

Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Biologie

Studijní obor: Biologie



Nikola Fleischmannová

Vegetariánství a veganství z hlediska evoluce lidské výživy
Vegetarianism and veganism from the perspective of the evolution of human diet

Bakalářská práce

Školitel: Mgr. Anežka Kotěrová

Praha, 2017

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 26. 4. 2017

Podpis:

Poděkování:

Ráda bych poděkovala své školitelce Mgr. Anežce Kotěrové a konzultantovi doc. RNDr. Jaroslavu Brůžkovi PhD. za jejich čas, vřelý přístup a cenné odborné rady při psaní této bakalářské práce. Svou vděčnost bych ráda vyjádřila i rodičům, kteří mě podporovali po celou dobu studia.

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je interpretovat evoluci výživy anatomicky moderního člověka a jeho předků s využitím pramenů paleoantropologie a izotopové analýzy kosterních pozůstatků. Tyto doklady jsou v souladu s názorem, že člověk je všežravec, jehož strava sestává z rostlinných i živočišných zdrojů. Jejich poměr se ale v průběhu vývoje člověka značně měnil, což mělo vliv na některé významné evoluční události. V současné době se setkáváme s alternativními výživovými směry jako je vegetariánství a veganství, které inklinují pouze k rostlinné složce stravy. V případě homininů by ale striktně rostlinná strava značně ovlivnila jejich evoluci tak, jak ji známe. Především proces encefalizace a osídlování vyšších zeměpisných šířek rodem *Homo* by bylo výlučným využíváním pouze rostlinných zdrojů omezeno. V současných industrializovaných zemích ale obliba vegetariánského, potažmo veganského, výživového směru stoupá. Za předpokladu dostatečné informovanosti a užívání nezbytných doplňků stravy může mít rostlinná strava pozitivní vliv na zdraví člověka a může být doporučena jako účinná prevence civilizačních chorob.

Klíčová slova:

Anatomicky moderní člověk, hominin, strava, rostlinné zdroje, živočišné zdroje, vegetariánství, veganství

ABSTRACT

The object of this bachelor thesis is to interpret the evolution of diet of the anatomically modern human and his ancestors from the perspective of paleoanthropology and isotope analysis of skeletal remains. The findings are consistent with the view that humans are omnivorous, whose diet consists of plant and animal sources. Their ratio, however, in the course of human evolution has changed significantly, which had an impact on some major evolutionary events. Currently, there are alternative diets which tend only to plant components of food and they are called vegetarianism and veganism. In the case of the hominins the diet strictly based on plant sources would greatly influenced their evolution as we know it. Especially the encephalization and the spread to higher latitudes by the genus *Homo* would be limited by using only the plant sources. In today's industrialized countries the popularity of vegetarianism and veganism increases. Assuming sufficient awareness and taking necessary supplements the plant based diet may have positive impact on human health and can be recommended as an effective prevention of diseases of civilization.

Key words:

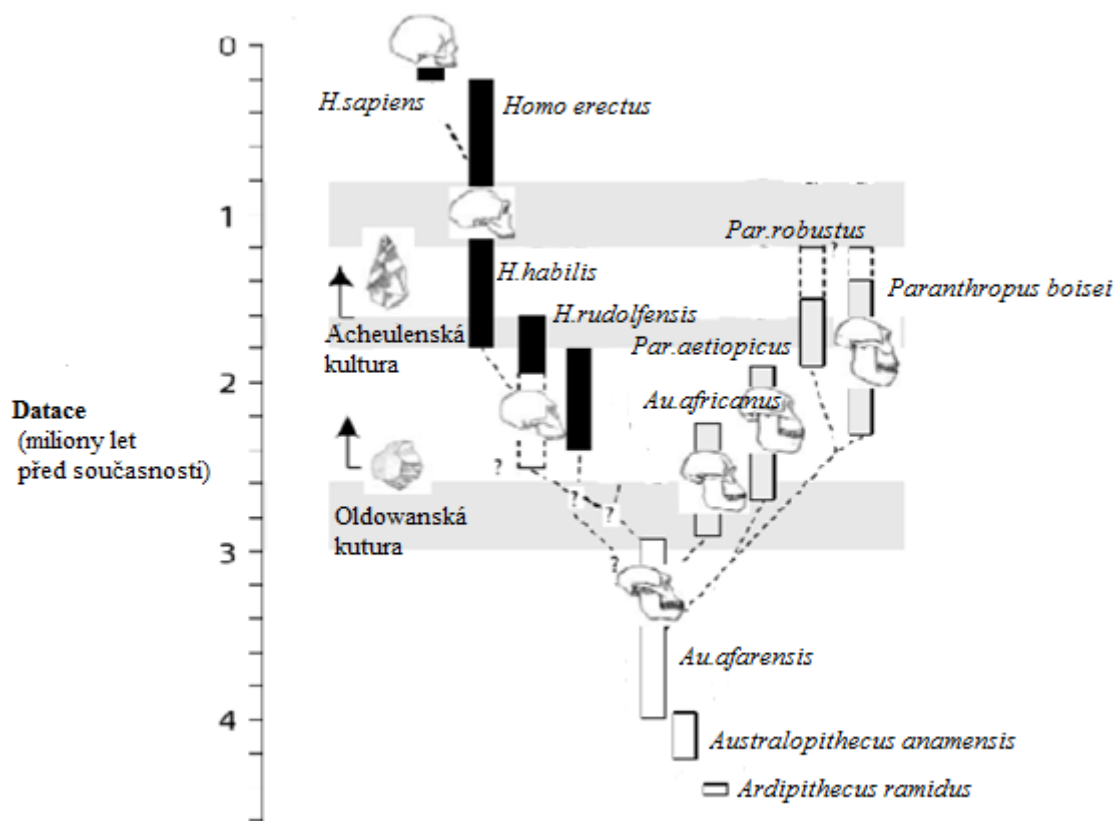
Anatomically modern human, hominin, diet, plant sources, animal sources, vegetarianism, veganism

OBSAH

1.	ÚVOD.....	6
2.	ANALÝZA STABILNÍCH IZOTOPŮ.....	8
3.	EVOLUCE LIDSKÉ VÝŽIVY.....	9
3.1	GRACILNÍ AUSTRALOPITHÉCI.....	9
3.1.1	AUSTRALOPITHECUS ANAMENSIS	10
3.1.2	AUSTRALOPITHECUS AFARENSIS	10
3.1.3	AUSTRALOPITHECUS AFRICANUS	11
3.1.4	AUSTRALOPITÉCI A JEJICH STRAVA	11
3.2	ROBUSTNÍ AUSTRALOPITÉCI.....	12
3.3	ZÁSTUPCI RODU HOMO.....	13
3.3.1	ENCEFALIZACE A VLIV STRAVY	14
3.3.2	HOMO HABILIS A HOMO ERECTUS	16
3.3.3	HOMO NEANDERTHALENSIS	16
3.3.4	HOMO SAPIENS.....	18
4.	SUBSISTENCE RODU HOMO.....	20
4.1	LOVCI SBĚRAČI.....	20
4.2	ZEMĚDĚLCI.....	21
5.	VEGETARIÁNSTVÍ A VEGANSTVÍ.....	24
5.1	VÝŽIVOVÝ STATUS VEGETARIÁNŮ A VEGANŮ.....	24
5.2	ZDRAVOTNÍ VÝHODY A NEVÝHODY VEGETARIÁNSTVÍ A VEGANSTVÍ.....	25
6.	VEGETARIÁNSTVÍ A VEGANSTVÍ Z POHLEDU EVOLUCE ČLOVĚKA.....	28
7.	ZÁVĚR.....	30
8.	POUŽITÁ LITERATURA.....	31

1. ÚVOD

Přibližně před 6 miliony lety došlo k fylogenetickému oddělení šimpanzů a homininů od posledního společného předka. Vývojová linie homininů zahrnovala zástupce rodů *Australopithecus*, *Paranthropus* a *Homo*, jak je zobrazeno v Obr. 1, a vedla ke vzniku anatomicky moderního člověka (Lieberman, 2016a).



Obr. 1: Fylogeneze homininů od *Ardipithecus ramidus* po *Homo sapiens* (upraveno podle DeMenocal, 2004)

Během zmíněných 6 milionů let hominini prošli mnohými změnami, z nichž některé významné, jako například rozvoj mozkové tkáně, jsou spjaté s vývojem stravy a subsistence (Leonard and Robertson, 1994). Osídlováním savan došlo k prvnímu rozšíření potravního spektra zpočátku především o rostlinné zdroje, jako jsou například podzemní zásobní orgány rostlin (Laden and Wrangham, 2005). Zástupci rodu *Homo* začali svůj jídelníček přibližně před 2,5 miliony let obohacovat o signifikantní množství masa. To nejprve pocházelo z nalezených mršín a později i z aktivně ulovené kořisti. Takto získávané živočišné tkáně doplňovaly sběr rostlinných plodin a významně přispěly k procesu encefalizace (Leonard and Robertson, 1994; O'Connell et al., 2002; Stiner, 2002).

Tato lovecko-sběračská subsistence byla přibližně před 10–12 tisíci lety vystřídána subsistencí zemědělskou (Vigne, 2008). Domestikace divokých zvířat a pěstování plodin představovalo spolehlivější zdroj obživy a umožnilo růst populace (Richards, 2002). Rovněž ale nové potraviny svým vysokým obsahem komplexních sacharidů zapříčinily řadu zdravotních obtíží (Lanfranco and Eggers, 2010; Adler et al., 2014).

Současná strava většiny obyvatel industrializovaných zemí obsahuje stále více průmyslově zpracovaných potravin a naopak méně potravin celistvých a přirozených (Cordain et al., 2005). Jelikož počátky této výživy sahají necelých 12 tisíc let do minulosti, mnozí zastávají názor, že lidské tělo není na tento typ stravy adaptováno (Eaton and Konner, 1985; O'Keefe and Cordain, 2004; Eaton, 2006).

Kromě většinového typu stravování se dnes můžeme setkat s alternativními výživovými směry, mezi něž patří například vegetariánství a veganství. Tento typ stravování je založen především na rostlinných potravinách a v různé míře vylučuje potraviny živočišného původu (American Dietetic Association, 2003).

Zda v potravě homininů převažovaly rostlinné, či živočišné zdroje, lze zjistit rekonstrukcí jejich stravy, která vychází z kosterních pozůstatků. Adaptace na často konzumovanou potravu se odráží mimo jiné i na kraniodentální morfologii a složení stravy je reflektováno v izotopovém složení tkání včetně kostí a zubů (Tieszen et al., 1983; Bocherens, 2000; Strait et al., 2009; Grine et al., 2012). Znalost zdrojů potravy společně s doklady klíčových událostí v evoluci člověka mohou nabídnout zcela nový pohled na studované téma a přispět tak k jeho pochopení.

2. ANALÝZA STABILNÍCH IZOTOPŮ

Analýza stabilních izotopů uhlíku a dusíku je jedna z metod používaných k rekonstrukci stravy našich předků. Využívá se při ní poměru stabilních lehkých izotopů uhlíku $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ a dusíku $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ (Lee-Thorp and Sponheimer, 2006). Koncentrace těchto prvků ve tkáních těla reflektuje složení stravy jedince, jeho postavení v potravním řetězci a jeho typické životní prostředí (Bocherens, 2000; Grine et al., 2012).

Nejčastěji se analyzují tvrdé tkáně těla, jako jsou kosti a zuby (Tieszen et al., 1983). Uhlík nalezneme v organické i anorganické složce těchto tvrdých tkání, zatímco dusík je vázán pouze v organické části, která je tvořena kolagenem (Lee-Thorp and Sponheimer, 2006). Součástí minerální složky je uhlík v podobě uhličitanových iontů, které spoluvytváří bioapatit kosti, dentinu a enamelu (Bocherens, 2011).

Kolagen se vyznačuje mnohem kratší životností než zubní sklovina, která přetrvává v téměř nezměněné podobě i několik milionů let. Oproti tomu nejstarší vzorky kolagenu podrobené analýzy jsou staré přibližně 200 tisíc let (Lee-Thorp and van der Merwe, 1991; Jones et al., 2001; Lee-Thorp and Sponheimer, 2003, 2006; Bocherens, 2011).

Analýza stabilního izotopu uhlíku se zaměřuje na poměr lehkých izotopů $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, který se označuje $\delta^{13}\text{C}$. Jeho hodnota poskytuje informace o podílu rostlinné stravy ve zkonsumované potravě. V případě býložravých živočichů vypovídá hodnota $\delta^{13}\text{C}$ přímo o konzumovaných rostlinách, zatímco v případě karnivorních živočichů o jejich kořisti, respektive o vegetaci, na které se kořist pásala (Lee-Thorp and Sponheimer, 2006; Bocherens, 2011). Vegetaci lze z hodnoty $\delta^{13}\text{C}$ určit pouze jako poměrné zastoupení tzv. C_3 a C_4 rostlin, které se liší fotosyntetickou dráhou (Smith and Epstein, 1971; Wynn et al., 2013).

Analýza stabilních izotopů dusíku zkoumá poměr izotopů $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, který nese označení $\delta^{15}\text{N}$. Analyzovaný dusík pochází pouze z proteinové frakce přijaté potravy a výsledná hodnota reflektuje trofickou úroveň konzumenta a poměr terestrických a mořských zdrojů proteinů ve stravě.

Jedinci živící se výhradně rostlinnými zdroji vykazují stejnou hodnotu $\delta^{15}\text{N}$ (průměrně $5,3 \pm 1,9 \text{ ‰}$) jako ostatní býložravci žijící na témže místě. Oproti tomu jedinci získávající veškeré proteiny ze živočišné stravy, mají hodnotu $\delta^{15}\text{N}$ o 2–5 ‰ pozitivnější než jejich kořist (průměrně $8 \pm 1,6 \text{ ‰}$). Vyšší hodnoty $\delta^{15}\text{N}$ (v průměru $15,6 \pm 2,2 \text{ ‰}$) vykazují konzumenti většího množství mořských zdrojů (Schoeninger and DeNiro, 1983; Hedges and Reynard, 2007; Bocherens, 2011).

3. EVOLUCE LIDSKÉ VÝŽIVY

V tomto oddíle bude diskutována strava homininů počínaje druhem *Australopithecus anamensis* a konče anatomicky moderním člověkem. Pokusíme se interpretovat a shrnout názory, které vychází z izotopových analýz a některých morfologických znaků kosterních pozůstatků lidské evoluční linie.

3.1 GRACILNÍ AUSTRALOPITHÉCI

Časní zástupci australopitéků se vyvíjeli v Africe v průběhu pliocénu (Wynn et al., 2016). Někteří autoři je na základě kraniodontálních znaků označují za gracilní australopitéky. Oproti tzv. robustním australopitékům, jejichž fosilní pozůstatky spadají do pozdějšího období, je pro ně typická gracilnější lebka, menší úpony žvýkacích svalů, větší anteriorní a naopak menší posteriorní dentice, jak je patrné z Tab. 1. S premoláry a moláry se pojí tzv. kvocient megadoncie (MQ), který vyjadřuje poměr skutečné velikosti oblasti premolárů a molárů vůči předpokládané velikosti na základě tělesné hmotnosti jedince (Robinson, 1956; Leakey, 1959; McHenry and Coffing, 2000). V následujícím textu se budeme zabývat stravou tří zástupců těchto raných homininů.

Tab. 1: Přehled absolutní velikosti posteriorní oblasti čelistí vybraných zástupců homininů a jejich kvocient megadoncie (upraveno dle McHenry & Coffing 2000)

Zástupce	Absolutní velikost oblasti premolárů a molárů (mm ²)	Kvocient megadoncie (MQ)
<i>Australopithecus anamensis</i>	428	1,4
<i>Australopithecus afarensis</i>	460	1,7
<i>Australopithecus africanus</i>	516	2,0
<i>Paranthropus robustus</i>	588	2,2
<i>Paranthropus boisei</i>	756	2,7
<i>Homo habilis</i>	478	1,9
<i>Homo erectus/ergaster</i>	377	?
<i>Homo sapiens</i>	334	0,9

3.1.1 AUSTRALOPITHECUS ANAMENSIS

Zástupci rodu *Australopithecus anamensis* žili asi před 3,8–4,2 miliony let (Ward et al., 1999) v poměrně variabilních ekosystémech. Tyto oblasti zahrnovaly lužní lesy a křovinaté i otevřené travnaté porosty (Wynn, 2000; Grine et al., 2006).

Dentální morfologie poskytuje náhled na to, jaký typ potravy byl studovanými jedinci pravděpodobně zpracováván. U rodu *Australopithecus anamensis* lze pozorovat silnější zubní sklovinu, což naznačuje konzumaci více tuhé stravy. Redukce anteriorních zubů je novým znakem, který může být vysvětlen používáním primitivních nástrojů ke zpracování potravy, přičemž u lidoopů tuto funkci zastává právě přední dentice (Wolpoff, 1973; Ward et al., 2001).

Dentální mikrostrukturou *Australopithecus anamensis* připomíná šimpanze a ještě znatelněji gorily. Zatímco šimpanzi konzumují převážně měkké ovoce, ačkoliv do své stravy zařazují i ulovený hmyz či menší obratlovce (Watts et al., 2012; McLennan, 2013), gorily zpracovávají i tuhé byliny. I *Australopithecus anamensis* do své stravy zřejmě zahrnoval tužší, více abrazivní a možná i tvrdší potravu (Macho and Shimizu, 2010). Nelze vyloučit, že tvrdé potraviny představovaly záložní zdroj energie a živin, ale nezdá se pravděpodobné, že by tvořily stálou komponentu stravy (Grine et al. 2006).

Výsledky analýz stabilních izotopů uhlíku reprezentují stravu dominovanou C₃ zdroji s obsahem C₄ zdrojů ne vyšším než 10 %. Průměrná hodnota δ¹³C se pohybuje kolem -10,7 ± 0,8 ‰ a předpokládanými konzumovanými C₃ zdroji mohlo být ovoce, ořechy a byliny (Grine et al., 2012; Cerling et al., 2013; Sponheimer et al., 2013).

3.1.2 AUSTRALOPITHECUS AFARENSIS

Nálezy zástupců druhu *Australopithecus afarensis* jsou staré přibližně 3–3,7 milionu let (Wynn et al. 2013) a pochází z lokalit se stromovým či keřovým porostem a vodními zdroji. Míra uzavřenosti či otevřenosti těchto oblastí byla různá (Reed, 1997; Bonnefille et al., 2004).

Ani *Australopithecus afarensis* zřejmě nebyl specializovaným konzumentem tvrdé stravy a jeho jídelníček byl spíše variabilní. Silná zubní sklovina a dolní čelisti naznačují, že mohl být dobře adaptovaný na intenzivní žvýkání nutné ke zpracování například ořechů, semen a podzemních zásobních orgánů rostlin (White, 2000; Ungar, 2004; Wynn et al., 2013).

V důsledku postupného rozšiřování C₄ biomasy jsou tyto zdroje ve větší míře prezentované ve stravě *Australopithecus afarensis* skrze izotopovou analýzu. Hodnoty δ¹³C se pohybují v rozmezí od -13,0 do -2,9 ‰ s průměrem -7,4 ‰ (Wynn et al., 2013). Vidíme zde signifikantní posun ke konzumaci C₄ zdrojů, který je v souladu s představou postupného rozšiřování C₄ biomasy v důsledku klimatických změn (Wynn, 2004).

3.1.3 AUSTRALOPHITHECUS AFRICANUS

Zástupci rodu *Australopithecus africanus* obývali Afriku přibližně před 2,4–3 miliony let (Hublin and Richards, 2009). Dle rekonstrukcí se nacházeli spíše na uzavřenějších a vlhčích lokalitách se stromovým či křovinatým porostem (Reed, 1997).

Při pohledu na dentální morfologii zástupců druhu *Australopithecus africanus* jsou patrné především zvětšené posteriorní zuby i samotná posteriorní oblast horní čelisti, jak lze vidět v Tab.1 (McHenry and Coffing, 2000). Ze srovnávacích analýz vyplývá, že posteriorní zuby má *Australopithecus africanus* až dvakrát větší vzhledem k velikosti těla než někteří zástupci lidoopů (šimpanzi a gorily) i zástupci rodu *Homo* a moderních lidí. Takovýto typ znaků odkazuje na adaptaci k intenzivnímu žvýkání (Wolpoff, 1973) a i z dalších analýz vyplývá, že morfologie obličejové *Australopithecus africanus* je značně ovlivněna procesem žvýkání (Strait et al., 2009). Na základě analogie s jinými primáty se zdá, že jedinci vykazující tento znak mohli obývat prostředí, kde po většinu času byla k dispozici tvrdá potrava.

Předpokládaný typ takové potravy představují celozrnné obiloviny, ale jejich dostupnost byla omezena jen na tři až čtyři měsíce v roce. Dalším zdrojem energie, který by odpovídal zmíněné morfologii, mohly být kořeny či podzemní zásobní orgány rostlin, ořechy a semena (Wolpoff, 1973; Codron et al., 2005; Strait et al., 2009).

Izotopová analýza jedinců z různých oblastí reflektuje velice variabilní stravu, jelikož nejnižší a nejvyšší hodnota $\delta^{13}\text{C}$ se od sebe liší až o 6,3 ‰. Průměrná hodnota se pohybuje mezi -8 až -9 ‰ (Sponheimer and Lee-Thorp, 1999; van der Merwe et al., 2003), což značí stále znatelný posun k C_4 zdrojům, ačkoliv ne tak markantní jako u předešlého zástupce *Australopithecus afarensis*. Jelikož rozmezí získaných hodnot je ale opravdu hodně široké, u některých jedinců mohly C_4 zdroje tvořit 60 % celkového příjmu potravy a u jiných nemusely být zastoupeny téměř vůbec (Codron et al., 2005).

3.1.4 AUSTRALOPITÉCI A JEJICH STRAVA

U australopitéků lze vidět pokračující tranzici z uzavřených lesních porostů obývaných šimpanzi (McLennan, 2013) do lokalit smíšeného charakteru, které již začínají být více otevřené a postupně na nich přibývá C_4 biomasa. Její nárůst se odráží i v analýze stabilních izotopů uhlíku u studovaných jedinců.

Zatímco *Australopithecus anamensis* se živil téměř výhradně C_3 zdroji (Cerling et al., 2013), jako je ovoce, ořechy nebo byliny, u následujících druhů *Australopithecus afarensis*

a *Australopithecus africanus* jejich zastoupení poměrně rapidně klesá (Wynn, 2004; Codron et al., 2005).

Kraniodontální morfologie taktéž vykazuje rozšiřování potravního spektra, a to o tužší, více abrazivní a tvrdší potravu (Macho and Shimizu, 2010). Posledně jmenovaná zřejmě nebyla konzumována pravidelně a představovala spíše záložní zdroj potravy (Ungar, 2004; Grine et al., 2006)

Ačkoliv se předpokládá, že australopitéci se živili převážně rostlinnými zdroji, nelze vyloučit konzumaci nalezených mršin nebo hmyzu (Wolpoff, 1973). Konzumace malých bezobratlých živočichů by nemusela ani vyžadovat mechanické zpracování v dutině ústní, tudíž by nezanechala známky na dentici ani lebce (Sponheimer and Lee-Thorp, 1999, 2003).

3.2 ROBUSTNÍ AUSTRALOPITÉCI

Mezi robustní australopitéky řadíme druh *Paranthropus boisei* a *Paranthropus robustus*. Tyto dva druhy žily zhruba ve stejném období před 1,4–2,5 miliony let (Ungar et al., 2008; Cerling et al., 2011), ale obývaly odlišné oblasti Afriky. Zatímco *Paranthropus boisei* obýval východní lokality, které byly téměř vždy dobře zásobené vodou, *Paranthropus robustus* se vyskytoval na otevřenějších a sušších prostranstvích na jihu kontinentu (Shipman and M. Harris, 1989; Reed, 1997).

Kraniodontální morfologie je z velké části u obou rodů totožná a odvozuje se z ní již zmíněné označení robustní australopitéci. Mezi typické znaky patří sagitální hřeben sloužící k úponu žvýkacích svalů, které vzhledem ke své mohutnosti byly zřejmě přizpůsobeny ke konzumaci extrémně tvrdých nebo tuhých objektů (Lee-Thorp et al., 2000; Ungar et al., 2008). Rod *Paranthropus* se rovněž vyznačuje nejsilnější vrstvou zubní skloviny u dosud známých australopitéků a redukcí přední dentice. Premoláry a moláry jsou naopak značně zvětšené a mluvíme o tzv. megadoncii, která je vyjádřena kvocientem megadoncie. Jedná se o poměr reálné velikosti posteriorní oblasti čelisti vůči její předpokládané velikosti vzhledem k tělesné hmotnosti jedince. Jak je patrné z Tab. 1, v případě *Paranthropus robustus* dosahuje kvocient megadoncie hodnoty 2,2 a v případě *Paranthropus boisei* dokonce hodnoty 2,7 (Leakey, 1959; McHenry and Coffing, 2000; Olejniczak et al., 2008; Ungar et al., 2008; Cerling et al., 2011).

Dentální mikrostruktura u *Paranthropus boisei*, ani u *Paranthropus robustus* nenese jednoznačné známky konzumace tvrdé nebo tuhé potravy. Vzhledem k tomu, že se jedná o výsledky poskytnuté studiem mikrostruktury zubů, vážou se pouze k určité omezené době před smrtí jedince. Proto je možné, že mechanicky odolnější potrava byla zpracovávána v době, kdy běžné zdroje nebyly k dispozici. Tato záložní strava mohla být tvořena natolik těžce zpracovatelnými komponenty, že se i jejich občasná konzumace projevila na kraniodontální morfologii (Ungar et al., 2008).

Výsledky izotopové analýzy těchto dvou zástupců se na rozdíl od kraniodontálních znaků značně liší a reflektují využívání odlišných potravních zdrojů. Hodnota $\delta^{13}\text{C}$ stanovená pro *Paranthropus*

boisei se pohybuje v rozmezí od 0,7 do -3,4 ‰. Tento výsledek naznačuje, že strava byla z velké části založená na C₄ zdrojích, které tvořily 61–91 % potravy a mohly být zastoupeny trávami a některými druhy ostřic (Cerling et al., 2011). Oproti tomu strava zástupců rodu *Paranthropus robustus* byla z 60–65 % tvořena C₃ zdroji vzhledem k průměrné hodnotě $\delta^{13}\text{C}$ -7,6 ‰ (Cerling et al., 2011; Grine et al., 2012).

Předpokládá se, že strava zástupců rodu *Paranthropus* byla stále dominována rostlinnými zdroji (Grine et al., 2012). Mezi nejpravděpodobnější komponenty jídelníčku patří divoké trávy, ořechy, semena a některé druhy ostřic, které v jistých případech disponují podzemními zásobními orgány. Ty jsou na rozdíl od trav dostupné celoročně a představují bohatý zdroj energie v podobě komplexních sacharidů a podle některých autorů vysvětlují specifické kraniodentální znaky rodu *Paranthropus* (Laden and Wrangham, 2005; Merwe et al., 2008).

3.3 ZÁSTUPCI RODU HOMO

Nejstarší doklady o existenci rodu *Homo* pochází z doby přibližně před 2,3–2,5 milionu let (Kimbel et al., 1996; Bobe and Leakey, 2009). Vznik nové linie směřující k anatomicky modernímu člověku je často spojován s klimatickými změnami na přelomu pliocénu a pleistocénu (Lucas et al., 1985; Bobe and Leakey, 2009).

V Africe v té době panovalo období zvýšeného sucha a s tím souvisela expanze C₄ biomasy (Lucas et al., 1985; Wynn, 2004). Expanze C₄ rostlin vedla zároveň k vytváření více otevřených životních prostředí a celkový ráz krajiny získal smíšený charakter. Během vlhčích period se gradienty mezi jednotlivými ekologickými nikami stávaly méně ostrými a v těchto podmínkách zřejmě docházelo k tzv. efektu hrdla láhve, v jehož důsledku přežili jen ti jedinci, kteří byli schopni života v homogennějším prostředí. Oproti tomu periody zvýšeného sucha se dávají do souvislosti s nárůstem počtu živočišných druhů, a to převážně turů a zřejmě i homininů (Wynn, 2004).

V měnících se životních podmínkách určitou dobu koexistovaly odlišné rody *Paranthropus* a *Homo*. Soužití bylo umožněno jednak rozdílnými lokalitami, které tyto zástupci obývali, a za druhé odlišnou potravní strategií. Zástupci rodu *Paranthropus* si vyvinuli efektivní žvýkací aparát umožňující jim zpracovávat všudypřítomné, i když méně kvalitní, rostlinné zdroje jako podzemní zásobní orgány, tuhé ořechy a semena či tuhé traviny (Grine et al., 2012). U rodu *Homo* se vyvinuly adaptace, které jim usnadnily vyhledávání kvalitnější potravy, která byla v prostoru více roztroušená (Milton 1981; Leonard & Robertson 1994).

Prostor, ve kterém si jedinci rodu *Homo* obstarávali obživu, byl zpočátku variabilní a vyznačoval se stromovým, křovinatým či travnatým porostem (Lucas et al., 1985). Postupem času ale vznikala více otevřená a sušší území a převládajícím krajinným typem se stala savana, která představovala bohatý zdroj potravy (Reed, 1997; DeMenocal, 2004).

Nevýhodou ale bylo, že mnohé rostlinné zdroje byly pro naše předchůdce z různých důvodů nedosažitelné. Buď kvůli sekreci sekundárních chemických látek, které mohly být toxické, nebo kvůli přítomnosti obranných mechanismů (Glander, 1982). Většina dostupných zdrojů byla také tvořena z velké části celulórou nebo ligninem, což jsou komponenty rostlinných těl, které lidský zažívací systém není schopen strávit a využít. To, co nakonec představovalo potencionální zdroj energie a živin, často nebylo dostupné celoročně, ale pouze v určitém příhodném období (Lucas et al., 1985).

I z tohoto důvodu byla hlavním rozdílem v potravní strategii rodu *Homo* zvýšená konzumace masa datovaná do doby před přibližně 2,5 miliony let (Heinzelin et al., 1999; Semaw, 2000; Domínguez-Rodrigo et al., 2005). Maso bylo primárně získáváno z mršin a později i z aktivně ulovené kořisti (O'Connell et al., 2002; Stiner, 2002). Mimo jiné je změna stravy považována za hlavní důvod encefalizace pozorované u rodu *Homo* (Leonard and Robertson, 1994).

3.3.1 ENCEFALIZACE A VLIV STRAVY

Proces encefalizace se týká relativního i absolutního nárůstu mozkové tkáně v průběhu evoluce člověka (Leonard et al., 2007). Během posledních asi 4 milionů let se mozková kapacita našich předků zvýšila z přibližně 400–500 cm³, patrných u australopitéků, až na dnešních 1400 cm³. Ačkoliv již u *Homo habilis* je patrný nárůst (McHenry & Coffing (2000) uvádí průměrnou mozkovou kapacitu přibližně 600 cm³), nejmarkantnější změnu můžeme vidět u *Homo erectus*. Jak je patrné z Tab. 2, jeho mozková kapacita se v průměru pohybuje kolem 970 cm³ (Rightmire, 2004; Lieberman, 2016b; c).

Tab. 2: Přehled velikostí mozku a tělesné hmotnosti zástupců rodu *Homo* (upraveno dle Lieberman 2013a)

Druh	Datace (miliony let před současností)	Velikost mozku (cm ³)	Tělesná hmotnost (kg)
<i>Australopithecus anamensis</i>	4,2–3,9	?	?
<i>Australopithecus afarensis</i>	3,9–3,0	400–550	25–50
<i>Australopithecus africanus</i>	3,0–2,0	400–560	30–40
<i>Paranthropus boisei</i>	2,3–1,3	400–550	34–50
<i>Paranthropus robustus</i>	2,0–1,5	450–530	32–40
<i>Homo habilis</i>	2,4–1,4	510–690	30–40
<i>Homo erectus</i>	1,9–0,2	600–1200	40–65
<i>Homo heidelbergensis</i>	0,7–0,2	900–1400	50–70
<i>Homo neanderthalensis</i>	0,2–0,03	1170–1740	60–85
<i>Homo sapiens</i>	0,2–současnost	1100–1900	40–80

Mozek je energeticky velice náročná tkáň, která u lidí spotřebovává 20–25 % energie klidového metabolismu (Leonard and Robertson, 1994; Aiello and Wheeler, 1995). Dalo by se proto očekávat, že s růstem mozku se zvýší i bazální metabolismus člověka. Ale ve skutečnosti nebyla prokázána signifikantní korelace mezi relativním bazálním metabolismem a relativní velikostí mozku u encefalizovaných živočichů (McNab and Eisenberg, 1989).

Jedno z nabízených vysvětlení, odkud pochází energie potřebná k udržení zvětšující se mozkové tkáně, je redukce gastrointestinálního traktu, který se rovněž podílí na spotřebě značného množství energie (Aiello and Wheeler, 1995; Lieberman, 2016b). K redukci střev došlo zřejmě v důsledku konzumace vysoce kvalitní stravy tvořené zásobními orgány rostlin, ořechy, semeny a v neposlední řadě živočišnými zdroji. Takový typ potravy je nutričně objemný, lehce stravitelný a sám o sobě poskytuje dostatek živin a energie potřebné k růstu a udržení mozkové tkáně (Milton, 1987; Milton and Demment, 1988; Leonard and Robertson, 1994; Aiello and Wheeler, 1995).

Předpokládaným hlavním zdrojem energie pro rozvoj a udržení mozkové tkáně byly podzemní zásobní orgány rostlin. Savany jsou bohaté na mnoho druhů jedlých oddenku a hlíz, které obsahují velké množství komplexních sacharidů (Laden and Wrangham, 2005; Hardy et al., 2015).

Pro správný vývoj mozkové tkáně je nezbytná především kyselina arachidonová (AA) a dokosaheptaenová (DHA). Jedná se o nenasycené mastné kyseliny, které si lidské tělo samo vytváří jen v omezeném množství a musí je proto přijímat s potravou. Hlavním zdrojem AA a DHA jsou sladkovodní i mořské ryby, v menší míře i vejce, mozková tkáň, kostní dřev a vnitřní orgány suchozemských zvířat (Crawford, 1992; Broadhurst et al., 2002). Oproti tomu maso suchozemských zvířat a rostliny obsahují pouze prekurzor AA a DHA, kterým je kyselina alfa-linolenová (Meyer et al., 2003). Její konverze na potřebné mastné kyseliny se zdá být v lidském těle limitovaná (Musket et al., 2004), ačkoliv studie na vegetariánech žádné omezení neshledala (Sanders, 1999) a ve vývoji nervové soustavy u vegetariánů ani veganů nebyly zaznamenány žádné odchylky od normálu (Carlson and Kingston, 2007; Innis, 2007).

Jelikož doklady o využívání vodních zdrojů pochází až z pozdější doby, zdá se, že ve vnitrozemí bylo zpočátku nutné využívat jako zdroj AA a DHA především mozkovou tkáň a kostní dřev živočichů (Broadhurst et al., 1998, 2002). Dle Blumenschina představovaly mršiny suchozemských živočichů na přelomu pliocénu a pleistocénu hojný zdroj této potravy (Blumenschine et al., 1987).

Kromě energetické investice do rozvoje mozkové tkáně byly pro její vývoj nezbytné zřejmě i behaviorální změny. Ty se pojily především s novou potravní strategií rodu *Homo*. V důsledku již zmíněných klimatických změn se změnilo i množství a distribuce potravy. Díky změně zavedeného chování byli jedinci rodu *Homo* schopni využívat i živočišné zdroje, které dokázali vyhledávat a později získávat i aktivním lovem (Milton, 1981).

3.3.2 HOMO HABILIS A HOMO ERECTUS

Za prvního zástupce rodu *Homo* je považován druh *Homo habilis*, který se v archeologickém záznamu poprvé objevil před přibližně 2,3–2,5 miliony let (Kimbel et al., 1996). Vznik druhu *Homo erectus* je o něco mladšího data a došlo k němu zřejmě před necelými 2 miliony let (Feibel et al., 1989). Výskyt obou těchto druhů v Africe je tudíž provázán s již zmíněnými klimatickými změnami na přelomu pliocénu a pleistocénu (Bobe and Leakey, 2009).

Kraniodontálními znaky se *Homo habilis* i *Homo erectus* značně liší od předešlého rodu *Australopithecus*, oproti němuž dochází k redukci molárů a premolárů, jak je patrné z Tab. 1 (Johanson et al., 1987). Tento trend lze sledovat i v průběhu vývoje *Homo erectus* (Wolpoff, 1984). Příčinou byla zřejmě konzumace kvalitnější stravy (Ungar et al., 2006a) a její úprava před konzumací, která přispěla k redukci následného zpracování v dutině ústní (Zink, 2013). Zubní sklovina je u obou časných zástupců rodu *Homo* znatelně silnější, ačkoliv u *Homo erectus* o něco méně (Teaford et al., 2002), což může svědčit buď o konzumaci tuhé, nebo tvrdé stravy.

Dentální struktura ale reflektuje stravu značně variabilní, ve které nepřevládaly tuhé ani tvrdé komponenty. V případě *Homo erectus* je ale pravděpodobné, že zpracovával mechanicky odolnější stravu než *Homo habilis* (Ungar et al., 2012). Mezi rezistentnější potraviny, které mohl konzumovat, patřily zřejmě tvrdé podzemní zásobní orgány rostliny nebo některé tuhé živočišné tkáně (Ungar et al., 2006b).

Izotopová analýza jedinců *Homo habilis* reflektuje stravu, která vždy obsahovala více než 50 % C₃ zdrojů, přičemž C₄ zdroje tvořily u různých jedinců 20–49 % (Merwe et al., 2008). Strava *Homo erectus* byla na C₃ zdrojích založená ještě znatelněji, jelikož průměrná hodnota $\delta^{13}\text{C}$ $-8,2$ ‰ reflektuje pouze 20–25 % C₄ zdrojů (Lee-Thorp et al., 2000).

Současně žijící *Paranthropus robustus* vykazoval podobnou hodnotu (Cerling et al. (2011) uvádí průměrnou hodnotu $\delta^{13}\text{C}$ $-7,6$ ‰), ale je pravděpodobné, že jejich strava se značně lišila. U druhu *Homo erectus* se předpokládá, že již pravidelně využíval živočišné zdroje (Blumenschine et al., 1987). Někteří autoři ale tvrdí, že na zvířecích kostech asociovaných s nálezy *Homo erectus* chybí řezné rány (Lee-Thorp et al., 2000) a kamenné nástroje byly používány spíše k vykopávání podzemních orgánů rostlin (Brain and Shipman, 1993).

3.3.3 HOMO NEANDERTHALENSIS

Za společného předka neandertálců a anatomicky moderních lidí je považován *Homo heidelbergensis* (Stringer, 2002a; Endicott et al., 2010), k jehož vzniku došlo zhruba před 800 tisíci lety v Africe (Hardt a Henke 2007). V Africe se rovněž přibližně před 200 tisíci lety vyvinuli anatomicky moderní lidé, zatímco *Homo neanderthalensis* již obýval evropský kontinent

(Stringer, 2002b). Jelikož ale *Homo sapiens* Afriku přibližně před 40 tisíci lety opustil a začal osídlovat Evropu, několik tisíc let tyto dva druhy koexistovaly na společném území (Conard and Richter, 2011).

O stravě zástupců *Homo heidelbergensis* neexistuje mnoho dokladů, což může souviset i s neshody ohledně jejich druhového pojmenování. Na základě fauny a flóry asociované s nalezištěm kosterních pozůstatků *Homo heidelbergensis* se zdá pravděpodobné, že se jako ostatní zástupci rodu *Homo* živil sběrem plodin a lovem divoké zvěře (Howell, 1998; Rightmire, 2008; Wagner et al., 2011).

Na druhou stranou studium zástupců *Homo neanderthalensis* poskytlo mnohem více poznatků o jejich předpokládané výživě. Jednalo se zřejmě o úspěšné lovce, kteří se soustředili především na lov megafauny tvořené mamuty, nosorožci a bizony (Bocherens et al., 2005; Hoffecker, 2009). Hodnoty $\delta^{13}\text{C}$ a $\delta^{15}\text{N}$ získané izotopovou analýzou se značně podobají hodnotám pozorovaných u karnivorních živočichů z téže lokality. Pravděpodobně se jejich strava v mnoha ohledech podobala, a to zejména co se týče signifikantního množství živočišných proteinů. V obou případech tyto pocházely primárně z býložravců pasoucích se na otevřených prostranstvích. Dokonce i v mírnějším klimatu, kde rostlinné zdroje byly dostupnější, pocházela většina proteinů ve stravě přesto ze zdrojů živočišných (Bocherens et al., 1999, 2005; Salazar-García et al., 2013).

Především na základě izotopových analýz a nedostatků rostlinných fosilií (Lev et al., 2005) jsou zástupci *Homo neanderthalensis* často vnímáni jako téměř striktní masožravci. Přesto byly rostlinné zdroje důležitou složkou potravy, například vzhledem k fyziologickému omezení člověka v příjmu proteinů, jejichž nadbytek vede ke zdravotním komplikacím (Hardy, 2010). Navíc by strava založená převážně na mase obsahovala toxické hladiny vitamínu A, niacinu, železa, zinku a selenu, zatímco vitamínu C a komplexních sacharidů by poskytovala nedostatečné množství (Hockett, 2012).

Jedny z mála dokladů využívání rostlinných zdrojů potravy jsou fytolity a škrobová zrna. Fytolity jsou biogenní formou oxidu křemičitého a stejně jako škrobová zrna je lze nalézt na povrchu kamenných nástrojů používaných ke zpracovávání rostlinného materiálu nebo jako součást zubních kazů zachovalých fosilií homininů (Henry et al., 2010, 2014).

Na základě studia těchto rostlinných reziduí u několika jedinců *Homo neanderthalensis* pocházejících z geograficky různých habitatů bylo zjištěno, že do stravy byla zahrnována semena trav, luštěniny, plody datlovníku a podzemní zásobní orgány rostlin. Některá ze škrobových zrn nesla i známky vaření (Henry et al., 2010; Salazar-García et al., 2013).

Zakomponování rostlinných zdrojů do stravy reflektuje i dentální mikrostruktura zástupců *Homo neanderthalensis*. Ta se výrazně liší od moderních lovců-sběračů, jako jsou Inuité, o kterých víme, že jejich strava je založena pouze na živočišných zdrojích (Pérez-Pérez et al., 2003). Naopak tyto studie naznačují, že zástupci *Homo neanderthalensis* inklinovali spíše ke smíšené stravě a podíl rostlinné složky se odvíjel od životního prostředí. Zatímco na otevřených stepních prostranstvích byly rostlinné zdroje zastoupeny minimálně, v zalesněných oblastech jejich množství ve stravě stoupalo (Zaatari et al., 2011).

Na základě izotopové analýzy kosterních pozůstatků neandertálců vyplývá, že se jednalo o úspěšné lovce obsazující vysokou trofickou hladinu. Soustředili se téměř výlučně na megafaunu obývající otevřená prostranství, což mohl být také důvod jejich poměrně nízké populační hustoty (Bocherens et al., 2005; Hoffecker, 2009; Salazar-García et al., 2013). Analýza rostlinných reziduí a studium dentální mikrostruktury ale rovněž poskytuje doklady o konzumaci rostlinné stravy, která představovala důležitý zdroj vitamínů a komplexních sacharidů (Pérez-Pérez et al., 2003; Henry et al., 2010; Hockett, 2012).

3.3.4 HOMO SAPIENS

Homo sapiens, rovněž označován jako anatomicky moderní člověk, se s největší pravděpodobností vyvinul ve východní Africe přibližně před 150–200 tisíci lety, v období střední doby kamenné (Stringer, 2002a; Rightmire, 2008). Předpokládaným předkem je stejně jako v případě neandertálců *Homo heidelbergensis* (Endicott et al., 2010).

Homo sapiens vykazuje nejnižší míru megadonticie ze zástupců homininů uvedených v Tab. 1 (McHenry and Coffing, 2000). Kromě posteriorního chrupu se zmenšovala celá dentice a žvýkací komplex. Příčinou byla zvyšující se konzumace méně rezistentní potravy a zařazení vařeného jídla před přibližně 400 tisíci lety (Loring Brace et al., 1987; Preece et al., 2006).

K určení poměru rostlinných a živočišných zdrojů byla i u *Homo sapiens* využita analýza dentální mikrostruktury, která byla následně porovnávána s dentální mikrostrukturou současných lovců-sběračů. Zatímco lidé z počátku mladého paleolitu vykazují značnou podobnost s dnešními lovci-sběrači, jejichž strava obsahuje kolem 60 % živočišné složky, dentice lidí z konce mladého paleolitu reflektuje spíše stravu založenou ze 60–80 % na rostlinných zdrojích (El Zaatari and Hublin, 2014).

Analýzy stabilního izotopu dusíku jedinců z různých lokalit poskytují na rozdíl od dentální mikrostruktury značně variabilní výsledky. Hodnoty $\delta^{15}\text{N}$ se pohybují od 4 až do 15 ‰, ačkoliv nejčastější získané hodnoty jsou 11–13 ‰ (Richards et al., 2001, 2005; Hu et al., 2009). Tento výsledek reflektuje stravu, ve které většina proteinů pochází z terestrických živočichů. Jedinci, jejichž hodnota $\delta^{15}\text{N}$ byla vyšší, zřejmě navíc konzumovali až 20 % mořských živočichů (Richards et al., 2001). Toto tvrzení je podporováno i analýzami stabilního izotopu uhlíku. Výsledné hodnoty $\delta^{13}\text{C}$ jsou ve většině případů vyšší než -18 ‰ a naznačují, že až čtvrtina přijatých proteinů mohla pocházet z vodních zdrojů (Richards and Trinkaus, 2009). Někteří autoři ale přesto o konzumaci vodních živočichů pochybují (Drucker and Bocherens, 2004).

Anatomicky moderní lidé se po většinu své existence živilo jako lovci-sběrači (Milton, 2002; Vigne, 2008). Skladba jejich potravy byla různorodá a závisela především na klimatických podmínkách a zeměpisné šířce, kterou zrovna obývali (Cordain et al., 2000). S postupně se zvyšující hustotou populace začali naši předci rozšiřovat své potravní spektrum o menší a hbitější živočichy, kteří

se rychleji reprodukovali a představovali spolehlivější zdroj energie a živin (Klein, 1995; Stiner et al., 1999; Klein et al., 2003; Faith, 2008; Richards and Trinkaus, 2009; Stiner, 2009; Clark and Kandel, 2013). Nutnost zajistit si dostatek potravy dokonce mohl v této době vést k rozvoji konzumace ryb, měkkýšů a mořských ptáků (Marean and Assefa, 1999; Kyriacou et al., 2015). Rostlinné zdroje představovaly zdroj energie i ve vyšších nadmořských výškách a byly konzumovány ve variabilním množství v závislosti na jejich dostupnosti (Cordain et al., 2000).

4. SUBSISTENCE RODU HOMO

V předešlém oddíle jsme zmínili nejvýznamnější zástupce homininů s důrazem na jejich předpokládanou stravu a zastoupení rostlinných a živočišných zdrojů. V následující části obecněji přiblížíme dvě významné subsistenční strategie pojící se s rodem *Homo*, a to subsistenci lovecko-sběračskou a zemědělskou.

4.1 LOVCI SBĚRAČI

Lovecko-sběračská subsistence zajišťovala obživu našim předkům téměř 2,5 milionu let, od vzniku rodu *Homo* do počátků zemědělství před přibližně 10 tisíci lety (Milton, 2002; Vigne, 2008). Lovci-sběrači se živilí sběrem volně rostoucích rostlin, vyhledáváním mršin a později i lovem divoké zvěře (Lee, 1968; Milton, 2002).

Ze studií vyplývá, že potrava lovců-sběračů byla velice variabilní a ovlivněná řadou faktorů, především zeměpisnou šířkou a klimatickými podmínkami (Eaton and Konner, 1985). Z Tab. 3 je patrné, že s rostoucí zeměpisnou šířkou postupně ubývá rostlinné biomasy, která je ve stravě nahrazována především vodními živočišnými zdroji (Cordain et al., 2000). Rozdílem oproti dnešní typické stravě obyvatel industrializovaných zemí byla značná pestrost v konzumovaných potravinách, která lovcům-sběračům poskytovala dostatek všech živin (Eaton and Konner, 1985).

Tab. 3: Závislost současných celosvětových lovců-sběračů ($n=63$) na typu subsistence dle životního prostředí (upraveno podle Cordain et al. 2000)

Životní prostředí ($n=63$)	Sběr rostlinné stravy (%)	Lov (%)	Rybolov (%)
Tundra, severní oblasti ($n=6$)	6–15	36–45	46–55
Severní jehličnaté lesy ($n=14$)	16–25	26–35	46–55
Lesy mírného pásu ($n=6$)	36–45	16–25	36–45
Pouštní travní a keřové porosty ($n=11$)	46–55	36–45	6–15
Travní porosty mírného pásu ($n=11$)	26–35	56–65	6–15
Subtropické keřové porosty ($n=2$)	36–45	26–35	26–35
Subtropické deštné lesy ($n=4$)	36–45	46–55	6–15
Tropické travní porosty ($n=4$)	46–55	26–35	16–25
Monzunové lesy ($n=2$)	36–45	26–35	26–35
Tropické deštné lesy ($n=3$)	26–35	26–35	36–45

Mezi dostupné a využívané rostlinné zdroje patřily především ovocné plody, ořechy, různá semena a luštěniny. Rovněž byly konzumovány podzemní zásobní orgány rostliny, k jejichž vykopávání byly zřejmě používány kamenné nástroje (Lucas et al., 1985; Cordain et al., 2000).

Živočišné zdroje začaly být do stravy zahrnovány zřejmě již před 2,5 miliony let, jak naznačují nalezené kamenné nástroje a s nimi asociované zvířecí kosti nesoucí na svém povrchu známky řezání a porcování (Heinzelin et al., 1999; Semaw, 2000; Domínguez-Rodrigo et al., 2005). Pravděpodobně bylo maso nejprve konzumováno ve formě nalezených mršín, případně se z dlouhých kostí extrahovala na tuky bohatá kostní dřev. Až postupem času začali lidé aktivně lovit divokou zvěř, o čemž svědčí nálezy k tomu určených nástrojů starých přibližně 250-500 tisíc let (Marean and Kim, 1998; Stiner, 2002).

Určení přibližného poměru rostlinné a živočišné stravy je možné pomocí analogií se současnými lovecko-sběračskými populacemi (Cordain et al., 2000). Jak již bylo řečeno, jejich strava se odvíjí od zeměpisné šířky a klimatických podmínek, ale v průměru jsou dnešní lovci-sběrači z 26–35 % závislí na rostlinných a z 65–74 % na živočišných zdrojích (Cordain et al., 2002). Výjimku tvoří například populace Eskymáků žijící v polárních oblastech, kteří se živí téměř výhradně živočišnými zdroji (Sinclair, 1953). Opačný trend lze vidět u kmene !Kung nebo kmene Khoesan, jejichž obživu tvoří ze 60–80 % sběr rostlinných plodin (Lee, 1968; El Zaatari and Hublin, 2014).

Většina z dnes žijících lovců-sběračů (73 %) staví svůj jídelníček z více než poloviny (56–65 %) na živočišných zdrojích, zatímco rostlinné zdroje tvoří to samé množství potravy jen u necelých 14 % lovců-sběračů (Cordain et al., 2000). Tato data značně odporují dřívější studii z roku 1968, která prezentovala, že v průměru se lovem živí pouhá třetina lovecko-sběračských populací. Problém může být v metodologii této studie, jelikož pod pojmem sběru zahrnuje rovněž sběr malých suchozemských živočichů a měkkýšů, kteří jsou ve výsledku prezentováni jako rostlinný zdroj. Dalším problémem může být analogie s již zmíněným kmenem !Kung, který je v tomto případě brán jako typický příklad lovecko-sběračské subsistence (Lee, 1968).

4.2 ZEMĚDĚLCI

Přechod od lovecko-sběračské subsistence k domestikaci plodin a živočichů nastal na Blízkém Východě přibližně před 12 tisíci lety a v Evropě přibližně před 10 tisíci lety (Vigne, 2008; Bonsall et al., 2010). Příčinou byly zřejmě klimatické změny, které učinily rostlinné zdroje potravy nespolehlivými, a zároveň se zvyšující se intenzitou lovu ubývalo dostupné kořisti. Nový způsob obživy vedl mimo jiné k nárůstu lidské populace, která se začala trvale usídlovat. V momentě, kdy byla překročena nosná kapacita prostředí, se pro naše předky stalo zemědělství nezbytným způsobem obživy (Richards, 2002).

Původně se předpokládalo, že primární motivací k ochočení divokých zvířat byl jednodušší zisk masa a takzvané sekundární produkty, mezi které patří mléko, vlna a tažná a nosná síla zvířete, začaly být lidmi využívány až o 2–4 tisíce let později (Greenfield, 1988). Recentnější doklady ale naznačují, že maso ochočených zvířat zpočátku nepřispívalo do jídelníčku lidí podstatným množstvím a teprve před přibližně 9 tisíci lety začalo tvořit více než 80 % celkového příjmu masa (Vigne and Helmer, 2007).

Pravděpodobným důvodem domestikace divoké zvěře tedy zpočátku byly již zmíněné sekundární produkty, z nichž je z pohledu stravování nejvýznamnější mléko. Nepřímé analýzy keramiky a zbytků jídla zaměřené na přítomnost mléčných biomarkerů naznačují, že k zařazení mléka do jídelníčku mohlo dojít již na počátku neolitu (Hong et al., 2012). Přímý doklad konzumace mléka pochází z rozboru zubního kamene jedinců z Evropy i Asie a datuje ji do doby před téměř 5 tisíci lety (Warinner et al., 2014).

S konzumací nefermentovaného mléka souvisí i jev zvaný laktázová perzistence. Zatímco ostatní savci po dokončení kojení již nejsou schopni trávit mléčný cukr laktózu, u některých lidí se i v dospělosti exprimuje gen kódující enzym umožňující tento cukr štěpit. Schopnost konzumovat mléčné produkty po celý život se nazývá laktázová perzistence. Alela podmiňující tento jev se dle genetické studie neobjevila v lidské DNA dříve než v neolitu a její následné rozšíření je tedy úzce spjato s počátkem konzumace mléka (Burger et al., 2007).

Změna stravování se odrazila i na chrupu. Jak jsme již zmiňovali, obecným trendem rodu *Homo* je zmenšování zubů a celého žvýkacího komplexu, což v důsledku zapříčinilo postupný vznik dnešní gracilní lebky a čelistí (Larsen, 2006). Předpokládanou příčinou těchto změn dentice je stále se zvyšující konzumace méně tvrdé a tuhé potravy, čehož bylo dosaženo především jejím vařením (Loring Brace et al., 1987; Larsen, 2006; Preece et al., 2006; Bonsall et al., 2010; Pinhasi et al., 2015). V tomto trendu pokračují lidé i v neolitu. Konzumace měkké stravy a obilovin vedla k významnému rozvoji periodontálních chorob a vyšší frekvenci výskytu kazů, než bylo pozorováno u lovců-sběračů (Lanfranco and Eggers, 2010; Adler et al., 2014).

Analýzy stabilních izotopů uhlíku a dusíku z různých lokalit v Evropě reflektují stravu složenou z variabilního poměru rostlinných a živočišných zdrojů. Průměrná hodnota $\delta^{13}\text{C}$ je přibližně -20 ‰ , což reprezentuje stravu dominovanou C_3 zdroji jako je pšenice, ječmen nebo luštěniny (Papathanasiou, 2003; Herrscher and Le Bras-Goude, 2010; Oelze et al., 2011).

I v případě analýzy izotopu dusíku byla získána široká škála různých hodnot, a to i v rámci jedné lokality, což reflektuje zastoupení různých trofických hladin (Herrscher and Le Bras-Goude, 2010; Oelze et al., 2011). Tyto výsledky znovu dokládají vysokou variabilitu, tentokrát především v poměru rostlinných a živočišných zdrojů. Zatímco například v Číně se předpokládá obohacení stravy ještě například o sladkovodní ryby vzhledem k vyšší hodnotě $\delta^{15}\text{N}$ (Atahan et al., 2011), v Itálii většinu denního příjmu (65-70 %) zajišťovaly rostlinné zdroje (Tafari et al., 2009).

Období neolitu lze tedy chápat jako jeden z dalších milníků v evoluci lidského stravování. Rozvoj lidské populace a klimatické změny vedly k adaptaci zemědělského způsobu života charakteristického vyšší sedentaritou a domestikací divokých plodin a zvířat. Strava vykazovala silnou geografickou závislost a byla tvořena různým poměrem živočišných a rostlinných zdrojů. Významným obohacením jídelníčku bylo mléko domestikovaného dobytka a stabilní přísun složených cukrů obsažených v pěstovaných obilovinách a luštěninách (Kerem et al., 2007; Lu et al., 2009; Ash et al., 2016).

Shrneme-li údaje o evoluci výživy a stravy člověka, lze říci, že potravní spektrum se oproti lovcům-sběračům od neolitu zúžilo (Richards, 2002). Podstatné je, že ve stravě byla již od paleolitu signifikantně zastoupena jak rostlinná, tak živočišná složka. Jak je patrné z přehledu (viz Tab. 3), poměr těchto dvou složek se lišil v závislosti na dostupnosti zdrojů (Cordain et al., 2000). Smíšený charakter si uchovává i moderní strava většiny obyvatel industrializovaných zemí (Cordain et al., 2005). V další části textu bychom se ale věnovali pohledu na dva alternativní výživové směry, které preferují rostlinné zdroje stravy oproti živočišným. Uvedeme charakteristické znaky vegetariánství a veganství, zmíníme zdravotní výhody rostlinné stravy, ale zároveň upozorníme na zdravotní rizika, vyplývající z omezeného příjmu živočišných potravin.

5. VEGETARIÁNSTVÍ A VEGANSTVÍ

Vegetariánství a veganství je forma stravování, která v různé míře neobsahuje živočišné produkty. Vegetariáni ze svého jídelníčku vylučují veškeré maso včetně ryb, zatímco veganská strava sestává čistě z rostlinných zdrojů a neobsahuje maso, mléčné výrobky, vejce ani med (American Dietetic Association, 2003).

V roce 1994 se ve Spojených Státech k vegetariánství hlásilo 0,3–1 % populace (Stahler, 1994), zatímco o více než 10 let později, v roce 2016, se za vegetariány považovalo již 3,3 % populace (Stahler, 2016). V Indii se k vegetariánské stravě, především z náboženských důvodů, kloní přibližně 38 % populace (Refsum et al., 2001). Uvedené průzkumy shrnují pod pojmem vegetariánství rovněž čistě rostlinnou stravu, z čehož vyplývá, že k veganství se hlásí podstatně menší procento populace.

Důvodů pro přechod na některý z pojednávaných výživových směrů je několik. Nejčastějším motivem u dospělých jedinců ve Spojených Státech je morální či etické stanovisko, ke kterému se hlásí více než tři čtvrtiny respondentů (83,7 %). Druhým hlavním důvodem jsou některé zdravotní výhody bezmasého stravování, které ke změně stravy přesvědčily 14,3 % osob (Hoffman et al., 2013). Jak uvádí Klopp et al. (2003), mezi adolescenty naopak převládají důvody zdravotní (37,5 %), následované touhou po změně tělesné hmotnosti (18,8 %) a etický motiv zaujímá až třetí místo (14,6 %).

5.1 VÝŽIVOVÝ STATUS VEGETARIÁNŮ A VEGANŮ

Bezmasá strava je založena především na rostlinných potravinách, jako jsou obiloviny, luštěniny, zelenina, ovoce, ořechy a semínka. V případě vegetariánství je tento výčet doplněn variabilním množstvím mléčných produktů a vajec (Davey et al., 2002; Larsson and Johansson, 2005).

Na úrovni makroživin tvoří u vegetariánů a veganů většinu přijaté energie komplexní sacharidy (49–66 %), na druhém místě jsou tuky (19–37 %) a podstatně méně tvoří proteiny (13–16 %). Konvečně se stravující osoby konzumovaly méně komplexních sacharidů (34–60 %), více tuků (21–45 %) a více proteinů (16–19 %) oproti zmíněným vegetariánům a veganům (Davey et al., 2002; Kristensen et al., 2015; Elorinne et al., 2016b).

Zdroje těchto makroživin porovnávala studie z roku 2005, která se ale zaměřuje pouze na vegany a konvečně se stravující osoby. Zatímco zdrojem komplexních sacharidů jsou u obou skupin převážně obiloviny, zdroje tuků a proteinů se znatelně liší. Vegani většinu proteinů získávají z obilovin (53 %), luštěnin (24 %) a určitou část i ze zeleniny (14 %). Oproti tomu osoby stravující se konvečně přijímají nejvíce proteinů ze živočišných zdrojů (62 %) a luštěniny nekonzumují téměř vůbec (Larsson and

Johansson, 2005). Doplnkovými zdroji proteinů jsou mezi vegany a vegetariány různé sojové produkty jako je sojové mléko a sojové jogurty, nebo produkty z pšeničné bílkoviny (Elorinne et al., 2016b).

Z pohledu mikroživin není rostlinná strava schopná poskytnout veškeré esenciální vitaminy a minerály a jejich zdrojem jsou proto v mnohých případech doplňky stravy. Dokonce i častá suplementace mezi vegetariány a vegany ale občas nestačí ke splnění doporučených norem (Larsson and Johansson, 2005; Elorinne et al., 2016b). Dle finské studie až 91 % veganů pravidelně bere doplňky stravy (Elorinne et al., 2016b) a nedávná evropská studie uvádí, že tyto doplňky pravidelně užívá přibližně 60 % vegetariánů a veganů (Sobiecki et al., 2016). Nejčastějšími doplňky stravy jsou vitamin B12, vitamin D a vápník (Elorinne et al., 2016b; Sobiecki et al., 2016).

5.2 ZDRAVOTNÍ VÝHODY A NEVÝHODY VEGETARIÁNSTVÍ A VEGANSTVÍ

V této části se budeme věnovat zdravotním přínosům a rizikům, které jsou spjaté s preferencí rostlinné stravy. Pro zjednodušení se zaměříme na výhody a nevýhody plynoucí z omezení konzumace živočišných produktů u osob žijících v industrializovaných zemích. Mnohá rizika bezmasého stravování totiž vyplývají z nedostatečné a nevyvážené stravy osob obývajících rozvojové země, ve kterých je vegetariánství praktikováno často z náboženských nebo ekonomických důvodů.

Například v Indii a Africe se nedostatek vápníku a vitamínu D projevuje rozvojem křivice. Suboptimální množství vitamínu D je spojováno rovněž s oslabením imunitní soustavy a rozvojem tuberkulózy, zatímco neadekvátní příjem železa pravděpodobně vede k vyššímu výskytu anémie u Indů (Strachan et al., 1995; Thacher et al., 2006; Rammohan et al., 2012).

V podmínkách průmyslových zemí bývá ale rostlinná strava pestrá a jako taková zahrnuje již zmíněnou širokou škálu ovoce, zeleniny, obilovin a luštěnin (Davey et al., 2002; Larsson and Johansson, 2005). Strava založená na těchto potravinách může působit jako účinná prevence tzv. civilizačních chorob, a to díky vysokému obsahu vlákniny a nízké celkové hladině cholesterolu a nasycených mastných kyselin (Jenkins et al., 2003; Birketvedt et al., 2005; Lairon et al., 2005; Ohlsson, 2010; Oyebode et al., 2014; Academy of Nutrition and Dietetics, 2016).

Mezi nejrozšířenější civilizační choroby patří choroby kardiovaskulární (zahrnující například ischemickou chorobu srdeční nebo vysoký krevní tlak), rakovina, cukrovka 2. typu a obezita (Cordain et al., 2005). Vegetariáni a vegani vykazují nižší riziko a incidenci všech výše zmíněných nemocí (Key and Davey, 1996; Key et al., 1999; Appleby et al., 2002; Tonstad et al., 2009; Sobiecki et al., 2016). Největší vliv je přisuzován stravě, ačkoliv nelze vyloučit další faktory jako pravidelnou pohybovou aktivitu nebo abstinenci, které se často pojí s alternativním životním stylem (Tonstad et al., 2009).

Vyšší riziko kardiovaskulárních chorob a celkové úmrtnosti bývá často spojováno s konzumací živočišných proteinů, především ve formě červeného masa a mléčných produktů. Rostlinné bílkoviny nejsou v tomto ohledu považovány za rizikový faktor (Kelemen et al., 2005). Jejich nevýhodou ale je, že jednotlivě neobsahují veškeré esenciální aminokyseliny (Krajcovicova-Kudlackova et al., 2005).

Prevenčí kardiovaskulárních chorob se zdá být rovněž vyšší poměr nenasycených mastných kyselin vůči mastným kyselinám nasyceným (Jakobsen et al., 2009). Tento zdravý prospěšný poměr je typický pro rostlinnou stravu, ačkoliv u vegetariánů je hladina nasycených mastných kyselin, především kvůli konzumaci mléčných produktů, většinou vyšší než u veganů (Davey et al., 2002).

Ačkoliv obsahují rostlinné potraviny značné množství zdraví prospěšných tuků, nebývají příliš bohaté na omega-3 mastné kyseliny (Rosell et al., 2005). Z evolučního hlediska patří mezi nejvýznamnější z nich kyselina eikosapentaenová a již zmiňovaná kyselina dokosahexaenová, která v paleolitu umožnila rozvoj mozkové tkáně homininů. V rostlinných zdrojích se vyskytuje pouze prekurzor těchto mastných kyselin, kyselina alfa-linolenová, jejíž konverze se zdá být v lidském těle omezena (Crawford, 1992; Meyer et al., 2003; Muskiet et al., 2004), ačkoliv studie na vegetariánech toto tvrzení nepotvrdila (Sanders, 1999).

Častým problémem vegetariánů a veganů je deficit některých vitaminů a minerálů, jejichž příklady jsou uvedeny v Tab. 4 (Davey et al., 2002; FAO and World Health Organization, 2004). Deficit může být způsoben buď nedostatkem dané živiny v potravě, nebo její omezenou vstřebatelností.

Tab. 4: Přehled denního příjmu vybraných vitaminů a minerálů u veganů, vegetariánů a konvenčně se stravujících mužů a přehled doporučeného denní příjmu pro dospělé muže (Davey et al., 2002; FAO and World Health Organization, 2004)

VITAMINY A MINERÁLY	VEGANI	VEGETARIÁNI	KONVEČNĚ SE STRAVUJÍCÍ	DOPORUČENÝ DENNÍ PŘÍJEM
Vitamin B12 (μg)	0,41	2,57	7,25	2,4
Vitamin D (μg)	0,88	1,56	3,39	5–15
Vápník (mg)	610	1087	1057	1000
Železo (mg)	15,3	13,9	13,4	9,1–27,4 (dle vstřebatelnosti)
Zinek (mg)	7,99	8,44	9,78	4,2–14 (dle vstřebatelnosti)

Nedostatek vitamínu B12 a vitamínu D plyne především z jejich výskytu, který je omezen pouze na potraviny živočišného původu (Davey et al., 2002; Holick, 2004a; Vogiatzoglou et al., 2009; Elorinne et al., 2016a). Hlavním zdrojem jsou u vegetariánů a veganů potravinové doplňky a v případě vitamínu D sluneční záření (Holick, 2004b; Sobiecki et al., 2016).

Živočišné potraviny, jmenovitě mléčné produkty, jsou i hlavním zdrojem vápníku. Ačkoliv lze určité množství tohoto minerálu nalézt i v téměř veškeré zelenině, jeho absorpce z těchto zdrojů je inhibována přítomností fytátů (Weaver et al., 1999; Cashman, 2002).

Fytáty představují těžko vstřebatelnou formu fosforu, která se vyskytuje v rostlinných potravinách (Massey, 2003). Mimo svou vlastní omezenou vstřebatelnost působí zároveň jako inhibitor absorpce dalších minerálů jako již zmíněného vápníku, ale i zinku či železa (Hunt, 2002). Nedostatečná vstřebatelnost železa navíc plyne nejenom z přítomnosti fytátů, ale také z jeho chemické struktury, která se liší od tzv. hemového železa obsaženého v živočišných potravinách (FAO and World Health Organization, 2004).

Vegetariánská a veganská strava zajišťuje dostatečný příjem makroživin, ale není schopna pokrýt denní potřebu veškerých esenciálních vitaminů a minerálů. Ačkoliv příjem vitaminu A, C, E, kyseliny listové nebo draslíku je poměrně vysoký a často i vyšší než u konvečně se stravujících osob (Davey et al., 2002; Kristensen et al., 2015), jiné vitamíny a minerály jsou zastoupeny nedostatečně, jsou hůře vstřebatelné, nebo se v rostlinné stravě nenachází vůbec (FAO and World Health Organization, 2004; Vogiatzoglou et al., 2009).

Dlouhodobější deficit jakékoliv živiny ve stravě vede k mnohým zdravotním komplikacím. Nedostatek vitaminu B12 působí negativně na nervovou soustavu a může vést k neuropsychiatrickým a hematologickým poruchám (Stabler et al., 1990; Stabler, 2013). Vitamin D společně s vápníkem hrají důležitou roli ve vývoji kosterní soustavy. Jejich nedostatečný příjem je spojován se vznikem osteoporózy (Cumming and Nevitt, 1997; Holick, 2004a; b) a u některých vegetariánů a veganů byl spojován s nižší hustotou kostní tkáně a vyšší frekvencí zlomenin (Lau et al., 1998; Appleby et al., 2007).

Z uvedených důvodů je pro udržení optimálního zdraví nutné vegetariánskou a veganskou stravu rozumně plánovat a dbát na skladbu potravy. Nejjistějším způsobem příjmu dostatečného množství všech esenciálních živin je jejich suplementace v podobě potravinových doplňků či fortifikovaných potravin (Academy of Nutrition and Dietetics, 2016).

6. VEGETARIÁNSTVÍ A VEGANSTVÍ Z POHLEDU EVOLUCE ČLOVĚKA

Ze zmíněných významných událostí vývoje člověka a následného rozboru živin poskytovaných rostlinnou stravou si lze položit otázku, zda by tyto události byly umožněny vegetariánskou, potažmo veganskou stravou, tj. bez živočišných zdrojů.

Nejprve je nutné uvést, že ani u prvních homininů nelze mluvit ve spojení se stravou o vegetariánství či veganství. Ačkoliv za hlavní zdroj energie je u rodu *Australopithecus* i *Paranthropus* považována rostlinná strava, nelze vyloučit občasnou konzumaci i živočišných zdrojů, ať už v podobě nalezené mršiny nebo vědomě ulovených termitů (Wolpoff, 1973; Grine et al., 2012). Oproti tomu současné vegetariánské a veganské stravování je vědomé se zříkání potravin živočišného původu (American Dietetic Association, 2003).

Rekonstrukce stravy založená na izotopové analýze kosterních pozůstatků navíc neposkytuje jednoznačný závěr o tom, jaké zdroje byly využívány. Analýza stabilních izotopů uhlíku je schopná rozlišit množství konzumovaných C₃ a C₄ zdrojů, což v případě býložravců odkazuje přímo na konzumované rostliny a v případě karnivorů na kořist, která se danou vegetací živí. U všežravých živočichů, jako jsou i zástupci homininů, je situace podstatně komplikovanější (Lee-Thorp and Sponheimer, 2006; Bocherens et al., 2011)

Z těchto důvodů lze v případě lidské evoluční linie diskutovat pouze předpokládaný poměr rostlinných a živočišných zdrojů a jejich význam pro daný druh hominina.

Již jsme zmiňovali, že pro rod *Australopithecus* a *Paranthropus* měla pravděpodobně velký význam rostlinná strava. Významné množství masa začali konzumovat až zástupci rodu *Homo* na počátku paleolitu (Domínguez-Rodrigo et al., 2005). Otevřené savany, které obývali, byly bohatým zdrojem různých druhů pasoucích se turů (Wynn, 2004). Stejně jako někteří šimpanzi žijící v savanách, kteří přesto stále konzumují ovoce ze zalesněných oblastí (Sponheimer et al., 2006), analogicky by zřejmě mohli jednat i naši předci a okolní pasoucí se živočichy ignorovat a dál využívat rostlinné zdroje.

Ty ale byly hlavním zdrojem obživy gracilních i robustních australopitéků (Wolpoff, 1973; Grine et al., 2012) a aby mohli australopitéci a *Homo* koexistovat na stejných lokalitách, museli se potravně odlišit (Grine et al., 2012). Nalézané mršiny živočichů však neumožnily těmto dvěma rodům pouze sdílet stejný prostor, ale pro rod *Homo* představovaly ještě další evoluční výhodu v podobě rozvoje mozkové tkáně (Crawford, 1992; Broadhurst et al., 2002).

Maso se stalo součástí kvalitnější stravy, která vedla k redukcí gastrointestinálního traktu, čímž se získala energie potřebná pro encefalizaci (Aiello and Wheeler, 1995). Zároveň byly určité části těl suchozemských živočichů jako kostní dřevina a mozková tkáň hlavním zdrojem kyseliny dokosahexaenové, později tuto funkci plnily také ryby (Crawford, 1992; Broadhurst et al., 2002).

Na rozdíl od rodu *Homo* si australopitéci živočišnou stravu ve větší míře neadaptovali a jejich mozková tkáň nedoznala žádných signifikantních změn v průběhu jejich existence (Wolpoff, 1973;

Lieberman, 2016b). Z uvedených informací vyplývá, že rostlinná strava sama o sobě nebyla schopná poskytnout živiny potřebné k rozvoji mozkové tkáně, ačkoliv byla vhodným zdrojem energie pro její udržení (Hardy et al., 2015).

Limitujícím faktorem zřejmě ale nebyla nedostatečná konverze kyseliny alfa-linolenové, nalézající se v rostlinných zdrojích, na kyselinu dokosahehexaenovou, která je nutná pro rozvoj mozkové tkáně. Mnohé studie naznačují, že ačkoliv je hladina DHA v těle vegetariánů a veganů nižší než u konvenčně se stravujících osob, není nedostatečná pro správný vývoj nervové soustavy, respektive mozku (Carlson and Kingston, 2007; Innis, 2007).

Rozvoj a následné udržení mozkové tkáně bylo ale energeticky velice namáhavé a konzumací výlučně rostlinné stravy by bylo podstatně náročnější získat dostatečné množství energie. Většina studií zaznamenala, že energetický příjem vegetariánů a veganů je znatelně nižší než u konvenčně se stravujících osob (Davey et al., 2002; Clarys et al., 2014; Key et al., 2014; Sobiecki et al., 2016). Zároveň by rozvoj mozku nebyl podpořen orientací v nové ekologické nice, ani kooperací při utilizaci nových živočišných zdrojů potravy, což je rovněž považováno za důležitý faktor umožňující proces encefalizace (Milton, 1981).

Významnou změnou ve vývoji člověka bylo i opuštění Afriky a migrace do Eurasie. S postupem na sever ubývalo rostlinné biomasy a jedinou možností, jak získat dostatečné množství energie, byl lov nebo rybolov (Cordain et al., 2000).

Jak uvádí Sorensen a Leonard (Sorensen and Leonard, 2001), nebo Kuhn a Stiner (Kuhn and Stiner, 2006), populační hustota neandertálců byla zřejmě poměrně nízká a předpokládaným důvodem bylo zaměření lovu téměř výhradně na megafaunu. Analogicky by se tedy dalo předpokládat, že i závislost pouze na rostlinných zdrojích ve vyšších zeměpisných šířkách by značně omezovala velikost populace lidí.

7. ZÁVĚR

Tato práce má za cíl interpretaci vývoje člověka z hlediska jeho stravování, k čemuž jsme využívali poznatky především ze studia kraniodentální morfologie a analýzy stabilních izotopů uhlíku a dusíku. Zároveň jsme na předešlých stránkách představili současné názory na vliv vegetariánského a veganského výživového směru na lidské zdraví a uvažovali jsme, jakou roli hrála rostlinná strava ve významných evolučních událostech člověka.

Vzhledem k obsahu energie a mikroživin se preference rostlinné stravy zdá z evolučního hlediska značně omezující a z pohledu příjmu vitaminů a minerálů i nedostačující a riziková. V současných industrializovaných zemích lze ale považovat vegetariánství, potažmo veganství, za určitých podmínek pro zdravé jedince za bezpečný způsob stravování. Zmíněné podmínky zahrnují rozumné sestavení jídelníčku a konzumaci doplňků stravy k zajištění potřebných vitaminů a minerálů. Za těchto okolností může mít rostlinná strava pozitivní vliv na zdraví člověka a může být rovněž doporučena jako prevence civilizačních chorob.

8. POUŽITÁ LITERATURA

- Academy of Nutrition and Dietetics. 2016. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *J Acad Nutr Diet* 116:1970–1980.
- Adler CJ, Dobney K, Weyrich LS, Kaidonis J, Walker AW, Haak W, Bradshaw CJ a, Townsend G, Soltysiak A, Alt KW, Parkhill J, Cooper A. 2013. Sequencing ancient calcified dental plaque shows changes in oral microbiota with dietary shifts of the Neolithic and Industrial revolutions. *Nat Genet* 45:450–455.
- Aiello LC, Wheeler P. 1995. The extensive-tissue hypothesis: the brain and the digestive system in human and primate evolution. *Curr Anthropol* 36:199–221.
- American Dietetic Association. 2003. Position of the American Dietetic Association and Dietitians of Canada: Vegetarian diets. *J Am Diet Assoc* 103:748–765.
- Appleby P, Roddam A, Allen N, Key T. 2007. Comparative fracture risk in vegetarians and nonvegetarians in EPIC-Oxford. *Eur J Clin Nutr* 61:1400–6.
- Appleby PN, Davey GK, Key TJ. 2002. Hypertension and blood pressure among meat eaters, fish eaters, vegetarians and vegans in EPIC-Oxford. *Public Health Nutr* 5:645–654.
- Ash A, Francken M, Pap I, Tvrđý Z, Wahl J, Pinhasi R. 2016. Regional differences in health, diet and weaning patterns amongst the first Neolithic farmers of central Europe. *Sci Rep* 6:1–10.
- Atahan P, Dodson J, Li X, Zhou X, Hu S, Chen L, Bertuch F, Grice K. 2011. Early Neolithic diets at Baijia, Wei River valley, China: Stable carbon and nitrogen isotope analysis of human and faunal remains. *J Archaeol Sci* 38:2811–2817.
- Birketvedt GS, Shimshi M, Thom E, Florholmen J. 2005. Experiences with three different fiber supplements in weight reduction. *Med Sci Monit* 11:15–18.
- Blumenshine RJ, Bunn HT, Geist V, Ikawa-Smith F, Marean CW, Payne AG, Tooby J, van der Merwe NJ. 1987. Characteristics of an Early Hominid Scavenging Niche. *Curr Anthropol* 28:383–407.
- Bobe R, Leakey MG. 2009. Ecology of Plio-Pleistocene mammals in the Omo-Turkana Basin and the emergence of Homo. In: Grine FE, Fleagle JG, Leakey RE, editors. *The First Humans: Origin and Early Evolution of the Genus Homo*. . p 173–184.
- Bocherens H. 2000. Preservation of isotopic signals (^{13}C , ^{15}N) in Pleistocene mammals. In: Ambrose, Katzenberg, editors. *Biogeochemical Approaches to Paleodietary Analysis*.
- Bocherens H. 2011. Diet and ecology of Neanderthals: implications from C and N isotopes. In: *Neanderthal Lifeways, Subsistence and Technology*. . p 73–89.
- Bocherens H, Billiou D, Mariotti A, Patou-Mathis M, Otte M, Bonjean D, Toussaint M. 1999. Palaeoenvironmental and palaeodietary implications of isotopic biogeochemistry of last interglacial Neanderthal and mammal bones in Scladina Cave (Belgium). *J Archaeol Sci* 26:599–607.
- Bocherens H, Drucker DG, Billiou D, Patou-Mathis M, Vandermeersch B. 2005. Isotopic evidence for diet and subsistence pattern of the Saint-Césaire I Neanderthal: Review and use of a multi-source mixing model. *J Hum Evol* 49:71–87.
- Bocherens H, Sandrock O, Kullmer O, Schrenk F. 2011. Hominin palaeoecology in Late Pliocene Malawi: First insights from isotopes (^{13}C , ^{18}O) in mammal teeth. *S Afr J Sci* 107:1–6.
- Bonnefille R, Potts R, Chalié F, Jolly D, Peyron O. 2004. High-resolution vegetation and climate change associated with Pliocene *Australopithecus afarensis*. *Proc Natl Acad Sci* 101:12125–12129.
- Bonsall C, Cook G, Lennon R, Harkness D, Scott M, Bartosiewicz L, McSweeney K. 2010. Stable isotopes, radiocarbon and the Mesolithic-Neolithic transition in the Iron Gates. *Doc Praehist* 27:119–132.
- Brain CK, Shipman P. 1993. The Swartkrans bone tools. In: *Swartkrans: A cave's chronicle of early man*. . p 195–215.
- Broadhurst CL, Cunnane SC, Crawford MA. 1998. Rift Valley lake fish and shellfish provided brain-specific nutrition for early Homo. *Br J Nutr* 79:3–21.
- Broadhurst CL, Wang Y, Crawford MA, Cunnane SC, Parkington JE, Schmidt WF. 2002. Brain-

- specific lipids from marine, lacustrine, or terrestrial food resources: potential impact on early African *Homo sapiens*. *Comp Biochem Physiol* 131:653–673.
- Burger J, Kirchner M, Bramanti B, Haak W, Thomas MG. 2007. Absence of the lactase-persistence-associated allele in early Neolithic Europeans. *Proc Natl Acad Sci* 104:3736–3741.
- Carlson BA, Kingston JD. 2007. Docosahexaenoic acid, the aquatic diet, and hominin encephalization: Difficulties in establishing evolutionary links. *Am J Hum Biol* 19:132–141.
- Cashman KD. 2002. Calcium intake, calcium bioavailability and bone health. *Br J Nutr* 87:169–177.
- Cerling TE, Manthi FK, Mbua EN, Leakey LN, Leakey MG, Leakey RE, Brown FH, Grine FE, Hart JA, Kaleme P, Roche H, Uno KT, Wood BA. 2013. Stable isotope-based diet reconstructions of Turkana Basin hominins. *Proc Natl Acad Sci* 110:10501–10506.
- Cerling TE, Mbua E, Kirera FM, Manthi FK, Grine FE, Leakey MG, Sponheimer M, Uno KT. 2011. Diet of *Paranthropus boisei* in the early Pleistocene of East Africa. *Proc Natl Acad Sci* 108:9337–9341.
- Clark JL, Kandel AW. 2013. The evolutionary implications of variation in human hunting strategies and diet breadth during the Middle Stone Age of southern Africa. *Curr Anthropol* 54:269–287.
- Clarys P, Deliens T, Huybrechts I, Deriemaeker P, Vanaelst B, De Keyzer W, Hebbelinck M, Mullie P. 2014. Comparison of nutritional quality of the vegan, vegetarian, semi-vegetarian, pescovegetarian and omnivorous diet. *Nutrients* 6:1318–1332.
- Codron J, Codron D, Lee-Thorp JA, Sponheimer M, Bond WJ, de Ruiter D, Grant R. 2005. Taxonomic, anatomical, and spatio-temporal variations in the stable carbon and nitrogen isotopic compositions of plants from an African savanna. *J Archaeol Sci* 32:1757–1772.
- Conard NJ, Richter J. 2011. Neanderthal lifeways, subsistence and technology. (Conard NJ, Richter J, editors.).
- Cordain L, Brand-Miller J, Eaton SB, Mann N, Holt SH, Speth JD. 2000. Plant-animal subsistence ratios and macronutrient energy estimations in worldwide hunter-gatherer diets. *Am J Clin Nutr* 71:682–692.
- Cordain L, Brand-Miller J, Mann N, Hill K. 2002. The paradoxical nature of hunter-gatherer diets: meat-based, yet non-atherogenic. *Eur J Clin Nutr* 56:42–52.
- Cordain L, Eaton SB, Sebastian A, Mann N, Lindeberg S, Watkins BA, O’Keefe JH, Brand-Miller J. 2005. Origins and evolution of the Western diet: health implications for the 21st century. *Am J Clin Nutr* 81:341–354.
- Crawford MA. 1992. The role of dietary fatty acids in biology: Their place in the evolution of the human brain. *Nutr Rev* 50:3–11.
- Cumming RG, Nevitt MC. 1997. Calcium for prevention of osteoporotic fractures in postmenopausal women. *J Bone Miner Res* 12:1321–1329.
- Davey GK, Spencer EA, Appleby PN, Allen NE, Knox KH, Key TJ. 2002. EPIC-Oxford: lifestyle characteristics and nutrient intakes in a cohort of 33 883 meat-eaters and 31 546 non meat-eaters in the UK. *Public Health Nutr* 6:259–268.
- DeMenocal PB. 2004. African climate change and faunal evolution during the Pliocene-Pleistocene. *Earth Planet Sci Lett* 220:3–24.
- Domínguez-Rodrigo M, Pickering TR, Semaw S, Rogers MJ. 2005. Cutmarked bones from Pliocene archaeological sites at Gona, Afar, Ethiopia: Implications for the function of the world’s oldest stone tools. *J Hum Evol* 48:109–121.
- Drucker D, Bocherens H. 2004. Carbon and Nitrogen Stable Isotopes as tracers of Change in Diet Breadth during Middle and Upper Palaeolithic in Europe. *Int J Osteoarchaeol* 14:162–177.
- Eaton SB. 2006. The ancestral human diet: what was it and should it be a paradigm for contemporary nutrition? *Proc Nutr Soc* 65:1–6.
- Eaton SB, Konner M. 1985. Paleolithic nutrition: A consideration of its nature and current implications. *N Engl J Med* 312:283–289.
- Elorinne A-L, Alfthan G, Erlund I, Kivimäki H, Paju A, Salminen I, Turpeinen U, Voutilainen S, Laakso J. 2016. Food and nutrient intake and nutritional status of Finnish vegans and non-vegetarians. *PLoS One* 11:1–14.
- Endicott P, Ho SYW, Stringer C. 2010. Using genetic evidence to evaluate four palaeoanthropological hypotheses for the timing of Neanderthal and modern human origins. *J Hum Evol* 59:87–95.
- Faith JT. 2008. Eland, buffalo, and wild pigs: were Middle Stone Age humans ineffective hunters? *J*

- Hum Evol 55:24–36.
- FAO, World Health Organization. 2004. Vitamin and mineral requirements in human nutrition. World Heal Organ Food Agric Organ United Nations:1–20.
- Feibel CS, Brown FH, McDougall I. 1989. Stratigraphic context of fossil hominids from the Omo Group deposits: northern Turkana Basin, Kenya and Ethiopia. *Am J Phys Anthropol* 78:595–622.
- Glander KE. 1982. The impact of plant secondary compounds on primate feeding behavior. *Am J Phys Anthropol* 25:1–18.
- Greenfield HJ. 1988. The origins of milk and wool production in the Old World: A zooarchaeological perspective from the central Balkans. *Curr Anthropol* 29:573–593.
- Grine FE, Sponheimer M, Ungar PS, Lee-Thorp J, Teaford MF. 2012. Dental microwear and stable isotopes inform the paleoecology of extinct hominins. *Am J Phys Anthropol* 148:285–317.
- Grine FE, Ungar PS, Teaford MF. 2006. Was the early Pliocene hominin “Australopithecus” anamensis a hard object feeder? *S Afr J Sci* 102:301–310.
- Hardy BL. 2010. Climatic variability and plant food distribution in Pleistocene Europe: Implications for Neanderthal diet and subsistence. *Quat Sci Rev* 29:662–679.
- Hardy K, Brand-Miller J, Brown KD, Thomas MG, Copeland L. 2015. The importance of dietary carbohydrate in human evolution. *Chicago Journals* 90:251–268.
- Hedges REM, Reynard LM. 2007. Nitrogen isotopes and the trophic level of humans in archaeology. *J Archaeol Sci* 34:1240–1251.
- de Heinzelin J, Clark JD, White T, Hart W, Renne P, WoldeGabriel G, Beyene Y, Vrba E, Beyenig Y. 1999. Environment and behavior of 2.5-million-year-old Bouri hominids. *Science* (80-) 284:625–629.
- Henry AG, Brooks AS, Piperno DR. 2010. Microfossils in calculus demonstrate consumption of plants and cooked foods in Neanderthal diets (Shanidar III, Iraq; Spy I and II, Belgium). *Proc Natl Acad Sci* 108:1–6.
- Henry AG, Brooks AS, Piperno DR. 2014. Plant foods and the dietary ecology of Neanderthals and early modern humans. *J Hum Evol* 69:44–54.
- Herrscher E, Goude G. 2010. Southern French Neolithic populations: Isotopic evidence for regional specificities in environment and diet. *Am J Phys Anthropol* 141:259–272.
- Hockett BS. 2012. The consequences of Middle Paleolithic diets on pregnant Neanderthal women. *Quat Int* 264:78–82.
- Hoffecker JF. 2009. Neanderthal and Modern Human Diet in Eastern Europe. In: Hublin J-J, Richards MP, editors. *The Evolution of Hominin Diets*. . p 87–98.
- Hoffman SR, Stallings SF, Bessinger RC, Brooks GT. 2013. Differences between health and ethical vegetarians. Strength of conviction, nutrition knowledge, dietary restriction, and duration of adherence. *Appetite* 65:139–144.
- Holick MF. 2004a. Vitamin D: importance in the prevention of cancers, type 1 diabetes, heart disease, and osteoporosis. *Am J Clin Nutr* 79:362–371.
- Holick MF. 2004b. Sunlight and vitamin D for bone health and prevention of autoimmune diseases, cancers, and cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr* 80:1678–1688.
- Hong C, Jiang H, Lü E, Wu Y, Guo L, Xie Y, Wang C, Yang Y. 2012. Identification of milk component in ancient food residue by proteomics. *PLoS One* 7:1–7.
- Howell FC. 1998. Evolutionary implications of altered perspective on hominine demes and populations in the later Pleistocene of Western Eurasia. In: Akazawa T, Aoki K, Bar-Yosef O, editors. *Neandertals and Modern Humans in Western Asia*. . p 5–27.
- Hu Y, Shang H, Tong H, Nehlich O, Liu W, Zhao C, Yu J, Wang C, Trinkaus E, Richards MP. 2009. Stable isotope dietary analysis of the Tianyuan 1 early modern human. *Proc Natl Acad Sci* 106:10971–10974.
- Hublin J-J, Richards MP. 2009. *The Evolution of Hominin Diets*. (Hublin J-J, Richards MP, editors.). Cambridge University Press.
- Hunt JR. 2002. Moving toward a plant-based diet: Are iron and zinc at risk? *Nutr Rev* 60:127–134.
- Innis SM. 2007. Dietary (n-3) fatty acids and brain development. *J Nutr* 137:855–859.
- Jenkins DJA, Kendall CWC, Marchie A, Jenkins AL, Augustin LSA, Ludwig DS, Barnard ND, Anderson JW. 2003. Type 2 diabetes and the vegetarian diet. *Am J Clin Nutr* 78:610–616.
- Johanson DC, Masao FT, Eck GG, White TD, Walter RC, Kimbel WH, Asfaw B, Manega P,

- Ndessokia P, Suwa G. 1987. New partial skeleton of *Homo habilis* from Olduvai Gorge, Tanzania. *Nature* 327:205–209.
- Jones AM, O’Connell TC, Young ED, Scott K, Buckingham CM, Iacumin P, Brasier MD. 2001. Biogeochemical data from well preserved 200 ka collagen and skeletal remains. *Earth Planet Sci Lett* 193:143–149.
- Kerem Z, Lev-Yadun S, Gopher A, Weinberg P, Abbo S. 2007. Chickpea domestication in the Neolithic Levant through the nutritional perspective. *J Archaeol Sci* 34:1289–1293.
- Key T, Davey G. 1996. Prevalence of obesity is low in people who do not eat meat. *Br Med J* 313:816–817.
- Key TJ, Appleby PN, Crowe FL, Bradbury KE, Schmidt JA, Travis RC. 2014. Cancer in British vegetarians: Updated analyses of 4998 incident cancers in a cohort of 32,491 meat eaters, 8612 fish eaters, 18,298 vegetarians, and 2246 vegans. *Am J Clin Nutr* 100:378–385.
- Key TJ, Fraser GE, Thorogood M, Appleby PN, Beral V, Reeves G, Burr ML, Chang-Claude J, Frentzel-Beyme R, Kuzma JW, Mann J, McPherson K. 1999. Mortality in vegetarians and nonvegetarians: Detailed findings from a collaborative analysis of 5 prospective studies. *Am J Clin Nutr* 70:516–524.
- Kimbel WH, Walter RC, Johanson DC, Reed KE, Aronson JL, Assefa Z, Marean CW, Eck GG, Bobe R, Hovers E, Rak Y, Vondra C, Yemane T, York D, Chen Y, Evensen NM, Smith PE. 1996. Late Pliocene *Homo* and Oldowan Tools from the Hadar Formation (Kada Hadar Member), Ethiopia. *J Hum Evol* 31:549–561.
- Klein RG. 1995. Anatomy, behavior, and modern human origins. *J of World Prehistory* 9:167–198.
- Klein RG, Avery G, Cruz-Urbe K, Halkett D, Parkington JE, Steele T, Volman TP, Yates R. 2003. The Ysterfontein 1 Middle Stone Age site, South Africa, and early human exploitation of coastal resources. *Proc Natl Acad Sci* 101:5708–5715.
- Klopp SA, Heiss CJ, Smith HS. 2003. Self-reported vegetarianism may be a marker for college women at risk for disordered eating. *J Am Diet Assoc* 103:745–747.
- Krajcovicova-Kudlackova M, Babinska K, Valachovicova M. 2005. Health benefits and risks of plant proteins. *Bratisl Lek List* 106:231–234.
- Kristensen NB, Madsen ML, Hansen TH, Allin KH, Hoppe C, Fagt S, Lausten MS, Gøbel RJ, Vestergaard H, Hansen T, Pedersen O. 2015. Intake of macro- and micronutrients in Danish vegans. *Nutr J* 14:1–10.
- Kuhn SL, Stiner MC. 2006. What’s a mother to do? The division of labor among Neandertals and modern humans in Eurasia. *Curr Anthropol* 47:953–981.
- Kyriacou K, Parkington J, Will M, Kandel AW, Conard NJ. 2015. Middle and Later Stone Age shellfish exploitation strategies and coastal foraging at Hoedjiespunt and Lynch Point, Saldanha Bay, SouthAfrica. *J Archaeol Sci* 57:197–206.
- Laden G, Wrangham R. 2005. The rise of the hominids as an adaptive shift in fallback foods: Plant underground storage organs (USOs) and australopith origins. *J Hum Evol* 49:482–498.
- Lairon D, Arnault N, Bertrais S, Planells R, Clero E, Hercberg S, Boutron-Ruault MC. 2005. Dietary fiber intake and risk factors for cardiovascular disease in French adults. *Am J Clin Nutr* 82:1185–1194.
- Lanfranco LP, Eggers S. 2010. The usefulness of caries frequency, depth, and location in determining cariogenicity and past subsistence: A test on early and later agriculturalists from the Peruvian Coast. *Am J Phys Anthropol* 143:75–91.
- Larsen CS. 2006. The agricultural revolution as environmental catastrophe: Implications for health and lifestyle in the Holocene. *Quat Int* 150:12–20.
- Larsson CL, Johansson GK. 2005. Young Swedish vegans have different sources of nutrients than young omnivores. *J Am Diet Assoc* 105:1438–1441.
- Lau EMC, Kwok T, Woo J, Ho SC. 1998. Bone mineral density in Chinese elderly female vegetarians, vegans, lacto-vegetarians and omnivores. *Eur J Clin Nutr* 52:60–64.
- Leakey LSB. 1959. A new fossil skull from Olduvai. *Nature* 184:491–493.
- Lee-Thorp JA, van der Merwe NJ. 1991. Aspects of modern and fossil biological apatites. *J Archaeol Sci* 18:343–354.
- Lee-Thorp J, Sponheimer M. 2003. Three case studies used to reassess the reliability of fossil bone and enamel isotope signals for paleodietary studies. *J Anthropol Archaeol* 22:208–216.

- Lee-Thorp J, Sponheimer M. 2006. Contributions of biogeochemistry to understanding hominin dietary ecology. *Yearb Phys Anthropol* 49:131–148.
- Lee-Thorp J, Thackeray JF, van der Merwe N. 2000. The hunters and the hunted revisited. *J Hum Evol* 39:565–576.
- Lee RB. 1968. What hunters do for a living, or, how to make out on scarce resources. In: Lee RB, DeVore I, editors. *Man the Hunter*. . p 30–48.
- Leonard WR, Robertson ML. 1994. Evolutionary perspectives on human nutrition: The influence of brain and body size on diet and metabolism. *Am J Hum Biol* 6:77–88.
- Leonard WR, Snodgrass JJ, Robertson ML. 2007. Effects of brain evolution on human nutrition and metabolism. *Annu Rev Nutr* 27:311–327.
- Lev E, Kislev ME, Bar-Yosef O. 2005. Mousterian vegetal food in Kebara Cave, Mt. Carmel. *J Archaeol Sci* 32:475–484.
- Lieberman D. 2013a. Upstanding apes: How we became bipeds. In: *The Story Of The Human Body*. . p 31–56.
- Lieberman D. 2013b. Energy in the ice age: How we evolved big brains along with large, fat, gradually growing bodies. In: *The Story Of The Human Body*. First. . p 106–140.
- Lieberman D. 2013c. Much depends on dinner: How the Australopiths partly weaned us off fruit. In: *The Story Of The Human Body*. . p 57–77.
- Loring Brace C, Rosenberg KR, Hunt KD. 1987. Gradual change in human tooth size in the Late Pleistocene and Post-Pleistocene. *Evolution (N Y)* 41:705–720.
- Lu H, Zhang J, Liu K, Wu N, Li Y, Zhou K, Ye M, Zhang T, Zhang H, Yang X, Shen L, Xu D, Li Q. 2009. Earliest domestication of common millet (*Panicum miliaceum*) in East Asia extended to 10,000 years ago. *Proc Natl Acad Sci* 106:7367–7372.
- Lucas PW, Corlett RT, Luke DA. 1985. Plio-pleistocene hominid diets: an approach combining masticatory and ecological analysis. *J Hum Evol* 14:187–202.
- Macho GA, Shimizu D. 2010. Kinematic parameters inferred from enamel microstructure: new insights into the diet of *Australopithecus anamensis*. *J Hum Evol* 58:23–32.
- Marean CW, Assefa Z. 1999. Zooarcheological evidence for the faunal exploitation behavior of Neandertals and early modern humans. *Evol Anthropol* 8:22–37.
- Marean CW, Kim SY. 1998. Mousterian large-mammal remains from Kobeh Cave. Behavioral implications for Neanderthals and early modern humans. *Curr Anthropol* 39:79–114.
- Massey LK. 2003. Dietary animal and plant protein and human bone health: A whole foods approach. *J Nutr* 133:862–865.
- McLennan MR. 2013. Diet and feeding ecology of chimpanzees (*Pan troglodytes*) in Bulindi, Uganda: Foraging strategies at the forest-farm interface. *Int J Primatol* 34:585–614.
- McNab BK, Eisenberg JF. 1989. Brain size and its relation to the rate of metabolism in mammals. *Am Nat* 133:157–167.
- van der Merwe NJ, Masao FT, Bamford MK. 2008. Isotopic evidence for contrasting diets of early hominins *Homo habilis* and *Australopithecus boisei* of Tanzania. *S Afr J Sci* 104:153–155.
- van der Merwe NJ, Thackeray JF, Lee-Thorp JA, Luyt J. 2003. The carbon isotope ecology and diet of *Australopithecus africanus* at Sterkfontein, South Africa. *J Hum Evol* 44:581–597.
- Meyer BJ, Mann NJ, Lewis JL, Milligan GC, Sinclair AJ, Howe PRC. 2003. Dietary intakes and food sources of omega-6 and omega-3 polyunsaturated fatty acids. *Lipids* 38:391–398.
- McHenry HM, Coffing K. 2000. *Australopithecus* to *Homo*: Transformations in body and mind. *Annu Rev Anthropol* 29:125–146.
- Milton K. 1981. Distribution patterns of tropical plant foods as an evolutionary stimulus to primate mental development. *Am Anthropol* 83:534–548.
- Milton K. 1987. Primate diets and gut morphology: Implication for hominid evolution. In: Harris M, Ross EB, editors. *Food and Evolution*. . p 93–115.
- Milton K. 2002. Hunter-gatherer diets: Wild foods signal relief from diseases of affluence. In: Ungar PS, Teaford MF, editors. *Human Diet: its Origin and Evolution*. . p 111–122.
- Milton K, Demment MW. 1988. Digestion and passage kinetics of chimpanzees fed high and low fiber diets and comparison with human data. *J Nutr*:1082–1088.
- Muskiet FAJ, Fokkema MR, Schaafsma A, Boersma ER, Crawford MA. 2004. Is docosahexaenoic acid (DHA) essential? Lessons from DHA status regulation, our ancient diet, epidemiology and

- randomized controlled trials. *J Nutr* 134:183–186.
- O’Connell JF, Hawkes K, Lupo KD, Blurton Jones NG. 2002. Male strategies and Plio-Pleistocene archaeology. *J Hum Evol* 43:831–872.
- O’Keefe JH, Cordain L. 2004. Cardiovascular disease resulting from a diet and lifestyle at odds with our paleolithic genome: how to become a 21st-century hunter-gatherer. *Mayo Found Med Educ Res* 79:101–108.
- Oelze VM, Siebert A, Nicklisch N, Meller H, Dresely V, Alt KW. 2011. Early Neolithic diet and animal husbandry: Stable isotope evidence from three Linearbandkeramik (LBK) sites in Central Germany. *J Archaeol Sci* 38:270–279.
- Ohlsson L. 2010. Dairy products and plasma cholesterol levels. *Food Nutr Res* 54:1–9.
- Olejniczak AJ, Smith TM, Skinner MM, Grine FE, Feeney RNM, Thackeray JF, Hublin J-J. 2008. Three-dimensional molar enamel distribution and thickness in *Australopithecus* and *Paranthropus*. *Biol Lett* 4:406–410.
- Oyebode O, Gordon-Dseagu V, Walker A, Mindell JS. 2014. Fruit and vegetable consumption and all-cause, cancer and CVD mortality: Analysis of Health Survey for England data. *J Epidemiol Community Health* 0:1–7.
- Papathanasiou A. 2003. Stable isotope analysis in Neolithic Greece and possible implications on human health. *Int J Osteoarchaeol* 13:314–324.
- Pérez-Pérez A, Espurz V, Bermúdez de Castro JM, de Lumley MA, Turbón D. 2003. Non-occlusal dental microwear variability in a sample of Middle and Late Pleistocene human populations from Europe and the Near East. *J Hum Evol* 44:497–513.
- Pinhasi R, Eshed V, von Cramon-Taubadel N. 2015. Incongruity between affinity patterns based on mandibular and lower dental dimensions following the transition to agriculture in the Near East, Anatolia and Europe. *PLoS One* 10:1–17.
- Preece RC, Gowlett JAJ, Parfitt SA, Bridgland DR, Lewis SG. 2006. Humans in the Hoxnian: Habitat, context and fire use at Beeches Pit, West Stow, Suffolk, UK. *J Quat Sci* 21:485–496.
- Rammohan A, Awofeso N, Robitaille M-C. 2012. Addressing female iron-deficiency anaemia in India: Is vegetarianism the major obstacle? *ISRN Public Health* 2012:1–8.
- Reed KE. 1997. Early hominid evolution and ecological change through the African Plio-Pleistocene. *J Hum Evol* 32:289–322.
- Refsum H, Yajnik CS, Gadkari M, Schneede J, Vollset SE, Örnning L, Guttormsen AB, Joglekar A, Sayyad MG, Ulvik A, Ueland PM. 2001. Hyperhomocysteinemia and elevated methylmalonic acid indicate a high prevalence of cobalamin deficiency in Asian Indians. *Am J Clin Nutr* 74:233–241.
- Rightmire GP. 2004. Brain size and encephalization in early to Mid-Pleistocene Homo. *Am J Phys Anthropol* 124:109–123.
- Rightmire GP. 2008. Homo in the Middle Pleistocene: Hypodigms, variation, and species recognition. *Evol Anthropol* 17:8–21.
- Richards MP. 2002. A brief review of the archaeological evidence for Palaeolithic and Neolithic subsistence. *Eur J Clin Nutr* 56.
- Richards MP, Jacobi R, Cook J, Pettitt PB, Stringer CB. 2005. Isotope evidence for the intensive use of marine foods by Late Upper Palaeolithic humans. *J Hum Evol* 49:390–394.
- Richards MP, Pettitt PB, Stiner MC, Trinkaus E. 2001. Stable isotope evidence for increasing dietary breadth in the European Mid-Upper Paleolithic. *Proc Natl Acad Sci* 98:6528–6532.
- Richards MP, Trinkaus E. 2009. Isotopic evidence for the diets of European Neanderthals and early modern humans. *Proc Natl Acad Sci* 106:16034–16039.
- Robinson JT. 1956. The dentition of the *Australopithecinae*: Maxillary molars. *Transvaal Museum Mem* 9:81–100.
- Rosell MS, Lloyd-Wright Z, Appleby PN, Sanders TAB, Allen NE, Key TJ. 2005. Long-chain n–3 polyunsaturated fatty acids in plasma in British meat-eating, vegetarian, and vegan men. *Am J Clin Nutr* 82:327–334.
- Salazar-García DC, Power RC, Sanchis AS, Villaverde V, Walker MJ, Henry AG. 2013. Neanderthal diets in central and southeastern Mediterranean Iberia. *Quat Int* 318:3–18.
- Sanders TAB. 1999. Essential fatty acid requirements of vegetarians in pregnancy, lactation, and infancy. *Am J Clin Nutr* 70:555–559.

- Semaw S. 2000. The world's oldest stone artefacts from Gona, Ethiopia: Their implications for understanding stone technology and patterns of human evolution between 2.6–1.5 million years ago. *J Archaeol Sci* 27:1197–1214.
- Shipman P, Harris JM. 1989. Habitat preference and paleoecology of *Australopithecus boisei* in Eastern Africa. In: *The Evolutionary History of the Robust Australopithecines*. . p 343–381.
- Schoeninger MJ, DeNiro MJ. 1983. Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals. *Geochim Cosmochim Acta* 48:625–639.
- Sinclair HM. 1953. The diet of Canadian Indians and Eskimos. *Proc Nutr Soc* 12:69–82.
- Smith BN, Epstein S. 1971. Two categories of $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratios for higher plants. *Plant Physiol* 47:380–384.
- Sobiecki JG, Appleby PN, Bradbury KE, Key TJ. 2016. High compliance with dietary recommendations in a cohort of meat eaters, fish eaters, vegetarians, and vegans: Results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Oxford study. *Nutr Res* 36:464–477.
- Sorensen M V., Leonard WR. 2001. Neandertal energetics and foraging efficiency. *J Hum Evol* 40:483–495.
- Sponheimer M, Alemseged Z, Cerling TE, Grine FE, Kimbel WH, Leakey MG, Lee-Thorp JA, Manthi FK, Reed KE, Wood BA, Wynn JG. 2013. Isotopic evidence of early hominin diets. *Proc Natl Acad Sci* 110:10513–10518.
- Sponheimer M, Lee-Thorp JA. 1999. Isotopic evidence for the diet of an early hominid, *Australopithecus africanus*. *Science* (80-) 283:368–370.
- Sponheimer M, Lee-Thorp JA. 2003. Differential resource utilization by extant great apes and australopithecines: Towards solving the C4 conundrum. *Comp Biochem Physiol* 136:27–34.
- Sponheimer M, Loudon JE, Codron D, Howells ME, Pruett JD, Codron J, de Ruiter DJ, Lee-Thorp JA. 2006. Do “savanna” chimpanzees consume C4 resources? *J Hum Evol* 51:128–133.
- Stabler SP. 2013. Vitamin B12 deficiency. *N Engl J Med* 368:149–160.
- Stabler SP, Allen RH, Savage DG, Lindenbaum J. 1990. Clinical spectrum and diagnosis of cobalamin deficiency. *Blood* 76:871–881.
- Stahler C. 1994. How Many Vegetarians Are There? *Veg J* 13:6–9.
- Stahler C. 2016. How often do Americans eat vegetarian meals? And how many adults in the US are vegetarian? The Vegetarian Resource Group.
- Stiner MC. 2002. Carnivory, coevolution, and the geographical spread of the genus *Homo*. *J Archaeol Res* 10:1–63.
- Stiner MC. 2009. Prey choice, site occupation intensity and economic diversity across the Middle to early Upper Palaeolithic at Üçağızlı Caves I and II (Hatay, Turkey). *Before Farming Archaeol Anthropol Hunter-Gatherers* 3:1–20.
- Stiner MC, Munro ND, Surovell TA, Tchernov E, Bar-Yosef O. 1999. Paleolithic population growth pulses evidenced by small animal exploitation. *Science* (80-) 283:190–194.
- Strachan DP, Powell KJ, Thaker A, Millard FJC, Maxwell JD. 1995. Vegetarian diet as a risk factor for tuberculosis in immigrant south London Asians. *Thorax* 50:175–180.
- Strait DS, Weber GW, Neubauer S, Chalk J, Richmond BG, Lucas PW, Spencer MA, Schrein C, Dechow PC, Ross CF, Grosse IR, Wright BW, Constantino P, Wood BA, Lawn B, Hylander WL, Wang Q, Byron C, Slice DE, Smith AL. 2009. The feeding biomechanics and dietary ecology of *Australopithecus africanus*. *Proc Natl Acad Sci* 106:2124–2129.
- Stringer C. 2002a. Modern human origins: Progress and prospects. *Philos Trans R Soc London* 357:563–579.
- Stringer C. 2002b. New perspectives on the Neanderthals. *Evol Anthropol* 11:58–59.
- Tafuri MA, Craig OE, Canci A. 2009. Stable isotope evidence for the consumption of millet and other plants in Bronze Age Italy. *Am J Phys Anthropol* 139:146–153.
- Teaford MF, Ungar PS, Grine FE. 2002. Paleontological evidence for the diets of African Plio-Pleistocene hominins with special reference to early *Homo*. In: *Human Diet: Its Origin and Evolution*. . p 143–166.
- Thacher TD, Fischer PR, Strand MA, Pettifor JM. 2006. Nutritional rickets around the world: Causes and future directions. *Ann Trop Paediatr* 26:1–16.
- Tieszen LL, Boutton TW, Tesdahl KG, Slade NA. 1983. Fractionation and turnover of stable carbon

- isotopes in animal tissues: Implications for delta-C-13 analysis of diet. *Oecologia* 57:32–37.
- Tonstad S, Butler T, Yan R, Fraser GE. 2009. Type of vegetarian diet, body weight, and prevalence of type 2 diabetes. *Diabetes Care* 32:791–796.
- Ungar P. 2004. Dental topography and diets of *Australopithecus afarensis* and early *Homo*. *J Hum Evol* 46:605–622.
- Ungar PS, Grine FE, Teaford MF. 2006a. Diet in early *Homo*: A review of the evidence and a new model of adaptive versatility. *Annu Rev Anthropol* 35:209–228.
- Ungar PS, Grine FE, Teaford MF. 2008. Dental microwear and diet of the Plio-Pleistocene hominin *Paranthropus boisei*. *PLoS One* 3:1–6.
- Ungar PS, Grine FE, Teaford MF, Zaatari SE. 2006b. Dental microwear and diets of African early *Homo*. *J Hum Evol* 50:78–95.
- Ungar PS, Krueger KL, Blumenschine RJ, Njau J, Scott RS. 2012. Dental microwear texture analysis of hominins recovered by the Olduvai Landscape Paleoanthropology Project, 1995–2007. *J Hum Evol* [Internet] 63:429–437. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhevol.2011.04.006>
- Vigne J-D. 2008. Zooarchaeological aspects of the Neolithic diet transition in the Near East and Europe, and their putative relationships with the Neolithic demographic transition. In: Boequet-Appel J-P, Bar-Yosef O, editors. *The Neolithic Demographic Transition and Its Consequences*. . p 179–205.
- Vigne J-D, Helmer D. 2007. Was milk a “secondary product” in the Old World Neolithisation process? Its role in the domestication of cattle, sheep and goats. *Anthropozoologica* 42:9–40.
- Vogiatzoglou A, Smith AD, Nurk E, Berstad P, Dreven CA, Ueland PM, Vollset SE, Tell GS, Refsum H. 2009. Dietary sources of vitamin B-12 and their association with plasma vitamin B-12 concentrations in the general population: The Hordaland Homocysteine Study. *Am J Clin Nutr* 89:1078–1087.
- Wagner GA, Maul LC, Löscher M, Schreiber HD. 2011. Mauer - the type site of *Homo heidelbergensis*: Palaeoenvironment and age. *Quat Sci Rev* 30:1464–1473.
- Ward C, Leakey M, Walker A. 1999. The new hominid species *Australopithecus anamensis*. *Evol Anthropol* 7:197–205.
- Ward CV, Leakey MG, Walker A. 2001. Morphology of *Australopithecus anamensis* from Kanapoi and Allia Bay, Kenya. *J Hum Evol* 41:255–368.
- Warinner C, Hendy J, Speller C, Cappellini E, Fischer R, Trachsel C, Arneborg J, Lynnerup N, Craig OE, Swallow DM, Fotakis A, Christensen RJ, Olsen JV, Liebert A, Montalva N, Fiddyment S, Charlton S, Mackie M, Canci A, Bouwman A, Rühli F, Gilbert MTP, Collins MJ. 2014. Direct evidence of milk consumption from ancient human dental calculus. *Sci Rep* 4:1–6.
- Watts DP, Potts KB, Lwanga JS, Mitani JC. 2012. Diet of chimpanzees (*Pan troglodytes schweinfurthii*) at Ngogo, Kibale National Park, Uganda, 1. Diet composition and diversity. *Am J Primatol* 74:114–129.
- Weaver CM, Proulx WR, Heaney R. 1999. Choices for achieving adequate dietary calcium with a vegetarian diet. *Am J Clin Nutr* 70:543–548.
- White TD, Suwa G, Simpson S, Asfaw B. 2000. Jaws and teeth of *Australopithecus afarensis*. *Am J Phys Anthropol* 111:45–68.
- Wolpoff MH. 1973. Posterior tooth size, body size, and diet in South African gracile australopithecines. *Am J Phys Anthropol* 39:375–394.
- Wolpoff MH. 1984. Evolution in *Homo erectus*: The question of stasis. *Paleobiology* 10:389–406.
- Wynn JG. 2000. Paleosols, stable carbon isotopes, and paleoenvironmental interpretation of Kanapoi, Northern Kenya. *J Hum Evol* 39:411–432.
- Wynn JG. 2004. Influence of Plio-Pleistocene aridification on human evolution: Evidence from paleosols of the Turkana Basin, Kenya. *Am J Phys Anthropol* 123:106–118.
- Wynn JG, Reed KE, Sponheimer M, Kimbel WH, Alemseged Z, Bedaso ZK, Campisano CJ. 2016. Dietary flexibility of *Australopithecus afarensis* in the face of paleoecological change during the middle Pliocene: Faunal evidence from Hadar, Ethiopia. *J Hum Evol* 99:93–106.
- Wynn JG, Sponheimer M, Kimbel WH, Alemseged Z, Reed K, Bedaso ZK, Wilson JN. 2013. Diet of *Australopithecus afarensis* from the Pliocene Hadar Formation, Ethiopia. *Proc Natl Acad Sci* 110:10495–10500.
- Zaatari S El, Hublin JJ. 2014. Diet of upper paleolithic modern humans: Evidence from microwear

- texture analysis. *Am J Phys Anthropol* 153:570–581.
- Zaatari SE, Grine FE, Ungar PS, Hublin J-J. 2011. Ecogeographic variation in Neandertal dietary habits: Evidence from occlusal molar microwear texture analysis. *J Hum Evol* 61:411–424.
- Zink KD. 2013. Mechanical and thermal food processing effects on mastication and cranio-dental morphology. Dissertation.