus* sp.). Přesnější determinace do druhu není bezpečně možná, nicméně tvar a velikost děloh odpovídá žaludům dubu zimního (*Q. petraea*). Nejširší místo na děloze zkoumaných žaludů je umístěné ve spodní třetině dělohy (blíže odlučovací plošky žaludu). U ostatních dvou běžných druhů dubů České republiky (*Q. petraea*, *Q. pubescens*) jsou žaludy obvykle nejširší cca v polovině dělohy.

3.2. Stanovení obsahu uhlíku

Obsah uhlíku v makrozbytcích MA-2 byl stanoven pomocí analyzátoru celkového uhlíku TOC-VCPH firmy Shimadzu vybaveného vstupem pro pevné vzorky SSM-5000A v laboratořích Geologického ústavu AV ČR, v. v. i., v Praze. Přístroj byl před měřením kalibrován příslušnými standardy. Čtyři opakovaná měření poskytla průměrnou hodnotu obsahu uhlíku ve vzorku studovaných organických makrozbytků $45,3 \pm 0,7\%$. Pro zajímavost byl změřen i obsah uhlíku

v současných jen vysušených žaludech z dubů rostoucích v okolí jeskyně s výsledkem $43,3 \pm 0,5\%$ (chyby jsou 1 SD).

3.3. Petrografické studium uhlíkaté hmoty

K petrografickému studiu stupně alterace uhlíkaté hmoty (černý zbytek žaludu, vzorek MA-2) z jeskyně Martina byla použita optická mikroskopie v odraženém světle a ve fluorescenčním uspořádání. Z petrografických analýz organické hmoty byla zvolena metoda stanovení světelné odraznosti jako ukazatele intenzity přeměny textury a optických vlastností a metoda petrografického složení komponent v připraveném nábrusu.

Vlastní studium a měření bylo provedeno mikroskopem Olympus BX51 s fotonásobičem Zeiss MK3 v normálním a polarizovaném světle a v ultrafialovém světle za použití imerzních objektivů o zvětšení $40\times$ a $100\times$ ve spojení s automatickým bodovým kalkulátorem PELCON dle ISO 7404-3. Na stejném zařízení s použitím fotometru, monochromatického světla ($\lambda = 546$ nm) byla změřena světelná odraznost R (%) organických částic dle standardu ISO 7404-5 za použití software SpectraVision a kalibračních standardů spinel ($R = 0,422\%$) a safír ($R = 0,596\%$).

Na vyleštěné ploše nábrusu byla kromě optických vlastností studována také morfologie a textury zbytků pletiva a výplně jedné dělohy žaludu, na základě jejich optických vlastností, trhlin a pórů, v souladu se základy uhelné a organické petrologie (TAYLOR et al. 1998).

Základem vzorku byly zbytky černé uhlíkaté hmoty, která v zorném poli mikroskopu tvořila protáhlé, různě tenké, odplyněné zbytky pletiva povrchové vrstvy vzorku o objemovém zastoupení 65,9 obj. % (tab. 1) a menší částice oválného až nepravidelného tvaru bezstrukturní hmoty (obr. 3A až 3D) o objemovém zastoupení 27,5 obj. %, které jeví známky zgelovatění (SÝKOROVÁ et al. 2005). Ve fluorescenčním uspořádání byly ojediněle pozorovány v bezstrukturní hmotě částice (2,7 obj. %) se žlutou barvou fluorescence (obr. 3E), které připomínají zpevněné zbytky pryskyřic nebo olejů v rámci macerátové skupiny liptinitu (PICKEL et al. 2017). V bezstrukturní hmotě byly rovněž zjištěny částice jedno- a vícekomůrkových sklencí (obr. 3F) a malých fragmentů hyf hub o objemovém zastoupení 3,9 obj. % (tab. 1).

V tabulce 1 jsou uvedeny hodnoty odraznosti 70 bodů měřených na homogenních buněčných stěnách zbytků rostlinného ple-

Tab. 1. Výsledky petrografického složení organického zbytku žaludu (obj. %).**Tab. 1.** Results of the petrographic study of an organic remain of an acorn (vol. %).

Parametr	Vzorek uhlíkaté hmoty MA-2
Střední světelná odraznost pletiva R_r (%)	0,41
Rozsah odrazností R (%)	0,31 – 0,52
Odchylka od standardu σ	0,12
Počet měřených bodů n	70
Střední světelná odraznost amorfni hmoty R (%)	0,28
Rozsah odrazností R (%)	0,20 – 0,32
Odchylka od standardu σ	0,08
Počet měřených bodů n	30
Petrografické složení	
Organická hmota (obj.%)	97,2
Minerály (obj.%)	2,8
Organická hmota (obj.%)	100,0
Zbytky pletiv (huminit)	65,9
Amorfni až detritická hmota (huminit)	27,5
Rezinit (liptinit)	2,7
Funginit (inertinit)	3,9

tiva v rozsahu 0,31 % až 0,52 %, jejichž průměrná hodnota R_r je 0,41 %. Světelná odraznost bezstrukturní, jakoby zgelovatělé hmoty kolísala v intervalu 0,20 % až 0,32 % a dosáhla průměrné hodnoty 0,28 %.

Světelná odraznost uhlíkaté hmoty je důležitým ukazatelem stupně prouhelnění a tepelné alterace. Odraznost původní rostlinné hmoty na bázi ligninu a celulózy (huminit; SÝKOROVÁ et al. 2005) vysušené při laboratorních podmínkách je mezi 0,05 % až 0,12 %. Změřená odraznost zbytku pletiva je zvýšená $R = 0,41$ % a srovnáním s publikovanými výsledky odpovídá částečně zvětralé organické hmotě při nižších teplotách pod 250 °C (KUS a MISZ-KENNAN 2017) nebo převážně krátkodobé tepelné alteraci do 30 minut při teplotách do 300 °C, maximálně 350 °C převážně v atmosféře s omezeným přístupem vzduchu, jak bylo zjištěno při experimentálním ověřování procesů prouhelnění a karbonizace biomasy jako jsou dřeva a semena včetně obilných zrn (BUSTIN a GUO 1999; SCOTT a GLASSPOOL 2007; HAVELCOVÁ et al. 2011). Přítomnost pryskyřičných či olejových částic s výraznou žlutou barvou fluorescence (PICKEL et al. 2017) svědčí o teplotách nižších než 300 °C (MASTALERZ a MASTALERZ 2000).

Tato fáze přeměny je doprovázena ztrátou hmotnosti, vody, celulózy, jednoduchých uhlovodíků a ze strukturních parametrů poklesem intenzity alifatických C-O-C a -OH pásů v infračervených spektrech (BUSTIN a GUO 1999).

3.4. Radiouhlíkové datování

Radiouhlíkové datování vzorku MA-1 a MA-2 bylo provedeno v Poznaňské radiouhlíkové laboratoři (www.radiocarbon.pl) metodou AMS se standardní metodikou přípravy vzorků. Detailní popis celé metodiky přípravy vzorku loužením v kyselém, alkalickém a opět kyselém prostředí, spálení vzorku a redukce CO₂ na grafit, vlastní měření na hmotnostním spektrometru AMS a použité korekce jsou uveřejněny na výše uvedených webových stránkách.

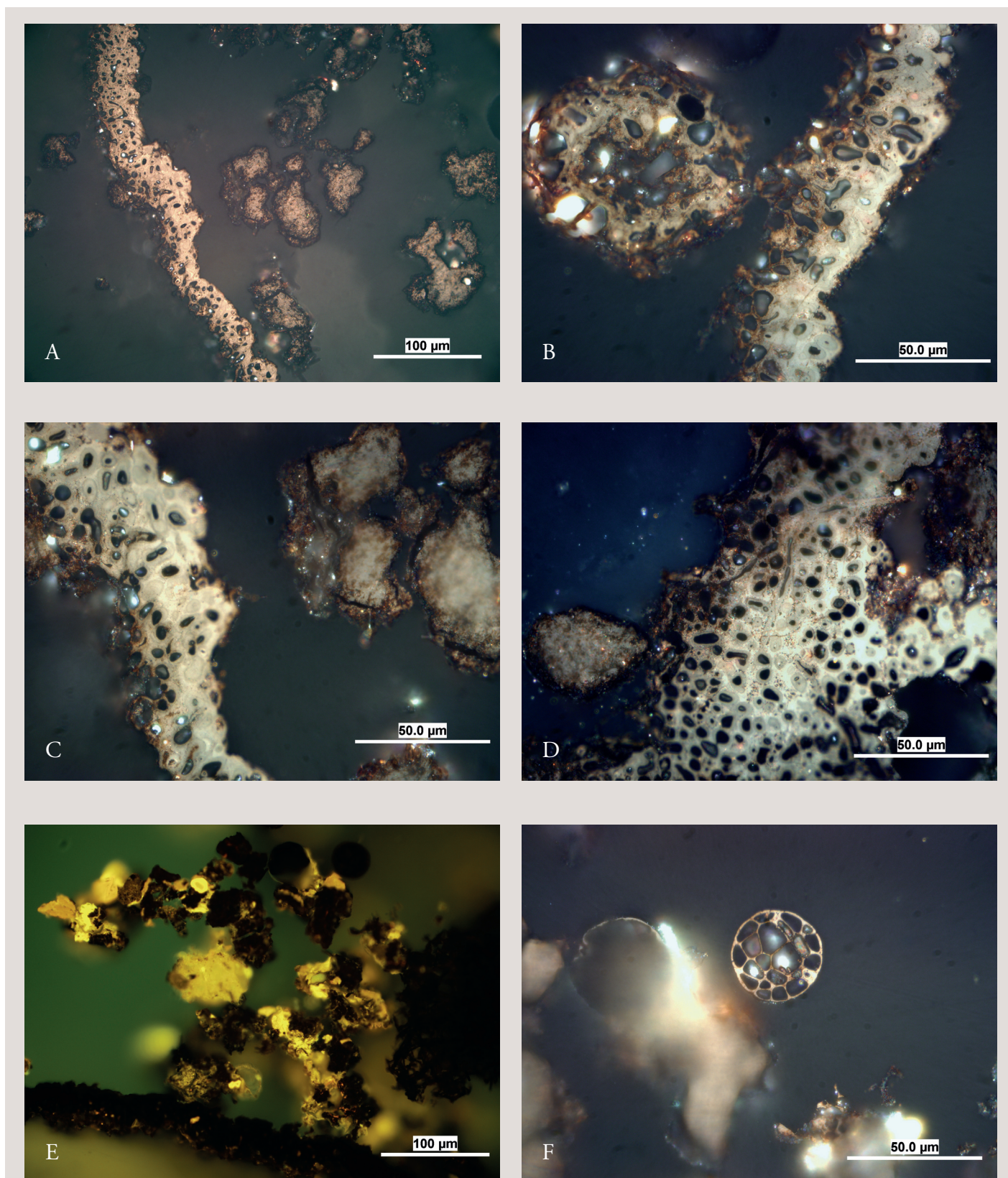
Kalibrace získaného konvenčního radiouhlíkového stáří (stáří ¹⁴C BP), která zohledňuje dlouhodobé změny v produkci radiouh-

líku během geologické historie, byla provedena programem OxCal verze 4.2 (2014). Tímto programem je změřené konvenční stáří převedeno na skutečné (kalendářní) stáří vzorku. Vzhledem k oscilacím v produkci radiouhlíku během geologické historie a tedy oscilaci jeho obsahu v zemské atmosféře se zpravidla jedná o několik intervalů. Základní verze programu je popsána v práci BRONK RAMSEY (2001), současná verze v pracích BRONK RAMSEY (2009) a BRONK RAMSEY a LEE (2013), kalibrace byla provedena s použitím kalibrační křivky IntCal13 (REIMER et al. 2013). Výsledky jsou uvedeny v tabulce 2.

4. Diskuse – aktivity lidí ve vnitřní části jeskyně Martina

Zpřesněné kalibrované radiouhlíkové stáří vzorku uhlíků z Vesmírné chodby jeskyně Martina (MA-1; v intervalu 10 059 až 9 457 let BC, tj. před Kristem) je zhruba o 1 900 let vyšší (starší) než by bylo po kalibraci současnými kalibračními programy stáří určené tradiční radiouhlíkovou metodikou ŽÁKEM a MELKOVOU (1999). Kde je přesně příčina této odchylky, která je zřetelně větší než chyby stanovení (± 219 let v práci ŽÁKA a MELKOVÉ 1999; ± 50 let v současném datování pomocí AMS) nevíme. Pro tradiční metodiku ale bylo zapotřebí použít poměrně hmotných vzorků (o řády větších, než pro metodiku AMS, kde postačuje několik miligramů uhlíku). Lze se tedy domnívat, že se při přípravě vzorku v práci ŽÁKA a MELKOVÉ (1999) nepodařilo předběžným loužením odstranit všechen karbonát z mladého jeskynního sintru, který polohu uhlíků překrývá a uhlíky částečně prostupuje. Datum z metodiky AMS proto považujeme za zřetelně přesnější. Výsledek datování není žádným překvapením, jen zpřesňuje dřívější stanovení.

V periodizaci pravěku nové datum vzorku MA-1 spadá do pozdního paleolitu. Při výzkumu ve vstupním portálu jeskyně Martina zjistili VENCL et al. (2009) sice nehojné, ale bezpečně přítomné artefakty pozdního paleolitu i mezolitu. Vzhledem k hloubce nálezů pod povrchem v sedimentární výplni portálu je zřejmé, že jeskyně byla v této době volně přístupná a zjištěné nálezy považujeme za doklad, že se lidé pozdního paleolitu odvážili i několik desítek metrů hlubo-



Obr. 3. Mikrofotografie vzorku MA-2. A – fragment odplyněného pletiva a částic bezstrukturní hmoty; B – detail porézního zbytku pletiva s prázdnými póry a buněčnými prostory; C – detail porézního zbytku pletiva s prázdnými póry a shluk částic bezstrukturní hmoty se světlou minerální příměsí; D – detail porézního zbytku pletiva; E – žluté zbytky zpevněné pryskyřice či olejů v bezstrukturní hmotě (fluorescenční uspořádání); F – sklerocium hub.

Fig. 3. Photomicrographs of sample MA-2. A – a fragment of degassed tissue and particles of structureless matter; B – a close-up view of a porous remain of tissue with empty pores and cellular spaces; C – a close-up view of a porous remain of thick-walled tissue with empty pores and a cluster of particles of structureless matter with light-colored mineral admixture; D – a close-up view of a porous remain of tissue; E – yellow remains of solidified resin or oils in structureless matter (fluorescent mode of the microscope); F – fungi sclerotium.

Tab. 2. Výsledky datování radiouhlíkem, konvenční stáří v letech před současností (PB), kalibrovaná stáří v letech před naším letopočtem (BC) nebo našeho letopočtu (AD) vypočtená programem Oxcal verze 4.2.3. (BRONK RAMSEY a LEE 2013) s použitím kalibrační křivky IntCal13 (REIMER et al. 2013). Radiouhlíková laboratoř Poznaň, Polsko.

Tab. 2. Results of radiocarbon dating and radiocarbon conventional date calibration. Poznan Radiocarbon Laboratory, Poland.

Jeskyňě Martina, vzorek MA-1 (uhlíky Vesmírná chodba) konvenční radiouhlíkové stáří 10120 ± 50 let PB	
68.2% pravděpodobnost:	
9990 BC (11,0%) 9934 BC	
9882 BC (57,2%) 9669 BC	
95.4% pravděpodobnost:	
10059 BC (84,7%) 9646 BC	
9612 BC (7,5%) 9521 BC	
9504 BC (3,2%) 9457 BC	
Jeskyňě Martina, vzorek MA-2 (žaludy Huťova chodba) konvenční radiouhlíkové stáří 70 ± 30 let BP (blízko hranice možností kalibračního programu)	
68.2% pravděpodobnost:	
1699 AD (18,7%) 1722 AD	
1817 AD (13,1%) 1834 AD	
1879 AD (36,4%) 1916 AD	
95.4% pravděpodobnost:	
1691 AD (24,3%) 1730 AD	
1810 AD (71,1%) 1924 AD	

ko do jeskyňě, kde je snad v dalším postupu zřejmě mohl zastavit zmíněný převislý stupeň. Pro to, že by přes něj pozdně paleolitičtí lovci a sběrači sestoupili a pohybovali se dále do nitra jeskyňě, nebyly zatím zjištěny žádné doklady.

Naopak stáří žaludů, zjištěných v Huťově chodbě, je nízké a spadá do novověku (MA-2; kalibrované stáří s pravděpodobností 95,4 % mezi roky 1691 a 1924 našeho letopočtu. Stáří opět koresponduje s poměrně četnými fragmenty novověké, z vnitřní strany glazované keramiky zjištěné v portálu jeskyňě. Určitelné fragmenty řadil J. Žegklitz (in VENCLE et al. 2009) nejspíše do první poloviny 17. století. Novověké střeby přitom byly ve vchodové partii jeskyňě překvapivě hojné, vyskytovaly se prakticky na celé ploše výzkumu nejméně v 11 sektorech, v převaze v části již kryté stropem portálu. Jejich pozice byly bohužel pozmeněny alespoň v povrchové vrstvě již při objevu jeskyňě v roce 1975. Výška vstupní dutiny ale byla v novověku již na trvalejší pobyt malá a novověké střeby proto byly VENCLE et al. (2009) interpretovány jako doklad jen přechodného využití, například jako skryše při nepohodě během lesní pastvy dobytka a podobně.

Z mikroskopického studia vyplývá, že zbytky vzorku žaludu z jeskyňě Martina prodělaly určité změny v morfologii pletiv a kompaktní hmoty a v jejich optických vlastnostech. S ohledem na publikované výsledky experimentálního prouhelňování, zvětrávání a karbonizace a na rozdílný charakter a složení jednotlivých částí žaludu: více alterovaného pletiva a méně alterované kompaktní hmoty lze konstatovat, že se jednalo o změny při teplotách do 300 °C. Změny vzorku probíhaly pravděpodobně ve vlhčím prostředí a v atmosféře s omezeným přístupem vzduchu za určitého působení hub a plísní. Nelze vyloučit ani tepelnou alteraci při nižších teplotách a následné procesy nízkoteplotního zvětrávání v jeskyni.

Jednoznačný důkaz spálení žaludů tedy mikroskopické studium neprokázalo, jeho výsledky ale umožňují uvažovat například o pražení žaludů za teploty okolo 100 °C, což byla v minulosti jedna z běžných metod, kterou byly žaludy zbavovány nepříjemné hořkosti (VENCLE 1985, 1996). S určitou mírou pravděpodobnosti lze předpokládat, že žaludy do jeskyňě nedopravilo a na jedno místo neuložilo nějaké zvíře. Navíc lze předpokládat, že pokud by nebyly vůbec nijak teplotně upraveny, pravděpodobně by v jeskyni v oxidačním prostředí poměrně rychle zetlely. Protože se na místo nálezu nemohly dostat gravitačním pohybem sedimentů (jedná se o vodorovný úsek chodby se souvislým stropem), ani se sem nemohly dostat po novodobém objevu jeskyňě v roce 1975 – na to jsou příliš staré – považujeme jejich nález za indikaci (nikoliv jednoznačný důkaz) přítomnosti člověka v této části jeskyňě někdy v 17. až v počátku 20. století. Možnost, že je do jeskyňě dopravilo zvíře, se ale nepodařilo jednoznačně vyloučit.

Žaludy měly v minulosti určitý význam jako potrava, využívaná v době nouze opakovaně od mezolitu po novověk, kdy byla jejich nepříjemná hořkost redukována několika metodami, zejména tepelnou úpravou, tedy vařením či pražením (VENCLE 1985, 1996). Využít lze i loužení studenou vodou nebo kombinaci vaření a následného pražení. Částečně tepelnou přeměnou poznamenané (karbonizované) žaludy jsou v archeologických situacích vzhledem k jejich trvanlivosti v půdních podmínkách poměrně časté.

Oba nálezy a jejich radiouhlíkové datování naznačují, že se lidé při svých návštěvách této pozoruhodné jeskyňě neomezili jen na její vstupní portál, ale že pronikli, pravděpodobně vícekrát během minulosti, i desítky metrů hluboko do jejího nitra. Zatím ale nebyla zjištěna žádná indikace přítomnosti člověka v největší prostoru jeskyňě, Obřím dómu, v době před novodobým objevem jeskyňě v roce 1975.

8. Závěr

Datování dvou typů organických materiálů, uhlíků z Vesmírné chodby a černých zbytků žaludů z Huťovy chodby jeskyně Martina, naznačuje opakovanou přítomnost lidí i v hlubších částech této jeskyně, nejen ve vstupním portálu. Opakované datování uhlíků z Vesmírné chodby jen zpřesňuje dříve známou dataci a posouvá ji o zhruba 1 900 let dále do minulosti do pozdního paleolitu. Datace žaludů z Huťovy chodby spadá do novověku do intervalu mezi 17. a počátek 20. století. Jednoznačný důkaz spálení žaludů se navzdory jejich černé barvě nepodařilo prokázat, výsledky ale umožňují existenci nějaké nízkoteplotní úpravy žaludů (vaření, pražení) a jejich následné uložení v jeskyni. Pokud by tomu bylo opravdu tak a žaludy do jeskyně nedopravilo nějaké zvíře, člověk navštívil oblast Huťovy chodby ještě někdy v 17. až počátku 20. století. V takovém případě by jeskyně upadla v zapomnění jen poměrně krátce před tím, než byla v roce 1975 nově objevena. Žádoucí by byl výzkum hojných zvířecích kostí v Huťově chodbě, i když i v jejich případě budeme zřejmě vždy na pochybách, zda je do jeskyně dopravilo zvíře nebo člověk.

Literatura

- BRONK RAMSEY C. (2001): Development of the radiocarbon calibration program. – *Radiocarbon*, 43: 355–363
- BRONK RAMSEY C. (2009): Bayesian analysis of radiocarbon dates. – *Radiocarbon*, 51: 337–360
- BRONK RAMSEY C., LEE S. (2013): Recent and planned developments of the program Oxcal. – *Radiocarbon*, 55: 720–730
- BUSTIN R. M., GUO Y. (1999): Abrupt changes (jumps) in reflectance values and chemical composition of artificial charcoals and inertinite in coals. – *International Journal of Coal Geology*, 38: 237–260.
- CAPPERS R. T. J., BEKKER R. M., JANS J. E. A. (2006): *Digitale Zadenatlas van Nederland*. – Groningen Archaeological Studies 4, 2006, Barkhuis Publishing, Groningen, Nederland. www.plan-tenatlas.eu
- STOLZ D., SKLENÁŘ K., MATOUŠEK V. (2017): Tetín pravěký. – In: CÍLEK V., SCHMELZOVÁ R., MAJER M. (eds.), *Tetín svatě Ludmily. Místo, dějiny a spiritualita*. – Dokořán: 47–75. Praha.
- FRIDRICH J., SKLENÁŘ K. (1976): Die paläolitische und mesolitische Höhlenbesiedlung des Böhmisches Karstes. – *Fontes Archaeologici Pragenses*, 16: 1–122. Praha.
- HAVELCOVÁ M., SÝKOROVÁ I., TREJTNAROVÁ H. (2011): Use of pyrolysis-GC/MS combined with petrographic analysis to monitor changes of organic matter in coal and biomass derived materials. – *Abstracts, Goldschmidt Conference*, Prague, abstract 3050.
- ISO 7404-3 (2009): *Methods for the petrographic analysis of coal – Part 3: Method for determining maceral group composition*.
- ISO 7404-5 (2009): *Methods for the petrographic analysis of coal – Part 5: Method for determining microscopically the reflectance of vitrinite*.
- KUS J., MISZ-KENNAN M. (2017): Coal weathering and laboratory (artificial) coal oxidation. – *International Journal of Coal Geology*, 171: 12–36.
- LOŽEK V., HORÁČEK I. (2006): Martina Cave (Bohemian Karst) – biostratigraphy of the entrance sediments. – *Sborník geologických věd, Antropozoikum*, 26: 61–71. Praha.
- LYSENKO V., PLOT J. (1977): Jeskyně Martina – nový objev v Českém krasu. – *Československý kras*, 28: 88–90. Praha.
- MASTALERZ M., MASTALERZ K. (2000): Volcanic and post-volcanic hydrothermal activity in the Intrusudetic Basin, SW Poland: implications for mineralization. – In: GLICKSON M., MASTALERZ M. (Eds.), *Organic Matter and Mineralization: Thermal Alteration, hydrocarbon generation and Role in Metallogenesis*. Kluwer Academic Publishers: 185–203. Dordrecht.
- MATOUŠEK V. (1988): Využívání jeskyní v Českém krasu od mladší doby kamenné, část I. – soupis lokalit. – *Český kras*, XIV: 17–32. Beroun.
- MATOUŠEK V. (1989): Využívání jeskyní v Českém krasu od mladší doby kamenné, Část II. Výsledky výzkumu. – *Český kras*, XV: 5–48. Beroun.
- MATOUŠEK V., JENČ P., PEŠA V. (2005): *Jeskyně Čech, Moravy a Slezska s archeologickými nálezy*. – Libri: 1–297. Praha.
- PICKEL W., KUS J., FLORES D., et al. (2017): Classification of liptinite – ICCP System 1994. – *International Journal of Coal Geology*, 169: 40–61.
- REIMER P. J., BARD E., BAYLISS A., BECK J. W., BLACKWELL P. G., BRONK RAMSEY C., BUCK C. E., CHENG H., EDWARDS R. L., FRIEDRICH M., GROOTES P. M., GUILDERTSON T. P., HAFLIDASON H., HAJDAS I., HATTÉ C., HEATON T. J., HOFFMANN D. L., HOGG A. G., HUGHEN K. A., KAISER F., KROMER B., MANNING S. W., NIU M., REIMER R. W., RICHARDS D. A., SCOTT E. M., SOUTHON J. R., STAFF R. A., TURNEY C. S. M., VAN DER PLICHT J. (2013): INTCAL13 and MARINE13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP. – *Radiocarbon*, 55, 4: 1869–1887.
- SCOTT A. C. a GLASPOOL I. J. (2007): Observations and experiments on the origin and formation of inertinite group macerals. – *International Journal of Coal Geology*, 70: 53–66.
- SKLENÁŘ K., MATOUŠEK V. (1994): Die Höhlenbesiedlung des Böhmisches Karstes vom Neolithikum bis zum Mittelalter. – *Fontes Archaeologici Pragenses*, 20: 1–212. Prague.
- SÝKOROVÁ I., PICKEL W., CHRISTANIS K., WOLF M., TAYLOR G. H., FLORES D. (2005): Classification of huminite – ICCP System 1994. – *International Journal of Coal Geology*, 62: 85–106.
- TAYLOR G. H., TEICHMÜLLER M., DAVIS A., DIESSEL C. F. K., LITTEKE R., ROBERT P. (1998): *Organic Petrology*. – Gebrüder Borntraeger: 1–704. Berlin, Stuttgart.
- VENCL S. (1985): Žaludy jako potravina. – *Archeologické rozhledy*, 37: 516–565.
- VENCL S. (1996): Acorns as a food: again. – *Památky archeologické*, 87: 95–111.
- VENCL S. (1996): Archeologický výzkum jeskyně Martina. – In: *Tetín historický a speleologický*, L. Pecka a R. Živor (eds.), Knihovna České speleologické společnosti, 30: 63–67. Česká speleologická společnost. Praha.
- VENCL S., BENEŠ J., BLAJEROVÁ M., OPRAVIL E., PEŠKE L., SVĚTLÍK I. (2009): Prehistoric settlement of the Martina Cave (Tetín, distr. Beroun). – *Památky archeologické*, 100: 5–48.
- WAGNER J., ZELINKA J., FRDLÍK R., KAHLERT B. (2016): Nález kostí a zubů medvěda v jeskyni Martina u Tetína. – *Český kras*, XLII: 23–26. Beroun.
- ŽÁK K., MELKOVÁ J. (1999): Datování uhlíků z jeskyně Martina u Tetína pomocí ¹⁴C (¹⁴C dating of charcoal from Martina cave near Tetín). – *Český kras*, XXV: 33–34. Beroun.
- ŽÁK K., ZELINKA J. (1998): Pravěký člověk hluboko v jeskyni Martina? – *Český kras*, XXIV: 79–80.