

Stav izotopových výzkumů stravy, rezidenční mobility a zemědělského hospodaření populace Velké Moravy (9.–10. století)

Current stage of isotopic research on diet, residential mobility and agricultural practices of the Great Moravian population (9th–10th century AD)

Sylva Drtikolová Kaupová – Zdeněk Vytlačil – Lenka Kovačiková –
Michaela Látková – Lumír Poláček – Petr Velemínský

Příspěvek souhrnně představuje a propojuje výsledky dosavadních izotopových studií populace Velké Moravy, především obyvatel mikulčické aglomerace, zaměřených na rekonstrukci stravy, migraci, ale i způsoby zemědělského hospodaření ve sledované oblasti. Interpretuje i doposud nepublikovaná data vypovídající o stravě jedinců pohřbených v interiérech mikulčických kostelů (n = 10) a o rezidenční mobilitě jedinců z Mikulčic se specifickými hrobovými přídávky (n = 33). Prezentuje i zpřesněné kvantitativní modely rekonstrukce stravy mikulčické populace s využitím dodatečně publikovaných dat obiliek nalezených v různých částech mikulčické sídelní aglomerace. Závěrečná část se věnuje oblastem možného budoucího výzkumu.

raný středověk – izotopová analýza – strava – mobilita – zemědělství – uhlík – dusík – stroncium

The article summarises and brings together the results of isotopic studies of the population of Great Moravia, mainly of the inhabitants of the Mikulčice agglomeration, focused on the reconstruction of diet, migration, but also methods of farming in the studied area. The work interprets as yet unpublished data on the diet of individuals buried inside the Mikulčice churches (n = 10) and on the residential mobility of individuals from Mikulčice with specific grave goods (n = 33). It also presents precise quantitative models of the reconstruction of the diet of the Mikulčice population using recently published data on grains found in various parts of the Mikulčice settlement agglomeration. The final part is devoted to areas of future research.

Early Middle Ages – isotopic analysis – diet – mobility – agriculture – carbon – nitrogen – strontium

1. Úvod

Analýza stabilních izotopů se prosazovala mezi nástroje bioarcheologie již od 80. let minulého století. Bez nadsázky pak lze říci, že od počátku jednadvacátého století se stává rutiní metodou při výzkumu stravy či rezidenční mobility minulých populací (pro shrnutí viz např. *Lee-Thorp 2008*). V českém prostředí však – jako ostatně i v širším kontextu střední a východní Evropy – tento typ analýz dlouho stál na okraji odborného zájmu. Do širšího povědomí české odborné veřejnosti jej poprvé zapsal tým prof. Smrčky (*Price et al. 2004; Smrčka et al. 2005; 2008a; 2008b; 2007; 2008c*). Ojediněle byly také české lokality zahrnuty do širších studií zahraničních autorů (*Bickle 2018; Bickle et al. 2014; Le Huray – Schutkowski 2005; Richards et al. 2008*). Až na několik málo výjimek se však tyto práce zaměřovaly na ojedinělé případy či menší soubory z jednotlivých lokalit (mimo výše zmíněné např. *Kovačiková et al. 2012; Salaš et al. 2012*).

Roku 2012 byl zahájen a následně systematicky prohlubován izotopový výzkum zaměřený na různé aspekty stravy a původ populace Velké Moravy i na hospodaření s rostlinami a zvířaty. Jeho výsledky byly postupně prezentovány formou řady příspěvků v odborných periodících (*Drtikolová Kaupová et al. v tisku; Halffman – Velemínský 2015; Jílková et al. 2019; Kaupová et al. 2014; Kaupová et al. 2018; Kovačiková et al. 2022; Látková et al. v tisku; Macháček et al. 2021a; Vytlačil et al. 2021*) či jako součást širších monografií (*Milovský 2020; Velemínský et al. 2021*). Doposud však chyběla ucelená syntéza dosažitelných výsledků, která je přitom nezbytným předpokladem pro formování podložených hypotéz pro další výzkum.

2. Základní principy izotopové analýzy využívané v archeologii

Izotopová analýza stravy i rezidenční mobility minulých populací funguje na základním principu „jste to, co jíte“, kdy izotopové hodnoty organismu odrážejí izotopové složení jeho potravy. Zpětně tak můžeme rekonstruovat některé vlastnosti prostředí, z něhož pochází potravní zdroje jedince i zastoupení jeho základních – izotopově odlišných – skupin potravy. Nejčastěji je prostřednictvím izotopové analýzy prováděn rozbor složení stravy, přičemž se obvykle používá kombinace hodnot stabilních izotopů dusíku ($\delta^{15}\text{N}$) a uhlíku ($\delta^{13}\text{C}$) obsažených v organické složce (kolagenu) kosti, případně zubu (pro více informací viz např. *Lee Thorp 2008*).

Vzhledem k odlišnému zdroji uhlíku u organismů žijících v mořském, respektive suchozemském prostředí (hydrogenuhlíčitany rozpuštěné v mořské vodě versus atmosférický oxid uhličitý), pozorujeme u mořských organismů – a jejich konzumentů – zvýšené hodnoty stabilních izotopů uhlíku. Pro rekonstrukci stravy ve střední Evropě je však důležitější izotopový rozdíl mezi základními skupinami rostlin podle typu fixace CO_2 při fotosyntéze. Většina rostlin mírného pásma, včetně pšenice a dalších kulturně pěstovaných obilovin, patří mezi takzvané C_3 rostliny, vykazující relativně nízké hodnoty stabilních izotopů uhlíku ($\delta^{13}\text{C}$). Oproti tomu hodnoty $\delta^{13}\text{C}$ u C_4 rostlin, které jsou primárně adaptovány na suché a teplé klima, a velmi málo diskriminují izotop ^{13}C , jsou vyšší. Z kulturních plodin patří mezi C_4 rostliny např. kukuřice a cukrová třtina, v kontextu českého pravěku a středověku je pak zásadní C_4 plodinou proso (*Ambrose – Norr 1993; DeNiro – Epstein 1978; Schoeninger – DeNiro 1984*).

Stabilní izotopy dusíku jsou v rekonstrukci potravního chování využitelné díky typickému nárůstu hodnot $\delta^{15}\text{N}$ o 3–5 ‰ na každé úrovni potravního řetězce. To znamená, že rostliny mají v průměru nižší hodnoty než býložravci, kteří se jimi živí. Hodnoty konzumentů druhého řádu (masožravců), jsou pak opět o 3–5 ‰ vyšší než u býložravců. U člověka, stejně jako u ostatních všežravců, tak můžeme odhadnout podíl živočišné versus rostlinné složky ve stravě. Výrazně zvýšené hodnoty stabilních izotopů dusíku pak pozorujeme u vodních organismů a jejich konzumentů (*DeNiro – Epstein 1981; Hedges – Reynard 2007; Minagawa – Wada 1984; Schoeninger – DeNiro 1984*).

Přestože výše zmíněné zákonitosti jsou více či méně globálně platné, při rekonstrukci stravy je třeba mít na paměti, že izotopové hodnoty na všech úrovních potravního řetězce vykazují variabilitu v prostoru a čase, a to vlivem celé řady environmentálních vlivů, jako jsou vlastnosti půdy, zastínění vegetací či klimatické podmínky. Také antropogenní faktory – průmyslové exhalace, ale i agrotechnická opatření jako je hnojení – mohou ovlivnit

izotopové hodnoty na jednotlivých úrovních potravního řetězce (pro více informací viz *Fiorentino et al. 2015; Reitsema et al. 2013*).

Z toho důvodu by izotopová měření lidských vzorků měla být interpretována pouze ve vztahu k souboru rostlin a zvířat, poskytujícímu základní představu o izotopových hodnotách na nižších úrovních potravního řetězce. Nejčastěji jsou pro tento účel využívány zvířecí kosti ze zkoumaných (nebo alespoň časově i místně co nejbližších) lokalit, v poslední době pak stále častěji i zuhelnatělé rostlinné makrozbytky (např. *Fraser et al. 2013; Varalli et al. 2021*). Výše zmíněná variabilita izotopových hodnot konzumovaných zvířat a rostlin však nemusí být spojována pouze s rekonstrukcemi stravy člověka. Umožňuje i řešení specifických otázek týkajících se zemědělství, ať už v rostlinné či živočišné produkci (*Fiorentino et al. 2015; Pilaar Birch 2013; Reitsema et al. 2013*).

Druhou základní aplikací izotopové analýzy v bioarcheologii je pak studium rezidenční mobility, které využívá zejména měření stabilních izotopů stroncia, případně kombinaci izotopů stroncia a kyslíku (např. *Evans et al. 2012*). Princip analýzy mobility pomocí izotopů stroncia vychází primárně z rozdílného zastoupení izotopu ^{87}Sr v geologickém podloží, jehož obsah se běžně uvádí poměrově ve vztahu k dalšímu stabilnímu izotopu, ^{86}Sr (*Bentley 2006*). Stroncium-87 vzniká rozpadem ^{87}Rb , s poločasem přibližně 50 miliard let (*Villa et al. 2015*). Ve starších horninách s vyšším původním obsahem rubidia je proto obsaženo větší množství ^{87}Sr než v horninách mladších nebo s menším původním poměrem Rb/Sr, díky čemuž existuje výrazná variabilita mezi různými geologickými celky (*Bentley 2006; Price et al. 2002*). Následnou erozí geologického podloží je stroncium z hornin uvolňováno a vstupuje do biosféry (*Bentley 2006; Montgomery 2010*). Jeho vyšší atomová hmotnost, na rozdíl od lehkých prvků jako je uhlík či dusík, zamezuje jevům frakcionace. Zastoupení izotopů stroncia je proto v průběhu potravního řetězce neměnné (*Montgomery 2010*). Absorbované stroncium lze z lidských tkání izolovat a změřený poměr $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ srovnat s hodnotami geologického podloží dané lokality. Liší-li se, jedinec s velkou pravděpodobností nepocházel ze studované oblasti. Pro úspěch analýzy je tedy nutné stanovit předpokládané lokální rozmezí $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, jehož přesnost závisí na kvalitě referenčního souboru. Čím větší a pestřejší je referenční soubor, tím přesnější je i stanovené lokální rozmezí. O ideální skladbě referenčního souboru proto stále probíhají debaty (viz např. *Grimstead et al. 2017; Holt et al. 2021; Toncala et al. 2020*). Užívány jsou různé materiály jako vzorky hornin, půdy, vody, schránky měkkýšů, části rostlin, či kosti drobných obratlovců. Výběr každého z nich má však určitá omezení, jako je nemožnost vyloučit antropogenní kontaminace např. průmyslovými hnojivy u moderních vzorků. Jako referenční je proto nejčastěji využíván osteologický materiál fauny, u které se nepředpokládá přílišná mobilita (*Bentley 2006; Evans – Tatham 2004*). Nicméně je nutné vzít v potaz, že i tato zvířata, obzvláště například dobytek, ale i drobní živočichové, mohou být transportováni např. dálkovým obchodem a nemusí mít nutně lokální původ (*Holt et al. 2021*).

Izotopová analýza mobility se provádí ze zubní skloviny. Kostní tkáň se totiž v případě stroncia ukázala jako poměrně náchylná k diagenetickým změnám. Po uložení do země v kosti postupně dochází k nahrazení původního *in vivo* stroncia v bioapatitu půdním stronciem a naměřené hodnoty $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ kosti se srovnají s hodnotami půdy v místě depozice (*Hoppe et al. 2003*). Díky tomu představují lidské kosti alternativní způsob stanovení lokálního rozmezí (*Montgomery 2010*), takové určení nicméně čelí stejnému problému jako v případě využití rostlin nebo drobných živočichů. Stanovené rozmezí bude vypovídat prakticky jen o stronciu dostupném v daném místě, např. na ploše pohřebiště, a může tak

být užší než ve skutečnosti. Zejména v geologicky variabilnějších oblastech nemusí tento způsob vzorkování zahrnout všechny izotopově odlišné oblasti zemědělské produkce a tím pádem ani všechny zdroje stroncia ve stravě studované populace. Naopak zubní sklovina díky své struktuře odolává diagenetickým procesům a je schopná si udržet původní poměr $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ i při dlouhodobé depozici v půdním prostředí (Hoppe et al. 2003). Další vlastností zubní skloviny je, že po dokončení mineralizace korunky již nedochází k její remodelaci (obnově). Hodnoty $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ve sklovině člověka proto vypovídají o prostředí v období její tvorby, tedy během dětství (Evans – Tatham 2004; Slovak – Paytan 2012). Přesné časové rozmezí závisí na analyzovaném zubu a může se pohybovat od narození do ca 2,5 let života u prvních stoliček a mezi 10–12 lety v případě třetích stoliček (Smith 1991). Pomocí analýzy stroncia lze tedy najít případné odlišnosti mezi oblastí pobytu v dětství a místem úmrtí, nebo přesněji místem uložení ostatků. Případná rezidenční mobilita v průběhu života ale zůstane skrytá.

3. Rekonstrukce stravy velkomoravské populace

Z výše uvedených zákonitostí vyplývá okruh základních otázek, na které může izotopová analýza odpovídat. První z nich je v případě velkomoravské populace kvantifikace podílu prosa ve stravě a porovnání jeho významu pro různé skupiny populace. Proso seté (*Panicum miliaceum*) je jednou z kulturních plodin, jejíž nejstarší výskyt byl datován do střední doby bronzové (Kočár – Dreslerová 2010). Následně se stalo oblíbenou plodinou v celém pravěku a mělo pevné a trvalé místo v raně středověkém sortimentu pěstovaných plodin (Hajnalová 1993, 91–92; Kočár et al. 2010). Posoudit jeho význam v jídelníčku zkoumané populace je však relativně problematické vzhledem k tomu, že zpracování a posklizňová úprava prosa se liší od většiny obilovin a luštěnin. Hlavní rozdíl spočívá v nutnosti drčení, nezbytném k uvolnění zrna z plev, které ho pevně obklopují, a v jejich následném oddělení proséváním (Látková 2017, 89). Tyto úpravy byly často prováděny v domácnostech, což může vést k nadhodnocení podílu prosa v archeobotanických souborech (Winklerová 2011).

Dále je možné sledovat vnitropopulační variabilitu v konzumaci živočišných produktů, jejichž podíl ve stravě je v řadě pravěkých, ve větší míře pak středověkých populací spojován se socio-ekonomickým postavením jedince (Czermak et al. 2006; Kjellström et al. 2009; Reitsema – Vercellotti 2012; Yoder 2012).

Pomineme-li malou studii realizovanou týmem V. Smrčky (Smrčka et al. 2008c), jejíž výsledky jsou však vzhledem k odlišné metodologii obtížně porovnatelné, první prací zaměřenou na rekonstrukci stravy dospělé velkomoravské populace byla práce Halffmanové a Velemínské (2015; n = 33) zkoumající stravu populační skupiny z pohřebiště Mikulčice-Kostelisko. Komplexnější pohled na stravu velkomoravské populace pak přinesla práce Kaupové et al. (2018), která se zaměřila na porovnání stravy populace Mikulčic (konkrétně jedinců pohřbených na akropoli; n = 70) s populací zemědělského zázemí reprezentovanou pohřebištěm v Josefově (n = 32). Toto schéma bylo využito už v řadě předchozích osteologických výzkumů (např. Bigoni et al. 2013; Havelková et al. 2011). Pro rozšíření spektra sledovaných populačních skupin byl soubor nyní doplněn o jedince z nově odhaleného pohřebiště u 2. kostela na Pohansku u Břeclavi (n = 56). A konečně soubor z Mikulčic rozšířila studie Jílkové et al. (2019), která popsala stravu na pohřebišti u 6. kostela v mikulčickém podhradí (n = 46). Jedinci z Mikulčic byli přitom vybíráni tak, aby byla rovnoměrně zastoupena

obě pohlaví i jednotlivé socio-ekonomické skupiny. V případě ostatních – menších – pohřebišť byl potom jediným kritériem výběru kromě dospělého věku spolehlivý odhad pohlaví.

Role prosa ve stravě velkomoravské populace – syntéza izotopových a archeobotanických poznatků

Proso je teplomilná rostlina, která prosperuje i v polosuchých oblastech s mírnými srážkami. Její vegetační období je poměrně krátké, trvá tři až čtyři měsíce (Weber – Fuller 2008, 73). Jak dokladují hodnoty stabilních izotopů uhlíku, proso bylo podstatnou složkou velkomoravského jídelníčku. Průměrné hodnoty $\delta^{13}\text{C}$ velkomoravských souborů pohybující se kolem -18‰ (tab. 1) odpovídají dle kvantitativního modelu stravy FRUITS založeného na bázi bayesovského modelování (Fernandes et al. 2014) zhruba 20% podílu na stravě (průměrná hodnota modelu, pro detaily modelu viz Velemínský et al. 2021).

V tomto kontextu je však dobré zmínit, že složení obilovin se v Mikulčicích liší od typického obrazu pro prostředí českého raného středověku, kdy současný stav poznání (Čech et al. 2013; Hajnalová – Hajnalová 2008; Kočár et al. 2010, 54) ukazuje převahu pšenice seté, v menší míře je doloženo žito, dále ječmen, proso a oves, případně jiné plevnaté pšenice. V Mikulčicích je však z hlediska absolutního počtu nálezů či četnosti na prvním místě právě proso, následuje pšenice, žito, ječmen a oves (Látková 2017, 50–51). Podobné složení obilného spektra s převahou prosa je pozorováno i v dalších raně středověkých lokalitách: Praha – Hartigovský palác (Čulíková 1998) a Mostecká ul. (Čulíková 2005), Bojná (Mihalyiová os. sdělení), Krakov (Mueller-Bieniek et al. 2015), Krakov-Wawel (Wasylikowa et al. 1991) a Wolin (Latalowa 1999). V rámci izotopově zkoumaných velkomoravských lokalit však variabilita v konzumaci prosa pozorována nebyla.

V písemných pramenech je poměrně často zmiňována oblast raně středověkého „slovanského“ světa v souvislosti s uplatněním prosa. Historik byzantského původu Pseudo-Maurikios (přelom 6. a 7. století) uvádí, že „Slované mají hojnost různého dobytka a plodin složených dohromady v jámách, zejména prosa a bėru“ (Měřínský 2002). Jeho oblibu u slovanských populací potvrzuje i svědectví Ibráhíma ibn Jákúba (Marsina 1999).

V archeobotanické literatuře také převládá názor, že proso je nejběžnější a nejtypičtější plodinou Slovanů, zatímco v nálezech ze západních oblastí (např. Německo) se proso v raném středověku vyskytuje poměrně sporadicky. To potvrzují i výsledky izotopových měření z širšího kontextu středověké střední Evropy (tab. 1), kdy populace slovanského původu žijící v prostoru Moravy, Čech, Polska či Chorvatska vykazují vyšší hodnoty stabilních izotopů uhlíku (kolem -18‰) a jejich izotopové rozdíly oproti komparativním souborům fauny činí více než 2‰ , což je považováno za důkaz signifikantní konzumace prosa (Lightfoot et al. 2012). Oproti tomu neslovanské populace z oblasti Německa či Rakouska vykazují nižší hodnoty $\delta^{13}\text{C}$ (kolem -19‰) a izotopové rozdíly oproti souboru fauny se pohybují pod 2‰ , což je typické pro stravu suchozemského původu založenou na C_3 rostlinách.

Písemné prameny z mladších fází raného středověku charakterizují proso jako obilninu pro chudší společenské vrstvy (Adamson 2004, 5; Krziemieńska 1963). Proso je totiž z ekologického hlediska obzvláště přizpůsobivé, protože dobře roste na různých půdách, včetně písčitých nebo kyselých či zásaditých. S omezeními může přežívat i v submarginálních oblastech s omezenými srážkami (30–40 cm ročně) při relativně vysokých teplotách (Weber – Fuller 2008, 73). Protože proso může růst a prospívat v náročných podmínkách,

| Region | Site | Datec | n | $\delta^{13}\text{C}$ | $\delta^{15}\text{N}$ | $\Delta^{13}\text{C}$ lidé-fauna ^a | $\Delta^{15}\text{N}$ lidé-fauna ^a | Ref. |
|------------|-------------------------|---------|-----|-----------------------------|--------------------------|---|---|-------------------------------|
| Morava | Mikulčice – Kostelisko | 9.–10. | 33 | -17,8±0,6 | 10,0±1,0 | 2,6 | 2,9 | (Halffman – Velemínský 2015) |
| Morava | Mikulčice – akropole | 9.–10. | 70 | -17,9±0,6 | 10,9±0,9 | 2,4 | 3,8 | (Kaupová et al. 2018) |
| Morava | Pohansko | 9.–10. | 56 | -18,0±0,6 | 10,7±1,1 | 2,3 | 3,6 | (Kaupová et al. 2018) |
| Morava | Josefov | 9.–10. | 32 | -17,9±0,7 | 9,7±0,8 | 2,4 | 2,6 | (Kaupová et al. 2018) |
| Morava | Mikulčice – VI. kostel | 9.–10. | 46 | -18,1±0,5 | 11,0±0,8 | 2,2 | 3,9 | (Jílková et al. 2019) |
| Morava | Kostice, Josefov | 11. | 31 | -17,2±0,5 | 9,5±0,6 | 3,1 | 3,9 | (Kaupová et al. 2018) |
| Čechy | Pražský hrad | 9.–11. | 19 | -19,3±0,6 | 10,4±0,7 | 1,6 | 3,7 | (Kaupová et al. 2019) |
| Čechy | Praha – Milady Horákové | 9.–10. | 31 | -19,0±0,7 | 9,1±0,8 | 1,9 | 2,5 | (Kaupová et al. 2019) |
| Čechy | Praha-Sřešovice | 10. | 19 | -18,6±0,3 | 9,6±0,7 | 2,2 | 3,0 | (Kaupová et al. 2019) |
| Čechy | Levý Hradec | 9.–10. | 15 | -18,7±0,5 | 9,2±0,8 | 2,2 | 2,5 | (Kaupová et al. 2019) |
| Německo | více lokalit | 5.–6. | 43 | -19,8±0,3 | 9,6±0,9 | 1,8 | 3,4 | (Knipper et al. 2013) |
| Německo | více lokalit | 6.–7. | 178 | -19,6 ^b | 9,6 ^b | 1,6 | 3,0 | (Hakenbeck et al. 2010) |
| Německo | Magdeburg | 8.–9. | 12 | -19,0±0,5 | 11,2±0,6 | 2,1 ^c | 2,4 ^c | (Knipper et al. 2015) |
| Německo | Dalheim | 11. | 24 | -20,0±0,2 | 9,9±1,0 | 1,4 ^c | 4,2 ^c | (Olsson et al. 2018) |
| Rakousko | Voders | 6.–7. | 103 | -20,0±0,4 | 10,1±0,8 | 1,8 | 4,5 | (McGlynn 2007) |
| Rakousko | Gars-Thunau | 9. | 41 | -19,8 to -17,4 ^d | 8,3 to 11,8 ^d | x | x | (Teschler-Nicola et al. 2015) |
| Chorvatsko | Velim Velištak | 7.–9. | 105 | -17,6±0,5 | 9,5±0,4 | 2,0 | 4,0 | (Lightfoot et al. 2012) |
| Chorvatsko | Glavice Gluvine | 8.–9. | 33 | -18,0±0,7 | 9,2±0,5 | 1,6 | 3,7 | (Lightfoot et al. 2012) |
| Chorvatsko | Radašinci VINOGRADINE | 9. | 68 | -17,7±0,5 | 9,7±0,5 | 1,9 | 4,2 | (Lightfoot et al. 2012) |
| Chorvatsko | Šibenik Sveti Lovre | 9.–10. | 54 | -18,4±0,4 | 10±0,6 | 1,2 | 4,5 | (Lightfoot et al. 2012) |
| Polsko | Kaldus IV | 11. | 37 | -18,5±1,0 | 10,2±0,8 | 2,7 ^e | 3,3 ^e | (Reitsema et al. 2017) |
| Polsko | Gruzno 1 | 12. | 34 | -19,8±0,4 | 9,3±0,6 | 1,4 ^e | 2,4 ^e | (Reitsema et al. 2017) |
| Polsko | Kaldus 1 | 12.–13. | 30 | -19,5±0,4 | 10,2±0,7 | 1,7 ^e | 3,3 ^e | (Reitsema et al. 2017) |
| Polsko | Gruzno 2 | 13.–14. | 32 | -19,9±0,3 | 9,2±0,8 | 1,3 ^e | 2,3 ^e | (Reitsema et al. 2017) |
| Polsko | Giecz | 11.–12. | 24 | -18,9±0,4 | 9,2±0,5 | 2,3 ^e | 2,3 ^e | (Reitsema et al. 2010) |

^a Hodnota $\Delta_{\text{lidé-fauna}}$ představuje rozdíl mezi hodnotami lidí a průměrnými hodnotami hospodářsky využívaných zvířat (skot, prase, ovce/koza); ^b daná studie udává pouze medián hodnot; ^c soubor fauny zahrnuje i hodnoty koní, přičemž hodnoty $\delta^{13}\text{C}$ jsou u koní v průměru nižší než u ostatních domestikovaných býložravců vzhledem k odlišnému metabolismu (Hamilton et al. 2009); ^d v dané publikaci bylo uvedeno pouze rozmezí hodnot bez dalších popisných statistik; soubor neobsahoval komparativní vzorky fauny; ^e pro porovnání byl uveden kombinovaný soubor zahrnující data zvířat publikovaná in Reitsema et al. (2010; 2013).

Tab. 1. Lidské hodnoty kostního kolagenu $\delta^{13}\text{C}$ a $\delta^{15}\text{N}$ (průměr ± 1 SD) a izotopové rozdíly oproti souboru fauny z velkomoravských lokalit a srovnávacích lokalit z kontextu středověké střední Evropy.

Tab. 1. Human values of bone collagen $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ (average ± 1 SD) and human-faunal isotopic offsets from Great Moravian sites and comparative sites from context of medieval Central Europe.

je obecně považováno za základní potravinu buď v oblastech, kde hlavní obilniny nedokážou zajistit udržitelný výnos, nebo v chudých společnostech, kde je pracovní síla „levná“ a organizovaná v malém měřítku. I dnes je proso považováno za méně významnou plodinu, která se často používá jako potravina pro chudé nebo jako krmivo pro zvířata (Weber – Fuller 2008, 76). Na druhou stranu je proso poměrně náročné na udržení porostu polí bez plevelů. Na dlouhodobě obdělávaných polích patří k nejnáročnějším, a tedy i nejdražším plodinám (na vklad lidské práce), a proto může být chápáno i jako sociálně významná plodina (Beranová 1980, 147).

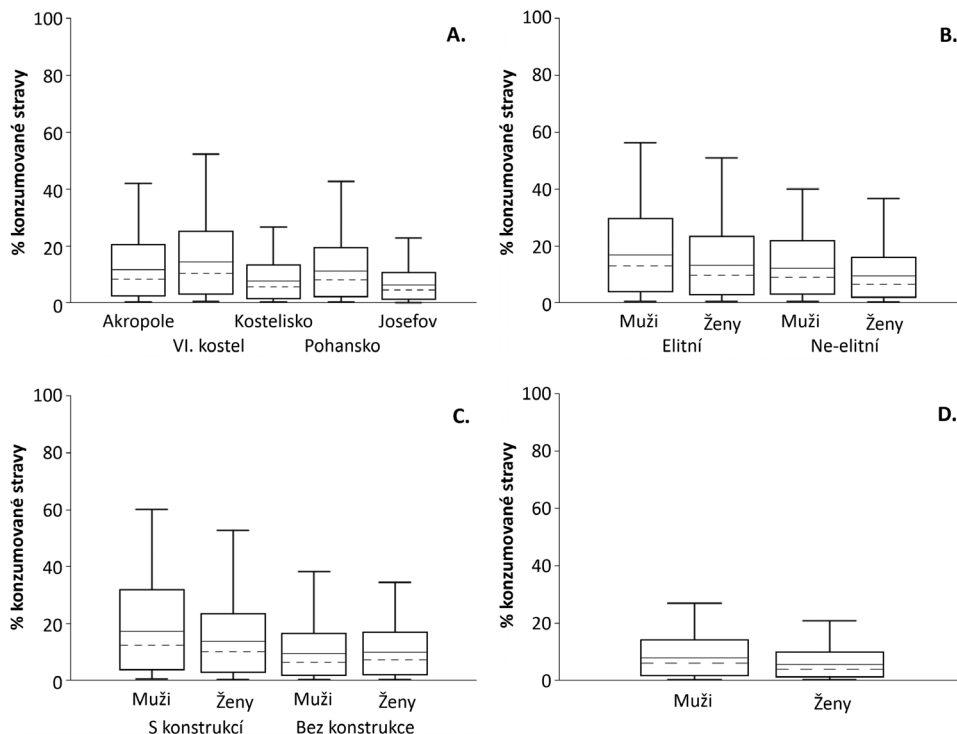
Izotopová data velkomoravské populace však nepotvrzují ani jeden z výše popsáných trendů. Hodnoty stabilních izotopů uhlíku jednotlivých populačních skupin jsou prakticky totožné, ať už posuzujeme rozdíly mezi sídlišti (Mikulčice/Pohansko/Josefov), mezi jednotlivými částmi mikulčické aglomerace, či mezi jednotlivými socio-ekonomickými skupinami definovanými na základě úpravy hrobu a charakteru hrobové výbavy.

Absence rozdílů hodnot $\delta^{13}\text{C}$ mezi jednotlivými částmi mikulčické sídlištní aglomerace je ve shodě s archeobotanickými nálezy, kdy se proso rovnoměrně vyskytuje na všech zkoumaných plochách v centrálních, opevněných areálech hradiště (akropole a předhradí) i v podhradí, kde dominuje společně s pšenicí. Pouze v periferních částech (Kopčany a Mikulčice-Trapíkov) převažuje žito (Látková 2017, 55), které v jiných lokalitách nabývalo na významu až od 13. století (Kočár et al. 2010).

Na populační úrovni je též třeba zmínit rozdíl oproti raně středověké populaci z prostoru přemyslovské domény, kde je sociální gradient v podílu prosa ve stravě jasně patrný. Zatímco skupiny pohřbené mimo areál vlastních přemyslovských hradišť vykazovaly obdobný podíl prosa jako na Velké Moravě, elitní jedinci pohřbení v areálu Pražského hradu proso konzumovali maximálně okrajově (Kaupová et al. 2019).

Podíl živočišné složky ve stravě ve vztahu k sociálnímu postavení jedince

Na rozdíl od obsahu prosa, podíl živočišných produktů ve stravě – reflektovaný v hodnotách $\delta^{15}\text{N}$ – vykazoval významnou vnitropopulační variabilitu hned na několika úrovních. Kaupová et al. (2018) prokázali významný rozdíl v hodnotách $\delta^{15}\text{N}$ mezi obyvateli sídlištních aglomerací Mikulčice a Pohansko na jedné straně a zemědělskou populací Josefova na straně druhé. Data této studie sledovala předpokládaný socio-ekonomický gradient, kdy strava obyvatel Josefova vykazovala nižší podíl živočišných produktů (průměrná hodnota modelu FRUITS = 6 %). Strava populační skupiny pohřbené na pohřebišti u 2. kostela na Pohansku se však nelišila od stravy souboru pohřbeného na mikulčické akropoli (průměrné hodnoty modelu FRUITS = 12 % pro Mikulčice a 11 % pro Pohansko; obr. 1A). Šlo o poměrně překvapivé zjištění vzhledem k mladšímu datování 2. kostela i jeho specifické funkci v rámci aglomerace na Pohansku. Zatímco pohřebišť mikulčické akropole jsou považována za místa posledního odpočinku nejvyšší velkomoravské elity, 2. kostel na Pohansku měl sloužit členům rodiny a domácnosti velmože obývajícího sousední dvorec (Macháček et al. 2014; Poláček 2008). Vysvětlení je možno hledat v teorii, která považuje samotnou stavbu 2. kostela za odraz vývoje sociální struktury Velké Moravy, přesněji řečeno emancipace velkomoravské mobility (Macháček et al. 2014). Ta mohla napodobovat vládnoucí vrstvy nejen založením vlastního kostela, ale i životním stylem a způsobem vedení domácnosti. Alternativní vysvětlení pak nabízí archeozoologický profil nálezů z okolí 2. kostela, který naznačuje, že strava tamní populace byla ve značné míře založena



Obr. 1. Podíl živočišných produktů ve stravě jednotlivých populačních skupin s využitím softwaru FRUITS (Fernandes *et al.* 2014). Nepřerušovaná linie označuje průměrnou hodnotu modelu, přerušovaná medián, box vymezuje 16tý a 84tý percentil (68 % variability dat), vousy pak 2,5tý a 97,5tý percentil (95 % variability dat) pro každou ze zastoupených skupin potravy: A – hodnoty pro jednotlivá pohřebiště/sídelní jednotky; B – hodnoty jedinců z elitních a ne-elitních hrobů mikulčické akropole definovaných dle Jílková *et al.* (2019); C – hodnoty jedinců od 2. kostela na Pohansku z hrobů s/bez vnitřní hrobové konstrukce; D – hodnoty mužů a žen z pohřebiště v Josefově.

Fig. 1. Share of animal products in diet of individual population groups with use of FRUITS software (Fernandes *et al.* 2014). Solid line indicates average value of model, dashed line the median, box defines 16th and 84th percentile (68% data variability), whiskers the 2.5th and 97.5th percentile (95 % data variability) for each of the represented food groups: A – values for individual cemeteries/settlement units; B – values of individuals from elite and non-elite graves at Mikulčice acropolis defined according to Jílková *et al.* (2019); C – values of individuals from 2nd church at Pohansko from graves with/without an interior grave construction; D – values of males and females from cemetery in Josefov.

na lovu (podíl kostí lovné zvěře činil 18 %). Vysoký podíl živočišných produktů ve stravě populace pohřbené u 2. kostela tak může být svědectvím nikoliv vysokého životního standardu, ale naopak krize způsobené rozvratem distribučního systému potravin na sklonku existence Velké Moravy a vyšší nutnosti potravinové nezávislosti (Macháček *et al.* 2021b, 60–61). Takto byl interpretován i analogický nález zvýšeného podílu lovné zvěře u populace 10. století z opevněného sídliště v rakouském Sandu (Saliari – Pucher 2019).

Významné rozdíly v potravním chování byly pozorovány i v rámci mikulčické aglomerace. Zatímco strava souboru od 6. kostela v podhradí obsahovala obdobný podíl živočišných produktů jako u jedinců pohřbených na akropoli (průměrná hodnota modelu FRUITS = 14 % pro soubor od 6. kostela a 12 % pro populaci akropole), strava jedinců

z dalšího pohřebiště v podhradí – Kosteliska – byla na živočišné produkty chudší (8 %; *obr. 1A*). Tyto výsledky potvrzují opakovaně zmiňovanou hypotézu o specifickém postavení 6. kostela jako nejdůležitější svatyně mimo areál akropole a jeho využití elitními skupinami obyvatel (*Košta 2008; Poláček 2018; Poulík 1963; Profantová 2003*). Shodná kvalita stravy mezi jedinci pohřbenými na akropoli, u 6. kostela v Mikulčicích a u 2. kostela na Pohansku odpovídá hypotéze, že zmiňované kostely jsou projevem emancipace velkomoravské nobility v poslední třetině 9. století (*Macháček et al. 2014*).

Socioekonomické rozdíly ve stravě se pak projevovaly i v rámci jednotlivých pohřebišť nebo sídlištních celků (akropole). V případě mikulčické aglomerace bylo pro odhad socioekonomického postavení jedince nejprve (*Kaupová et al. 2018*) využito jednoduché členění dle *V. Unzeitigové (2000)*, pracující se třemi skupinami hrobů (A: hroby s výbavou obsahující zbraně, ostruhy, zlaté, stříbrné a bronzové předměty; B: hroby obsahující předměty denní potřeby jako jsou nože či keramika; C: hroby bez nálezů). V průběhu dalšího výzkumu pak byla data opětovně analyzována s využitím nové komplexní charakteristiky „elitních hrobů“, jako těch obsahujících zlato, luxusní šperky a textil, nákončí opasků, gombíky, jídelní náčiní, kovové zbraně, ostruhy či železné kování rakve. Do této kategorie byly též zahrnuty pohřby v interiérech kostelů. Za „ne-elitní“ byly pak označeny pohřby s noži, keramikou, skleněnými korálky, jednoduchým šperkem a hroby bez výbavy (*Jílková et al. 2019*). Mladší datování 2. kostela na Pohansku a s ní související nízký počet hrobových přídavek neumožňovala použití analogické kategorizace pro tento pohřební celek. Kvalitní dokumentace však umožnila alternativní kategorizaci elitních pohřbů podle hrobové úpravy. Posuzovány byly rozměry hrobu, jeho hloubka, přítomnost rakve a hrobové konstrukce (*Kaupová et al. 2018*). V populaci mikulčické akropole mělo socio-ekonomické postavení významný vliv na stravu mužů, ale nikoliv žen (*obr. 1B*). Analogická situace nastává na Pohansku, kde byl nalezen signifikantní vztah mezi přítomností kamenné či dřevěné hrobové konstrukce a hodnotami $\delta^{15}\text{N}$ u mužů, ale nikoliv u žen (*obr. 1C*). V obou případech byl v populaci žen naznačen obdobný trend, výsledek porovnání však nebyl statisticky významný. Rozměry hrobu, jeho hloubka či přítomnost rakve nevykazovaly žádné signifikantní spojení s izotopovými hodnotami. V populaci pohřbené u 6. kostela v Mikulčicích socio-ekonomické postavení významně ovlivňovalo stravu obou pohlaví, přestože pozorovaný trend byl také výraznější u mužů.

Silnější propojení mezi charakterem stravy a socio-ekonomickým postavením u mužů bylo pozorováno u středověkých populací opakovaně (*Kjellström et al. 2009; Reitsema – Vercellotti 2012*). Vysvětlením může být striktnější rozdělení rolí ve vztahu k socio-ekonomickému postavení u mužů, na což ukazují i výsledky některých osteologických analýz velkomoravské populace (*Bigoni et al. 2013; Havelková et al. 2011*). Rolí může hrát rozdílná úroveň mobility mezi jednotlivými pohlavími (*Kjellström et al. 2009*), pro tu však – přinejmenším u populace Mikulčic – žádné doklady nalezeny nebyly (viz níže).

V každém případě se u populace center jeví socio-ekonomické postavení jedince – zejména u mužů – jako hlavní determinant kvality stravy, minimálně z hlediska přístupu k živočišným produktům. Oproti tomu biologické ukazatele – pohlaví a věk – kvalitu stravy signifikantně neovlivňovaly. Výjimkou je soubor z Josefova, kde nebyl prokázán vztah mezi kvalitou stravy a charakterem pohřební výbavy. To však není překvapivé vzhledem k tomu, že hrobová výbava byla obecně jednodušší a mnohem méně variabilní než v centrálních lokalitách. Naopak, jako na jediné ze sledovaných lokalit, zde byl popsán statisticky významný rozdíl ve stravě mezi pohlavími, kdy strava mužů byla obecně více homogenní,

obsahovala více živočišných produktů (*obr. 1D*) a méně prosa. Vzhledem k tomu, že Josefův je doposud jediným izotopově prozkoumaným pohřebišťem ze zázemí velkomoravských center, nelze říci, zda se jedná o obecnou charakteristiku platnou pro venkovskou část populace. Vzhledem k blízkosti Josefova k mikulčické aglomeraci lze spatřovat potenciální vysvětlení v určitých specifických funkcích, které mohli muži pohřbení v Josefově vykonávat ve vztahu k hradišti. Tato hypotéza byla vyslovena již v minulosti na základě netypického demografického profilu josefovského pohřebiště (*Mazuch et al. 2017; Stloukal – Vyhnánek 1976*).

Strava specifických skupin velkomoravské populace

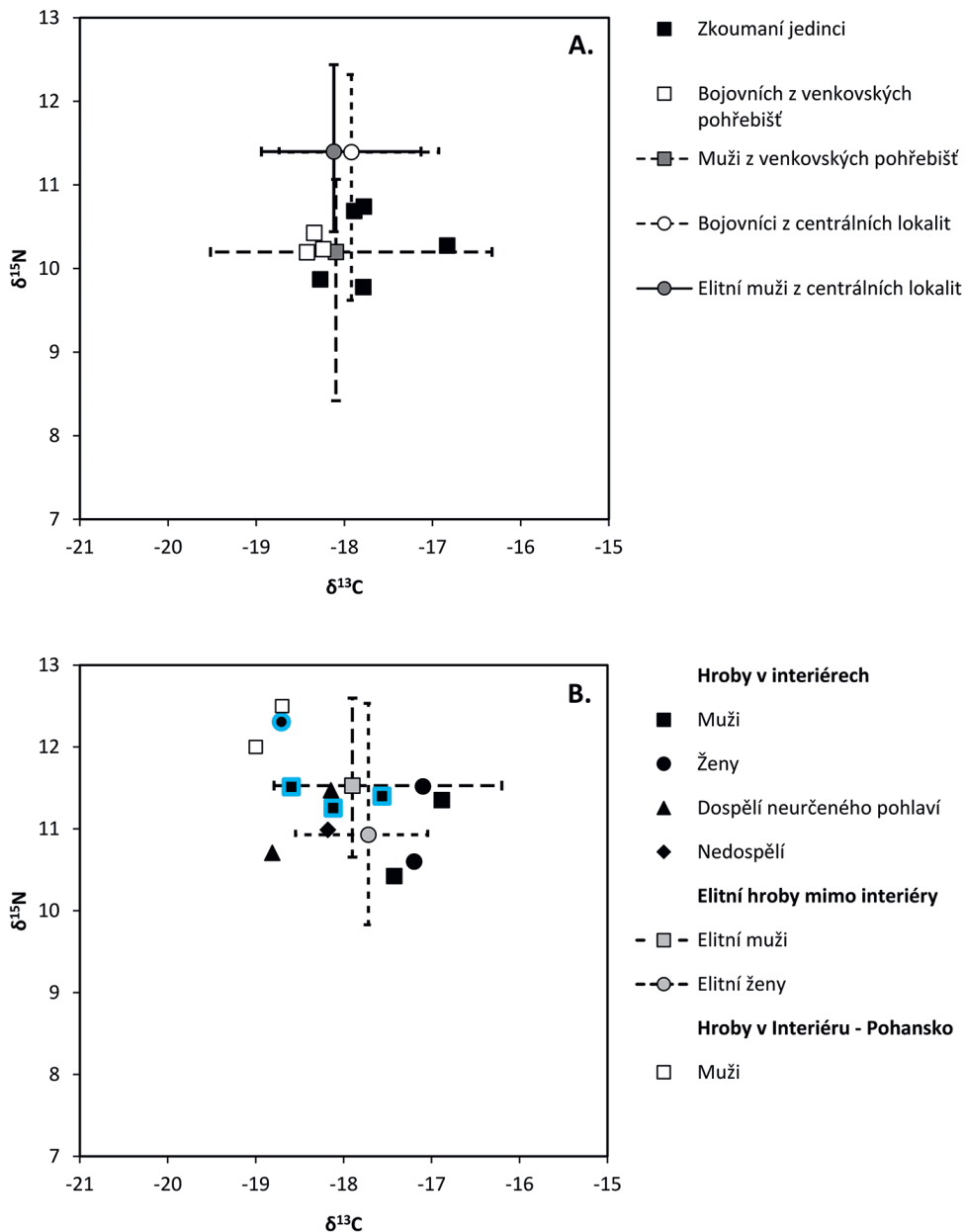
Separované hroby bojovníků ve venkovském prostředí

Kromě rozsáhlých studií zaměřených primárně na rekonstrukci stravy byla izotopová analýza uhlíku i dusíku součástí komplexní archeologicko-antropologické studie, zaměřené na izolované pohřby mužů se zbraněmi, nalezenými mimo standardní pohřebiště center i zázemí. Hroby pocházejí ze zemědělských sídlišť, případně z ploch mimo sídliště, kde byly nalezeny izolovaně či v rámci malé skupiny hrobů (*Macháček et al. 2021a*). Analyzováni byli dva jedinci z lokality Kostice – Zadní Hrůd (hroby 1 a 3), hrob 1 z lokality Břeclav-Poštorná, hrob 131 z rakouské lokality Hohenau–Morastäcker a konečně hrob 118 z lokality Pohansko – Jižní předhradí. Poslední zmiňovaný případ sice nepochází z venkovského kontextu, je však výjimečný kombinací exkluzivní hrobové výbavy (meč a ostruhy) a polohy mimo řádné pohřebiště.

Hodnoty stabilních izotopů dusíku byly ve srovnání s elitními pohřby mužů z velkomoravských center (ať už pohřbených se zbraněmi, či bez nich) signifikantně nižší. Charakter stravy zkoumaných jedinců odpovídal typickému obrazu mužské venkovské populace (*obr. 2A*). Vzhledem k nízkému počtu vzorkovaných bojovnických pohřbů z venkovského pohřebiště v Josefově nebylo možné přímé statistické porovnání mezi oběma skupinami. Z *obrázku 2A* je však evidentní, že ani oni z typického obrazu stravy venkovské populace nevybočují.

Hroby v interiérech mikulčických kostelů

I přes jejich výjimečný archeologický kontext byly v původní komplexní studii zaměřené na stravu velkomoravské populace (*Kaupová et al. 2018*) interiérové pohřby zastoupeny pouze okrajově. Je tomu tak proto, že tyto nálezy obvykle provází špatná zachovalost, což limituje možnost spojení výsledků s dalšími bioarcheologickými parametry. Doposud byly proto publikovány pouze izotopové hodnoty jedince z hrobu č. 265 (pohřeb muže s mečem) z interiéru 2. kostela v Mikulčicích a dvou jedinců (hroby č. 153 a 166) z interiéru 2. kostela na Pohansku. V rámci výzkumného projektu zaměřeného na definici elit ve velkomoravské společnosti byl soubor analyzovaných interiérových hrobů rozšířen o hroby č. 282, 283 a 285 z 2. mikulčického kostela a hroby č. 318, 330, 380, 489, 490, 555 a 588, odkryté v interiéru trojlodní baziliky (3. kostela). V případě mikulčických pohřbů jejich umístění v hlavních církevních stavbách akropole dovoluje uvažovat o dynastických pohřbech vládnoucí dynastie (*Poláček 2008; 2020*), v případě 2. kostela na Pohansku se pak jedná o pravděpodobného zakladatele kostela (vzhledem k pozici hrobu na ose kostela) a člena jeho rodiny (*Macháček et al. 2014*), vyloučit však nelze ani pohřby církevních osob.



Obr. 2. Izotopové hodnoty uhlíku a dusíku specifických skupin velkomoravské populace a komparativních souborů (medián, percentil 2,5 a 97,5): A – bojovníci z izolovaných pohřbů. Upraveno podle Macháček *et al.* (2021a); B – jedinci z hrobů v interiérech kostelů. Modré ohraničení symbolů značí jedince z 2. kostela v Mikulčicích.

Fig. 2. Carbon and nitrogen isotopic values of specific groups of Great Moravian population and comparative assemblages (median, 2.5th and 97.5th percentile): A – warriors from isolated burials. Adapted from Macháček *et al.* (2021a); B – individuals from graves inside churches. Individuals from the 2nd church in Mikulčice are framed in blue.

| Č. hrobu | Pohřebiště | Pohlaví | Věk | % kolagenu | Obsah uhlíku (%) | Obsah dusíku (%) | Poměr C:N | $\delta^{13}\text{C}$ (‰) | $\delta^{15}\text{N}$ (‰) |
|------------------|------------|---------|-----------|------------|------------------|------------------|-----------|---------------------------|---------------------------|
| 265 ^a | 2. kostel | M | 20–30 | 172,63 | 38,29 | 14,32 | 3,10 | -18,60 | 11,51 |
| 282 | 2. kostel | M | 40–50 | 170,36 | 42,18 | 15,47 | 3,16 | -18,12 | 11,25 |
| 283 | 2. kostel | F | 40–50 | 161,80 | 40,69 | 15,19 | 3,11 | -18,71 | 12,31 |
| 285 | 2. kostel | M | 50–60 | 203,20 | 42,31 | 15,84 | 3,10 | -17,56 | 11,40 |
| 318 | 3. kostel | F | dospělá | 178,88 | 42,16 | 15,78 | 3,10 | -17,20 | 10,60 |
| 330 | 3. kostel | ? | dospělý/á | 120,30 | 41,54 | 15,44 | 3,12 | -18,81 | 10,71 |
| 380 | 3. kostel | ? | dospělý/á | 155,72 | 42,54 | 15,90 | 3,10 | -18,15 | 11,47 |
| 489 ^b | 3. kostel | ? | 5–9 | 182,80 | 40,87 | 15,18 | 3,12 | -18,18 | 10,99 |
| 490 | 3. kostel | M | dospělý | 166,80 | 41,57 | 15,42 | 3,13 | -17,43 | 10,42 |
| 555 | 3. kostel | M | 30–60 | 97,89 | 43,43 | 15,80 | 3,19 | -16,88 | 11,35 |
| 588 | 3. kostel | F | dospělá | 53,90 | 38,96 | 14,35 | 3,15 | -17,10 | 11,52 |

^a Hodnota publikovaná v rámci studie *Kaupové et al. (2018)*; ^b vzorkován kořen druhé stálé stoličky.

Tab. 2. Kompletní izotopové hodnoty souboru hrobů v interiérech mikulčických kostelů včetně indikátorů zachovalosti vzorku.

Tab. 2. Complete isotopic values of graves inside Mikulčice churches, including indicators of sample preservation.

Tato data doposud nebyla publikována a jsou zde proto uvedena v plném rozsahu včetně indikátorů zachovalosti (tab. 2), popisných statistik a výsledků statistických testů. Hodnoty $\delta^{13}\text{C}$ se u interiérových hrobů z Mikulčic pohybovaly mezi -18,8 a -16,9 ‰ (medián = -18,1 ‰). Hodnoty $\delta^{15}\text{N}$ se pak pohybovaly mezi 10,4 a 12,3 ‰ s mediánem 11,4 ‰. V porovnání s ostatními elitními hroby z Mikulčic se jejich hodnoty významně nelišily (exaktní Mann-Whitneyův test; u mužů $p = 0,505$ pro $\delta^{13}\text{C}$ a 0,137 pro $\delta^{15}\text{N}$; u žen $p = 0,487$ pro $\delta^{13}\text{C}$ a 0,375 pro $\delta^{15}\text{N}$). Jediným jedincem, jehož izotopové hodnoty se mírně vymykaly z rozmezí typického pro danou populační skupinu, je žena z hrobu 283 ve 2. kostele. Její izotopové hodnoty však nebyly od izotopových hodnot ostatních žen výrazně odlehle, pohybovaly se při okraji populační variability. Odlišně se jeví situace u dvou již dříve publikovaných hrobů z 2. kostela na Pohansku, kdy oba muži vykazovali jedny z nejvyšších hodnot $\delta^{15}\text{N}$ a zároveň nejnižších hodnot $\delta^{13}\text{C}$ v celém souboru (obr. 2B).

Přestože počty pohřbů z jednotlivých kostelů jsou příliš nízké na provedení statistické analýzy s relevantní silou testu, z obrázku 2B je patrné, že pohřby z příslušející ke každému kostelu tvoří určité klastry blízkých hodnot (zejména v případě stabilních izotopů dusíku), což může ukazovat na příslušnost k jednotlivým rodinám či větvím rodu, či obecně na sdílený způsob stravování.

Rekonstrukce stravy velkomoravských dětí

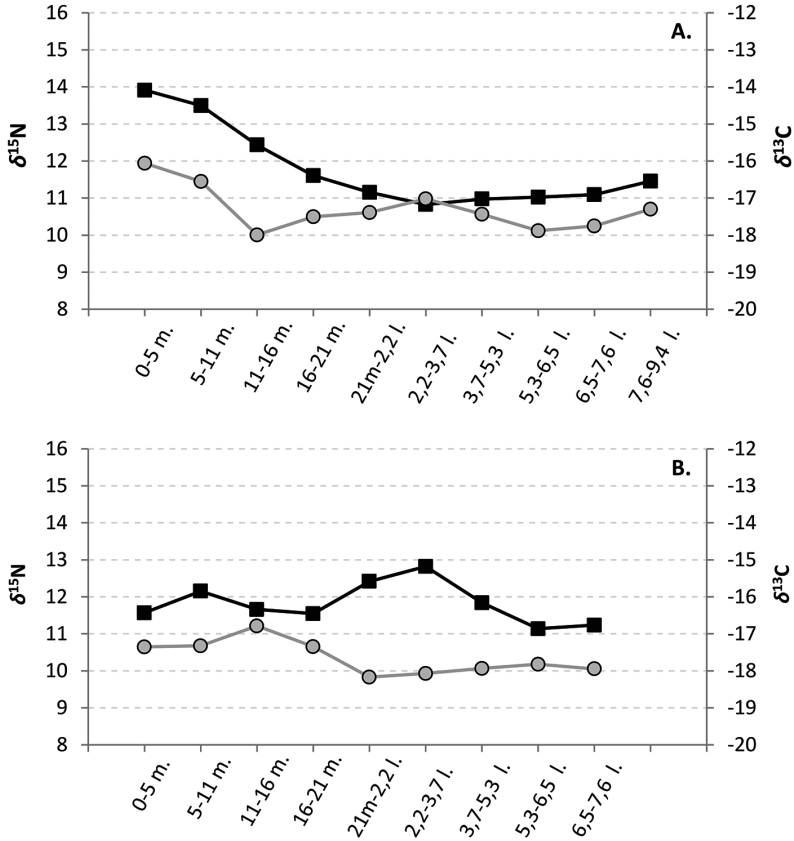
Díky schopnosti kostní tkáň se v průběhu života neustále obnovovat, všechny výše zmíněné analýzy popisovaly stravu velkomoravské populace v dospělosti, přesněji řečeno, zhruba v posledních deseti letech života (*Fahy et al. 2017*). Existuje však způsob, jak odhalit charakter stravy v dřívějších etapách života, a to díky využití zubních tkání, které schopnost remodelace (obnovy) postrádají. V zubech jedince proto zůstává po celý život zachován výživový signál z období dětství (*Balasse et al. 2001*). Technický pokrok v hmotnostní spektrometrii snížil nároky na velikost vzorku, což umožňuje tzv. sériové vzorkování, tj. nařezání zubu na tenké plátky. Jejich izotopový signál odpovídá stravě v určitém

věkovém intervalu v řádu měsíců až několika málo let (*Beaumont et al. 2013*). První zub trvalého chrupu – první stolička – se začíná vyvíjet kolem narození, vývoj chrupu se pak ukončuje s vývojem třetí stoličky zhruba při dosažení dospělosti (*Smith 1991*). Při vhodné zvolené vzorkovací strategii je tak možné sledovat změny stravy a zdravotního stavu v průběhu dětství a dospívání. Jednou z nejčastěji řešených otázek z hlediska stravy v dětství je délka kojení v minulých populacích (např. *Beaumont et al. 2013; Craig-Atkins et al. 2018; Fuller et al. 2003*). Jak již bylo výše zmíněno, mezi jednotlivými úrovněmi potravního řetězce (např. mezi býložravci a jejich predátory) dochází k nárůstu izotopových hodnot $\delta^{15}\text{N}$ a v menší míře i $\delta^{13}\text{C}$. Analogický vztah funguje mezi matkou a jejím kojenným dítětem, které získává své živiny i proteiny z mateřského organismu, což má za následek nárůst izotopových hodnot ve tkáních dítěte ca o 2–3 ‰ v případě hodnot $\delta^{15}\text{N}$ a o 1 ‰ v případě hodnot $\delta^{13}\text{C}$ (*Fuller et al. 2006*). V průběhu odstavení pak hodnoty klesají na původní úroveň.

Je však možné studovat i stravu v pozdějších fázích dětství a dospívání, a tím zkoumat, zda se strava dětí lišila od dospělých, či v jakém věku se formovaly rozdíly ve stravě mezi socio-ekonomickými či genderovými skupinami (*Reitsema – Vercellotti 2012*). Při interpretaci izotopových hodnot zuboviny je však nutné mít na paměti, že na izotopové hodnoty (zejména $\delta^{15}\text{N}$) v zubovině má dopad i dlouhodobý fyziologický stres pramenící z nedostatečné výživy či chronické choroby, kdy organismus začíná trávit a k syntéze nových tkání využívat vlastní (zejména svalové) proteiny. To vede k nárůstu hodnot $\delta^{15}\text{N}$ v nově vzniklých tkáních. U uhlíku nejsou projevy stresu tak jednoznačné, nejčastěji je pozorován opačný jev, tedy pokles izotopových hodnot vlivem většího zapojení sacharidů a tuků do tvorby nových proteinů (*Beaumont et al. 2018; Mekota et al. 2006*). Odchytky od izotopových křivek typických pro proces kojení a odstavení či výskyt epizod s nárůstem hodnot $\delta^{15}\text{N}$ ve spojení s poklesem hodnot $\delta^{13}\text{C}$ (tzv. negativní kovariance) v období po odstavení tedy mohou upozornit na životní období spojené s biologickým stresem. Na populační úrovni je tak možné studovat úroveň stresu v dětské populaci (*Craig-Atkins et al. 2018*).

Studie *Kaupové et al. (2014)* prokázala vysokou variabilitu věku odstavení v mikulčické populaci oproti jednotné strategii odstavení v populaci Josefova. Tato práce však nevyužívala metodu sériového vzorkování, které tehdy bylo teprve v počátcích svého rozvoje, a byla tak schopna pouze stručně informovat o tom, zda bylo konkrétní dítě v čase smrti odstaveno, či nikoliv. Po rozšíření a ověření efektivity této metody bylo proto provedeno sériové vzorkování zuboviny prvních stálých stoliček 76 jedinců z Mikulčic, a to dospělých i nedospělých obou pohlaví při rovnoměrném zastoupení elitních a ne-elitních jedinců (*Drtíková Kaupová et al. v tisku*). Naprostá většina vzorků přitom pocházela z pohřbů na akropoli.

Zvýšené izotopové hodnoty $\delta^{15}\text{N}$ v nejranějším období života, které jsou primárním dokladem kojení dítěte, byly přítomny u 70 jedinců (viz obr. 3A). Šest vzorkovaných jedinců nebylo pravděpodobně kojeno vůbec, nebo jen po velice krátkou dobu (v řádu týdnů), která nestačila na signifikantní izotopový projev ve vzorku zuboviny (obr. 3B). Tito jedinci zemřeli ve věkovém rozpětí od 8–10 do 30–40 let, což dokládá, že i v prostředí s – na naše poměry – abnormálně vysokým patogenním zatížením a bez možnosti optimální náhražky mateřského mléka (ať už složením, či hygienickou nezávadností), dokázaly nekojené děti nezřídka přežít kritické období kojeneckého věku. Pokles konzumace mateřského mléka vlivem zavedení příkrmů nastal u zhruba poloviny souboru ($n = 37$) mezi 5. a 11. měsícem, což je zhruba ve shodě s moderním lékařským stanoviskem, doporučujícím plné kojení do



Obr. 3. Příklady křivek zachycujících změny izotopových hodnot v průběhu prvních devíti let života u dvou jedinců z Mikulčic: A – hrob 438 (dospělý muž), na obrázku je patrný pokles izotopů dusíku a současně uhlíku (pozitivní kovariance) charakteristický pro období odstavu dítěte ve věkovém rozmezí od 5–11 měsíců do 2,2 let; B – hrob 207 (chlapec, 8–10 let), na obrázku chybí typické navýšení hodnot v raných vzorcích způsobené kojením. V pozdějším průběhu křivky sledujeme dvě epizody negativní kovariance (nárůst hodnot $\delta^{15}\text{N}$ při současném poklesu $\delta^{13}\text{C}$), charakteristické pro prodělání závažného biologického stresu.

Fig. 3. Examples of curves capturing changes in isotope values during the first nine years of life of two individuals from Mikulčice: A – grave 438 (adult male), figure shows the drop in both nitrogen and carbon isotopes (positive covariance) characteristic of weaning period of child 5–11 months to 2.2 years of age; B – grave 207 (boy, 8–10 years), figure is missing typical increase in isotopic values in early samples caused by breast feeding. The later course of the curve shows two episodes of negative covariance (growth in $\delta^{15}\text{N}$ value with simultaneous drop in $\delta^{13}\text{C}$) characteristic of having been subjected to severe biological stress.

6 měsíců věku dítěte (např. *Fewtrell et al. 2007*). U třiceti jedinců pak nastal pokles konzumace mateřského mléka mezi 11. a 16. měsícem. V pěti případech pak hodnoty $\delta^{15}\text{N}$ začaly klesat až ve věku 16–21 měsíců. V tomto věku by už plná závislost na mateřském mléce pravděpodobně vedla k podvýživě dítěte, u těchto jedinců je proto třeba zvážit případný vliv biologického stresu.

Ukončení poklesu izotopové křivky $\delta^{15}\text{N}$, značící ukončení kojení, nastalo u prvních dětí ($n = 7$) už před dosažením 11 měsíců věku. U dvaceti dětí tento okamžik nastal před dosažením 16 měsíců, u 25 před ukončením 21. měsíce života a u 18 jedinců pak před

dosažením 2,2 let. Dva jedinci pak vykazovali lehké zvýšení izotopových hodnot $\delta^{15}\text{N}$ ještě ve věku 2,2–3,7 roku. Tyto odhady délky kojení nutno považovat spíše za maximalistické vzhledem k tomu, že nelze vyloučit vliv biologického stresu, který by napodoboval delší trvání kojení. Odstavení naprosté většiny dětí do zhruba dvou let věku je přitom z hlediska minulých populací spíše rychlejší strategií odstavu (*Dettwyler 2004; Fildes 2017; Thorvaldsen 2008*).

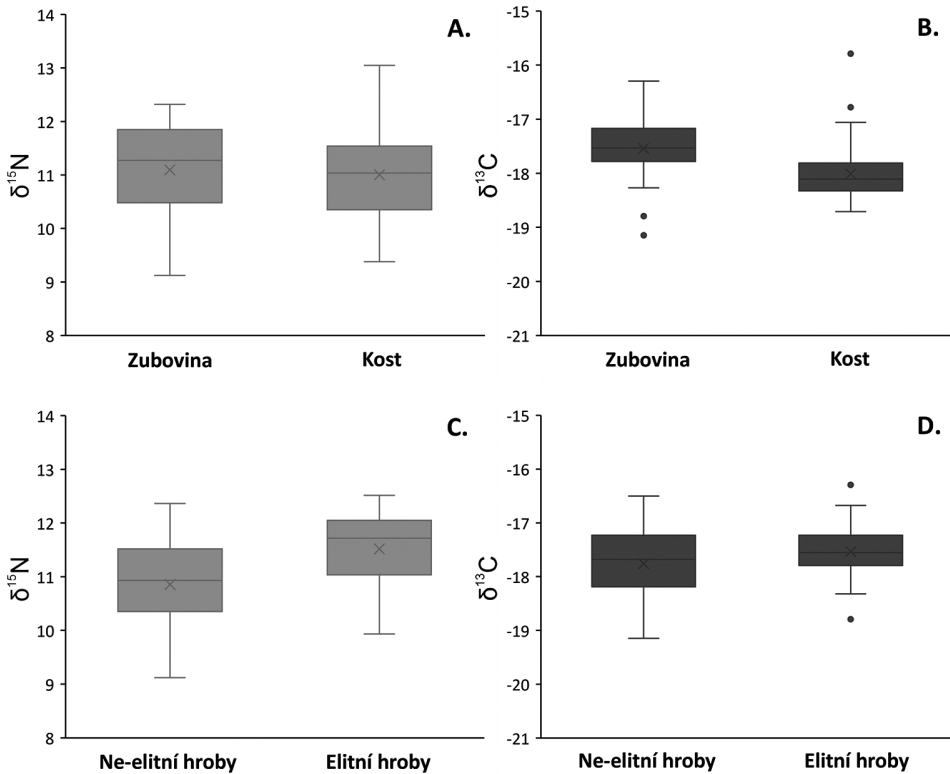
Porovnání parametrů izotopových křivek (tj. velikosti izotopového nárůstu spojeného s kojením, věku při prvním poklesu a při kompletním vyrovnání izotopové křivky $\delta^{15}\text{N}$) mezi jednotlivými populačními skupinami ukázalo, že neexistovaly významné rozdíly ve strategii odstavu ani v hladině biologického stresu mezi jedinci, kteří zemřeli před dosažením desátého roku věku a těmi, kteří se dožili dospělosti. Obdobné byly izotopové profily dětí ženského i mužského pohlaví a stejně tak elitních i ne-elitních jedinců.

Přítomnost výrazného nárůstu izotopových hodnot $\delta^{13}\text{C}$ v průběhu kojení a častý výskyt pozitivní kovariance mezi hodnotami $\delta^{13}\text{C}$ a $\delta^{15}\text{N}$ v tomto období pak ukazuje, že proso buď hrálo specifickou roli ve stravě kojících matek, nebo bylo zásadní součástí prvních příkrmů. Jak specifická stravovací pravidla pro kojící ženy, tak specifický charakter příkrmů v průběhu odstavu jsou z kulturního hlediska zcela běžným jevem (*Baumslag 1987; Fildes 2017*). Pro druhou možnost hovoří způsob úpravy prosa, které je nejčastěji konzumováno ve formě kaše, což z něj dělá ideální potravinu pro první příkrmy.

Stravou velkomoravských dětí v období po odstavu se zabývali *Jílková et al. (2019)*. Vzorkovali část kořene druhé stálé stoličky jedinců pohřbených u 6. mikulčického kostela a získali tak informace o stravě ve věku zhruba 8–10 let (*Smith 1991*). Podle závěrů studie strava konzumovaná v dětském věku obsahovala více prosa a méně živočišných produktů než strava týchž jedinců v dospělosti. Zároveň byly už v tomto věku přítomny rozdíly ve stravě mezi jedinci z elitních a ne-elitních hrobů. Tyto výsledky částečně potvrzuje i další studie, která díky sériovému vzorkování první stálé stoličky sledovala nejen izotopové změny související s kojením a odstavem, ale i charakter stravy v následujícím období až do 9 let věku (*Drtíková Kaupová et al. v tisku*). I v této práci byl pozorován vyšší podíl prosa v dětské stravě (*obr. 4A*). V případě izotopů dusíku však shoda mezi oběma studii nalezena nebyla. Přestože zhruba u poloviny jedinců byly pozorovány lehce nižší hodnoty $\delta^{15}\text{N}$ v období bezprostředně po odstavu, hodnoty $\delta^{15}\text{N}$ se poměrně záhy zvyšovaly na dospělou úroveň a průměrný podíl živočišných produktů konzumovaných v období od ukončení kojení do devíti let věku byl obdobný jako u stejných jedinců v dospělosti. To znamená, že zatímco významný podíl prosa byl charakteristický pro dětskou stravu napříč aglomerací, přístup dětí k živočišným produktům se mohl v jednotlivých částech Mikulčic lišit. I v dětské populaci akropole už byly přítomny rozdíly v kvalitě stravy na základě socio-ekonomického postavení (*obr. 4B*).

4. Detailní rekonstrukce izotopových hodnot některých složek potravy člověka

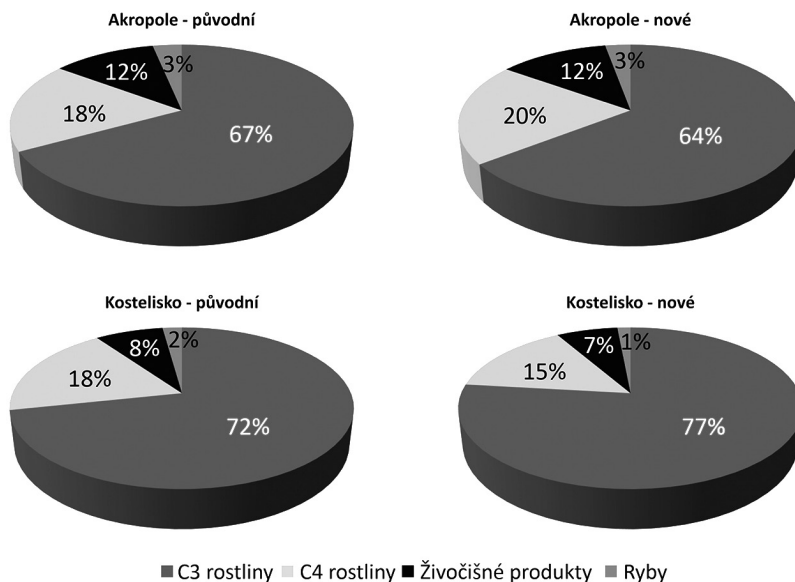
Izotopová analýza **rostlinných makrozbytků** se – oproti měřením kostní tkáně lidí či zvířat – začala v bioarcheologii prosazovat se zpožděním. Bylo tomu tak vzhledem ke kombinaci vysoké destruktivnosti metody a panujících obav z kontaminace vzorků. Po vyřešení metodologických limitů (*Vaiglová et al. 2014*) začalo těchto analýz přibývat (*Bogaard*



Obr. 4. Hodnoty stabilních izotopů dusíku a uhlíku v dětské populaci akropole: A, B – ve srovnání s hodnotami v kosti, charakterizujícími stravu v dospělosti; C, D – porovnání hodnot mezi elitními a ne-elitními jedinci. Upraveno podle Drtikolová Kaupová *et al.* (v tisku).

Fig. 4. Values of stable nitrogen and carbon isotopes in the subadult population of acropolis: A, B – in comparison with values in bones, characterising diet in adulthood; C, D – comparison of values between elite and non-elite individuals. Adapted from Drtikolová Kaupová *et al.* (v tisku/in press).

et al. 2013; Gron *et al.* 2021; Mueller-Bieniek *et al.* 2019; Styring *et al.* 2017). Nabízejí totiž nejen zpřesnění rekonstrukce lidské stravy, ale i informace o přírodních podmínkách a zemědělské praxi. K těmto analýzám se hodí zejména C₃ rostliny. C₄ rostliny jsou na změny vnějších podmínek méně citlivé. Přestože hodnoty stabilních izotopů uhlíku může ovlivňovat řada faktorů, za stěžejní je možné označit dva: intenzitu osvitů a dostupnost vody (Fiorentino *et al.* 2015). Bylo prokázáno, že rostliny rostoucí na plochách zastíněných vyšší vegetací (např. v lesním prostředí či na malých plochách stíněných stromy) vykazují nižší hodnoty δ¹³C než rostliny stejného druhu rostoucí na otevřených plochách (Arens *et al.* 2000; Drucker *et al.* 2008; Farquhar *et al.* 1982; Tieszen 1991). Tento faktor však hraje roli spíše v obdobích pravěku, kdy se způsob hospodaření blížil hortikulturalismu. V raném středověku ukazují archeobotanická data na extenzivní formu zemědělství na rozsáhlých otevřených plochách (Látková 2017, 112). Důležitějším faktorem může být v tomto případě intenzita závlivy, a to zejména vzhledem k umístění mikulčické aglomerace v říční nivě řeky Moravy. Obecně jsou izotopové hodnoty rostlin v suchém prostředí vyšší než v prostředí s dostatečnou závlivkou (Arens *et al.* 2000; Farquhar *et al.* 1982; Tieszen 1991).



Obr. 5. Kvantitativní modely strav s využitím softwaru FRUITS (průměrné hodnoty modelu) pro soubor z mikulčické akropole a pohřebiště Kostelisko: původní výsledky podle *Velemínský et al. (2021)* a nové modely se zohledněním specifických hodnot C_3 rostlin pro jednotlivé části aglomerace.

Fig. 5. Quantitative diet models with use of FRUITS software (average model values) for assemblage from Mikulčice acropolis and Kostelisko burial site: original results published in *Velemínský et al. (2021)* and new models taking into account specific values of C_3 plants for individual parts of agglomeration.

V prostředí říční nivy, kde dochází k periodickým záplavám, je však situace specifická. Periodicky zaplavované oblasti vykazují nárůst hodnot $\delta^{13}C$, pokud je ale oblast zaplavená dlouhodobě, může být důsledkem opačný jev, tedy snížení hodnot $\delta^{13}C$ (*Fan et al. 2018*).

Hodnoty stabilních izotopů dusíku pak odrážejí výživový status rostliny, který je dán bohatostí půdy na organický dusík. Kromě pěstování na přirozeně bohatých půdách je možné obsah dusíku v půdě – a tím i hodnoty $\delta^{15}N$ – zvýšit díky hnojení organickými hnojivy (chlévskou mrvou), žďářením či hlubokou orbou (*Bogaard et al. 2013; Fiorentino et al. 2015; Reitsema et al. 2013*). Na zemědělských plochách lokalizovaných v říční nivě však opět může nastávat specifická situace, kdy často dochází vlivem záplav k intenzivní denitrifikaci, a tím i nárůstu hodnot $\delta^{15}N$ (*Orr et al. 2007*).

Z výše popsaných zákonitostí plyne, že přestože je obtížné odhadnout přesné podmínky, které ovlivňovaly charakter půdy obklopující Mikulčice, přítomnost říční nivy ukazuje, že zde pravděpodobně na relativně malé ploše existoval výrazný gradient v přírodních podmínkách ovlivňujících izotopové hodnoty rostlin. Říční niva v okolí Mikulčic dosahuje šíře kolem 5 km, a jak dokládá archeobotanická analýza, zemědělská produkce pro potřeby Mikulčic pocházela z jejich bezprostředního okolí, tedy z plochy říční nivy. (*Látková 2017*, 101–102).

První izotopové analýzy archeobotanického materiálu z Mikulčic zahrnovaly pouze pět vzorků z plochy akropole a byly využity k sestavení kvantitativních modelů stravy (*Velemínský et al. 2021*). Podrobněji se na problematiku izotopové charakteristiky rostlin konzumovaných v Mikulčicích zaměřila recentní studie *Látkové et al.* (v tisku) zkoumající

izotopové hodnoty pšenice seté (*Triticum aestivum*) nalezené v různých částech mikulčické aglomerace, zahrnující akropoli, předhradí, podhradí a periferní části aglomerace (Mikulčice – Trapíkov a Kopčany). Celkem bylo analyzováno 39 vzorků, každý z nich obsahoval 8–10 zrn z konkrétního archeologického kontextu. Zaměřením na pšenici setou je dáno tím, že dle archeobotanických poznatků se jedná o nejdůležitější C_3 hospodářskou plodinu v lokalitě (Látková 2017, 50–51). Hodnoty všech vzorků ukazují, že pšenice pěstovaná v Mikulčicích pocházela z ploch se střední až dobrou záhlvkou a zároveň z ploch přirozeně bohatých na organický dusík, či silně hnojených (Bogaard et al. 2013; Wallace et al. 2013).

Porovnání hodnot mezi jednotlivými částmi aglomerace ukazuje, že pšenice konzumovaná na akropoli byla izotopově odlišná od pšenice z ostatních částí aglomerace (tab. 3). Hodnoty $\delta^{13}C$ vzorků z akropole byly signifikantně nižší než u všech ostatních vzorkovaných ploch, což ukazuje na pěstování obilek nalezených na akropoli na vlhčích či pravidelně zaplavovaných půdách. Hodnoty $\delta^{15}N$ vzorků z akropole byly též nejnižší, statisticky signifikantní byl však rozdíl pouze v porovnání s předhradím a podhradím. To znamená, že obilky konzumované na akropoli byly pěstovány na chudších či méně hnojených půdách, případně na plochách s nižší úrovní denitrifikace.

Hodnoty obilek z periferních částí aglomerace byly velice variabilní (tab. 3). Přestože počty vzorků z jednotlivých ploch (Trapíkov vs. Kopčany) byly příliš nízké pro dosažení statisticky signifikantních rozdílů, data naznačují, že pšenice konzumovaná v jednotlivých areálech byla pěstována za různých podmínek. Hodnoty obilek z Trapíkova byly podobné předhradí a podhradí. Obilky z Kopčan pak vykazovaly podobné hodnoty $\delta^{15}N$ jako vzorky z akropole, hodnoty $\delta^{13}C$ pak měly naopak nejvyšší z celého souboru.

Dosavadní archeobotanické studie přitom ukazovaly pouze odlišnosti ve spektru konzumovaných plodin mezi obyvateli akropole a podhradí (Látková 2017; 2020, 83–84). Rozměry obilek téhož druhu pocházejících z jednotlivých částí aglomerace však byly obdobné (Látková 2017, 85–86). Lze tedy říci, že rozdíly v přírodních podmínkách detekované pomocí izotopové analýzy neovlivnily kvalitu sklizně ve smyslu velikosti zrn. Analýza polních plevelů ukazuje na obdobné techniky (zejména bohatost na dusík) při pěstování pšenice v Kopčanech a centrálních částech aglomerace a potvrzuje tak výsledky izotopové analýzy (Látková 2017).

Výsledky ukazují, že pšenice konzumovaná v Mikulčicích pocházela nejméně ze dvou různých zdrojů s odlišnými přírodními a/nebo zemědělskými podmínkami a že tyto zdroje byly využívány specificky skupinami z různých částí aglomerace. Vzhledem ke komplexním vztahům popsáním výše, ovlivňujícím hodnoty stabilních izotopů v prostředí říční nivy, však nelze jednoznačně spojit některou část aglomerace s přednostním využitím říční nivy či naopak širšího zemědělského zázemí.

Bez ohledu na příčiny této pozorované variability mají rozdíly v izotopovém složení rostlinné složky potravy potenciál ovlivnit interpretace izotopových hodnot obyvatel Mikulčic, které byly prezentovány výše. V této pasáži příspěvku tedy prezentujeme upravené kvantitativní modely stravy s využitím softwaru FRUITS (Fernandes et al. 2014) pro populaci akropole a soubor z pohřebiště Kostelisko, přičemž model pro každou skupinu byl sestaven zvlášť se zohledněním specifických hodnot rostlin pro danou část aglomerace. Výchozí hypotézou přitom bylo, že pokud obilí konzumované na akropoli mělo nižší hodnoty dusíku než obilí konzumované v podhradí, mohl tento jev zkreslit výsledky rekonstrukce stravy v tom smyslu, že pozorované rozdíly ve stravě mezi jednotlivými částmi

| Část aglomerace | n | $\delta^{13}\text{C}$ (průměr±SD) | $\delta^{15}\text{N}$ (průměr±SD) |
|----------------------------|----|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Akropole | 12 | -23,6±0,5 | 4,9±1,1 |
| Předhradí | 10 | -22,8±0,3 | 6,1±1,0 |
| Podhradí | 6 | -22,8±0,2 | 6,1±1,0 |
| Periferie – všechny vzorky | 11 | -23,0±0,7 | 6,1±2,0 |
| Periferie – Trapíkov | 7 | -23,2±0,6 | 6,7±2,2 |
| Periferie – Kopčany | 4 | -22,5±0,5 | 5,3±1,5 |

Tab. 3. Základní popisné statistiky souboru obilek pšenice (*Triticum aestivum*) rozdělené podle místa nálezu.
Tab. 3. Basic descriptive statistics of wheat (*Triticum aestivum*) assemblage divided by find location.

aglomerace mohly být podhodnocené. Vzhledem k rozdílům v hodnotách stabilních izotopů uhlíku pak může být zpochybněna i absence rozdílů v konzumaci prosa. Jak je však patrné z obrázku 5, k zásadním změnám interpretace oproti původnímu modelu publikovanému *Velemínským et al. (2021)* nedochází. Rozdíl v průměrném podílu živočišných produktů mezi oběma skupinami populace vzrostl pouze o 2 %. Objevil se však malý, ale jasně patrný rozdíl v konzumaci prosa. Zatímco v původním modelu byl podíl prosa ve stravě u obou skupin téměř totožný (průměrná hodnota modelu kolem 18 %), po zohlednění rozdílných hodnot $\delta^{13}\text{C}$ u C_3 rostlin činil téměř 6 %. Je však nutné zdůraznit, že současný model stravy třeba brát spíše jako ilustrativní, zejména vzhledem k tomu, že soubor obilek a lidí reprezentujících „podhradí“ nepochází z jeho stejné části. Model tedy předpokládá homogenní kvalitu stravy i původ potravních zdrojů napříč populací podhradí.

Rovněž při rekonstrukci **způsobu krmení zvířat** hraje roli řada faktorů popsanych výše. Pastva zvířat v lese se může v izotopovém záznamu projevit nižšími hodnotami $\delta^{13}\text{C}$ v závislosti na intenzitě zastínění spásaných rostlin okolní vegetací (*van der Merwe – Medina 1991*). Vyšší příjem živočišného proteinu typický pro karnivorní živočichy se v kolagenu projeví vyššími hodnotami $\delta^{13}\text{C}$ (v průměru -19 ‰), pro odlišně potravně orientované býložravce je toto rozpětí nižší, od -21 do -23,5 ‰ (*Lee-Thorp et al. 1989*). U živočichů s omnivorní potravní strategií, např. prasat, kdy lze vedle rostlinné složky potravy očekávat příjem živočišných bílkovin, může být kolagen obohacen o ^{15}N oproti herbivorním savcům (*Hamilton – Thomas 2012*).

Již první publikované reprezentativní soubory mikulčické fauny, osteologické nálezy objevené jižně od trojlodní baziliky a severovýchodně od knížecího paláce na akropoli (etapa 1971; *Kratochvíl 1980*), odhalily, že ke klíčovým hospodářským zvířatům, jejichž maso bylo konzumováno, patřilo na prvním místě prase domácí (*Sus domesticus*; 52 % NISP¹). Následovaly skot (*Bos taurus*; 27 %), ovce a koza domácí (*Ovis aries/Capra hircus*; 17 %). Podíl lovených zvířat byl nízký (2,8 %): nechybějí mezi nimi prasata divoká (*Sus scrofa*), jeleni (*Cervus elaphus*), srnci (*Capreolus capreolus*), zajáci (*Lepus europaeus*), bobří (*Castor fiber*), pratuří (*Bos primigenius*) nebo losi (*Alces alces*). Opomíjeno nebylo ani maso drůbeže (*Gallus domesticus, Anser a. domesticus*; 1 %). Podobné závěry týkající se zastoupení fauny přinesly také výzkumy z dalších částí akropole a předhradí. Kromě

¹ NISP = počet určených kostí a zubů příslušného zoologického taxonu. Kalkulace podílu nálezů jednotlivých druhů nebo skupin zvířat byla provedena autory tohoto příspěvku a vycházela z celkového množství osteologických nálezů: NISP=30 269 (*Kratochvíl 1980*).

jmenovaných druhů byla strava člověka doplněna o divoké ptactvo (Mlíkovský 2003), ryby (Zawada 2003). Nálezy schránek dokládají též příležitostné využití vodních mlžů (*Unio crassus*; Horsák et al. 2003; Kovačiková 2020). Počty nálezů ani izotopové hodnoty však neukazují na jejich pravidelnou konzumaci, ať už lidmi či domácími zvířaty. Chovatelé dobytka necítili pouze na produkci masa, ale i další živočišné produkty, např. mléko (Kovačiková 2020). S přibývajícimi archeozoologickými daty bylo možné se soustředit na rozdíly v produkci a spotřebě potravin živočišného původu v různých částech hradiště (Chrzanowska – Januszkiewicz-Załęcka 2003; Chrzanowska – Krupska 2003; Kovačiková et al. 2022), klást si otázky o jeho ekonomické soběstačnosti (např. Hladík 2013; 2020) a rovněž se zaměřit více do detailu na management chovu zvířat, čemuž přispívá právě analýza stabilních izotopů.

První izotopové výsledky velkomoravských zvířat byly pořízeny jako součást srovnávacích souborů pro interpretaci lidských izotopových hodnot (Halffman – Velemínský 2015, $n = 21$; Kaupová et al. 2018, $n = 43$). Vzhledem k tomu, že primárním cílem byla rekonstrukce lidské stravy, byly v souboru fauny převážně zastoupeny hlavní hospodářsky využívané druhy – prase domácí, skot, ovce a kozy. Už tyto výsledky naznačily, že zvířata zřejmě nebyla přikrmována prosem a že chov prasat probíhal v extenzivních podmínkách (Hammond – O'Connor 2013).

Právě na hodnoty prasat domácích jako druhu v Mikulčicích dominujícího se pak zaměřila podrobná studie (Kovačiková et al. 2022; $n = 54$). Početní převahu pozůstatků prasat domácích lze přitom přičítat snaze efektivně uživit početnou skupinu obyvatel hradiště s vyšším sociálním a ekonomickým statutem (O'Connor 2014; Rizzeto – Albarella 2022). Raně středověké komunity mohly produkovat nejen prasata pro svou potřebu, ale také zvířata navíc, jež se stávala obchodním artiklem v lokálním tržním systému. Z výměny živočišných produktů mezi komunitami, která mohla být regulována, měla ekonomický prospěch sídliště více či méně vzdálená (Hamerow 2002, 128). Vhodným předpokladem pro chov prasat je jejich fertilita, tj. počet mláďat připadající na jednu samici, rychlé přibývání na váze nebo potravní nenáročnost (Rizzeto – Albarella 2022).

Výsledky analýzy stabilních izotopů uhlíku svědčí o extenzivním chovu mikulčických prasat domácích na stanovištích, kde zcela převažují rostliny mírného pásma, tj. C_3 rostliny. Naměřené rozsahy hodnot $\delta^{13}C$ v kolagenu extrahovaném z kořenů zubů z akropole jsou $-20,8 \pm 0,5 \text{ ‰}$ a z předhradí $-20,9 \pm 0,7 \text{ ‰}$. Obdobného výsledku bylo dosaženo také pro prasata divoká $-20,8 \pm 0,9 \text{ ‰}$, jejichž zuby a kosti byly vzorkovány především z komparativních důvodů. Je evidentní, že pastevní areál obou forem prasete měl velmi podobné ekologické vlastnosti. Shromážděný dataset pro prasata domácí z akropole vykazoval variabilnější hodnoty $\delta^{13}C$ ve srovnání s prasaty divokými, což může být vysvětleno nejen širší rozmanitostí potravy nebo proměnlivostí jejího složení v průběhu roku, ale i zvolenou metodou vzorkování, kdy u divokých prasat byly pro izotopovou analýzu voleny také kosti postkraniálního skeletu, nikoliv jen zuby, jako to mu bylo u prasat domácích (Kovačiková et al. 2022). U různých kostí skeletu téhož jedince totiž mohou existovat významné odchylky v izotopových poměrech (Larson – Longstaffe 2007). Většina prasat domácích, jejichž nálezy zubů byly podrobeny analýze (konkrétně 43 jedinců ze 46), se pásala v podrostu osluněného biotopu. Pouze hodnoty $\delta^{13}C$ ve vzorcích tří rozdílových jedinců indikují pastvu ve více zastíněném porostu. Otevřená lesní pastviny jsou dobře propustné pro sluneční záření, z čehož profitují nejen stromy, ale i druhy keřového a bylinného patra. Dostatek světla má příznivý vliv na produkci žaludů a podporuje růst rhizomatických trav

(Jørgensen 2013). V historické literatuře je zmiňováno, že prasata byla sháněna do dubových lesů převážně na podzim, a to zhruba od konce září do poloviny listopadu, aby zde spásala žaludy (např. Hudáček 2015). Mimo podzimní období se zdržovala ve vegetativně se obnovujících výmladkových lesích (Bonn-Poschlod 1998; Beinlich et al. 2001). Žírná pastva měla sice pozitivní dopad na kvalitu vepřového masa ve smyslu povznesení jeho chuťových vlastností, vůně a šťavnatosti (ten Cate 1972, 9), ale vyžadovala přístup k vodě, protože jinak by látky obsažené v plodech mohly u zvířat vyvolat vážné střevní obtíže (ten Cate 1972, 214). S ohledem na lokalizaci sídelního komplexu v Mikulčicích v údolní nivě řeky Moravy byla dostupnost vody zajištěna. Pro inundační území přiléhající k říční síti je charakteristický rychlý rozvoj vegetace v závěru zimy a brzy zjara. Dostatek přirozené potravní nabídky ve formě šťavnatých rostlin z kraje roku tak stimuluje tělesný růst dobytka, zejména mláďat, a snižuje ekonomickou náročnost chovu (Banham – Faith 2014, 153). V archeobotanickém záznamu z Mikulčic je potvrzena existence prosvětlených lesů, v menší míře i lesů zastíněných, rostoucích na středně vlhkých půdách. Ve stromovém a keřovém patře na živinově bohatých, pravidelně nebo občas přepřelovaných půdách, dominovaly dub (*Quercus* sp.) nebo olše (*Alnus* sp.). Mimo místa s vyšší hladinou podzemní a povrchové vody se vyskytovaly dřeviny zpravidla hlubokých půd teplejších oblastí. Co se týče lučních porostů, pak se jednalo o spásané mezofilní a xerothermní louky zahrnující pícniny s vyšší krmnou hodnotou (Látková 2017, 64–66). Etnografické studie z jižní Evropy uvádějí, že v důsledku volného pohybu prasat nevznikají větší škody na zemědělských plodinách, než je obvyklé u hospodářských přežvýkavců (Albarella et al. 2007). Pastva prasat nemusela prospívat pouze jim samotným, ale mohla zvyšovat také druhovou diverzitu navštívených stanovišť (Beinlich et al. 2001).

Rozsahy hodnot stabilních izotopů dusíku ve vzorcích zubního kolagenu prasat domácích z mikulčické akropole jsou $7,2 \pm 1,1$ ‰ a z předhradí $8,0 \pm 1,7$ ‰. Růst skupiny zvířat poražených mezi jedním až dvěma roky byl podpořen přísunem krmiva obohaceného o těžký izotop dusíku ^{15}N ($8 \pm 1,4$ ‰). Oproti tomu vzorky zubů skupiny prasat usmrcených později než ve dvou letech byly o tentýž izotop ochuzeny ($7 \pm 1,4$ ‰). Výsledky ukazují, že prasata byla již v mladém věku selektována buď ke krátkodobějšímu, nebo dlouhodobějšímu výkrmu. Zvolené strategii odpovídalo množství proteinu v potravě, kterého přijímali více jedinci s dřívějším termínem porážky (Kovačiková et al. 2022). Chov prasat byl kontrolován chovatelem a byl diferencován podle věku zvířat. Omnivorní prasata chovaná extenzivním způsobem tráví až 75 % času činnostmi spojenými s vyhledáváním potravy, jejímž základem jsou rostliny (až 90 %). Živočišného původu je jen minoritní část krmiva (hmyz, žížaly, malí obojživelníci, hlodavci). Jelikož jsou prasata dosti adaptabilní, může zastoupení různých komponent v krmivu variovat podle potravní nabídky (D'Eath – Turner 2009). U potravně oportunistických prasat, obzvláště vyskytujících se v blízkosti lidských obydlí, je třeba vedle pastevního odchovu připustit také variantu rozšiřování jejich krmivové základny o zbytky z domácností či ze zemědělských činností (Madgwick et al. 2012). V případě Mikulčic s touto představou konvenují nejen hodnoty stabilních izotopů dusíku, ale i uhlíku ve vzorku zubního kolagenu samce, který se dožil 18 měsíců a jehož pozůstatky byly objeveny při archeologickém výzkumu na předhradí. Hodnota $\delta^{15}\text{N}$ (11 ‰) spojená s tímto jedincem odpovídá příjmu potravy na vyšší trofické úrovni, než tomu bylo u zbylých 25 zkoumaných zvířat (Kovačiková et al. 2022). Proto u něj nelze vyloučit, že byl krmem odpadem z domácností nebo ze zemědělství. Souběžně byla v témže vzorku naměřena i vyšší hodnota $\delta^{13}\text{C}$ (-17.2 ‰), což nasvědčuje konzumaci potravy obsahující C_4 rostliny.

V úvahu připadá především energeticky bohaté proso seté, jehož obilky byly potvrzeny na stejné výzkumné ploše (Látková 2017, 50–51). Využití prosa, ať už obilek nebo stébel, jakožto krmné plodiny podávané prasatům je popsáno už pro neolit (např. Wang et al. 2018). Izotopový záznam odlišně krmeného prasete z Mikulčic lze interpretovat jako doklad menšího chovu na úrovni domácnosti (Madgwick et al. 2012), který vyžadoval určité pracovní nasazení chovatele, a to nejen při obstarávání krmiva a vody, ale také při stavbě ohrazení či vyvážení mrvy (Price 2016, 76). Ačkoliv se v tomto případě jedná o ojedinělé zjištění, může spolu s běžněji praktikovaným extenzivním systémem hospodaření naznačovat různorodější postoj obyvatel hradiště k chovu prasat ve sledovaném období (Price et al. 2017).

5. Izotopová analýza Sr – studie rezidenční mobility obyvatel Mikulčic

Dosud jediná publikovaná studie rezidenční mobility velkomoravské populace se zaměřovala na populaci Mikulčic (Vytačil et al. 2021). K charakteristice lokálního rozmezí byl využit soubor 27 vzorků zubní skloviny domestikovaných zvířat nalezených na ploše mikulčické aglomerace. Jednalo se o vzorky prasete domácího ($n = 12$), ovce ($n = 4$), kozy ($n = 4$) a skotu ($n = 7$). Pro srovnání izotopové situace mezi hradištěm a předpokládaným ekonomickým zázemím bylo k referenčnímu souboru připojeno deset vzorků lidských kostí z pohřebišť v Prušánkách a Josefově. Pohřebiště jsou od hradiště vzdálená přibližně 7–10 km a leží mimo říční nivu řeky Moravy, takže (podle předpokladu) měly tyto vzorky přiblížit izotopové poměry v širším okolí studované lokality. V případě Prušánek ani Josefova nebyly dostupné zvířecí zuby, analýza se tedy musela omezit pouze na vzorky lidských kostí.

Hlavní soubor lidských vzorků tvořily čtyři skupiny jedinců, rozdělené podle předpokládaného socio-ekonomického postavení a pohlaví, tedy 32 elitních mužů, 38 elitních žen, 25 ne-elitních mužů a 27 ne-elitních žen, doplněné o jednoho elitního jedince s neurčeným pohlavím (pro definici elitních pohřbů viz kap. 2). Vybírání byli jedinci pohřbení na hřbitovech asociovaných s 2. a 3. kostelem z mikulčické akropole, doplnění o pohřby v oblasti podhradí, konkrétně Kosteliska a 6. kostela. Soubor zahrnoval šest pohřbů z kostelních interiérů.

Tento příspěvek nově prezentuje výsledky dalších 33 dodatečně analyzovaných jedinců, jejichž výběr se zaměřil na hroby, u kterých se předpokládala možnost nelokálního původu. Konkrétně se jedná o pohřby s meči, které v původní publikaci tvořily téměř třetinu vzorků mimo lokální rozmezí. Dále pak byly vybrány hroby z okolí paláce, kde byla podle předchozích výsledků naznačena vyšší koncentrace nelokálních jedinců, a pohřby se specifickou hrobovou výbavou (ostruhy, včetně luxusních ostruh typu Biskupija-Crkvina, gombíky, náušnice „veligradského“ typu apod.). Detaily jsou uvedeny v tab. 4. Skupinu doplňují čtyři jedinci bez hrobové výbavy, zahrnující i jedince z hrobu 82/IV, který byl atypicky pohřbený ve skrčené poloze. Tyto osoby bez hrobové výbavy byly vybrány ze hřbitovů 4. a předpokládaného 11. kostela, ze kterých pocházela přibližně polovina jedinců doplňkového souboru a které nebyly zpracovány v původní publikaci.

Doposud nepublikované hodnoty stabilních izotopů stroncia jsou prezentovány na obr. 6A, dříve publikované hodnoty (Vytačil et al. 2021) jsou uvedeny na obr. 6B. Hodnoty referenčních vzorků publikovaného souboru názorně ilustrují problémy, které mohou

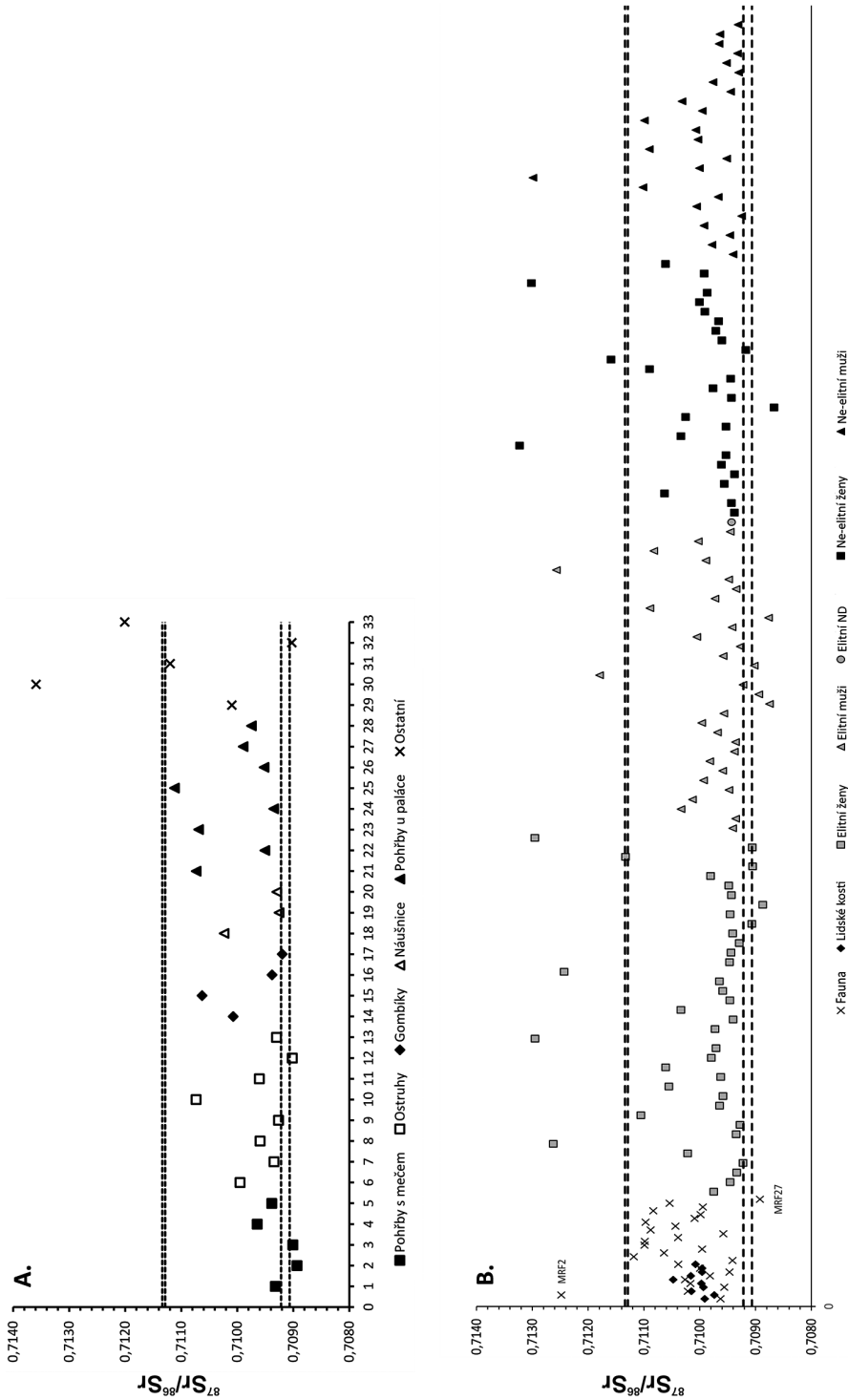
| Č. hrobu | Označení* | $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ | Vybrané položky hrobové výbavy |
|----------|-----------|---------------------------------|---|
| 1347 | 1 | 0,709317 | meč, ostruhy |
| 341 | 2 | 0,708931 | meč, ostruhy, nůž |
| 375 | 3 | 0,709005 | meč, ostruhy, sekera, nůž |
| 425 | 4 | 0,709643 | meč, ostruhy, gombík, nůž |
| 715 | 5 | 0,709383 | meč, ostruhy, sekera, nůž |
| 834 | 6 | 0,709949 | ostruhy, sekera, nůž |
| 832 | 7 | 0,709341 | ostruhy, nůž |
| 878 | 8 | 0,709592 | ostruhy, sekera, nůž |
| 840 | 9 | 0,709261 | ostruhy, nůž |
| 18/IV | 10 | 0,710733 | ostruhy, dýka |
| 80/IV | 11 | 0,709604 | ostruhy |
| 439 | 12 | 0,709014 | ostruhy (typ Biskupija-Crkvina) |
| 100/VI | 13 | 0,709298 | ostruhy, gombík |
| 136/IX | 14 | 0,710071 | gombík polyedrický |
| 807 | 15 | 0,710629 | gombík |
| 876 | 16 | 0,709378 | gombík |
| 1182 | 17 | 0,709198 | gombík, náušnice (Ag, veligradský typ) |
| 855 | 18 | 0,710234 | náušnice (Au, veligradský typ), nůž |
| 858 | 19 | 0,709254 | náušnice (Ag, veligradský typ), nůž |
| 879 | 20 | 0,709294 | náušnice (Ag, veligradský typ), nůž |
| 712 | 21 | 0,710731 | náušnice (bronzové), nůž, pohřeb u paláce |
| 743 | 22 | 0,709507 | náušnice (Ag), pohřeb u paláce |
| 708 | 23 | 0,710690 | nůž, pohřeb u paláce |
| 758 | 24 | 0,709347 | nůž, pohřeb u paláce |
| 760 | 25 | 0,711121 | sekera, pohřeb u paláce |
| 763 | 26 | 0,709519 | nůž, pohřeb u paláce |
| 707 | 27 | 0,709895 | bez nálezu, pohřeb u paláce |
| 749 | 28 | 0,709747 | bez nálezu, pohřeb u paláce |
| 1095 | 29 | 0,710096 | grafit |
| 826 | 30 | 0,713591 | bez nálezu |
| 877 | 31 | 0,711196 | bez nálezu |
| 92/IV | 32 | 0,709025 | bez nálezu |
| 82/IV | 33 | 0,712009 | bez nálezu, skrčeneč |

*Laboratorní označení využité v obr. 6.

Tab. 4. Analyzované hroby, hrobová výbavy a naměřené hodnoty $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$.

Tab. 4. Analysed graves, grave goods and measured $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ values.

nastat při využívání archeozoologických nálezů pro stanovení lokálního rozmezí. U jednoho vzorku prasete byla zjištěna nápadně odlehlá hodnota $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Jelikož ani u zvířat nelze s jistotou vyloučit nelokální původ a naměřená hodnota se výrazně lišila jak od odhadu na základě geologických dat, tak od ostatních zvířecích i kosterních referenčních vzorků, došlo k vyřazení jedince MRF2 z referenčního souboru, a nebyl tedy dále využit pro stanovení lokálních rozmezí biologicky dostupného stroncia. Druhý zvířecí exemplář, MRF27 (*Bos taurus*), se svou hodnotou $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ rovněž pohyboval dále od ostatních referenčních vzorků. Spolehlivá identifikace těchto dvou odlehlých hodnot byla umožněna



Obr. 6. Hodnoty stabilních izotopů stroncia souboru z Mikulčic: A – doposud nepublikovaná data (viz tab. 4); B – data publikovaná Vytlačílem et al. (2021) ve vztahu k socio-ekonomickému postavení jedince. Přerušované čáry značí stanovená lokální rozmezí.

Fig. 6. Values of stable strontium isotopes of assemblage from Mikulčice: A – as yet unpublished data (see tab. 4); B – data published by Vytlačílem et al. (2021) in relation to socio-economic status of individual. Dashed lines mark established local range.

hlavně díky dostatečné velikosti souboru. Nicméně naměřená hodnota v případě MRF27 nebyla natolik výrazně odlehlá, aby bylo možné ji spolehlivě prohlásit za nelokální. Z tohoto důvodu bylo pro minimalizaci rizika chybného určení lokálních/nelokálních jedinců pohřbených v Mikulčicích zvoleno stanovení dvou různých rozmezí biologicky dostupného stroncia – první zahrnující vzorek MRF27 (0,70906–0,71134) a druhý bez tohoto vzorku (0,70922–0,71129). Vzorky kostí z Prušánek a Josefova, ač svými hodnotami se pohybující přibližně uprostřed stanovených lokálních rozmezí, podle předpokladu vykazovaly výrazně nižší rozptyl než zvířata. Určení lokálního biostroncia pouze na jejich základě by vyústilo ve výrazně užší interval (0,70966–0,71041). V takovém případě by většina lidí pohřbených v Mikulčicích izotopově vypadala jako nelokální. Nicméně i tak mohou kosterní data poskytnout užitečné informace, např. naznačují podobu izotopových hodnot $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ v rámci širšího ekonomického zázemí s hodnotami hradiště.

Původní analýza (Vytlačil *et al.* 2021; $n = 123$) odhalila řadu jedinců, kteří se nacházeli mimo stanovená lokální rozmezí biologicky dostupného stroncia. Tyto případy představovaly v závislosti na použitém lokálním rozmezí 13–19 % z celkového počtu analyzovaných pohřbů. Jejich rozložení nad i pod lokálním intervalem $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ vypovídá o původu migrantů z minimálně 2–3 lokalit. Tito jedinci byli zastoupeni v každé ze zkoumaných socio-ekonomických a genderových skupin. U elit (bez ohledu na pohlaví) byl však počet migrantů téměř trojnásobně vyšší než v ne-elitních kategoriích. Nepotvrdila se však pracovní hypotéza předpokládající vyšší mobilitu elitních žen oproti mužům. V hrobech v interiérech kostelů, považovaných za nejprestižnější, nefigurují migranti ve zvýšené míře. Pouze dva případy ze šesti analyzovaných byly mimo lokální rozmezí, a to prakticky na jejich stanovených hranicích.

Dalším zajímavým zjištěním studie je statisticky významný posun naměřených lidských hodnot $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ oproti referenčním vzorkům fauny. Jak lze vidět na *obr. 6*, většina vzorků se koncentruje v blízkém okolí spodní hranice lokálního intervalu. Tento jev by mohl znamenat, že celkový počet nelokálních jedinců byl ještě vyšší. Obecně výsledky naznačují, že Mikulčice byly lokalitou, na které se shlukovaly elitní vrstvy velkomoravské společnosti z širšího geografického prostoru. Jádro vládnoucí vrstvy ale pravděpodobně bylo místní.

Lidské vzorky zde prezentovaného rozšiřujícího souboru nevykazují – i přes cílený výběr jedinců s hrobovou výbavou předpokládaného nelokálního původu – výrazně vyšší míru jedinců mimo stanovená rozmezí ve srovnání s původní prací (Vytlačil *et al.* 2021). Průměr naměřených hodnot $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ lidské skloviny byl v rozšiřujícím souboru $0,70993 \pm 0,00098$ (1SD), s minimem 0,70893 a maximem 0,71359. Z celkových 33 vzorků se mimo širší lokální interval pohybovalo šest jedinců – na *obr. 6A* na vodorovné ose č. 2, 3, 12, 30, 32 a 33. Při použití užšího lokálního rozmezí se skupina potencionálně nelokálních jedinců rozšíří o jednoho (17). To představuje 18 (21) % z celkového počtu analyzovaných vzorků, prakticky totožné zastoupení jako v původní publikaci (13–19 %).

Nejvýrazněji odlehlá hodnota $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ náleží náhodně vybranému jedinci (30) a ženě pohřbené ve skrčené poloze (33). Oba případy, pohřbené bez hrobové výbavy, jsou také jedinými z rozšiřujícího souboru s hodnotami $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ převyšujícími horní hranici lokálních rozmezí. Obecně, největší variabilita v $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ je vidět právě u těchto jedinců bez nálezů, pohřbených u 4. a předpokládaného 11. kostela, kde tři ze čtyř vzorků (30, 31, 32, 33) leží mimo lokální hodnoty. Jejich náhodný výběr k analýze však prakticky vylučuje interpretace přesahující informaci, že své dětství pravděpodobně strávili v oblasti izotopově odlišné od Mikulčic.

Nízký počet jedinců v ostatních archeologických kategoriích neumožňuje řádné statistické porovnání, nicméně i tak *obr. 6* naznačuje několik patrných trendů. Zdá se, že ve shodě s původním předpokladem mají jedinci pohřbení s mečem výraznou tendenci pohybovat se v blízkosti dolní hranice lokálních rozmezí. Tato tendence je v méně výrazné formě vidět i u pohřbů s ostruhami. Jedinec 12 je jediný z pohřbů s ostruhami, který leží mimo lokální rozmezí. Tento hrob je pozoruhodný rovněž z hlediska hrobové výbavy, jelikož nalezené luxusní ostruhy typu Biskupija-Crkvina patří ke karolinskému okruhu památek a jsou do jisté míry asociovány s dalmatským prostředím. Nicméně rozdíl v hodnotách $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ je u něj, stejně jako v případech „nelokálních“ pohřbů s mečem (2, 3), minimální. Dalším zajímavým trendem je v prezentovaném souboru umístění pohřbů se stříbrnými náušnicemi veligradského typu (17, 19, 20) prakticky na hranici užšího lokálního intervalu. I zde je přítomná výjimka (18), s $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ přibližně uprostřed lokálních rozmezí. Jedinec 18 se však liší i provedením nalezených náušnic, které byly vyrobeny ze zlata. Naopak pohřby s gombíky (4, 13, 14, 15, 16, 17) mají hodnoty $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ rozprostřené rovnoměrněji v rámci celého lokálního intervalu. Obdobně z dat rovněž neplyne, že by nelokální jedinci byli pohřbíváni ve vyčleněných částech pohřebišť, jak naznačovala data v původní práci (Vytlačil *et al.* 2021). Ve výběru palácových hrobů nebyla přítomna ani jedna hodnota přesahující stanovené lokální intervaly a naměřené hodnoty $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ nemají ani patrnou tendenci k lokalizaci v dolní části lokálního rozmezí.

Obdobně jako v hlavním souboru, i v případech zde publikovaných dat se většina hodnot pohybuje v blízkosti dolních hranic stanovených lokálních intervalů a data vykazují statisticky významný (Kruskal-Wallisův test, $p = 0,012$) posun oproti referenčnímu souboru fauny. Srovnání hodnot lidí s původním souborem statisticky významné rozdíly neukázalo (Kruskal-Wallisův test, $p = 0,505$). Statisticky významné snížení hodnot $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ lidských vzorků oproti fauně poukazuje na další z problémů, se kterými se analýza mobility může potýkat. V ideálním případě by se očekávalo rozmístění $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ lokálních jedinců v rámci celého místního rozmezí, což v Mikulčicích není patrné. Vysvětlením tohoto izotopového posunu by mohly být odlišné prostory vyčleněné pro pěstování plodin určených pro lidi a umístění pastvin pro zvířata (Maurer *et al.* 2012; Montgomery 2010). Nicméně jelikož Mikulčice leží v úrodné říční nivě, testované vzorky kostí z širšího okolí jsou shodné s faunou a samotný referenční soubor je poměrně obsáhlý, tato možnost se nejeví jako pravděpodobná. Druhé vysvětlení by mohlo ležet v tzv. regionální migraci. V takovém případě by mohla řada z jedinců určených jako místních pro Mikulčice pocházet z jiné oblasti, jejíž lokální hodnoty by byly oproti Mikulčicím sniženy, avšak stále v rámci zde stanoveného rozmezí či s určitým překryvem. Oblast Jižní Moravy je z geologického hlediska poměrně uniformní, a lze předpokládat, že se zde nenacházejí markantnější rozdíly v hodnotách lokálního biostroncia. Drobné odchylky v $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ by ale mohly být přítomné. Dále, řeky mají tendenci být nositelem stronciového signálu z širší oblasti jejich povodí (Bentley 2006; Britton *et al.* 2020), mikulčické hodnoty by proto mohly být ovlivněny např. Bílými Karpaty a tím pádem variabilnější, což by tyto regionální odchylky mohlo překrýt.

Obecně, výsledky prezentovaného rozšiřujícího souboru podporují závěry původní publikace. Předpokládanou patrilokalitu, a tedy vyšší mobilitu velkomoravských žen, se nepodařilo prokázat. Výsledky také ukázaly, že osoby pohřbené s elitní hrobovou výbavou se mezi jedinci s nelokálním původem vyskytují téměř třikrát častěji. Výjimkou z tohoto trendu jsou pohřby v interiérech kostelů. Vyšší koncentrace migrantů mezi hroby elitního charakteru potvrzuje funkci Mikulčic jako významného sídelního i kulturního střediska Velké Moravy, kde docházelo ke kumulaci elit původem ze širšího okolí.

6. Další perspektivy výzkumu

Velkomoravská populace, a zejména populace Mikulčic, patří k izotopově nejprozkoumanějším kontextům v rámci středověké Evropy. V posledních letech se prostřednictvím izotopové analýzy navýšily naše znalosti o různých aspektech života dané populace, jako je strava v různých životních obdobích, migrace, ale i systém hospodaření. Tato práce se pokouší výsledky do určité míry izolovaných studií sumarizovat a upozornit na přetrvávající „bílá místa“ na pomyslné izotopové mapě Velké Moravy, jejichž definice je prvním krokem při tvorbě funkčních hypotéz pro budoucí výzkum. Přestože rozsah izotopového výzkumu stravy populace Velké Moravy je minimálně v českém kontextu bezprecedentní, jeho výsledky rozhodně nepostihují kompletní obraz velkomoravské stravy a její vnitropopulační variability. Populační skupinou, která zatím v mozaice studovaného materiálu zcela chybí, je populace sídlišť, která se nacházejí na pomyslném socio-ekonomickém žebříčku mezi venkovskými lokalitami na jedné straně a velkými centry na straně druhé. Příkladem mohou být dvojice současně používaných pohřebišť v Prušánkách (*Klanica 2006*) či v Rajhradě a Rajhradcích (*Hendrychová 2016*). Ve druhém případě lze doložit i kontinuitu pohřbívání po zániku Velké Moravy a nabízí se tak možnost srovnání charakteru stravy, tedy i obecně životních podmínek.

Ani u dvou již izotopově zkoumaných centrálních lokalit nebyl doposud plně využit jejich potenciál. Izotopová analýza kosterního materiálu od 1. kostela na Pohansku či hypotetického 12. kostela v Mikulčicích – který by svou datací, stavební technologií i předpokládanou přítomností interiérových pohřbů (*Kavánová 2001*) mohl představovat analogii k rotundě na Pohansku (*Macháček et al. 2014*), může napomoci studiu případných diachronních změn v charakteru stravy v rámci fungování Velké Moravy. Vzhledem ke specifickému charakteru dětské stravy s typicky vyšším podílem prosa, budoucí pokračování sériového vzorkování v průběhu kořene druhé, případně třetí stálé stoličky může identifikovat okamžik změny stravovacích návyků z dětských na dospělé. Vzhledem k tomu, že pilotní studie (*Kaupová et al. 2014*) naznačila rozdíl ve strategii odstavu mezi populací mikulčické aglomerace a zemědělskou populací Josefova, by bylo vhodné tuto hypotézu potvrdit pomocí detailního sériového vzorkování.

Jak naznačují zpřesněné modely stravy se zohledněním specifických izotopových hodnot C_3 rostlin pro jednotlivé části aglomerace, přestože zřejmě nelze očekávat zásadní změny interpretace při navýšení komparativních vzorků rostlin a fauny, jemné rozdíly v charakteru stravy mezi jednotlivými populačními skupinami mohly doposud zůstat neodhaleny. To vybízí k dalšímu, podrobnějšímu vzorkování kostí zvířat i obilek z jednotlivých částí aglomerace, zahrnující i vzorkování dalších druhů. V případě zvířat je již v případě analogická studie zaměřená na způsob chovu a hospodářské využití hovězího dobytka. V případě rostlin by pak bylo žádoucí vzorkování prosa, ale i žita, které bylo, jak je uvedeno výše, v některých částech aglomerace dominantní. Analýza vzorků z lokalit v předpokládaném zemědělském zázemí Mikulčic by pak mohla napomoci rozklíčovat původ obilí konzumovaného v jednotlivých částech aglomerace. Zde je však nutné zmínit přetrvávající problém relativně vysoké destruktivnosti metody, kdy jeden vzorek má být tvořen 8–10 zrny z konkrétního archeologického kontextu. Přítom nejsou limitem požadavky na velikost vzorku (v současné době je možné změřit izotopové hodnoty i jediného spáleného zrnka), ale spíše obavy o jeho reprezentativnost. Byla totiž prokázána relativně vysoká variabilita hodnot obilek v rámci jednoho pole, ale i v rámci jednoho klasu téže rostliny

(Bogaard et al. 2013; Fiorentino et al. 2015). Použití více obílek a zprůměrování jejich hodnot v rámci jednoho vzorku tedy pouze snižuje nároky na množství měření, a velikost vzorku tak nelze efektivně snížit.

V dalším výzkumu rezidenční mobility je třeba se zaměřit zejména na rozsáhlé vzorkování srovnávacích souborů různého charakteru v širším kontextu jižní Moravy, které umožní přesnější definici lokálního rozmezí pro další výzkumy, a srovnání profilu rezidenční mobility mikulčické populace s dalšími velkomoravskými sídlišti. Samostatnou otázkou potom zůstává možnost propojení izotopových dat o stravě a migraci s dalšími biologickými ukazateli, včetně molekulárně biologických dat popisujících např. původ či biologickou příbuznost mezi jedinci, k čemuž dostatečně početný dataset z relativně úzce časově i geograficky vymezeného kontextu přímo vybízí.

Tato práce představuje syntézu výstupů několika výzkumných projektů podpořených následujícími agenturami respektive institucemi: Grantová agentura České republiky – projekty 19-13265S (Zpřesnění rekonstrukce stravy minulých populací na příkladu středověké Moravy) a 17-01878S (Životní styl a identita velkomoravské aristokracie: archeologická a bioarcheologická analýza dokladů nejvyšších elit v Mikulčicích); Grantová agentura Univerzity Karlovy – projekty 642413 (Bioarcheologie raně středověké střední Evropy: Vztah mezi zdravotním stavem, sociálním kontextem, migrací a stravou), 526216 (Výživa člověka v raném středověku: Syntéza poznatků analýzy stabilních izotopů a mikrostruktury zubů v souvislosti se sociální strukturou) a 1076218 (Analýza stabilních izotopů v rekonstrukci rezidenční mobility velkomoravské populace); Ministerstvo kultury České republiky (projekt institucionální podpory DKRVO 2019–2023/7.I.a-e, 00023272, Národní muzeum); Evropský sociální fond a státní rozpočet ČR – projekt NEXLIZ CZ.1.07/2. 3.00/30.0038.

Literatura

- Adamson, M. W. 2004: Food in medieval times. Westport: Greenwood Publishing Group.
- Albarella, U. – Manconi, F. – Vigne, J.-D. – Rowley-Conwy, P. 2007: Ethnoarchaeology of pig husbandry in Sardinia and Corsica. In: U. Albarella et al. eds., Pigs and Humans: 10,000 Years of Interaction, Oxford: Oxford University Press, 285–307.
- Ambrose, S. H. – Norr, L. 1993: Experimental evidence for the relationship of the carbon isotope ratios of whole diet and dietary protein to those of bone collagen and carbonate. In: J. B. Lambert – G. Grupe eds., Prehistoric human bone: Archaeology at the molecular level, New York: Springer, 1–37. https://doi.org/10.1007/978-3-662-02894-0_1
- Arens, N. C. – Jahren, A. H. – Amundson, R. 2000: Can C3 plants faithfully record the carbon isotopic composition of atmospheric carbon dioxide?. *Paleobiology* 26, 137–164. [https://doi.org/10.1666/0094-8373\(2000\)0262.0.CO;2](https://doi.org/10.1666/0094-8373(2000)0262.0.CO;2)
- Balasse, M. – Bocherens, H. – Mariotti, A. – Ambrose, S. H. 2001: Detection of dietary changes by intra-tooth carbon and nitrogen isotopic analysis: An experimental study of dentine collagen of cattle (*Bos taurus*). *Journal of Archaeological Science* 28, 235–245. <https://doi.org/10.1006/jasc.1999.0535>
- Banham, D. – Faith, R. 2014: Anglo-Saxon farms and farming. Oxford: Oxford University Press.
- Baumslag, N. 1987: Breastfeeding: Cultural practices and variations. In: D. Jelliffe – E. Jelliffe eds., *Advances in international maternal and child health 7*, Oxford: Clarendon Press, 36–50.
- Beaumont, J. – Atkins, E.-C. – Buckberry, J. – Haydock, H. – Horne, P. – Howcroft, R. – Mackenzie, K. – Montgomery, J. 2018: Comparing apples and oranges: Why infant bone collagen may not reflect dietary intake in the same way as dentine collagen. *American Journal of Physical Anthropology* 167, 524–540. <https://doi.org/10.1002/ajpa.23682>
- Beaumont, J. – Gledhill, A. – Lee-Thorp, J. – Montgomery, J. 2013: Childhood diet: A closer examination of the evidence from dental tissues using stable isotope analysis of incremental human dentine. *Archaeometry* 55, 277–295. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2012.00682.x>
- Beinlich, B. – Hill, B. – Köstermeyer, H. – Beck, L. – van Rhemen, K. 2001: Schweinefreilandhaltung in der Landschaftspflege—ein Überblick zum aktuellen Kenntnisstand. *Ecce-Weser* 14, 15–30.

- Bentley, R. A. 2006: Strontium isotopes from the earth to the archaeological skeleton: A review. *Journal of Archaeological Method and Theory* 13, 135–187. <https://doi.org/10.1007/s10816-006-9009-x>
- Beranová, M. 1980: *Zemědělství starých Slovanů*. Praha: Academia.
- Bickle, P. 2018: Stable isotopes and dynamic diets: The Mesolithic-Neolithic dietary transition in terrestrial central Europe. *Journal of Archaeological Science: Reports* 22, 444–451. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2018.09.017>
- Bickle, P. – Bentley, R. A. – Dočkalová, M. – Fibiger, L. – Griffiths, S. – Hamilton, J. – Hedges, R. E. M. – Hofmann, D. – Matejčuková, I. – Whittle, A. 2014: Early Neolithic lifeways in Moravia and Western Slovakia: Comparing archaeological, osteological and isotopic data from cemetery and settlement burials of the Linearbandkeramik (LBK). *Anthropologie* 52, 35–72.
- Bigoni, L. – Krajčůček, V. – Sládek, V. – Velemínský, P. – Velemínská, J. 2013: Skull shape asymmetry and the socioeconomic structure of an early medieval central European society. *American Journal of Physical Anthropology* 150, 349–364. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22210>
- Bogaard, A. – Fraser, R. – Heaton, T. H. E. – Wallace, M. – Vaiglova, P. – Charles, M. – Jones, G. – Evershed, R. P. – Styring, A. K. – Andersen, N. H. – Arbogast, R.-M. – Bartosiewicz, L. – Gardeisen, A. – Kanstrup, M. – Maier, U. – Marinova, E. – Ninov, L. – Schäfer, M. – Stephan, E. 2013: Crop manuring and intensive land management by Europe's first farmers. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110, 12589–12594. <https://doi.org/10.1073/pnas.1305918110>
- Bonn, S. – Poschold, P. 1998: *Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas*. Stuttgart: Quelle & Meyer.
- Britton, K. – Le Corre, M. – Willmes, M. – Moffat, I. – Grün, R. – Mannino, M. A. – Woodward, S. – Jaouen, K. 2020: Sampling plants and malacofauna in ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr bioavailability studies: implications for isoscape mapping and reconstructing of past mobility patterns. *Frontiers in Ecology and Evolution* 8, 579473. <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.579473>
- Craig-Atkins, E. – Towers, J. – Beaumont, J. 2018: The role of infant life histories in the construction of identities in death: An incremental isotope study of dietary and physiological status among children afforded differential burial. *American Journal of Physical Anthropology* 167, 644–655. <https://doi.org/10.1002/ajpa.23691>
- Czermak, A. – Ledderose, A. – Strott, N. – Meier, T. – Grupe, G. 2006: Social structures and social relations—An archaeological and anthropological examination of three early medieval separate burial sites in Bavaria. *Anthropologischer Anzeiger* 64, 297–310. <https://doi.org/10.1127/anthranz/64/2006/297>
- Čech, P. – Kočár, P. – Kozáková, R. – Kočárová, R. 2013: *Ekonomika a životní prostředí raně středověké aglomerace v Žatci*. Praha: Archeologický ústav AV ČR.
- Čulíková, V. 1998: Výsledky analýzy rostlinných makrozbytků z lokality Praha 1 – Malá Strana, Tržiště čp. 259/III (Hartigovský palác). *Archaeologica Pragensia* 14, 291–316.
- Čulíková, V. 2005: Rostlinné makrozbytky z raně středověké lokality Mostecká–Josefská ul. (Dřevěná cesta), Praha 1 – Malá Strana. *Archaeologica Pragensia* 17, 137–159.
- D'Eath, R. B. – Turner, S. P. 2009: The natural behaviour of the pig. In: J. N. Marchant-Forde ed., *The welfare of pigs*. *Animal welfare* 7, New York: Springer, 13–45. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8909-1_2
- DeNiro, M. J. – Epstein, S. 1978: Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 42, 495–506. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(78\)90199-0](https://doi.org/10.1016/0016-7037(78)90199-0)
- DeNiro, M. J. – Epstein, S. 1981: Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 45, 341–351. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(81\)90244-1](https://doi.org/10.1016/0016-7037(81)90244-1)
- Detwiler, K. A. 2004: When to wean: Biological versus cultural perspectives. *Clinical Obstetrics and Gynecology* 47, 712–723. <https://doi.org/10.1097/01.grf.00000137217.97573.01>
- Drtíková Kaupová, S. – Brůžek, J. – Hadrava, J. – Mikšík, I. – Poláček, L. – Pátová, L. – Velemínský, P. *V tisku*: Early life histories of Great Moravian children – carbon and nitrogen isotopic analysis of dentine serial sections of early medieval population of Mikulčice (9th–10th centuries AD, Czechia). *Archaeological and Anthropological Sciences*.
- Drucker, D. G. – Bridault, A. – Hobson, K. A. – Szuma, E. – Bocherens, H. 2008: Can carbon-13 in large herbivores reflect the canopy effect in temperate and boreal ecosystems? Evidence from modern and ancient ungulates. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 266, 69–82. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2008.03.020>
- Evans, J. A. – Chenery, C. A. – Montgomery, J. 2012: A summary of strontium and oxygen isotope variation in archaeological human tooth enamel excavated from Britain. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 27, 754–764. <https://doi.org/10.1039/C2JA10362A>

- Evans, J. A. – Tatham, S. 2004: Defining 'local signature' in terms of Sr isotope composition using a tenth- to twelfth-century Anglo-Saxon population living on a Jurassic clay-carbonate terrain, Rutland, UK. Geological Society, London, Special Publications 232, 237–248. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2004.232.01.21>
- Fahy, G. E. – Deter, C. – Pitfield, R. – Miszkiewicz, J. J. – Mahoney, P. 2017: Bone deep: Variation in stable isotope ratios and histomorphometric measurements of bone remodelling within adult humans. *Journal of Archaeological Science* 87, 10–16. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2017.09.009>
- Fan, R. – Morozumi, T. – Maximov, T. C. – Sugimoto, A. 2018: Effect of floods on the $\delta^{13}\text{C}$ values in plant leaves: A study of willows in Northeastern Siberia. *PeerJ: Plant Biology* 6, e5374. <https://doi.org/10.7717/peerj.5374>
- Farquhar, G. D. – O'Leary, M. H. – Berry, J. A. 1982: On the relationship between carbon isotope discrimination and the intercellular carbon dioxide concentration in leaves. *Functional Plant Biology* 9, 121–137. <https://doi.org/10.1071/pp9820121>
- Fernandes, R. – Millard, A. R. – Brabec, M. – Nadeau, M.-J. – Grootes, P. 2014: Food reconstruction using isotopic transferred signals (FRUITS): A Bayesian model for diet reconstruction. *PLOS ONE* 9, e87436. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087436>
- Fewtrell, M. S. – Morgan, J. B. – Duggan, C. – Gunnlaugsson, G. – Hibberd, P. L. – Lucas, A. – Kleinman, R. E. 2007: Optimal duration of exclusive breastfeeding: What is the evidence to support current recommendations?. *The American Journal of Clinical Nutrition* 85, 635S–638S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/85.2.635S>
- Fildes, V. 2017: The culture and biology of breastfeeding: An historical review of Western Europe. In: P. Stuart-Macadam – K. A. Dettwyler eds., *Breastfeeding: Biocultural Perspectives*, London: Routledge, 75–99.
- Fiorentino, G. – Ferrio, J. P. – Bogaard, A. – Araus, J. L. – Riehl, S. 2015: Stable isotopes in archaeobotanical research. *Vegetation History and Archaeobotany* 24, 215–227. <https://doi.org/10.1007/s00334-014-0492-9>
- Fraser, R. A. – Bogaard, A. – Schäfer, M. – Arbogast, R. – Heaton, T. H. E. 2013: Integrating botanical, faunal and human stable carbon and nitrogen isotope values to reconstruct land use and palaeodiet at LBK Vaihingen an der Enz, Baden-Württemberg. *World Archaeology* 45, 492–517. <https://doi.org/10.1080/00438243.2013.820649>
- Fuller, B. T. – Fuller, J. L. – Harris, D. A. – Hedges, R. E. M. 2006: Detection of breastfeeding and weaning in modern human infants with carbon and nitrogen stable isotope ratios. *American Journal of Physical Anthropology* 129, 279–293. <https://doi.org/10.1002/ajpa.20249>
- Fuller, B. T. – Richards, M. P. – Mays, S. A. 2003: Stable carbon and nitrogen isotope variations in tooth dentine serial sections from Wharram Percy. *Journal of Archaeological Science* 30, 1673–1684. [https://doi.org/10.1016/S0305-4403\(03\)00073-6](https://doi.org/10.1016/S0305-4403(03)00073-6)
- Grimstead, D. N. – Nugent, S. – Whipple, J. 2017: Why a standardization of strontium isotope baseline environmental data is needed and recommendations for methodology. *Advances in Archaeological Practice* 5, 184–195. <https://doi.org/10.1017/aap.2017.6>
- Gron, K. J. – Larsson, M. – Gröcke, D. R. – Andersen, N. H. – Andreassen, M. H. – Bech, J.-H. – Henriksen, P. S. – Hilton, R. G. – Jessen, M. D. – Møller, N. A. – Nielsen, F. O. – Nielsen, P. O. – Pihl, A. – Sørensen, L. – Westphal, J. – Rowley-Conwy, P. – Church, M. J. 2021: Archaeological cereals as an isotope record of long-term soil health and anthropogenic amendment in southern Scandinavia. *Quaternary Science Reviews* 253, 106762. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2020.106762>
- Hajnalová, E. 1993: Obilie v archeobotanických nálezoch na Slovensku. *Acta Interdisciplinaria Archaeologica* 8. Nitra: Archeologický ústav SAV.
- Hajnalová, E. – Hajnalová, M. 2008: The Nitra Castle Hill and its hinterland in the Early and High Middle Ages. The cultivated plants, the locations of its production and consumption. *Der Nitrauer Burgberg und sein Hinterland im Früh- und Hochmittelalter. Die angebauten Pflanzen, die Orte ihrer Produktion*. In: L. Poláček Hrsg., *Das wirtschaftliche Hinterland der frühmittelalterlichen Zentren. Internationale Tagungen in Mikulčice VI*, Brno: Archeologický ústav AV ČR, 355–382.
- Hakenbeck, S. – McManus, E. – Geisler, H. – Grupe, G. – O'Connell, T. 2010: Diet and mobility in early medieval Bavaria: a study of carbon and nitrogen stable isotopes. *American Journal of the Physical Anthropology* 143, 235–249. <https://doi.org/10.1002/ajpa.21309>
- Halffman, C. M. – Velemínský, P. 2015: Stable isotope evidence for diet in early medieval Great Moravia (Czech Republic). *Journal of Archaeological Science: Reports* 2, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2014.12.006>

- Hamerow, H. 2002: Early medieval settlements. The archaeology of rural communities in North-West Europe 400–900. Oxford: Oxford University Press.
- Hamilton, J. – Hedges, R. E. – Robinson, M. 2009: Rooting for pigfruit: pig feeding in Neolithic and Iron Age Britain compared. *Antiquity* 83, 998–1011. <https://doi.org/10.1017/S0003598X00099300>
- Hamilton, J. – Thomas, R. 2012: Pannage, pulses and pigs: isotopic and zooarchaeological evidence for changing pig management practices in later medieval England. *Medieval Archaeology* 56, 234–259. <https://doi.org/10.1179/0076609712Z.0000000008>
- Hammond, C. – O'Connor, T. 2013: Pig diet in medieval York: Carbon and nitrogen stable isotopes. *Archaeological and Anthropological Sciences* 5, 123–127. <https://doi.org/10.1007/s12520-013-0123-x>
- Havelková, P. – Villotte, S. – Velemínský, P. – Poláček, L. – Dobisíková, M. 2011: Enthesopathies and activity patterns in the Early Medieval Great Moravian population: Evidence of division of labour. *International Journal of Osteoarchaeology* 21, 487–504. <https://doi.org/10.1002/oa.1164>
- Hedges, R. E. M. – Reynard, L. M. 2007: Nitrogen isotopes and the trophic level of humans in archaeology. *Journal of Archaeological Science* 34, 1240–1251. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2006.10.015>
- Hendrychová, S. 2016: Velkomoravská pohřebiště v Rajhradě a Rajhradcích. *Archaeologia historica* 1, 87–99. <https://doi.org/10.5817/AH2016-1-5>
- Hladík, M. 2013: Hospodárske zázemie Mikulčíc. Sídlná štruktúra na strednom toku rieky Morava v 9.–1. polovici 13. storočia. Brno: Archeologický ústav AV ČR.
- Hladík, M. 2020: Mikulčice and its Hinterland. An Archaeological Model for Medieval Settlement Patterns on the Middle Course of the Morava River (7th to mid–13th centuries). Boston – Leiden: Brill.
- Holt, E. – Evans, J. A. – Madgwick, R. 2021: Strontium ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) mapping: A critical review of methods and approaches. *Earth-Science Reviews* 216, 103593. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2021.103593>
- Hoppe, K. A. – Koch, P. L. – Furutani, T. T. 2003: Assessing the preservation of biogenic strontium in fossil bones and tooth enamel. *International Journal of Osteoarchaeology* 13, 20–28. <https://doi.org/10.1002/oa.663>
- Horsák, M. – Marek, O. – Poláček, L. 2003: Mollusken aus den archäologischen Grabungen in Mikulčice. In: L. Poláček Hrsg., Studien zum Burgwall von Mikulčice. Band 5, Brno: Archeologický ústav AV ČR, 83–107.
- Hudáček, P. 2015: Silva ad pasturam porcorum. Lesné pasenie sviň na kráľovských a cirkevných majetkoch v ranostredovekej Európe. In: D. Dvořáková ed., Člověk a svet zvierat v stredoveku, Bratislava: Veda, 253–295.
- Chrzanowska, W. – Januszkiewicz-Zatęcka, D. 2003: Tierknochenfunde aus der Vor- und Hauptburg des Burgwalls von Mikulčice. In: L. Poláček Hrsg., Studien zum Burgwall von Mikulčice. Band 5, Brno: Archeologický ústav AV ČR, 121–150.
- Chrzanowska, W. – Krupská, A. 2003: Tierknochenfunde aus dem Suburbium des Burgwalls von Mikulčice. In: L. Poláček Hrsg., Studien zum Burgwall von Mikulčice. Band 5, Brno: Archeologický ústav AV ČR, 109–120.
- Jílková, M. – Kaupová, S. – Černíková, A. – Poláček, L. – Brůžek, J. – Velemínský, P. 2019: Early medieval diet in childhood and adulthood and its reflection in the dental health of a Central European population (Mikulčice, 9th–10th centuries, Czech Republic). *Archives of Oral Biology* 107, 104526. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2019.104526>
- Jørgensen, D. 2013: Pigs and pollards: medieval insights for UK wood pasture restoration. *Sustainability* 5, 387–399. <https://doi.org/10.3390/su5020387>
- Kaupová, S. – Herrscher, E. – Velemínský, P. – Cabut, S. – Poláček, L. – Brůžek, J. 2014: Urban and rural infant-feeding practices and health in early medieval Central Europe (9th–10th Century, Czech Republic). *American Journal of Physical Anthropology* 155, 635–651. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22620>
- Kaupová, S. – Velemínský, P. – Herrscher, E. – Sládek, V. – Macháček, J. – Poláček, L. – Brůžek, J. 2018: Diet in transitory society: Isotopic analysis of medieval population of Central Europe (ninth–eleventh century AD, Czech Republic). *Archaeological and Anthropological Sciences* 10, 923–942. <https://doi.org/10.1007/s12520-016-0427-8>
- Kaupová, S. – Velemínský, P. – Stránská, P. – Bravermanová, M. – Frolíková, D. – Tomková, K. – Frolík, J. 2019: Dukes, elites, and commoners: Dietary reconstruction of the early medieval population of Bohemia (9th–11th Century AD, Czech Republic). *Archaeological and Anthropological Sciences* 11, 1887–1909. <https://doi.org/10.1007/s12520-018-0640-8>
- Kavánová, B. 2001: Kostel č. 12 v Mikulčicích. In: L. Galuška et al. eds., Velká Morava mezi Východem a Západem. Großmähren zwischen West und Ost, Brno: Archeologický ústav AV ČR, 209–227.

- Kjellström, A. – Storå, J. – Possnert, G. – Linderholm, A. 2009: Dietary patterns and social structures in medieval Sigtuna, Sweden, as reflected in stable isotope values in human skeletal remains. *Journal of Archaeological Science* 36, 2689–2699. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.08.007>
- Klanica, Z. 2006: Nechvalín, Prušánky. Čtyři slovanská pohřebiště, díl I–II. Brno: Archeologický ústav AV ČR.
- Knipper, C. – Held, P. – Fecher, M. – Nicklisch, N. – Meyer, C. – Schreiber, H. – Zich, B. – Metzner-Nebelsick, C. – Hubensack, V. – Hansen, L. – Nieveler, E. – Alt, K. W. 2015: Superior in life – Superior in death: dietary distinction of central European prehistoric and medieval elites. *Current Anthropology* 56, 579–589. <https://doi.org/10.1086/682083>
- Knipper, C. – Peters, D. – Meyer, C. – Maurer, A.-F. – Muhl, A. – Schöne, B. R. – Alt, K. W. 2013: Dietary reconstruction in migration period Central Germany: a carbon and nitrogen isotope study. *Archaeological and Anthropological Sciences* 5, 17–35. <https://doi.org/10.1007/s12520-012-0106-3>
- Kočár, P. – Čech, P. – Kozáková, R. – Kočárová, R. 2010: Environment and economy of the early medieval settlement in Žatec. *IANSA* 1, 45–60.
- Kočár, P. – Dreslerová, D. 2010: Archeobotanické nálezy pěstovaných rostlin v pravěku České republiky. *Památky archeologické* 101, 203–242.
- Košta, J. 2008: Several notes to chronology of the cemetery of the church VI in Mikulčice. *Studia mediaevalia Pragensia* 8, 277–296.
- Kovačiková, L. 2020: Animal food products in Mikulčice diet. In: L. Poláček et al. eds., *Great Moravian Elites from Mikulčice*, Brno: Archeologický ústav AV ČR, 205–213.
- Kovačiková, 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.
- Kovačiková, L. – Drtikolová Kaupová, S. – Poláček, L. – Velemínský, P. – Limburský, P. – Brůžek, J. 2022: Pig-breeding management in the early medieval stronghold at Mikulčice (eighth–ninth centuries, Czech Republic). *Environmental Archaeology* 27, 277–291. <https://doi.org/10.1080/14614103.2020.1782583>
- Kratochvíl, Z. 1980: Zvířecí kostní materiál z hradiště v Mikulčicích z výzkumu z roku 1968 (okr. Hodonín). In: *Přehled výzkumů 1977*, Brno: AÚ ČSAV, 56–61.
- Krzemieńska, B. 1963: Užité rostliny a rostlinná výživa raně středověkých Čech. *Vznik a počátky Slovanů* 4, 132–179.
- Larson, T. E. – Longstaffe, F. J. 2007: Deciphering seasonal variations in the diet and drinking water of modern white-tailed deer by in situ analysis of osteons in cortical bone. *Journal of Geophysical Research* 112, 1–12. <https://doi.org/10.1029/2006JG000376>
- Latalowa, M. 1999: Palaeoecological reconstruction of the environmental conditions and economy in Early Medieval Wolin. *Acta Palaeobotanica* 39, 183–271.
- Látková, M. 2017: The archaeobotany of Mikulčice. Food supply to the early medieval stronghold. *Studien zum Burgwall von Mikulčice. Band 11*. Brno: Archeologický ústav AV ČR.
- Látková, M. 2020: Food and drink – a reflection of social stratification. In: L. Poláček et al. eds., *Great Moravian elites from Mikulčice*, Brno: Archeologický ústav AV ČR, 191–202.
- Látková, M. – Skála, R. – Drtikolová Kaupová, S. *V tisku*: Bioarchaeological characteristics of the sown wheat (*Triticum aestivum*) consumed at different parts of the Early Medieval settlement agglomeration of Mikulčice-Kopčany (9th–10th century AD, Czech Republic). *Environmental Archaeology*.
- Le Huray, J. D. – Schutkowski, H. 2005: Diet and social status during the La Tène period in Bohemia: Carbon and nitrogen stable isotope analysis of bone collagen from Kutná Hora-Karlov and Radovesice. *Journal of Anthropological Archaeology* 24, 135–147. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2004.09.002>
- Lee-Thorp, J. A. 2008: On Isotopes and Old Bones. *Archaeometry* 50, 925–950. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2008.00441.x>
- Lee-Thorp, J. A. – Sealy, J. C. – van der Merwe, N. J. 1989: Stable carbon isotope ratio differences between bone collagen and bone apatite, and their relationship to diet. *Journal of Archaeological Science* 16, 585–599. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(89\)90024-1](https://doi.org/10.1016/0305-4403(89)90024-1)
- Lightfoot, E. – Šlaus, M. – O'Connell, T. C. 2012: Changing cultures, changing cuisines: Cultural transitions and dietary change in iron age, roman, and early medieval Croatia. *American Journal of Physical Anthropology* 148, 543–556. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22070>
- Madgwick, R. – Mulville, J. – Stevens, R. E. 2012: Diversity in foddering strategy and herd management in late Bronze Age Britain: an isotopic investigation of pigs and other fauna from two midden sites. *Environmental Archaeology* 17, 126–140. <https://doi.org/10.1179/1461410312Z.00000000011>

- Macháček, J. – Balcárková, A. – Čáp, P. – Dresler, P. – Přichystal, A. – Přichystalová, R. – Sládek, V. 2014: The Great Moravian Rotunda at Pohansko near Břeclav. *Památky archeologické* 105, 87–153.
- Macháček, J. – Balcárková, A. – Dresler, P. – Přichystalová, R. – Přistátková, M. 2021b: Břeclav-Pohansko X. Sídlní areál na Severovýchodním předhradí. *Archeologické výzkumy v letech 2008–2016*. Brno: Masarykova univerzita.
- Macháček, J. – Berner, M. – Dresler, P. – Drtikolová Kaupová, S. – Přichystalová, R. – Sládek, V. 2021a: Arms-bearers in separate graves from Great Moravia and the emergence of the Early Medieval military-aristocratic organization in East-Central Europe. *Præhistorische Zeitschrift* 96, 248–285. <https://doi.org/10.1515/pz-2021-0020>
- Marsina, R. 1999: Slovensko očami cudzincov: Vzácné správy o histórii nášho územia od 6. do 10. storočia, tak ako sa javia v písomnostiach prevažne cudzieho pôvodu. Bratislava: Literárne informačné centrum.
- Maurer, A.-F. – Galer, S. J. G. – Knipper, C. – Beierlein, L. – Nunn, E. V. – Peters, D. – Tütken, T. – Alt, K. W. – Schöne, B. R. 2012: Bioavailable $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ in different environmental samples—Effects of anthropogenic contamination and implications for isoscapes in past migration studies. *Science of The Total Environment* 433, 216–229. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.06.046>
- Mazuch, M. – Hladík, M. – Skopal, R. 2017: Úpravy hrobových jam a dřevěné konstrukce v hrobech na pohřebišťích Velké Moravy (sociální, duchovní a chronologický fenomén). Brno: Archeologický ústav AV ČR.
- McGlynn, G. 2007: Using ^{13}C , ^{15}N , and ^{18}O stable isotope analysis of human bone tissue to identify transhumance, high altitude habitation and reconstruct palaeodiet for the early medieval alpine population at Volders, Austria. Ms. dizertační práce. LMU München.
- Mekota, A.-M. – Grube, G. – Ufer, S. – Cuntz, U. 2006: Serial analysis of stable nitrogen and carbon isotopes in hair: Monitoring starvation and recovery phases of patients suffering from anorexia nervosa. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 20, 1604–1610. <https://doi.org/10.1002/rcm.2477>
- Měřínský, Z. 2002: České země od příchodu Slovanů po Velkou Moravu I. Praha: Libri.
- Milovský, R. 2020: Isotopic Analysis of the Botanical Macroremains from Mikulčice-Trapíkov. In: M. Hladík et al. eds., *The Great Moravian settlement in Mikulčice-Trapíkov and the economic hinterland of the power centre*, Brno: Archeologický ústav AV ČR, 203–205.
- Minagawa, M. – Wada, E. 1984: Stepwise enrichment of ^{15}N along food chains: Further evidence and the relation between $\delta^{15}\text{N}$ and animal age. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 48, 1135–1140. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(84\)90204-7](https://doi.org/10.1016/0016-7037(84)90204-7)
- Mlíkovský, J. 2003: Die Vögel aus der frühmittelalterlichen Burg Mikulčice, Mähren. In: L. Poláček Hrsg., *Studien zum Burgwall von Mikulčice*. Band 5, Brno: Archeologický ústav AV ČR, 215–338.
- Montgomery, J. 2010: Passports from the past: Investigating human dispersals using strontium isotope analysis of tooth enamel. *Annals of Human Biology* 37, 325–346. <https://doi.org/10.3109/03014461003649297>
- Mueller-Bieniek, A. – Nowak, M. – Styring, A. – Lityńska-Zajac, M. – Moskal-del Hoyo, M. – Sojka, A. – Paszko, B. – Tunia, K. – Bogaard, A. 2019: Spatial and temporal patterns in Neolithic and Bronze Age agriculture in Poland based on the stable carbon and nitrogen isotopic composition of cereal grains. *Journal of Archaeological Science: Reports* 27, 101993. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2019.101993>
- Mueller-Bieniek, A. – Walanus, A. – Zaitz, E. 2015: Cultivated plants in medieval Kraków (Poland), with special reference to amaranth (*Amaranthus lividus* L. cf. *Var lividus*) and ruderal communities. *Acta Palaeobotanica* 55, 98–115. <https://doi.org/10.1515/acpa-2015-0003>
- Olsen, K. C. – White, C. D. – Longstaffe, F. J. – Rühli, F. J. – Warinner, C. – Salazar-García, D. C. 2018: Isotopic anthropology of rural German medieval diet: intra- and inter-population variability. *Archaeological and Anthropological Sciences* 10, 1053–1065. <https://doi.org/10.1007/s12520-016-0432-y>
- Orr, C. H. – Stanley, E. H. – Wilson, K. A. – Finlay, J. C. 2007: Effects of restoration and reflooding on soil denitrification in a leveed Midwestern floodplain. *Ecological Applications: A Publication of the Ecological Society of America* 17, 2365–2376. <https://doi.org/10.1890/06-2113.1>
- O'Connor, T. 2014: Livestock and animal husbandry in early medieval England. *Quaternary International* 346, 109–118. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.09.019>
- Pilaar Birch, S. E. 2013: Stable isotopes in zooarchaeology: an introduction. *Archaeological and Anthropological Sciences* 5, 81–83. <https://doi.org/10.1007/s12520-013-0126-7>
- Poláček, L. 2008: Great Moravia, the power centre at Mikulčice and the issue of the socio-economic structure. In: P. Velemínský – L. Poláček Hrsg., *Studien zum Burgwall von Mikulčice*. Band 8, Brno: Archeologický ústav AV ČR, 11–44.

- Poláček, L. 2018: The Mikulčice-Valy stronghold and Great Moravia. Brno: Archeologický ústav AV ČR.
- Poláček, L. 2020: Zur Problematik der Kirchenbestattungen in Mikulčice. *Mitteilungen zur Christlichen Archäologie* 26, 9–31.
- Poultk, J. 1963: Two Great Moravian Rotundas in Mikulčice. Brno: Československá akademie věd.
- Price, M. 2016: Pigs and power: pig husbandry in northern Mesopotamia during the emergence of social complexity (6500–2000 Bc). Ms. dizertační práce. Graduate School of Arts and Sciences, Harvard University, Cambridge. <https://doi.org/10.1111/1475-4754.00047>
- Price, M. – Grossman, K. – Paulette, T. 2017: Pigs and the pastoral bias: The other animal economy in northern Mesopotamia (3000–2000 BCE). *Journal of Anthropological Archaeology* 48, 46–62. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2017.06.001>
- Price, T. D. – Burton, J. H. – Bentley, R. A. 2002: The characterization of biologically available strontium isotope ratios for the study of prehistoric migration. *Archaeometry* 44, 117–135. <https://doi.org/10.1177/1461957104047992>
- Price, T. D. – Knipper, C. – Grupe, G. – Smrčka, V. 2004: Strontium isotopes and prehistoric human migration: The Bell Beaker period in Central Europe. *European Journal of Archaeology* 7, 9–40. <https://doi.org/10.1177/1461957104047992>
- Profantová, N. 2003: Mikulčice – Church VI cemetery: An attempt of chronological and social evaluation. In: N. Profantová – B. Kavanová eds., *Mikulčice – Cemeteries at church VI and church XII*, Brno: Archeologický ústav AV ČR, 7–209.
- Reitsema, L. J. – Crews, D. E. – Polcyn, M. 2010: Preliminary evidence for medieval Polish diet from carbon and nitrogen stable isotopes. *Journal of Archaeological Sciences* 37, 1413–1423. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.01.001>
- Reitsema, L. J. – Kozłowski, T. – Crews, D. E. – Katzenberg, M. A. – Chudziak, W. 2017: Resilience and local dietary adaptation in rural Poland, 1000–1400 CE. *Journal of Anthropological Archaeology* 45, 38–52. <https://doi.org/10.1016/j.jaa.2016.11.001>
- Reitsema, L. J. – Kozłowski, T. – Makowiecki, D. 2013: Human–environment interactions in medieval Poland: A perspective from the analysis of faunal stable isotope ratios. *Journal of Archaeological Science* 40, 3636–3646. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.04.015>
- Reitsema, L. J. – Vercellotti, G. 2012: Stable isotope evidence for sex- and status-based variations in diet and life history at medieval Trino Vercellese, Italy. *American Journal of Physical Anthropology* 148, 589–600. <https://doi.org/10.1002/ajpa.22085>
- Richards, M. P. – Montgomery, J. – Nehlich, O. – Grimes, V. 2008: Isotopic analysis of humans and animals from Vedrovice. *Anthropologie* 46, 185–194.
- Salaš, M. – Jarošová, I. – Kočár, P. – Fišáková, M. N. – Roblíčková, M. 2012: Potravní zdroje obyvatelstva mladší doby bronzové na Cezavách u Blučiny: Analýzy bioarcheologických pramenů. *Archeologické rozhledy* 64, 391–442.
- Saliari, K. – Pucher, E. 2019: Reich oder Räuber? Archäozoologische Funde aus der Burg Sand an der Thaya. In: S. Felgenhauer-Schmiedt Hrs., *Sand-Oberpaffendorf, Eine Burganlage des 10. Jahrhunderts bei Raabs an der Thaya, Niederösterreich. Archäologische Forschungen in Niederösterreich, Neue Folge* 6, Krems: Landessammlungen Niederösterreich und der Donau-Universität, 265–273.
- Schoeninger, M. J. – DeNiro, M. J. 1984: Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 48, 625–639. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(84\)90091-7](https://doi.org/10.1016/0016-7037(84)90091-7)
- Slovak, N. M. – Paytan, A. 2012: Applications of Sr isotopes in archaeology. In: M. Baskaran ed., *Handbook of Environmental Isotope Geochemistry. Vol I*, New York: Springer, 743–768. https://doi.org/10.1007/978-3-642-10637-8_35
- Smith, B. H. 1991: Standards of human tooth formation and dental age assessment. In: M. A. Kelley – C. S. Larsen eds., *Advances in Dental Anthropology*, New York: Wiley – Liss, 143–168.
- Smrčka, V. – Bůžek, F. – Erban, V. – Berkovec, T. – Dočkalová, M. – Neumanová, K. – Nývltová Fišáková, M. 2005: Carbon, nitrogen and strontium isotopes in the set of skeletons from the neolithic settlement at Vedrovice (Czech Republic). *Anthropologie* 43, 315–324.
- Smrčka, V. – Bůžek, F. – Zocová, J. 2008: C and N stable isotopes in a set of 17 skeletons from the Vedrovice cemetery. *Anthropologie* 46, 227–232.
- Smrčka, V. – Drozdová, E. – Bůžek, F. – Zocová, J. – Matějčíková, A. 2007: Stabilní izotopy C, N, v souboru skeletů lidu kultury zvoncových pohárů z Hoštic 1 za Hanou (Morava). In: *Ve službách archeologie 2007*, Brno: Muzejní a vlastivědná společnost, 110–114.

- Smrčka, V. – Erban, V. – Hložek, M. – Gregerová, M. – Dočkalová, M. 2008:* Reconstruction of mobility: comparison between the analysis of Sr isotopes in a set of neolithic skeletons from the Vedrovice cemetery, and the petrographical analysis of the pottery in graves. *Anthropologie* 46, 233–238.
- Smrčka, V. – Velemínský, P. – Bůžek, F. – Zocová, J. 2008:* Stable C, N isotopes in human skeletal material from the Great Moravian burial site at Mikulčice-Kostelisko. In: P. Velemínský – L. Poláček Hrsg., *Studien zum Burgwall von Mikulčice*. Band 8, Brno: Archeologický ústav AV ČR, 169–175.
- Stloukal, M. – Vyhnaněk, L. 1976:* Slované z velkomoravských Mikulčic. Praha: Academia.
- Styring, A. – Rösch, M. – Stephan, E. – Stika, H.-P. – Fischer, E. – Sillmann, M. – Bogaard, A. 2017:* Centralisation and long-term change in farming regimes: Comparing agricultural practices in Neolithic and Iron Age south-west Germany. *Proceedings of the Prehistoric Society* 83, 357–381. <https://doi.org/10.1017/ppr.2017.3>
- ten Cate, C. L. 1972:* Wan god mast gift... Bilder aus der Geschichte der Schweinezucht im Walde. Wageningen: Centre for Agricultrual Publishing and Documentation.
- Teschler-Nicola, M. – Novotny, F. – Spannagl-Steiner, M. – Stadler, P. – Prohaska, T. – Irrgeher, J. – Däubel, B. – Haring, E. – Rumpelmayr, K. – Wild, E. M. 2015:* The early mediaeval manorial estate of Gars/Thunau, Lower Austria: an enclave of endemic tuberculosis?. *Tuberculosis* 95, S51–S59. <https://doi.org/10.1016/j.tube.2015.02.017>
- Thorvaldsen, G. 2008:* Was there a European breastfeeding pattern? *The History of the Family* 13, 283–295. <https://doi.org/10.1016/j.hisfam.2008.08.001>
- Tieszen, L. L. 1991:* Natural variations in the carbon isotope values of plants: Implications for archaeology, ecology, and paleoecology. *Journal of Archaeological Science* 18, 227–248. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(91\)90063-U](https://doi.org/10.1016/0305-4403(91)90063-U)
- Toncala, A. – Trautmann, B. – Velte, M. – Kropf, E. – McGlynn, G. – Peters, J. – Harbeck, M. 2020:* On the premises of mixing models to define local bioavailable $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ranges in archaeological contexts. *Science of The Total Environment* 745, 140902. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140902>
- Unzeitigová, V. 2000:* Morfologické znaky na postkraniiálním skeletu z pohřebišť Josefov. Ms. magisterské práce. Univerzita Karlova, Praha.
- Vaiglová, P. – Bogaard, A. – Collins, M. – Cavanagh, W. – Mee, C. – Renard, J. – Lamb, A. – Gardeisen, A. – Fraser, R. 2014:* An integrated stable isotope study of plants and animals from Kouphovouno, southern Greece: A new look at Neolithic farming. *Journal of Archaeological Science* 42, 201–215. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2013.10.023>
- van der Merwe, N. J. – Medina, E. 1991:* The canopy effect, carbon isotope ratios and foodwebs in Amazonia. *Journal of Archaeological Science* 18, 249–259. [https://doi.org/10.1016/0305-4403\(91\)90064-V](https://doi.org/10.1016/0305-4403(91)90064-V)
- Varalli, A. – Desideri, J. – David-Elbiali, M. – Goude, G. – Honegger, M. – Besse, M. 2021:* Bronze Age innovations and impact on human diet: A multi-isotopic and multi-proxy study of western Switzerland. *PLOS ONE* 16, e0245726. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245726>
- Velemínský, P. – Bejdová, Š. – Bigoni, L. – Brzobohatá, H. – Drtíková Kaupová, S. – Brukner Havelková, P. – Ibrová, A. – Sládek, V. – Stránská, P. – Velemínská, J. – Zazyonilová, E. – Brůžek, J. 2021:* Life, death and health: Read from the bones. In: L. Poláček et al. eds., *Great Moravian elites from Mikulčice*, Brno: Archeologický ústav AV ČR Brno, 385–428.
- Villa, I. M. – De Bièvre, P. – Holden, N. E. – Renne, P. R. 2015:* IUPAC-IUGS recommendation on the half life of ^{87}Rb . *Geochimica and Cosmochimica Acta* 164, 382–385. <https://doi.org/10.1016/j.gca.2015.05.025>
- Vytlačil, Z. – Drtíková Kaupová, S. – Jílková, M. – Poláček, L. – Ackerman, L. – Velemínský, P. 2021:* Residential mobility in Great Moravia: Strontium isotope analysis of a population sample from the early medieval site of Mikulčice-Valy (ninth–tenth centuries). *Archaeological and Anthropological Sciences* 13, 8.
- Wallace, M. – Jones, G. – Charles, M. – Fraser, R. – Halstead, P. – Heaton, T. H. E. – Bogaard, A. 2013:* Stable carbon isotope analysis as a direct means of inferring crop water status and water management practices. *World Archaeology* 45, 388–409. <https://doi.org/10.1080/00438243.2013.821671>
- Wang, X. – Fuller, B. T. – Zhang, P. – Hu, S. – Hu, Y. – Shang, X. 2018:* Millet manuring as a driving force for the Late Neolithic agricultural expansion of north China. *Scientific Reports* 8, 5552. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-23315-4>
- Wasylikowa, K. – Carciumaru, K. – Hajnalová, M. – Hartáni, E. – Pashkevich, B. P. – Yanushevich, G. 1991:* East-Central Europe. In: W. van Zeist – K. Wasylikowa – K. E. Behre eds., *Progress in the Old World Paleoethnobotany*. Rotterdam 1991, Rotterdam: Brookfield, 207–239.
- Weber, S. A. – Fuller, D. 2008:* Millets and their role in early agriculture. *Pragdhara* 18, 69–90.

- Winklerová, D. 2011:* Zooarchaeological and archaeobotanical indicators for aspects of diet in medieval Kingdom of Bohemia. In: J. Klápště – P. Sommer eds., *Ruralia VIII. Processing, storage, distribution of food: food in the medieval rural environment*, Turnhout: Brepols, 421–429. <https://doi.org/10.1484/M.RURALIA-EB.1.100184>
- Yoder, C. 2012:* Let them eat cake? Status-based differences in diet in medieval Denmark. *Journal of Archaeological Science* 39, 1183–1193. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2011.12.029>
- Zawada, Z. 2003:* Fischreste aus Mikulčice. In: L. Poláček Hrsg., *Studien zum Burgwall von Mikulčice. Band 5*, Brno: Archeologický ústav AV ČR, 339–354.

Current stage of isotopic research on diet, residential mobility and agricultural practices of the Great Moravian population (9th–10th century AD)

The isotopic reconstruction of past diets and/or mobility became a routine tool of bioarchaeologists in the Czech context with a certain delay compared to the western parts of Europe (*Le Huray – Schutkowski 2005; Price et al. 2004; Salaš et al. 2012; Smrčka et al. 2007; 2008*). Since 2014, the continuous isotopic analyses of various aspects of life and animal husbandry practices of the Great Moravian population made this context the first systematically explored archaeological population in the Czech territory.

A combination of stable carbon and nitrogen isotope analysis of bone collagen makes it possible to estimate the dietary proportion of isotopically distinct food groups such as C₃ and C₄ plants, terrestrial animals, freshwater and marine products (*Lee-Thorp 2008*). Due to the constant turnover of the bone tissue and, on the other hand, the absence of turnover in dentine, sampling of different mineralized tissues makes it possible to recover the isotopic data from distinct periods of life (*Balasse et al. 2001; Fahy et al. 2017*). As a routine part of the isotopic analysis of diet, animal bones and/or charred plant macroremains are also analysed to count for the isotopic variation within time and space, resulting from a number of climatic, natural and anthropogenic factors (*Fraser et al. 2013*). Isotopic measurements of ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr in tooth enamel, when compared to the local range of Sr values as defined by a comparative dataset of e.g. animal teeth, enable the identification of migrants from areas with a distinct geology (*Bentley 2006*).

Until now, the dietary reconstruction of Great Moravian adults has been presented in the form of several studies focused on burials from different parts of the Mikulčice settlement agglomeration: the fortified acropolis (n = 70; *Kaupová et al. 2018*), the 6th church (n = 46; *Jílková et al. 2019*) and the Kostelisko burial site (n = 33; *Halffman – Velemínský 2015*), as well as on comparative datasets from the 2nd church at Pohansko near Břeclav (n = 56; *Kaupová et al. 2018*) and the rural burial site from Josefov (n = 32; *Kaupová et al. 2018*). Carbon isotopic values from all the studied sites varied around –18 ‰. This, together with the human-faunal isotopic offsets higher than 2 ‰ (*tab. 1*) suggest the notable role of millet in the Great Moravian diet. The Bayesian mixing model using the FRUITS software (*Fernandes et al. 2014*) estimated the average dietary proportion of millet to be around 20%. The comparison of carbon isotopic values in the broader Central European context corroborates the testimony of both historical and archaeobotanical resources (*Marsina 1999; Měřínský 2002*), linking the use of millet primarily with the Slavic populations.

The nitrogen isotopic variation within the Great Moravian population attests to the presence of socio-economic differences in the consumption of animal products on several levels (*fig. 1*): First, the dietary proportion of animal protein was higher in the population of centres (Mikulčice and Pohansko) than in the rural sample from Josefov. Secondly, dietary differences were found within the Mikulčice agglomeration, where the individuals buried at the acropolis and around the 6th church consumed more animal products than people buried at the Kostelisko site. And finally, within all the burial sites of centres (Mikulčice and Pohansko), there were differences in the proportion of animal products between elite graves (definition based on the presence and quality of grave goods, or on the place and form of the burial) and common graves.

In addition to the previously published data, this study presents the new results of a small group of individuals buried in the interiors of the Mikulčice churches ($n = 10$; *tab. 2, fig. 2*). Though these are generally viewed as supposed graves of members of the ruling Mojmir dynasty (*Poláček 2008*), their isotopic values ($\delta^{13}\text{C}$ varied between -18.8 and -16.9 with a median of -18.1 ‰; $\delta^{15}\text{N}$ varied between 10.4 and 12.3 ‰, with a median of 11.4 ‰) did not differ significantly from the rest of the elite graves. An analogical study focused on isolated burials with weapons found in a rural context ($n = 5$; *Macháček et al. 2021a*) also failed to determine any specific dietary pattern for this population group. The diet of these males did not differ from the rest of the rural population and was significantly poorer in animal products than in warriors buried at central places (*fig. 2*).

Concerning the subadult diet, serial sampling of the first permanent molars was conducted on 76 individuals buried in Mikulčice, mainly in the acropolis (*Drtíková Kaupová et al. v tisku/ in press*). Six of them were lacking the initial increase in both carbon and nitrogen isotopic values attributable to breastfeeding and subsequent weaning (*fig. 3*). The absence of a notable difference in the shape of carbon and nitrogen isotopic curves indicates that early life experiences, including weaning strategy and the level of physiological stress (*Beaumont et al. 2018; Fuller et al. 2006*), did not differ between males and females, between elite and non-elite individuals or between those who died in childhood versus those surviving until adulthood.

Postweaning dentin values of these individuals compared to those of bone suggest a special pattern of childhood diet with a characteristically higher input of millet (*fig. 4*). *Jílková et al. (2019)* also presented an analogical finding comparing bone isotopic values from the individuals buried around the 6th church with those from the upper part of M2 root. Socio-economic differences in the diet were already present during childhood.

Special attention was also paid to the reconstruction of environmental characteristics influencing the isotopic values at the lower levels of the food chain. First, an isotopic analysis of sown wheat (*Triticum aestivum*) from the Mikulčice settlement agglomeration was performed on 39 samples coming from the acropolis, fortified bailey, suburb, and peripheral parts of the agglomeration located outside the floodplain (*Látková et al. v tisku/in press, tab. 3*). The results suggest that wheat consumed in Mikulčice originated from at least two isotopically distinct areas and that those areas were exploited specifically by different parts of the Mikulčice settlement agglomeration. Namely, lower $\delta^{13}\text{C}$ values of samples recovered from the acropolis in comparison to other areas suggest the origin of wheat from the wetter of regularly inundated areas, while low $\delta^{15}\text{N}$ values of these samples suggest a low content of organic nitrogen on the concerned field (e.g. *Arens et al. 2000; Bogaard et al. 2013; Orr et al. 2007*). As an integration of the results from previously isolated studies is a main focus of this paper, we have presented here the modified quantitative estimates of dietary composition, taking into account various isotopic values of grains consumed in different parts of the Mikulčice agglomeration (*fig. 5*). Though the main dietary interpretations did not change, a small but notable difference in millet consumption between different parts of Mikulčice appeared in the new models. These, however, should be viewed more as illustrations of the possible range of previously unnoticed dietary variation than as exact dietary estimates.

Concerning faunal isotopic data, special attention was paid to pigs (*Sus domesticus*; *Kovačiková et al. 2022*) as the most important source of meat for Mikulčice (*Kovačiková 2020; Kratochvíl 1980*). The carbon isotopic values of pigs suggest extensive animal husbandry in open (unshaded) areas. From the comparison with wild boars (*Sus scrofa*) it appears that the ecological properties of pastures were similar in both species. Interestingly, nitrogen isotopic values varied along with the assumed length of the fattening period, with pigs that were slaughtered at the latest after two years consuming a more protein-rich fodder than pigs that were expected to be used for long-term breeding.

The analysis of the residential mobility of the Great Moravian population has been limited until now to the population of Mikulčice. This paper presents the strontium isotopic data previously published by *Vytlačil et al. (2021; n = 126)*, together with the new dataset ($n = 33$) chosen from areas with a supposedly higher incidence of migrants and/or from graves with grave goods of non-local origin (*fig. 6, tab. 4*). Through these specific sampling criteria, the new dataset showed a similar incidence of migrants as presented previously by *Vytlačil et al. (2021)*. The original assumption of the presence

of specific areas with a higher rate of migrants was not confirmed. The combined results of both datasets also do not corroborate the original hypothesis of higher migration rate in elite females as a result of presumed patrilocality. However, migrants occurred three times more often among elites (of both sexes) than in non-elite individuals.

Though the complexity of the isotopic study of the Great Moravian population is unique not only in Czech but at least in the Central European context, the summarization of the actual results highlights the gaps of heretofore unexplored topics. First, there are still population groups whose dietary behaviour is completely unknown to us, such as the populations of settlements that were neither purely rural on the one hand, nor proto-urban centres on the other. Also, the dietary variation among different parts of large settlement agglomerations has not yet been fully understood. The presence of a specific dietary pattern for the childhood period motivates us to continue the serial sampling of later forming teeth (such as M2 or M3), which may inform us about the age of transition between childhood and adulthood, as was perceived by the Great Moravian population.

Also, our knowledge of isotopic values of fauna and plants is still limited, and the example of quantitative dietary estimates presented above shows that minor dietary differences can still be blurred by the unknown isotopic variation at lower stages of the food chain. Thus, extensive sampling including various species as well as various sampling areas is needed to understand more of these potential sources of error. The analysis of residential mobility is still in its nascent stage. First, the extensive sampling of comparative samples (such as animal teeth) in the wider context of south Moravia is needed for a good understanding of the local geological background affecting the isotopic values of past humans to define the potential of strontium isotopic analysis for further studies.

English by *the authors* and *David J. Gaul*

SYLVA DRTIKOLOVÁ KAUPOVÁ, Národní muzeum, Václavské náměstí 68, CZ-110 00 Praha 1
sylva.kaupova@nm.cz

LENKA KOVAČIKOVÁ, Laboratoř archeobotaniky a paleoekologie, Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity,
Na Zlaté stoce 3, CZ-370 05 České Budějovice; lenka.kovacikova@gmail.com

MICHAELA LÁTKOVÁ, Archeologický ústav AV ČR, Čechyňská 363/19, CZ-602 00 Brno; latkova@arub.cz

LUMÍR POLÁČEK, Archeologický ústav AV ČR, Čechyňská 363/19, CZ-602 00 Brno; polacek@arub.cz

PETR VELEMÍNSKÝ, Národní muzeum, Václavské náměstí 68, CZ-110 00, Praha 1; petr.veleminsky@nm.cz

ZDENĚK VYTLAČIL, Národní muzeum, Václavské náměstí 68, CZ-110 00, Praha 1; Katedra antropologie
a genetiky člověka, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Viničná 7, CZ-128 00 Praha 2
zdenek.vytlacil@nm.cz