

Jaroslav Pavelka
Jiří Orna

Výsledky analýzy potravinových zbytků na pozdně středověké keramice z Plzně

Abstract:

We analyzed archaeological food remains preserved mostly in the form of organic and carbonized remains on the pottery from the 13th – 15th century. Commercial tests for analyses of protein allergens in cooked food were used for detections of the food remains. We were able to determine some kinds of food. Damp acid conditions in cesspools probably caused damage of proteins in food remains. The results were thus less significant in comparison to other localities. Nevertheless, our results revealed that, for example, all milk we identified on the pottery from Plzen city was a goat milk in this time period. Our results suggests that goat milk made more important part of dairy products consumption than cow milk in late Middle Age Plzen city.

Keywords: food remains, pottery, imunodetection, ELISA

Klíčová slova: zbytky potravin, keramika, imunodetekce, ELISA

1. Úvod

V letech 1963 až 1993 proběhl v Plzni archeologický průzkum více než 110 odpadních jímek a zasypaných studen. Nálezy získané z těchto objektů je možné označit za výjimečné doklady každodenního života ve středověkém a raně novověkém královském městě.

K představě o složení jídelníčku někdejších obyvatel Plzně nám dosud sloužily pouze výsledky vzešlé z analýz botanických makrozbytků a osteologického materiálu z prozkoumaných jímek (Frýda 1981; Schneiderwinklová a kol. 2008; Sůvová 2006, 2007). Z těchto objektů se také podařilo získat více než 1100 nádob určených pro přípravu stravy nejrozšířenějším způsobem v období středověku, tedy vařením. Jedním z důvodů, proč tyto nádoby končily jako neužitečný odpad, bylo jejich znehodnocení připálením vařeného pokrmu. Tím vznikly více či méně makroskopicky viditelné zbytky přiškvařené potravy na vnitřních i vnějších stranách stěn nádob. K jejich zachování zřejmě přispěl také poměrně porézní a hrubý materiál plzeňské keramiky. Ty nejtransparentnější exempláře (obr. 1 A, B) pak byly vybrány pro testování nové metody detekce potravinových zbytků (Pavelka a Vařeka 2008).

Nalezené zbytky potravin by měly být analyzovány se stejnou pečlivostí jako samotná keramika, protože mohou výrazně rozšířit naše znalosti o účelu keramiky a z větších souborů vzorků si lze udělat přibližnou představu o způsobu stravování na určité lokalitě, a tak významně rozšířit okruh našich znalostí o minulosti.

V archeologicky zachovaných malých vzorcích prošlých dlouhodobě vysokou teplotou není prakticky možné zachování DNA v použitelném stavu, avšak proteinové struktury je možno rozlišit a zaznamenat, zvláště pokud je testování zaměřeno na jejich denaturované či termostabilní formy.

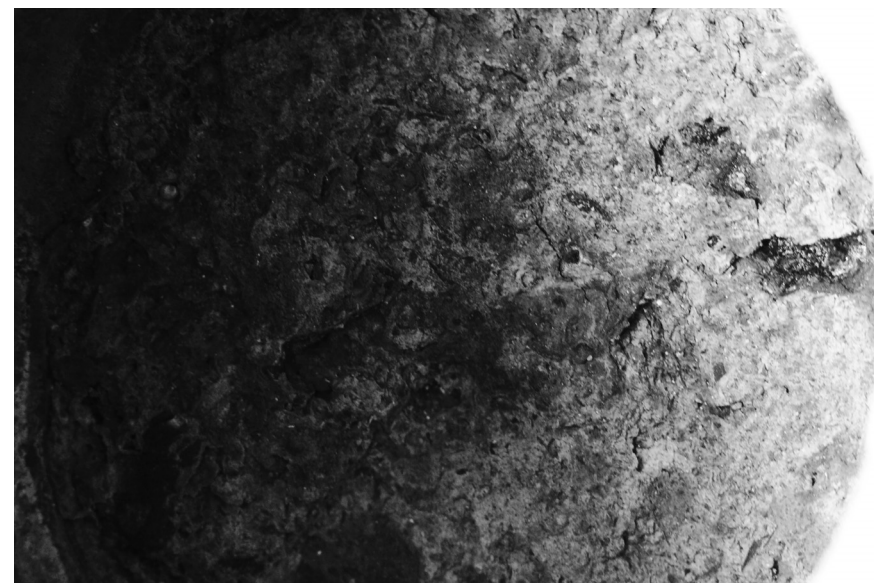
Navázali jsme na výzkum Pavelka a Vařeka (2008) dalšími odběry, náš materiál však nevykazoval takový stupeň karbonizace jako předchozí vzorky a také nešlo o vzorky bezprostředně po exkavaci jako v předchozích případech (Pavelka a Vařeka 2008), proto bylo dalším cílem prověřit metodiku na poněkud odlišném materiálu.

Námi použitá metodika je založena na RAPID 3-D™ testech vyvinutých firmou Tepnel (<http://www.tepnel.com/>), a ve speciálních komerčních ELISA¹ kitech² od téže firmy. Tyto testy jsou založené na reakci substrátu a protilátky a jedná se o precizně kalibrované garantované reakce, které jsou určeny pro testování alergenů³ tzn., že zachycují i nepatrné kontaminace nežádoucích proteinů v potravinách a to jim dává potřebnou citlivost i pro detekci dochovaných archeologických zbytků.

1) ELISA – z angl. Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay, je jednou z nejpoužívanějších imunologických metod sloužících k detekci protilátek. Metoda funguje na bázi imunoenzymatické reakce a lze s ní rovněž detekovat i antigen. ELISA využívá dvou základních vlastností imunoglobulinů. Za prvé je to schopnost proteinů (tedy imunoglobulinů) vázat se na povrch umělých hmot (např. polystyrenu) a v druhé řadě pak schopnost vázat enzymy na Fc fragmenty (viz protilátka) imunoglobulinových molekul.

2) Kit – komerčně vyráběná sada určená pro některý určitý postup, nebo analýzu.

3) Alergen – je antigen, který je schopen u vnímavých jedinců vyvolat patologickou imunitní reakci – alergii.



Obr. 1 A,B – Ukázka transparentních zbytků na plzeňské keramice (A – vzorek č. HA 14103; B – vzorek č. HA 20656)

Obvyklý problém při podobných testech prováděných v minulosti na archeologickém materiálu byly tzv. cross-reakce⁴, jejichž následkem docházelo někdy k falešně pozitivním výsledkům (Child and Pollard 1992, Brandt et al. 2002). Tyto cross-reakce vznikají mezi protilátkou a jinými antigeny než jsou specifické cíle, proti kterým byly protilátky vytvořeny. To se děje u proteinů v archeologickém materiálu především díky fyzikálním, chemickým a biologickým vlivům v půdě a také byla zaznamenána pozitivní reakce u buněčných povrchů některých půdních bakterií (Child and Pollard 1992, Brandt et al. 2002). To však platí ve zvýšené míře u ELISA reakcí vyvinutých na čerstvé vzorky a pak použitých na archeologický materiál. Nicméně u námi použitého kitu je takové riziko menší. Zde detekce počítá s identifikací zkoumané látky v potravinách, které jsou různě, zejména tepelně, upravovány. Tyto změny však vlastní identifikaci neohrožují (viz Björklund et al 2001). Zaměření na termostabilní druhově specifické proteiny s širokým zastoupením (v tkáních, kostech, krvi a pod.) by mělo zajistit dostatečnou průkaznost testů.

Pokud se analyzují zbytky potravin, používá se v současnosti obvykle plynová chromatografie a hmotnostní spektrometrie (GC-MS; Gas chromatography-mass spectrometry) (Oudemans a Boon 1991, Craig et al 2004), případně kombinace plynové chromatografie a elektronové ionizace (GC-EI; Gas chromatography-electron impact) (Salvini et al. 2008). Některé organické markery⁵ mohou být tímto způsobem určeny jako zvířecího původu, zatímco jiné jsou typické pro rostliny, nebo vznikají jako biodegradční produkt zeleniny (Salvini et al. 2008). Tyto metodiky jsou použitelné i na vzorky testované i této studii, ale tyto analýzy jsou v našich podmínkách obtížněji dostupné a mnohdy i finančně náročnější.

Výhodou námi použitých metod je jejich snadná dostupnost a proveditelnost i pro technický personál, vyhodnocení velkého množství vzorků v krátkém čase a relativní levnost oproti jiným metodám. Nevýhodou je větší množství vzorku (asi 5 mg pro pět analýz). Zatímco pro hmotnostní spektrometrii postačí méně materiálu (20–30 µg) (Oudemans a Boon 1991). Testy zachycují i denaturované⁶ specifické proteiny, a tak i dost

4) Cross-reakce – v tomto případě nespecifické reakce mezi antigenem a protilátkou vedoucí k zdánlivě pozitivnímu výsledku.

5) Marker – některá specifická součást proteinu, nebo DNA, která slouží jako jakási značka.

6) Denaturace proteinů – změna terciální struktury. Terciální struktura spočívá v tom, že dlouhé řetězce aminokyselin jsou stočeny do prostorových struktur, které připomínají klobíčka. V potravinách přichází v úvahu prakticky pouze fyzikální denaturace vlivem zvýšených teplot, (při přípravě nebo záhřevu pokrmů).

vysoká míra karbonizace⁷ vzorku není na překážku. Komerčně vytvořené a kalibrované testy jsou dle našeho názoru výhodnější pro široké použití, než testy jednorázově vyvinuté a zkoušené v různých detekcích v archeologii v devadesátých letech.

Na vybraných vzorcích jsme testovali gluten (přítomnost obilnin), kasein (hlavní mléčný protein), a také byla ELISA testem zjišťována přítomnost termostabilních proteinů specifických pro domácí zvířata. Podobně bylo pomocí ELISA testu na β-laktoglobulin prováděno určení, zda jsou mléčné produkty od skotu nebo koz či jsou jiného původu, (mléčné produkty do druhů např. hmotnostní spektrometrií není možné rozlišit).

2. MATERIÁL A METODY

2.1. Vzorky

Jak už bylo uvedeno, pro první fázi testování došlo k výběru nádob s prokazatelně dochovanými zbytky přiškvařené potravy. Testováno bylo 16 nádob, (datace viz níže) (tab. 1). Všechny nádoby pocházejí ze zásypu objektů, které byly označovány za studny, druhotně využitě následkem ztráty či zhoršení kvality vody jako odpadní a fekální jímky. Řada z těchto objektů však byla zřejmě k tomuto účelu určena primárně.

Výplně měly vesměs charakter tmavého, páchnoucího a mokrého materiálu fekálního původu (Frýda 1982, 1982a, 1983 1970, Kuttan 1983, Nechvátal 1976).

Parcely, na kterých byly nálezy s dochovanými makrozbytky zachyceny, nám poměrně zdařile vzorkují území královského města. Jsou zde nálezy z náměstí, parcel v blízkosti hradeb (Dřevěná 6, Solní 18) či kláštera (Františkánská 5) a židovského ghetta (Solní 18) (obr. 2).

Nádoby lze chronologicky zařadit do poměrně širokého časového období od přelomu 13. a 14. století do sklonku 15. století. Vzhledem k uvedenému časovému rozptylu lze zjednodušeně konstatovat, že se jedná o typickou plzeňskou tenkostěnnou neglazovanou keramiku, tvrdě redukčně pálenou do odstínů šedé barvy.

Hlavní skupinu zkoumaných nádob tvořily hrnce malých a středních velikostí, měřitelný objem se pohyboval mezi 550 a 2710 ml. Výjimkou v souboru pak byl džbán, který byl zřejmě také využit při tepelném zpracování potravy.

7) Karbonizace – zuhelnění – zahřívání organických látek za nepřístupu vzduchu, při nedostatečné oxidaci dochází k přeměně organické hmoty

Tab. 1.

inv. číslo	typ nádoby		lokalita	datace	druh objektu	gluten	kasein	pokud byl kasein pozitivní		živočišné proteiny	původ živočišných proteinů
	výška (mm)	objem (ml)						skot/β LG	koza IgA		
HA14103	D	X (172)	Plzeň čp. 105, nám. Republiky 12, studna 1	2. pol. 14. st.	?						
HA17573	H	2710	Plzeň čp. 262, Solní 18, studna 1	pol. 14. st.	•						
HA20239	H	X (125)	Plzeň čp. 119, Františkánská 5, studna 4	pol. 14. st.	•						drůbež
HA20270	H	1060	Plzeň čp. 119, Františkánská 5, studna 2	1. pol. 14. st.	•						
HA20656	H	X (148)	Plzeň čp. 103, Dřevěná 6, studna 1	2. pol. 14. st.	?						
HA20908	H	890	Plzeň čp. 75, Rooseveltova 6, studna 1	pol. 14. st.	•						prase
HA20917	H	X (174)	Plzeň čp. 75, Rooseveltova 6, studna 1	pol. 14. st.	•						
HA20931	H	820	Plzeň čp. 75, Rooseveltova 6, studna 1	2. pol. 14. st.	•						drůbež
HA20952	H	X (140)	Plzeň čp. 198, Sedláčkova 12, studna 2	pol. 14. st.	•						
HA26002	H	810	Plzeň čp. 9, Rooseveltova 7, studna 1	pol. 14. st.	?						prase a drůbež

HA26048	H	1080	Plzeň čp. 87, Pražská 14, studna 1	1. pol. 15. st.	?						
HA27354	H	X (98)	Plzeň čp. 207, Riegerova 3, studna 1	14./15. st.	?						
HA27747	H	1180	Plzeň čp. 137, nám. Republiky 23, studna 1	13./14. st.	?						
HA28089	H	1440	Plzeň čp. 289, Dominikánská 2, studna 1	2. pol. 14. st.	•						
HA28106	H	X (129)	Plzeň čp. 140/141, Smetanova 3/5, studna 1	konec 15. st.	•						drůbež
HA28600	H	550	Plzeň čp. 30, Veleslavínova 32, studna 1	1. pol. 15. st.	?						

Tab. 1. – Výsledky testů na konkrétní keramice charakterizované identifikačním číslem v muzejní sbírce


Vysvětlivky


H hrnec


D džbán


X neměřen

• odpadní (fekální?) jímka

 negativní výsledek

 pozitivní výsledek

 slabě pozitivní

 na hranici detekovatelnosti (možná jen nespecifická reakce)



Obr. 2 – Vyznačení polohy parcel se zkoumanými nálezy v rámci historického jádra města Plzně

2. 2. Testovací sady

Použité soupravy byly založeny na detekci pomocí protilátek a pocházely od společností Tepnel BioSystems (www.tepnel.com). Přítomnost glutenu indikoval Biokits Rapid 3-D Gluten Test. Odebraný vzorek z keramiky byl rozpuštěn v roztoku, který byl součástí dodaného testovacího kitu a gluten pak reagoval s jemu odpovídajícími pevně uchycenými monoklonálními protilátkami⁸ specifickými pro omega gliadin⁹. Pozitivní test se projevil specifickými zabarvenými pruhy. Tímto způsobem je možno dokázat přítomnost těchto obilnin: pšenice tvrdá (*Triticum durum* Desf.), Triticale ozimé (*Triticum aestivum* x *Secale cereale*), žito seté (*Secale cereale* L.) a ječmen obecný (*Hordeum vulgare*) avšak nikoliv oves setý (*Avena sativa*). Obdobným způsobem lze detekovat kasein pomocí Biokits Rapid 3-D Casein Test Kit, a tedy i přítomnost mléčných produktů ve vzorku. Kasein je přirozenou součástí mléka, kde představuje 80% mléčných proteinů. Také v tomto případě je detekce založena na reakci kaseinu s jemu odpovídající protilátkou.

Identifikace živočišných proteinů domácích zvířat se na zpracovávaných vzorcích provedla za pomoci *BioKits* (Cooked) Species Identification Kits (Tepnel), kde je možné rozlišit proteiny specifické pro hovězí, vepřové, drůbeží a ovčí bílkoviny. Tento test se provádí na mikrotitračních destičkách testem ELISA a využívá protilátku proti termostabilním druhově specifickým svalovým proteinům. Jedná se o nekompetitivní sendvičový typ testu, kde se pozitivní reakce zabarví. Protože test není primárně určen na kvantitativní rozlišení, (jen na kvalitativní), určovali jsme v tomto případě pouze, zda reakce byla silná či slabá a negativní.

Podobně testy pro určení, zda jsou mléčné produkty od skotu či nikoliv, se prováděly pomocí *BioKits* BLG (β-Lactoglobulin) Assay kit, kde se výsledek určoval na titrační destičce. Zde však šlo o poněkud odlišný ELISA kompetitivní test, kde se projeví specifickým zabarvením negativní reakce.

Přítomnost kozího mléka byla testována kitem od společnosti RIDASCREEN® GIS (R-Biopharm AG, Darmstadt, Germany) (<http://www.r-biopharm.com/>) Product Code R4802. Test je založen na imunologické detekci kozího IgG¹⁰, který je přirozenou součástí kozího mléka.

8) Protilátka (imunoglobulin) je protein, který je schopen jako součást imunitního systému identifikovat a zneškodnit cizí objekty (bakterie a viry) v těle. Protilátky jsou nositeli humorální imunity. Reakce protilátek s antigenem je základem všech sérologických metod využívaných jak v humánní tak veterinární medicíně

9) Omega gliadin je protein obilnin a bývá uváděn jako hlavní obilní alergen

10) IgG – imunoglobulin třídy G

Testovací sady byly prověřeny na současných známých potravinových vzorcích, které byly karbonizovány a na šest měsíců zakopány ve vlhké zemi v obci Úlice u Plzně na kusu recentní keramiky.

2. 3. Princip a technologie použitých testů.

ELISA: specifické protilátky jsou přichyceny na dně jamek mikrotitrační destičky a jsou schopny zachytit odpovídající proteiny ze vzorku, tato reakce je pak zviditelněna pomocí přidané biotinylované¹¹ druhově specifické protilátky a řady promývacích a barvicích kroků. Pozitivní reakce se vyznačuje žlutým zabarvením, podobně jako pozitivní kontrola, zatímco negativní kontrola se nezbarvuje, nebo jen velmi mírně. Při vyhodnocování je možná vizuální nebo spektrofotometrická detekce¹². V našich měřeních byla použita detekce na spektrofotometru. Měření bylo prováděno na ELISA readeru VERSAmax™ (Molecular Devices).

Rapid 3-D: Protilátky jsou pevně uchyceny na podkladu a rozpuštěné proteiny v pufru¹³ k nim vzlínají z detekční jamky, dojde k reakci a po krátké době se zobrazí určité pruhy. První pruh označuje, zda metoda byla provedena úspěšně, a dva další pruhy podle zobrazení ukazují žádnou, nízkou nebo vysokou úroveň detekce.

2. 4. Příprava vzorků

Vzhledem k omezenému množství materiálu byly vzorky připraveny poněkud odlišně od instrukcí výrobce, avšak už ověřeným způsobem (Pavelka a Vařeka 2008). Odebraný vzorek (cca desetiny či tisícin gramu) byl nejmenno rozdrcen v plastické zkumavce (Eppendorf) a smíchán s 200–400 µl destilované H₂O, (nebo fyziologického roztoku) a použit k dalším analýzám. 30 µl vzorku bylo smícháno s 170 µl pufru *Biokits Rapid 3-D*. Vzorek s pufrům byl 10–30 min inkubován v pokojové teplotě, během této doby bylo prováděno minimálně třikrát intenzivní třepání pomocí vortexu (cca 1 min). Pro testování kaseinu a glutenu byla nejdříve vytvořena směs ze dvou příslušných pufrů předepsaná výrobcem, která je nutná pro detekci kaseinu, a z ní bylo použito 170 µl.

11) Biotinylace je proces vazby biotinu (vitamin H) k molekule proteinu pomocí NH₂ skupiny

12) Spektrofotometry – přístroje, které umožňují měřit část absorpčního spektra v určitém úseku vlnových délek, přičemž monochromatické světlo prochází vzorkem. Většinou se pracuje s roztoky, které se plní do standardních kyvet s optickou dráhou 1 cm.

13) Pufr (z německého Puffer, „nárazník“; též ústojný roztok) (angl. buffer) je konjugovaný pár kyseliny a nebo zásady, který je schopný udržovat v jistém rozmezí stabilní pH po přidání silné kyseliny či zásady do systému.

Do detekční jamky, která se normálně vnoří celá do roztoku, bylo rychle z obou stran napipetováno po cca 100 + 100 µl směsi vzorku a pufru.

V případě ELISA testu (BioKits – cooked species identification test kit) bylo použito 100 µl vzorku s 400 µl slané dest. vody (koncentrace dle pokynů výrobce) a vzorek byl 10–30 min inkubován v pokojové teplotě. Během inkubace bylo prováděno minimálně třikrát intenzivní třepání pomocí vortexu (cca 1 min). U ELISA cooked species identification testu bylo použito vždy 100 µl směsi do každé testovací jamky na mikrotitrační destičce ve shodě s pokyny výrobce.

Pro BioKits βLG (β-laktoglobulin) byla použita obdobná příprava vzorků, ale celkově pro ředění vzorku stačilo pro jednu analýzu 100 µl destilované H₂O, protože šlo o jeden test v jedné jamce, kde se stanovovala přítomnosti či nepřítomnosti β-laktoglobulinu skotu.

Podobně při přípravě vzorků pro test na koží IgG byl rozdrcený vzorek rozpuštěn ve 100 µl destilované H₂O, ale nikoliv v poměru 1:200 jako u recentních vzorků jak předepisuje výrobce, ale podle množství vzorku v poměru přibližně 1:10, nebo 1:5.

Vzhledem k unikátnosti a omezenému objemu vzorků je mnohdy pro ELISA testy vhodný roztok, či pufr se vzorkem použit postupně pro více analýz.

3. Výsledky a diskuse

Přes pravděpodobně dlouhodobé skladování některých nádob se zbytky potravin a nevhodný nebo žádný způsob konzervace potravních zbytků se podařilo identifikovat některé složky původních potravin. Ve čtyřech případech byl slabě a jednou velmi slabě (čís. vz. HA28600) identifikován gluten, který dokládá obilniny (Tab.1). Kasein svědčící o zastoupení mléčných produktů byl identifikován ve třech případech, test na beta laktoglobulin skotu se ukázal ve všech případech negativní a naopak vždy byl pozitivní test na koží imunoglobulin. Tento test je vysoce citlivý a specifický a zaznamenané reakce byly silné. Přítomnost kožího mléka je proto vysoce pravděpodobná. Pomocí testu na termostabilní proteiny byla ve čtyřech případech identifikována drůbež, jednou společně drůbež a prase a jednou samotné vepřové. Je zajímavé, že tam, kde byly identifikovány živočišné proteiny, nebyly nalezeny stopy po mléku nebo obilninách. V zásadě tak můžeme uvažovat o specifickém použití nádob pro odlišné potravní účely. Vzhledem k tomu, že u každé nádoby byla identifikována jen jedna potravina, je obtížné charakterizovat konkrétní kuchařský výrobek, jehož pozůstatek je v dané nádobě. V případě více složek je vystopování snažší, např. určité maso s menší koncentrací mléka a obilních proteinů napovídá, že pravděpodobně šlo o maso v mléčné omáčce, nálezy jen jediné složky to neumožňuje.

Testovali jsme nekarbonizované zbytky potravin, které pocházely z očištěných nádob z depozitáře. Ve studii Pavelka a Vařeka (2008) byly naproti tomu analyzovány karbonizované zbytky potravin odebrané brzy po vyjmutí nádob z místa nálezu, navíc v tomto případě zbytky potravin nebyly záměrně myté.

Tyto aproximace narazily na potíže se slabšími reakcemi prakticky ve všech případech, na rozdíl od předchozích identifikací (Pavelka a Vařeka 2008, Pavelka a kol. 2010). Vlastního materiálu pro analýzu bylo u každého vzorku nadbytek, proto není příliš pravděpodobné, že ve vzorku bylo původně proteinů málo, spíše to svědčí o narušení všech proteinů ve vzorku. Menší množství vzorků i u podstatně starších (pravěkých) nádob dalo v předchozích experimentech s karbonizovanými potravinovými zbytky mnohem přesvědčivější a jednoznačnější výsledky (Pavelka a Vařeka 2008). Je možné, že ve vlhkém prostředí jímký jsou z nekarbonizovaných zbytků více vymývány některé proteiny včetně těch, které jsou používány na testy.

Také vzhledem k tomu, že se jedná o vzorky z nádob, které jsou už delší dobu v depozitáři a není jasné jak byly ošetřeny, je zde možnost poškození detergentem, případně došlo k vmytí klíčových proteinů pro detekci. Jedná se o další odlišnost nyní zpracovávaných vzorků, předchozí soubory s výraznými reakcemi pocházely z nedávno vyjmutého materiálu (Pavelka a Vařeka 2008).

Pokud akceptujeme hypotézu o menším množství testovaných proteinů ve vzorcích, můžeme spekulovat o druzích a typech původních potravin podobně jako v případě karbonizovaných zbytků (Pavelka Vařeka 2008). Vždy je však potřeba brát v úvahu, že vypovídací hodnota a přesnost je menší než u více zuhelnatělých zbytků. Nicméně určitou představu o jídelníčku z celého souboru je možné utvořit. Čtvrtinu představovala bezmasá strava založená na mouce a vodě, v jednom případě s kozím mlékem. V tom je situace podobná souboru z měšťanských parcel Nového Města pražského (2. polovina 14.–15./16. století), kde také nebylo zaznamenáno mléko od krav (Pavelka a Vařeka 2008). Kozí mléko bylo také zaznamenáno dvakrát samostatně, snad jako tekutina, která se vařila, což je pravděpodobné zvláště v jednom případě, kdy šlo o džbáněk (Tab. 1; HA14103). Tyto výsledky spolu s předchozími (Pavelka a Vařeka 2008) naznačují, že v měšťanských domácnostech zřejmě převažovalo kozí mléko. Mléko kravské zatím v tomto prostředí nenalezené bylo asi používáno méně.

U nalezených drůbežích proteinů v několika vzorcích z různých nádob se nabízí více možností původního použití, ale nejpravděpodobnější interpretace bude zřejmě vařené nebo dušené maso. Z kontextu usuzujeme, že pokud bylo v nějaké omáčce, tak pravděpodobně nebyla na mléčném základě. Společně se drůbežími proteiny byly jedenkrát identifikovány proteiny z vepřového masa, (nedá se však vyloučit ani nějaký vývar z kostí). U některých vzorků nebylo možné detekovat našimi testy žádnou potravinu. Pokud se v těchto případech jedná o zbytky potravin, tak nemůžeme vyloučit že se jedná výlučně o zeleninu, kterou naše testy dosud neidentifikují. Z nedostatku financí nebyly provedeny testy na vaječné proteiny jako v dřívějších analýzách (Pavelka a Vařeka 2008).

V budoucích testech by bylo nutné se zaměřit na karbonizované i nekarbonizované potravní zbytky z konkrétních jímek a porovnat je mezi sebou. Mohlo by to pak

představovat určité vodítko pro stanovení důvodů slabých reakcí. Pokud by se objevily průkazné rozdíly, mohlo by srovnání chemického složení jímek naznačit příčinu odlišného stupně reakcí.

Analýza potravinových zbytků na pozdně středověkých nádobách z Plzně přinesla poměrně skromná zjištění. Původně mělo na tuto zjišťovací část navázat testování zbytků v rámci celých nálezových souborů, které by umožnily sledování vztahů technologických, tvarových a objemových charakteristik nádob k připravovaným potravinám a sledování využití nádob v kuchyni a na stole (Pavelka a Vařeka 2008, 107).

4. Závěry a výhledy

Porovnávání výsledků z jednotlivých souborů mohlo ukázat odlišnou skladbu potravy v různém sociálním prostředí.

Jak se však zdá, momentálně bude důležitější zjistit příčinu marginálních výsledků tohoto testu. Určitým vodítkem by mohlo být prostředí, v němž se nádoby s makrozbytky několik set let nacházely. Fekální charakter výplně jímek mohl determinovat možnost dochování původního složení makrozbytků, protože v předchozích testech (Pavelka a Vařeka 2008, Pavelka a kol. 2010) se jednalo o suché zbytky bez ovlivnění fekáliemi. Tento fakt by pak výrazně snižoval možnost zkoumání potravinových zbytků na dřevěných nádobách, které se v plzeňském prostředí dochovaly zejména díky specifickému prostředí odpadních jímek, kde jednak nejsou zbytky karbonizovány, ale především by tam byly podstatné proteiny pro detekci poškozeny či vyplaveny.

Je možné, že nejen v případě DNA, ale i proteinů platí, že u vzorků z depozitáře se snižuje množství biologických makromolekul, ať již degradací ve vyšší teplotě, nebo způsobu ošetření v minulosti. Také jako u všech podobných analýz je důležité, v jakých podmínkách byl materiál uložen, protože ve vodním, či vlhkém prostředí mohou být klíčové makromolekuly odplaveny, nebo hydrolyzovány. Pro pochopení procesů vlivů prostředí na proteiny by bylo vhodné se v dalších výzkumech zaměřit na stanovení chemických parametrů v jednotlivých jímkách.

Literatura

- Brandt, E., Wiechmann, I., Grupe, G., (2002): How reliable are immunological tools for the detection of ancient proteins in fossil bones? *International Journal of Osteoarchaeology* 12, 307316
- Björklund, E., Pallaroni, L., Von Holst, Ch., Unglaub, W. (2001): Method of determination of appropriate heat treatment of animal meal by immunoassay developed for detection of cooked beef: Interlaboratory study. *Journal of AOAC International* 84: 1839–1835
- Craig, O.E., Love, G.D., Isaksson, S., Taylor, G., Snape, C.E. (2004): Stable carbon isotopic characterisation of free and bound lipid constituents of archaeological ceramic vessels released by solvent extraction, alkaline hydrolysis and catalytic hydrolysis. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* : 71(613–634)
- Child, A. M., and Pollard, A. M., (1992): A review of the applications of immunochemistry to archaeological bone. *Journal of Archaeological Science*, 19: 39–47.

Výsledky analýzy potravinových zbytků na pozdně středověké keramice z Plzně

Jaroslav Pavelka a Jiří Orna

Frýda, F. (1970): Plzeň čp. 140/141, Smetanova 3/5, studna 1. Nálezová zpráva v archivu odd. starších dějin ZČM v Plzni, čj. 65.

Frýda, F. 1981: Hmotná kultura středověkého města na základě výzkumu zasypaných středověkých studní v Plzni. Rkp. diplomové práce na odd. pravěku katedry obecných dějin FF UK Praha.

Frýda, F. (1982): Plzeň čp. 75, Rooseveltova 6 studna 1. Nálezová zpráva v archivu odd. starších dějin ZČM v Plzni, čj. 188.

Frýda, F. (1982a): Plzeň čp. 211, Sedláčkova 12 studna 2. Nálezová zpráva v archivu odd. starších dějin ZČM v Plzni, čj. 183.

Frýda, F. (1983): Plzeň čp. 289, Dominikánská 2 studna 1. Nálezová zpráva v archivu odd. starších dějin ZČM v Plzni, čj. 189.

Kuttan, V. (1983): Plzeň čp. 119, Františkánská 5. Nálezová zpráva v archivu odd. starších dějin ZČM v Plzni, čj. 159.

Nechvátal, B. (1976): Středověká studna v Plzni – Solní ulici. Archeologické studijní materiály 12. Praha.

Oudemans, T.F.M., Boon, J.J. (1991): Molecular archaeology: analysis of charred (food) remains. from pre-historic pottery by pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*: 20 (197–227)

Pavelka J., Vařeka P. (2008): Příspěvek k poznání stravy ve vrcholném a pozdním středověku: první výsledky analýzy potravinových zbytků na keramice z archeologických výzkumů. *Kuděj*, 10 (2) (98–109).

Pavelka, J., Kovačiková, L., Šmejda, L. (2010): The determination of domesticated animal species from a Neolithic sample by ELISA test. *Comptes Rendus Palevol*, 10 (1) (61–70).

Piperno, D.R., Weiss, E., Holst, I. (2004): Processing of wild cereal grains in the Upper Palaeolithic revealed by starch grain analysis *Nature*: 430 (670–673).

Salvini, L., Pecci, A., Giorgi, G. (2008): Cooking activities during the Middle Ages: organic residues in ceramic vessels from the Sant'Antimo Church (Piombino-Central Italy). *Journal of Mass Spectrometry*: 43 (108–115)

Schneiderwinklová, P., Kostrouch, F., Sůvová, Z., Kočár, P., Kočárová, R., Kyncl, T., Klozar, A., Petr, L. (2008): Raně novověká studna z Plzně, Perlové ulice – výpověď archeologických a environmentálních pramenů. *VSA* 2/08, (175–196).

Sůvová, Z. (2006): Archeozoologická analýza materiálu ze tří pozdně středověkých studen v Plzni. 255–260 In: *Ve službách archeologie VII*. MVS Brno, SAV Nitra.

Sůvová, Z. (2007): Archeozoologické nálezy z pozdně středověké jímky v Perlové ulici v Plzni (metodické zastavení). pp. 148–153 In: *Sborník Západočeského muzea v Plzni. Historie XVIII*.