

Sídliště Bylany u Kutné Hory pohledem organické reziduální analýzy¹

Z fragmentů archeologické keramiky lze v dnešní době získat informaci o jejich funkci nejen díky vzhledu či mineralogickému složení, ale i pomocí organických látek, které se dochovaly v dlouhodobém časovém horizontu sorbované v jejich pórech. Tyto látky – pokud jsou v keramice přítomné – mohou objasnit, k jakému účelu nádoba sloužila, a podat tak více informací o způsobu života a dietě našich předků. Takové informace jsou zvláště cenné, pokud se na daném sídlišti nenašla žádná paleobotanická data a archeozoologické nálezy jsou buď nepřítomné, či ve velmi špatném stavu. To je případ i významného evropského neolitického naleziště Bylany u Kutné Hory, z něhož byly analyzovány vybrané vzorky keramiky z velmi početného a pečlivě kategorizovaného keramického souboru. Pozornost byla zaměřena jednak na užitnou funkci různě tvarovaných nádob a na objekty, ze kterých fragmenty keramiky pocházely, a dále na objasnění způsobu hospodaření na sídlišti v Bylanech v rámci širšího časového horizontu osídlení v období lineární keramiky.

■ Veronika BRYCHOVÁ
Vladimír FILIP
Jan KYSELKA

Bylany u Kutné Hory jsou příkladem velkého neolitického sídliště, zahrnujícího osídlení kultury s lineární keramikou (LBK, Linearbandkeramik) a následné kultury s vypichanou keramikou (STK, Stichbandkeramik). Sídlní areál byl objeven v 50. letech 20. století. Celkem bylo odkryto 7 ha pozůstatků osídlení LBK, chronologicky spadajících do období 5350–4900 př. n. l. (Podborský 1997; Pavlů – Zápotocká 2007). Bylanský keramický náleznový soubor je na rozdíl od archeozoologických nálezů velmi rozsáhlý, zahrnuje přes 60 000 zlomků keramiky. Pro bylanské sídliště byla dříve vytvořena funkční klasifikace nádob na základě analýzy etnoarcheologických znaků (obr. 1; Pavlů 2000), která rozdělila nalezené pozůstatky nádob dle předpokládaného užívání jako nádoby na vaření, vodu či skladování s příslušnými podkategoriemi.

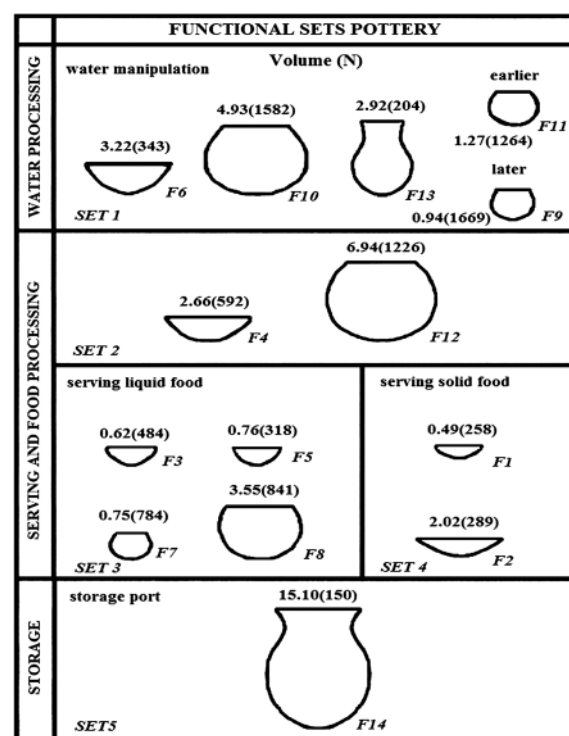
Díky vývoji nových analytických metod dnes může do archeologické kategorizace nádob vnést nový pohled také analýza organických reziduí lipofilního původu (lipidů²),

která se dochovala sorbovaná ve stěnách keramických nádob. Jak se organická rezidua do stěn keramických nádob dostala? Předpokládá se, že k jejich adsorpci docházelo především během aktivního užívání nádob, například při vaření či pečení nebo i skladování potravin bohatých na tuk. Při vaření/dušení potravy ve vodě se tuk z potravy uvolňoval a koncentroval na hladině kapaliny a k jeho adsorpci tak docházelo především v okrajových částech nádoby. Při pečení a podobných úpravách lze očekávat největší koncentraci tuků naopak v dolní části nádoby. Pokud nádoba sloužila ke skladování na tuk bohatých potravin lze očekávat vysokou koncentraci tuků v rámci celého gradientu stěny nádoby. Ke koncentraci a adsorpci lipofilních látek docházelo uvnitř různých velikých a orientovaných keramických pórů, kde se – ve více či méně degradované formě – dochovaly až do současnosti a lze je pomocí dostupných biomarkerů identifikovat (např. Regert et al. 2003; Evershed 2008).

Ve stěnách keramických nádob tak lze detekovat rezidua jak živočišného, tak rostlinného původu. Mezi nejčastější přítomné markery patří volné mastné kyseliny a deriváty triacylglycerolů živočišných tuků,

z rostlinných zdrojů pak vosky, mastné alkoholy a terpenoidní látky (Evershed 2008). Látky bílkovinové nebo sacharidové povahy většinou kvůli jejich chemické nestálosti v čase a náchylnosti k mikrobiální degradaci nelze v keramice uvažovat.

Detekované látky lze zkoumat nejen z hlediska klasického složení, ale i s ohledem na obsah stabilních či radioaktivních izotopů uhlíku. Pomocí analýzy stabilních izotopů uhlíku v podobě molekulárně



1 Autoři článku tento text věnují panu prof. Ivanu Pavlů a zároveň by mu rádi z celého srdce poblahopřáli k jeho významnému životnímu jubileu jen to nejlepší a také chuť stále objevovat ještě neprobádaná zákoutí života našich předků. Všichni bychom si jistě přáli, abychom se jednou mohli ohlédnout zpět a vidět za sebou tolik práce a zkušeností, jaké nasbíral a předal prof. Ivan Pavlů. Za kolektiv autorů Veronika Brychová.

2 Lipidy neboli tuky – látky omezeně mísitelné s vodou a dobře rozpustné v nepolárních organických rozpouštědlech.

■ Obr. 1 Archeologická funkční interpretace jednotlivých tvarů bylanských nádob (Pavlů 2000).

specifické analýzy mastných kyselin (GC-C-IRMS *gas chromatography-carbon-isotope ratio mass spectrometry*) lze získat informaci o původu živočišného tuku a potravě, která byla v dané lokalitě k dispozici (např. *Salque et al. 2013; Crampton et al. 2014*). Pomocí molekulárně specifické analýzy radioaktivních izotopů uhlíku (AMS *accelerator mass spectrometry*) přítomného v izolovaných mastných kyselinách, lze dnes určit i stáří artefaktu (např. *Berstan et al. 2003; Casanova et al. 2017*). Organická rezidua přítomná v keramice tak mohou

v kombinaci s archeologickými poznatky lépe objasnit složení stravy, způsob hospodaření našich předků, ale i stáří vzorku, zvláště v případech, kdy kosterních i botanických nálezů bylo dochováno velmi málo nebo žádné.

Metodika

Při organické reziduální analýze (ORA) archeologických artefaktů je klíčová čistota práce: jak při odkryvu artefaktů, tak při jejich zpracování v laboratoři. Otisky prstů, omývání artefaktů a jejich úschova

v plastových sáčcích, popis artefaktů a jejich impregnace různými laký či vosky, to vše může ovlivnit a v některých případech i nenávratně poškodit informaci, kterou lze z archeologického artefaktu získat. U artefaktů určených k ORA je proto vždy nutné znát jejich celkovou nálezovou historii, aby bylo možné zamezit případným chybám v interpretaci výsledků.

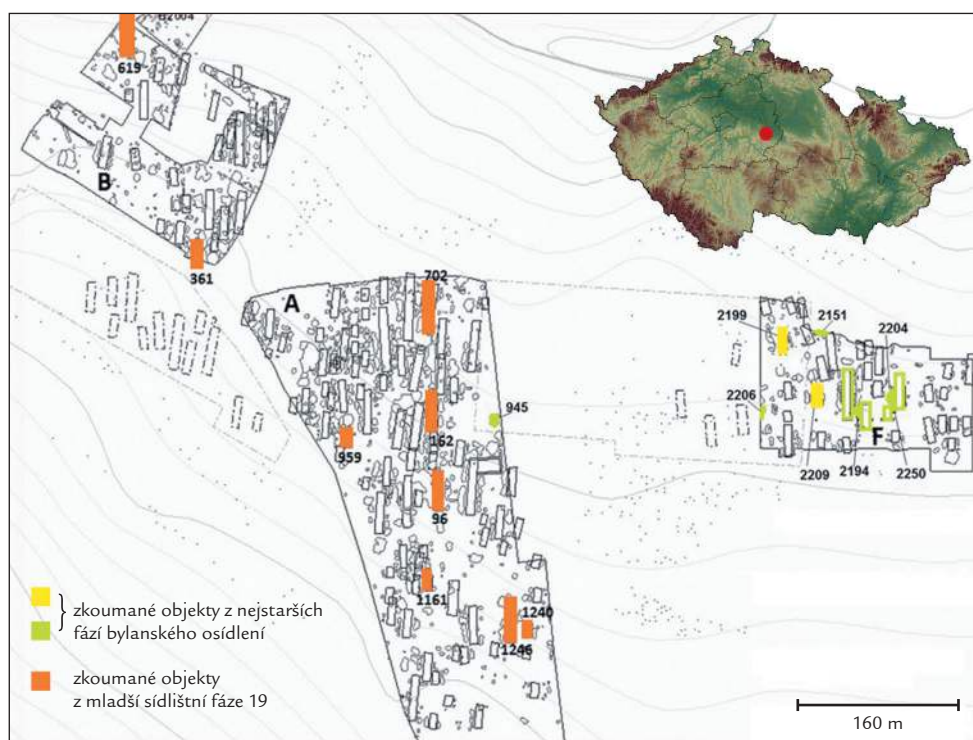
Po ověření výše zmíněných kritérií bylo z bylanského nálezového keramického souboru vzorkováno 310 okrajových fragmentů keramických nádob, z čehož 302 fragmentů bylo analyzováno pomocí ORA pro obsah lipofilních organických reziduí. Přičemž 139 fragmentů pocházelo z nejstarších fází bylanského osídlení 2–5, rozkládajícího se především na sídlištní ploše F, a 163 fragmentů pocházelo z mladší sídlištní fáze 19, rozkládající se na plochách A a B (**obr. 2**).

V místě předpokládané nejvyšší koncentrace lipofilních látek byl střeš (**obr. 3**) obroušen ze všech stran, fragmentován a 2–3 g vzorku byly poté rozemlety na jemný prášek a připraveny k extrakci. Každý vzorek byl extrahován 4% roztokem kyseliny sírové v methanolu dle metody popsané *Marisol Correa-Ascencio* a *Richardem Evershedem* (2014) nebo pomocí rozpouštědlové směsi chloroform/methanol (2 : 1, v/v).

Pro analýzu totálního lipidického extraktu (TLE) pomocí GC-FID a GC-MS byl z každého vzorku odebrán alikvótní podíl, který byl odpařen do sucha pomocí inertu, následně byl vzorek derivatizován a po odpaření derivatizačního činidla analyzován pomocí plynové chromatografie (použití metody GC-FID, GC-MS a GC/C-IRMS).

Výsledky ORA v rámci obou zkoumaných období bylanského osídlení

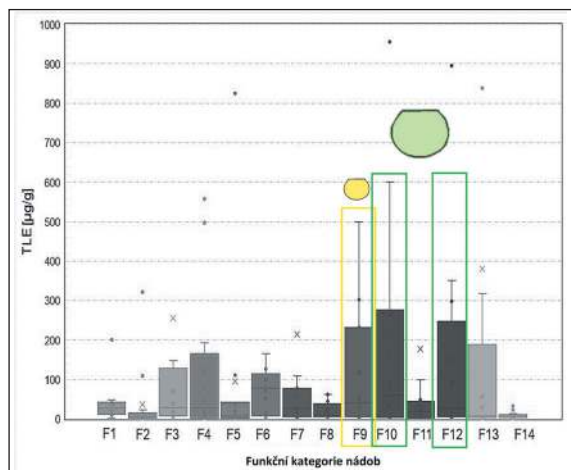
Pomocí organické reziduální analýzy bylo analyzováno 302 fragmentů neolitických nádob z období lineární keramiky neolitického sídliště Bylany u Kutné Hory. Více než 73 % vzorků vykazovalo totální lipidické extrakty (TLE) vyšší než $5 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ (μg lipidů na gram vzorku) celkových lipidů a z toho více než 25 %



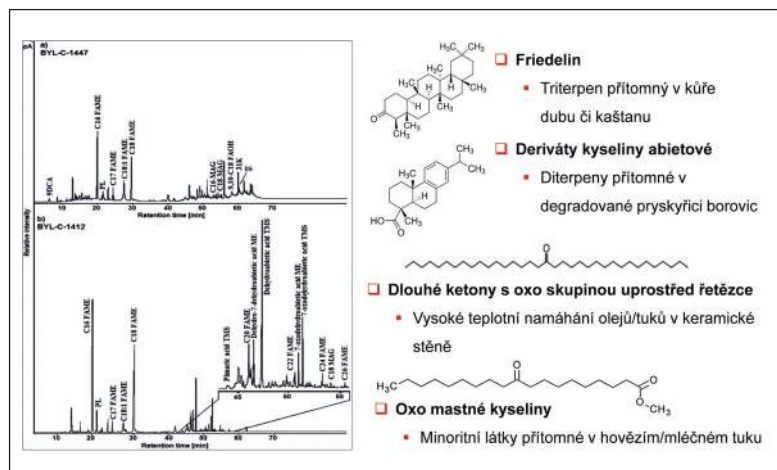
■ Obr. 2 Schéma sídlištních ploch bylanského osídlení s půdorysy domů a zahloubených objektů (mapa upravena dle Květiny – Končelová 2013).



■ Obr. 3 Znárodnění odlomené části pro extrakci u vzorku bylanské keramiky.



■ Obr. 4 Krabicový graf extrahovaných lipidů v kontextu jednotlivých tvarů bylanských nádob ze sídlištní fáze 19. Měřitko osy y nezahrnuje všechny dosažené extrémní hodnoty TLE.



■ Obr. 5 Příklad GC-MS chromatogramu extraktů vzorků malých lahví typu F13 (Matlova et al. 2017) spolu s přehledem některých detekovaných biomarkerů.

vzorků vykazovalo výtěžky vyšší než $100 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, i v rádech $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$. Takové výtěžky lipidů jsou relativně vysoké, porovnatelné v některých případech s extrakty keramiky pocházející z velmi suchých oblastí (Dunne et al. 2012) nebo z prostředí s kyselými půdami (Smyth – Evershed 2015). Vysoké výtěžky lipidů svědčí jednak o příznivých podmínkách uchování bylanské keramiky, ale i o její kvalitě a odolnosti vůči opakovanému záhřevu, jelikož některé nádoby musely být prokazatelně používány vícekrát v rámci delšího časového horizontu. Vysokých výtěžků bylo dosaženo i v kontextu jednotlivých typů nádob, zatímco v nejstarších fázích bylanského osídlení byly nejvyšší výtěžky pozorovány u malých a velkých misek, v mladší fázi 19 byly nejvyšší koncentrace pozorovány u velkých a malých bomb (obr. 4).

Z hlediska chemického složení TLE byly v extraktech nejvíce zastoupeny dlouhé nasycené mastné kyseliny³ palmitová ($\text{C}_{16:0}$) a stearová ($\text{C}_{18:0}$). Jedná se o dlouhé alifatické organické kyseliny, které se přirozeně vyskytují v živočišných tucích a v menší míře také v rostlinných olejích. Spíše živočišný původ původně přítomného tuku dokládaly i další detekované látky, jako kyselina myristová ($\text{C}_{14:0}$), heptadekanová ($\text{C}_{17:0}$) či rozvětvené mastné kyseliny, které se vyskytují v hovězím tuku a vznikají činností

mikroorganismů v rumenu (bachoru) přežvýkavých. Ve většině TLE byly detekovány i látky rostlinného původu, dokládající, že v nádobách, které sloužily k přípravě stravy, byly kombinovány živočišné i rostlinné zdroje. Jednalo se především o velmi dlouhé mastné kyseliny, v některých případech byly v extraktech přítomny i mastné alkoholy či alkanly, které mohly pocházet z epikutikulárních vosků vyšších rostlin. Dále byly detekovány di- a triterpenoidní⁴ látky, a to v nádobách lahvovitého tvaru. Jednalo se jednak o látky přítomné v degradované pryskyřici borovic (Regert 2004) a také o látky, které jsou přítomny v kůře dubů, břízy či kaštanů (Chandler – Hooper 1979). Je doloženo, že pryskyřice z borovic či březové kůry byla používána například k opravě rozbitých nádob jako lepidlo (Regert et al. 2003). Extrakty z březové kůry byly také používány k léčebným účelům (Heron – Evershed – Goad 1991). Tyto látky jsou navíc přímým dokladem flóry, která se zřejmě nacházela v okolí bylanského sídliště. V několika málo případech byly detekovány látky, které prokazují záhřev nádob na vysoké teploty (nad 300°C), jednalo se o ω -(o-alkylfenyl)alkanové kyseliny (tzv. APAAs), které vznikají v keramické stěně nádob vysokým záhřevem nenasycených mastných kyselin (Evershed 2008), a o dlouhé nasycené ketony s oxo skupinou uprostřed řetězce, které vznikají

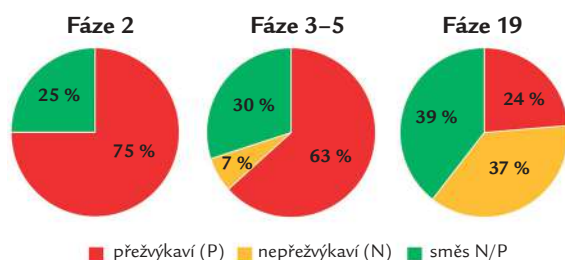
tepelnou degradací dlouhých nasyčených mastných kyselin (Raven et al. 1997). APAAs jsou průkazem záhřevu látek rostlinného původu či rybího tuku, naopak ketony s oxo skupinou uprostřed řetězce dokládají vysoké záhřevy živočišného tuku. Z hlediska APAAs byly detekovány pouze ty kratší, s 18 atomy uhlíku, které pravděpodobně vznikly záhřevem nenasycených mastných kyselin pocházejících například z konopného či lněného oleje. Delší APAAs – které by prokazovaly přítomnost rybího tuku – detekovány nebyly. Nepřítomnost markerů vysokého záhřevu ve většině extraktů bylanské keramiky je zároveň dokladem, že nádoby nemusely být zahřívány na tak vysokou teplotu, aby byl vnitřní obsah přiveden k varu. Z tohoto hlediska by bylo dobré analyzovat i některé střepy ze spodních částí nádob. Příklad GC-MS chromatogramu s přehledem některých biomarkerů detekovaných v extraktech bylanské keramiky je uveden na obr. 5.

Bylanský keramický soubor byl již dříve klasifikován na základě etnografických znaků (tvar, zdobení). Do jednotlivých funkčních kategorií však byly fragmenty nádob rozděleny jen na základě rozměrů okraje, ústí, předpokládaného objemu a sklonu nádoby (Pavlů 2000). Tyto znaky byly kombinovány se třemi základními tvary, zahrnujícími misky, misky a lahve. Tím bylo

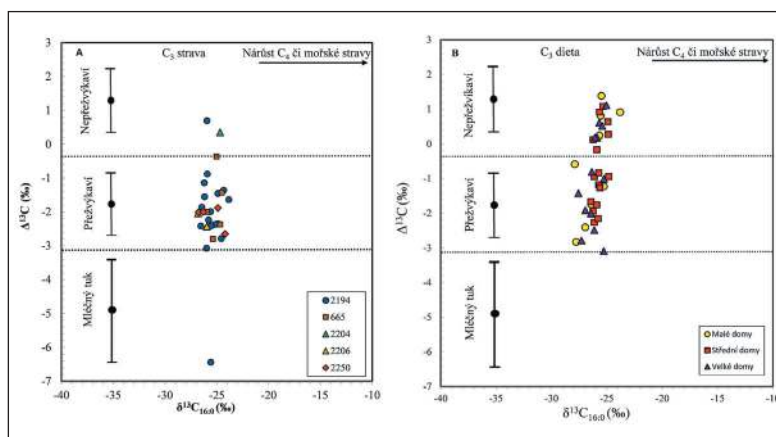
3 Mastné kyseliny – organické kyseliny, které jsou přirozeně přítomné v rostlinných či živočišných tucích/olejích a jsou esterově navázány na alkohol glycerol. Pokud mastné kyseliny neobsahují ve svém uhlíkatém řetězci dvojnou vazbu, jedná se o nasycené mastné kyseliny. Naopak, pokud dvojnou(né) vazbu(y) obsahují, jedná se o nenasycené mastné kyseliny.

4 Terpenoidní látky – terpeny, organické látky převážně rostlinného původu, jejichž základní jednotkou je tříuhlíkatá sloučenina isopren.

vytvořeno čtrnáct funkčních kategorií, tvořených nádobami na vaření a podávání tekuté nebo pevné stravy, nádob na přípravu a servírování pokrmů či nádob sloužících k manipulaci a skladování vody (Pavlů 2000). Porovnáme-li tyto kategorie s výsledky ORA, zdá se, že mezi analyzovanými nádobami nebyla taková striktní hranice. V případě velkých a malých bomb (F7–F12) většina ze zkoumaných nádob opravdu sloužila k přípravě stravy a vaření (resp. dušení). Pokud některé z nádob bombovitěho tvaru sloužily jen k manipulaci či skladování vody, nebylo to pomocí ORA prokázáno. Naopak misky – i vzhledem ke svému tvaru – sloužily spíše k přípravě stravy, servírování či konzumaci stravy a přítomnost organických reziduí v dostatečné koncentraci byla prokázána v nádobách z obou zkoumaných období bylanského osídlení. V případě velkých lahví (typ F14) TLE v průměru nepřesáhly $20 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$, v některých nebyly detekovány lipidy žádné. Tyto velké nádoby – i vzhledem ke svému tvaru a původní značné velikosti – velmi pravděpodobně sloužily ke skladování suchých či tukuprostých potravin a nebyly určeny k jakékoli manipulaci. Naproti tomu menší lahve (typu F13) vykazovaly v některých případech (především ty z mladší fáze 19), velmi vysoké koncentrace lipidů, a to jak živočišného, tak rostlinného původu. Jednak v těchto nádobách byly detekovány látky prokazující jejich vysoký zážehv a vaření vnitřního obsahu a dále látky terpenoidní povahy, dokazující, že tyto nádoby mohly sloužit k nějakému více specializovanému účelu. Tyto látky byly prokázány jak v nádobách pocházejících z malých, tak velkých domů (Matlova et al. 2017).



■ Obr. 6 Procentuální zastoupení živočišných zdrojů ve zkoumaných fázích bylanského osídlení na základě vyhodnocení analýzy stabilních izotopů uhlíku mastných kyselin. Směs N/P znamená kombinaci živočišných zdrojů z nepřežvýkavých (N) a přežvýkavých (P).



■ Obr. 7 Rozptylový diagram stabilních izotopů uhlíku mastných kyselin v kontextu jednotlivých domů v nejstarších fázích osídlení (A) a v mladší fázi 19 (B). V mladších fázích nebyly jasně diferencované velikosti domů, proto jsou vypsány konkrétní zkoumané objekty. $\Delta^{13}\text{C} = \delta^{13}\text{C}_{18:0} - \delta^{13}\text{C}_{16:0}$ (např. Copley et al. 2003; Dunne et al. 2012).

Výsledky analýzy stabilních izotopů vybraných vzorků zkoumaného keramického souboru

Pomocí molekulárně specifické analýzy stabilních izotopů (GC/C-IRMS) mastných kyselin palmitové a stearové bylo analyzováno více než 70 vzorků TLE z obou zkoumaných období bylanského osídlení. Jak již bylo zmíněno, v Bylanech bylo nalezeno velmi málo kosterních pozůstatků zvířat (Clason 1967; Peške – Rulf – Slavíková 1998), a analýza stabilních izotopů tak byla jednou z mála možností, jak získat alespoň přibližnou představu o živočišných zdrojích stravy a způsobech hospodaření vybraných domácností na bylanském sídlišti v různých fázích osídlení. Analýzou stabilních izotopů bylo potvrzeno, že strava v Bylanech byla kombinována z různých živočišných zdrojů, a to z masa přežvýkavých (skotu, ovce, kozy a vysoké lovené zvěře), tak nepřežvýkavých (domácích a divokých prasat). Zatímco v nejstarších fázích osídlení převládaly u zkoumaných objektů živočišné zdroje převážně z přežvýkavých, v mladší fázi 19 už byl podíl živočišných zdrojů z přežvýkavých a nepřežvýkavých vyrovnaný, a to nezávisle na velikosti domácnosti (srovnání jednotlivých fází obr. 6). Převaha přežvýkavých (především skotu, ovce a kozy měly spíše sekundární roli a důležitost) v nejstarších fázích neolitického osídlení centrální Evropy v období lineární keramiky je

doložena i z jiných neolitických nalezišť, která jsou – na rozdíl od Bylan u Kutné Hory – bohatá na zvířecí kosterní pozůstatky (Kováčková et al. 2012). Bohužel, v kontextu jednotlivých analyzovaných objektů nebyla pozorována žádná významná diferenciaci ve využívání konkrétního živočišného zdroje (obr. 7), vypovídající o nějaké roli dané domácnosti v rámci sídliště (Hachem 2000; Gomart et al. 2015). Živočišné zdroje byly využívány dle dosavadních výsledků rovnoměrně napříč sídlištěm, což naznačuje určitou formu sdílení obživy napříč sídlištěm a snahu o udržení určitého stupně soběstačnosti (Matlova et al. 2017).

Kombinace živočišných zdrojů byla pozorována i v kontextu jednotlivých tvarů nádob, pouze u některých nádob bombovitěho tvaru byly detekovány pouze tuky přežvýkavých, naproti tomu u malých bomb ze souboru nádob z mladší fáze 19 byly detekovány pouze tuky nepřežvýkavých. Tyto nádoby mohly sloužit jednak k přípravě pokrmů z vepřového masa, ale také například k uchování sádla nebo potravy, která byla pomocí sádla konzervována (Matlova et al. 2017; Brychová et al. v přípravě).

Ačkoli skot byl na bylanském sídlišti prokazatelně chován a využíván, v žádné z analyzovaných nádob nebyla detekována rezidua mléčného tuku. Jedním z vysvětlení může být, že obyvatelé na bylanském sídlišti nedokázali syrové mléko strávit (konkrétně mléčný

cukr laktosu) nebo nevěděli, jak ho zpracovat do stravitelnější formy – například na sýr (Roffêt-Salque et al. 2013). Absence schopnosti trávit syrové mléko je doložena z genetické analýzy kosterních pozůstatků z jiných centrálních evropských neolitických nálezů v Polsku či v Německu (např. Burger et al. 2007; Oelze et al. 2011), zatímco konzumace čerstvého mléka či zpracování mléka v keramice je prokázáno především u nálezů s doloženou dlouhodobou tradicí chovu skotu, ovcí a koz (např. Itan et al. 2009; Osypínska 2011). Nicméně nepřítomnost reziduí mléčného tuku v keramice nemusí nutně naznačovat, že obyvatelé bylanského sídliště nevyužívali skot také k produkci mléka. Pro uchování či zpracování mléka mohli používat nádoby z jiného materiálu – například ze dřeva (Maigrot et al. 2003) –, které se však vlivem okolních podmínek v dlouhém časovém horizontu nedochovaly.

Z hlediska detekce reziduí mléčného tuku, ale i jiných organických látek, by bylo zajímavé prozkoumat další fáze bylanského osídlení, lokality, které byly odkryty v okolí Bylan, nebo i vzdálenější lokality popsané v rámci českého území. Získané výsledky by mohly rozšířit naše dosavadní poznání a odhalit více z odkazu, jenž nám naši předci ve výrobcích a objektech, které vytvářeli, zanechali.

Použitá literatura

- Berstan, R. – Stott, A. W. – Minnitt, S. – Ramsey, C. B. – Hedges, R. E. M. – Evershed, R. P. 2008: Direct dating of pottery from its organic residues: new precision using compound-specific carbon isotopes, *Antiquity* 82, 702–713.
- Burger, J. – Krichner, M. – Bramanti, B. – Haak, W. – Thomas, M. G. 2007: Absence of the lactase-persistence-associated allele in early Neolithic Europeans, *Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America* 104, 3736–3741.
- Casanova, E. – Knowles, T. D. – Williams, C. – Crump, M. P. – Evershed, R. P. 2017: Use of a 700 MHz NMR microcryoprobe for the identification and quantification of exogenous carbon in compounds purified by preparative capillary gas chromatography for radiocarbon determinations, *Analytical chemistry* 89(13), 7090–7098.
- Chandler, R. F. – Hooper, S. N. 1979: Friedelin and associated triterpenoids, *Phytochemistry* 18, 711–724.
- Clason, A. T. 1967: The animal bones at the Bandkeramik settlement of Bylany, *Archeologické rozhledy* 19, 90–96.
- Copley, M. S. et al. 2003: Direct chemical evidence for widespread dairying in prehistoric Britain, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 100(4), 1524–1529.
- Correa-Ascencio, M. – Evershed, R. P. 2014: High throughput screening of organic residues in archaeological potsherds using direct acidified methanol extraction, *Analytical Methods* 6(5), 1330–1340.
- Cramp, L. J. et al. 2014: Immediate replacement of fishing with dairying by the earliest farmers of the northeast Atlantic archipelagos, *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 281(1780), 20132372.
- Dunne, J. et al. 2012: First dairying in green Saharan Africa in the fifth millennium BC, *Nature* 486(7403), 390–394.
- Evershed, R. P. 2008: Organic residue analysis in archaeology: the archaeological biomarker revolution, *Archaeometry* 50(6), 895–924.
- Gomart, L. – Hachem, L. – Hamon, C. – Giligny, F. – Ilett, M. 2015: Household integration in Neolithic villages: A new model for the Linear Pottery Culture in west-central Europe, *Journal of Anthropological Archaeology* 40, 230–249.
- Hachem, L. 2000: New observations on the Bandkeramik house and social organization, *Antiquity* 74(284), 308–312.
- Heron, C. – Evershed, R. P. – Goad, L. J. 1991: Effects of migration of soil lipids on organic residues associated with buried potsherds, *Journal of Archaeological Science* 18(6), 641–659.
- Itan, Y. – Powell, A. – Beaumont, M. A. – Burger, J. – Thomas, M. G. 2009: The origins of lactase persistence in Europe, *PloS computational biology* 5(8), e1000491.
- Kováčiková, L. – Bréhard, S. – Šumberová, R. – Balasse, M. – Tresset, A. 2012: The new insights into the subsistence and early farming from Neolithic settlements in Central Europe: the archaeozoological evidence from the Czech Republic, *Archaeofauna* 21, 71–97.
- Kvěšina, P. – Končelová, M. 2013: Neolithic LBK Intrasite Settlement Patterns. A Case Study from Bylany (Czech Republic), *Journal of Archaeology*, 1–7.
- Maigrot, Y. 2003: Ivory, bone and antler tools production systems at Chalais 4 (Jura, France): late Neolithic site, 3rd millennium. From Hooves to Horns, from Mollusc to Mammoth – Manufacture and Use of Bone Artefacts from Prehistoric Times to the Present, *Proceedings of the 4th Meeting of the ICAZ WBRG at Tallinn 2003*, 113–126.
- Matlova, V. et al. 2017: Defining pottery use and animal management at the Neolithic site of Bylany (Czech Republic), *Journal of Archaeological Science: Reports* 14, 262–274.
- Oelze, V. M. et al. 2011: Early Neolithic diet and animal husbandry: stable isotope evidence from three Linearbandkeramik (LBK) sites in Central Germany, *Journal of Archaeological Science* 38(2), 270–279.
- Osypínska, M. 2011: Unpublished Ludwinowo 7 Zooarchaeological Report. Citováno in: Johnson E. V. – Parmenter P. C. – Outram A. K. 2016: A new approach to profiling taphonomic history through bone fracture analysis, with an example application to the Linearbandkeramik site of Ludwinowo 7, *Journal of Archaeological Science: Reports* 9, 623–629.
- Pavlů, I. 2000: Life on a Neolithic Site: Bylany – situational analysis of Artefacts, Praha.
- Pavlů, I. – Zápotocká, M. 2007: Archeologie pravěkých Čech 3. Neolit, Praha.
- Peške, L. – Rulf, J. – Slavíková, J. 1998: Bylany – ekodata. Specifikace nálezů kostí a rostlinných makrozbytků, *Bylany Varia* 1, 83–118.
- Podborský, V. 1997: Dějiny pravěku a rané doby dějinné, Brno.
- Raven, A. M. – van Bergen, P. F. – Stott, A. W. – Dudd, S. N. – Evershed, R. P. 1997: Formation of long-chain ketones in archaeological pottery vessels by pyrolysis of acyl lipids, *Journal of Analytical Applied Pyrolysis* 40, 267–285.
- Regert, M. – Garnier, N. – Decavallas, O. – Cren-Olivé, C. – Rolando, Ch. 2003: Structural characterization of lipid constituents from natural substances preserved in archaeological environments, *Measurement Science and Technology* 14(9), 1620–1630.
- Regert, M. 2004: Investigating the history of prehistoric glues by gas chromatography-mass spectrometry, *Journal of Separation Science* 27(3), 244–254.
- Salque, M. et al. 2013: Earliest evidence for cheese making in the sixth millennium BC in northern Europe, *Nature* 493(7433), 522–525.
- Smyth, J. – Evershed, R. P. 2015: Milking the megafauna: using organic residue analysis to understand early farming practice, *Environmental Archaeology* 21, 1–16.
- Spangenberg, J. E. – Jacomet, S. – Schibler, J. 2006: Chemical analyses of organic residues in archaeological pottery from Arbon Bleiche 3, Switzerland – evidence for dairying in the late Neolithic, *Journal of Archaeological Science* 33(1), 1–13.
- Stott, A. W. et al. 2003: Direct dating of archaeological pottery by compound-specific ¹⁴C analysis of preserved lipids, *Analytical Chemistry* 75, 5037–5045.

Summary

Site of Bylany near Kutná Hora Examined through Organic Residue Analysis

Archaeological ceramic potsherds have become a valuable source of information on the diets and economies of our ancestors. They reveal to us information not just by their shape and place of excavation but also by residues, which are sometimes hidden in the porous ceramic walls. Extraction and identification of these residues are all the more important as we have no complete archaeobotanical or archaeozoological information from an excavated site. This was also the case of the well-known LBK and STK Neolithic site of Bylany (Kutná Hora, CZ). Ceramic potsherds from different phases of the Bylany LBK settlement were sampled in order to create functional categories of differently shaped vessels from different households and also to explore vessel function and animal management at the site over a broader time horizon.

Veronika Brychová, Ústav mléka, tuků a kosmetiky, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, adresa: Technická 3, 166 28 Praha 6, e-mail: veronika.brychova@vscht.cz

Vladimír Filip, Ústav mléka, tuků a kosmetiky, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, adresa: Technická 3, 166 28 Praha 6, e-mail: filip@vscht.cz

Jan Kyselka, Ústav mléka, tuků a kosmetiky, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, adresa: Technická 3, 166 28 Praha 6, e-mail: jan.kyselka@vscht.cz