



Výsledky radiouhlíkového datování CRL

Vzorky

K radiouhlíkovému datování byly přijaty vzorky dřeva, plátna a papíru původem z historických obrazů. Zadavatelem je D. Frank. Bližší popis vzorků je uveden v Tabulce 1.

Tabulka 1: Popis vzorků

Laboratorní číslo	Popis příchozích vzorků	Materiál
21_1210	František Drtikol, obraz signovaný, datovaný vlastnoručně 1918, soukromá sbírka	dřevěná překližka
21_1211	Antonín Slavíček, obraz signován nedatován, stylově zařaditelný 1900-1905, soukromá sbírka	plátěná podložka
21_1212	Varvara Stěpanovna Fjodorova, KG 3654	papír

Postup zpracování vzorků

Příchozí vzorky¹ byly v laboratoři kontrolovány, mechanicky očištěny a zpracovávány v Soxhletově extraktoru ve směsi chloroformu a metanolu (tzv. metodou dle Folche) za účelem odstranění lipidů, vosků, pryskyřic a dalších cizorodých organických látek [1, 2]. Poté byly vzorky louženy v 0,1 M HCl za účelem odstranění karbonátů a následně byly vymývány destilovanou vodou.

Po předúpravě části byly suché vzorky s přídavkem CuO zataveny pod dynamickým vakuem do ampulí z křemenného skla a poté spalovány při teplotě 900 °C. Připravený oxid uhličitý byl přečišťován a dávkován do grafitizačního reaktoru. Vsádková metoda grafitizace byla odvozena z obdobných postupů používaných v zahraničí [3 – 6]. Po grafitizaci byly vzorky vakuově zataveny a odeslány k měření AMS (Accelerator Mass Spectrometry) na pracoviště HEKAL ATOMKI HAS v Debrecenu s mezinárodním kódem DebA [4].

Měření vzorků

Měření bylo provedeno na kompaktním tandemovém urychlovači se spektrometrickou trasou MICADAS. Pro kalibraci měření byly použity grafitizované vzorky připravené z kyseliny šťavelové NIST (NBS) HOX II SRM 4990-C [7]. Pro opravu měření na příspěvky od pozadí byly použity grafitizované vzorky připravené z fosilního anhydridu kyseliny ftalové. Naměřené aktivity ¹⁴C a jejich kombinované nejistoty byly vyjádřeny v letech BP (Before Present) jako konvenční radiouhlíkové stáří (Conventional Radiocarbon Age – CRA)² dle Stuiver-Polachovy konvence a jako tzv. F¹⁴C (fraction modern), které se používá pro vyjadřování aktivit moderních vzorků [8, 9]. Kombinované nejistoty uváděné u hodnot konvenčního radiouhlíkového stáří odpovídají pravděpodobnosti přibližně 68% [10].

¹ Pro účely datování se předpokládá, že stáří datovatelné formy uhlíku je v celém zpracovaném vzorku stejné.

² Jde pouze o zvláštní formou vyjadřování aktivity ¹⁴C, která je bez kalibrace pouze v přibližné relaci se stářím reálným.



Interpretace naměřených aktivit

Pro určení stáří vzorku 21_1210 byl použit kalibrační program OxCal 4.4 s kalibrační křivkou IntCal20 pro datování suchozemských vzorků severní polokoule [11, 12]. Pro určení stáří vzorků 21_1211 a 21_1212 byl použit kalibrační program CALIBomb s kombinací kalibračních křivek IntCal20 a LEVIN pro datování pomocí bombového píku vzorků původem z Evropy [13 - 16]. Po přiřazení nejistot daných radiouhlíkovou kalibrační křivkou bylo konvenční radiouhlíkové stáří a jeho kombinovaná nejistota přepočteno na výsledný interval (intervaly) kalibrovaného stáří, viz Tabulka 2 (pro interval nejistoty dvě sigma stanovení aktivity ^{14}C , který odpovídá pravděpodobnosti přibližně 95%).

Celkové míry absolutní pravděpodobnosti P uvedených intervalů kalibrovaného stáří vycházely z rozšířené kombinované nejistoty stanovení ^{14}C (2σ).

Tabulka 2: Výsledky radiouhlíkového datování vzorků

Lab. číslo	Popis vzorku	CRA (BP)	Kalibrované stáří (AD)	P (%)
21_1210	František Drtíkol, obraz signovaný, datovaný vlastnoručně 1918, soukromá sbírka	356 ± 16	1470 – 1632	96*
21_1211	Antonín Slavíček, obraz signován nedatován, stylově zařaditelný 1900-1905, soukromá sbírka	93 ± 16	1694 – 1725 1810 – 1916	28 67*
21_1212	Varvara Stěpanovna Fjodorova, KG 3654	-1266 ± 23	1958 – 1959 1987 – 1990	5 90*

* spojený interval, podrobněji v příloze

Datovanou epizodou je v tomto případě doba nárůstu výchozí rostlinné tkáň.

Původ vzorku 21_1212 před rokem 1955 lze na základě provedené analýzy vyloučit, jelikož vykazuje prokazatelnou přítomnost bombového ^{14}C .

V kalibrační příloze k protokolu jsou pro výsledky analýz uvedeny kalibrační diagramy (křivka průběhu hustot pravděpodobnosti je přidružena k vodorovné ose diagramu) spolu s podrobným výpisem intervalů kalibrovaného stáří pro hladiny pravděpodobností 95% a 68%. Do přílohy je rovněž zahrnuta mapka globálního rozdělení na jednotlivé zóny pro datování pomocí bombového píku.

V Praze dne 21. července 2022

Ing. Ivo Světlík, Ph.D.

Literatura

1. Folch J, Lees M, Stanley Sloane GH. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* 226: 497–509.
2. Gupta SK, Polach HA. 1985. Radiocarbon dating practises at ANU. *ANU*, Canberra.



3. Rinyu L, Molnár M, Major I, Nagy T, Veres M, Kimák Á, Wacker L, Synal H-A. 2013. Optimization of sealed tube graphitization method for environmental ^{14}C studies using MICADAS. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 294:270–275.
4. Molnár M, Janovics R, Major I, Orsovszki J, Gönczi R, Veres M, Leonard AG, Castle SM, Langy TE, Wacker L, Hajdas I, Jull AJT. 2013. Status report of the new AMS ^{14}C sample preparation lab of the Hertelendi Laboratory of Environmental Studies (Debrecen, Hungary). *Radiocarbon* 55(2–3):665–676.
5. Rinyu L, Orsovszki G, Futó I, Veres M, Molnár M. 2015. Application of zinc sealed tube graphitization on sub-milligram samples using Environ MICADAS. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B* 361:406-413.
6. Orsovszki G, Rinyu L. 2015. Flame-sealed tube graphitization using zinc as the sole reduction agent: precision improvement of Environ MICADAS ^{14}C measurements on graphite targets. *Radiocarbon* 57(5):979-990.
7. Schneider RJ, McNihol A P, Nadeau MJ, Reden KF. 1995. Measurements of the Oxalic Acid II/Oxalic Acid I Ratio as a Quality Control Parameter at NOSAMS. *Radiocarbon* 37(2):693-696.
8. Stuiver M, Polach H. 1977. Reporting of ^{14}C data. *Radiocarbon* 19(3):355-363.
9. Reimer PJ, Brown TA, Reimer RW. 2004. Discussion: Reporting and Calibration of Post-Bomb ^{14}C Data. *Radiocarbon* 46(3):1299-1304.
10. Curie LA. 1995. Nomenclature in Evaluation of Analytical Methods Including Detection and Quantification Capabilities. (IUPAC Recommendation 1995). *Pure & Appl. Chem.* 67(10):1699-1723.
11. Bronk RC, Lee S. 2013. Recent and Planned Developments of the Program OxCal. *Radiocarbon* 55(2-3): 720-730.
12. Reimer PJ, Austin WEN, Bard E, Bayliss A, Blackwell PG, Bronk Ramsey C, Butzin M, Cheng H, Edwards RL, Friedrich M, Grootes PM, Guilderson TP, Hajdas I, Heaton TJ, Hogg AG, Hughen KA, Kromer B, Manning SW, Muscheler R, Palmer JG, Pearson C, van der Plicht J, Reimer RW, Richards DA, Scott EM, Southon JR, Turney CSM, Wacker L, Adolphi F, Büntgen U, Capano M, Fahrni SM, Fogtmann-Schulz A, Friedrich R, Köhler P, Kudsk S, Miyake F, Olsen J, Reinig F, Sakamoto M, Sookdeo A, Talamo S. 2020. The IntCal20 Northern Hemisphere radioarbon age calibration curve (0-55 cal kBP). *Radiocarbon* 62(4):725-757.
13. CALIBomb: <http://calib.org/CALIBomb/>
14. Levin I, Kromer B. 2004. The tropospheric $^{14}\text{CO}_2$ level in mid latitudes of the Northern Hemisphere. *Radiocarbon* 46(3):1261-1272.
15. Hammer S, Levin I. 2017. Monthly mean atmospheric D^{14}CO_2 at Jungfraujoch and Schauinsland from 1986 to 2016. heiDATA: Heidelberg Research Data Repository [Distributor] V2 [Version] <http://dx.doi.org/10.11588/data/10100> .
16. Conen F, Emmenegger L, Leuenberger M, Steger D, Steinbacher M. ICOS RI, 2020. ICOS ATC ^{14}C Release, Jungfraujoch (10.0 m), 2016-01-04_2019-08-12. <https://hdl.handle.net/11676/X-IXPKZIO4DWX7wnesLQ7akY> .