

# Rekonstrukce jídelníčku skupin jedinců z hrobek na lokalitách Ailias a Lower Gypsades (Kréta) za použití izotopových dat a Bayesovského směšového modelu (FRUITS)

## Diet reconstruction of groups of individuals from the Ailias and Lower Gypsades tombs (Crete) using isotope data and Bayesian mixing model (FRUITS)

Michal Smíšek

### Abstrakt

V této studii jsou představeny možné stravovací scénáře pro skupiny jedinců z hrobek v Lower Gypsades a Ailias, nacházejících se v blízkosti palácové lokality Knossos, které jsou datované do období takzvaných nových paláců (MM III – LM I). Za pomoci softwaru Fruits (verze 2.1.1 Beta) byly vytvořeny dva typy modelů. Výsledné scénáře implikují, že strava těchto skupin byla založena převážně na rostlinné stravě s významným zastoupením luštěnin, která byla doplněna o konzumaci masa suchozemských živočichů a mořských ryb.

### Klíčová slova

Izotopy, Směšové modely, Strava, Novopalácové období, Minojská kultura

### Abstract

This study is dealing with possible dietary scenarios for the groups of individuals from the Lower Gypsades and Ailias tombs near the palatial site of Knossos, which date back to the so-called Neopalatial Period (MM III – LM I). Two types of models were created using the FRUITS software (2.1.1 Beta version). The resulting scenarios imply that the diet of these groups was prevalingly based on plant food with a significant proportion of legumes, which was supplemented with consumption of meat from terrestrial animals and sea fish.

### Key words

Isotopes, Mixing models, Diet, Neopalatial Period, Minoan Culture

## 1. Úvod

V posledních letech byla geografická oblast Řecka intenzivně studována z pohledu izotopových analýz (Obr. 1) (Richards – Hedges 2007; Richards – Vika 2008; Triantaphyllou et al. 2008; Petrousa et al. 2009; Petrousa – Manolis 2010; Nitsch et al. 2017, Dotsika et al. 2019). Avšak pro palácové období na Krétě byla doposud publikována jediná studie, poskytující izotopové údaje z pohřebišť na lokalitách Ailias<sup>1</sup> a Lower Gypsades<sup>2</sup> v oblasti paláce Knossos<sup>3</sup>. Pohřebiště byla na základě keramických nálezů datována do období MM II – LM I<sup>4</sup>. Celková analýza dat neodhalila žádnou diferenciaci ve stravovacích návycích v rámci pohlaví jedinců a místa jejich uložení. Naopak vůbec poprvé byla potvrzena konzumace mořských ryb pro dobu bronzovou v oblasti ostrova Kréta (Nafplioti 2016, 50). Tyto výsledky byly dosaženy na základě komparace jednotlivých izotopových dat. V této práci jsou představeny možné scénáře jídelníčků vytvořené na základě průměrných hodnot získaných z výše zmíněných lokalit. Jednotlivé modely byly vytvořeny v softwaru FRUITS (verze 2.1.1 Beta), který umožňuje na základě izotopových dat zhodnotit nejpravděpodobnější poměrové zastoupení jednotlivých složek stravy v lidském jídelníčku (Fernandes et al. 2014a, 8). Diskutovány jsou zde rovněž faktory, které komplikují konečnou interpretaci výsledků.

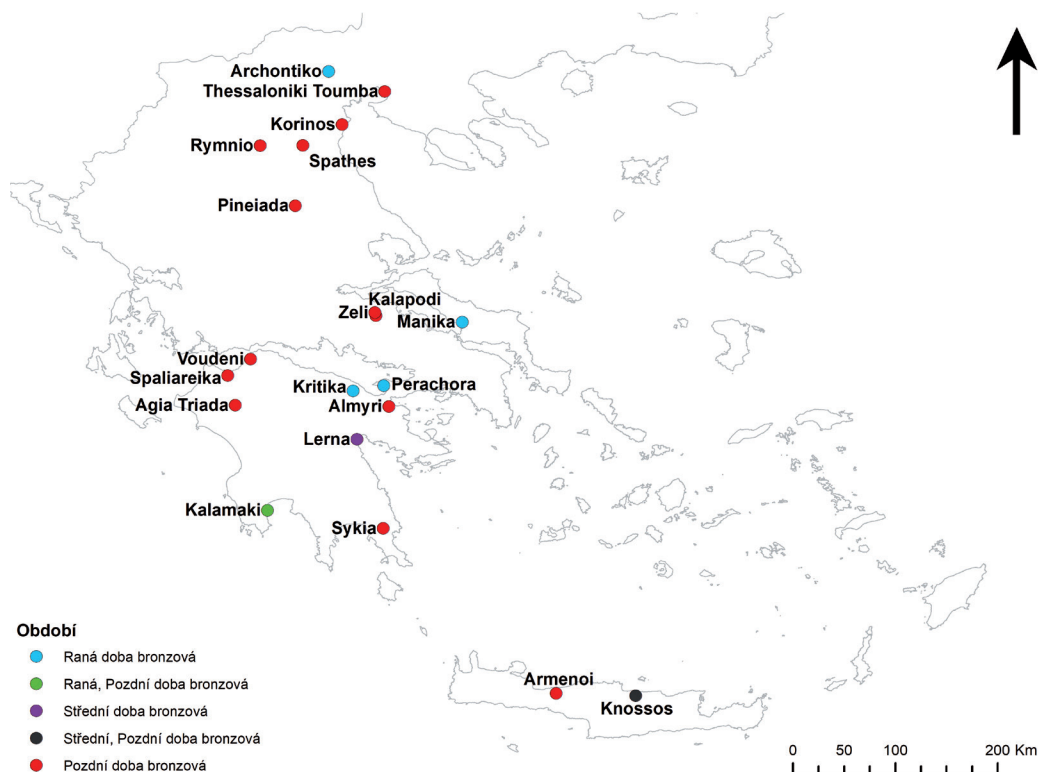
### 1.1. Obecné principy izotopové analýzy

Izotopová analýza<sup>5</sup> je založena na principu, podle kterého izotopový profil konzumenta reflektuje skladbu jeho jídelníčku (DeNiro – Epstein 1978, 504–505). Během celého života dochází v naší kostře k přestavbám. Schopnost remodelace závisí na věku i pohyblivosti dané osoby. Z toho důvodu reflektuje izotopové složení tkáňně průměrné složení stravy konzumované bě-

hem finální fáze života. V případě dětí se může jednat o několik týdnů, zatímco u dospělých jedinců přibližně o posledních 10–15 let jejich života (Sealy et al. 1995, 290–291; Lamb et al. 2014, 563).

Relativní zastoupení jednotlivých zdrojů proteinu v jídelníčku se běžně hodnotí na základě srovnání hodnot  $\delta^{15}\text{N}$  u lidí a fauny obsažených v kostním či zubním kolagenu. Izotopy dusíku  $^{15}\text{N}$  obsažené v kostním kolagenu pochází pouze z přijímaných proteinů a hodnoty  $\delta^{15}\text{N}$  narůstají s každým stupněm trofického řetězce přibližně o 3–5 ‰ v závislosti na druhu živočichů a složení stravy. V případě hodnot  $\delta^{13}\text{C}$  je patrný rozdíl mezi masožravci a býložravci přibližně o +0,5 ‰ až +2 ‰, zatímco rozdíl mezi býložravci a všežravci bývá vyšší (přibližně +5 ‰) (DeNiro – Epstein 1981, 349; Minagawa – Waga 1984, 1136–1137; Boecherens – Drucker 2003, 50). Z daného izotopového zastoupení je možné určit, zda se jedinec či populace živila stravou bohatou na C3<sup>6</sup> nebo C4<sup>7</sup> rostliny. Lidé se stravou založenou primárně na C3 rostlinách vykazují hodnoty  $\delta^{13}\text{C}$  přibližně v rozmezí -20 až -21 ‰. Zatímco jedinci konzumující primárně C4 rostliny vykazují výrazně kladnější hodnoty  $\delta^{13}\text{C}$ . Ty mohou v některých případech dosáhnout až okolo -4,5 ‰ (van der Merwe et al., 2000, 27). Lidé živící se mořskými rybami vykazují rovněž více kladné hodnoty  $\delta^{13}\text{C}$  oproti konzumentům C3 rostlin. Obecně se však jedná o hodnoty více negativní ve srovnání s konzumenty C4 rostlin. Lidé, jejichž jídelníček je založen primárně na konzumaci masa mořských ryb, vykazují hodnoty okolo -12 ‰ (Richards – Hedges 1999, 719).

Rozdíl mezi hodnotami  $\delta^{15}\text{N}$  a  $\delta^{13}\text{C}$  u lidí a jiných živočichů je tak využíván ke zjištění relativního zastoupení rostlinného versus zvířecího proteinu ve stravě, zatímco různé druhy směsových modelů kvantifikují zastoupení jednotlivých složek stravy v lidském jídelníčku (Richards – Hedges 1999; Newsome et al. 2004; Jay – Richards



**Obr. 1.** Mapa Egejské oblasti s lokalitami, pro které jsou dostupná izotopová data jedinců pocházejících z doby bronzové.

**Fig. 1.** Map of the Aegean area with archaeological sites, where isotope dates for Bronze Age individuals are available.

2006). V tomto ohledu se jako výhodné jeví použití Bayesovských směsových modelů (Bayesian mixing models). Tyto modely se dokáží vypořádat z různými zdroji nejistot v měření, ke kterým může při rekonstrukcích stravovacích návyků docházet (Fernandes 2015, 1).

## 1.2. Izotopové hodnoty u rostlin a faktory, které je ovlivňují

V současné době nejsou k dispozici žádná izotopová data pro rostliny z ostrova Kréta<sup>s</sup> v minojském období, přestože byly v archeologických

kontextech nalezeny organické pozůstatky obilnin a luštěnin stejně tak jako dalších rostlinných složek lidské potravy (Christakis 2008, 84–85; Shay – Shay 1995, 123–124; Shay – Shay 2004, tab. 5.11; Margaritis 2017, 226–227, souhrnně Livarda – Kotzamani 2013). S problémem absence izotopových dat u místních rostlin se v minulosti snažilo vypořádat několik studií a existují proto různé metody, jak tyto hodnoty odvodit. První možnost představuje odvození izotopových hodnot ( $\delta^{13}\text{C}$  a  $\delta^{15}\text{N}$ ) u rostlin z kolagenu odebraného z kostí místních býložravců (Newsome et al. 2004, 1105). Další možností je použít naměřené hodnoty z moderních rostlin (Dotsika et

al. 2019, 5). Studie zabývající se variací izotopů uhlíku  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  u moderní a prehistorické pšenice v oblasti severního Řecka však odhalila, že průměrná hodnota  $\delta^{13}\text{C}$  u pšenice z doby bronzové je až o 2,5 ‰ vyšší než u moderní (Heaton et al. 2009, 2231). Dalším faktorem ovlivňujícím hodnoty  $\delta^{13}\text{C}$  u rostlin jsou klimatické podmínky. Například prehistorické obilniny vykazují nižší hodnoty v rámci Středomoří v porovnání s chladnějšími oblastmi ve střední a severní Evropě (Bogaard et al. 2013, 12590). Hodnoty  $\delta^{15}\text{N}$  jsou ovlivněny praktikami pěstování. Zejména pak hnojením, a to obzvláště v případě obilnin. Hnojení se u obilnin obvykle projevuje hodnotami  $\delta^{15}\text{N}$  v rozmezí 2,5–6 ‰. V případech intenzivního hnojení mohou být tyto hodnoty ještě vyšší. U luštěnin dochází k signifikantnímu zvýšení hodnot  $\delta^{15}\text{N}$  (>2,5 ‰) jen při silném hnojení (Fraser et al. 2011, 2802–2803). U nehnojených požitelných rostlin se během holocénu pohybují hodnoty  $\delta^{15}\text{N}$  v rozmezí 0–2 ‰ (Richards – Trinkaus 2009, 16034). Tato pozorování jsou v přibližném souladu s moderními dlouhotrvajícími experimenty na nehnojených obilninách, u kterých byly naměřeny hodnoty v rozsahu 0–2,5 ‰ (Fraser et al. 2011, 2802). U luštěnin jsou pak typické hodnoty  $\delta^{15}\text{N}$  blízké 0 ‰ kvůli biologické fixaci dusíku (Marshall et al. 2007, 37; Michener – Kaufman 2007, 249). Klimatické podmínky, salinita a rozdílná kultivační historie pak mohou u rostlin rovněž ovlivnit hodnoty  $\delta^{15}\text{N}$  (Amundson et al. 2003, 9; Aranibar et al. 2004, 370; Kriszan et al. 2009, 166–167).

## 2. Metodologie

Studie vychází z průměrných izotopových hodnot publikovaných v roce 2016 Argyro Nafplioti (tab. 1). V tholové hrobce a přidružené kostnici na lokalitě Lower Gypsades byly odebrány vzorky kostní tkáně šestnácti jedinců (tab. 2.) (Nafplioti 2016, tab. 1). Celkově zde byly naleze-

ny pozůstatky více než šedesáti osob. Na základě nálezů keramického materiálu spadá jejich využívání převážně do doby mezi fázemi MM III – LM I<sup>9</sup> – tedy do novopalácového období. Chudá hrobová výbava sestávala zejména z keramických a několika kamenných nádob (Hood 1957, 22–23). Redukce hrobové výbavy je však od středně minojského období jevem, který je možno pozorovat v rámci celého ostrova (Hood 2010, 161). Bez studie zabývající se kontexty jednotlivých pohřbů v rámci hrobky proto není prozatím možné určit sociální status jedinců zde pohřbených.

Na pohřebišti Ailias bylo odkryto celkem šest komorových hrodek datovaných převážně do období MM II–III<sup>10</sup>, které poskytly kostní materiál pocházející z více než dvě stě jedinců. Novopalácové období (MM III – LM I) je nejlépe zastoupeno v rámci hrobky V datované do období MM III<sup>11</sup>. Byly zde odebrány vzorky kostní tkáně čtrnácti jedinců (tab. 2.), ze kterých tato studie vychází (Nafplioti 2016, tab. 1). Pro zdejší pohřby je typická neobyčejně bohatá hrobová výbava obsahující pečtidla, prsteny, korálky, jehlice a velké množství keramiky. Stejně tak netradiční forma architektury sestávající z nepravidelných skupin pohřebních komor (Hood 2010, 167–168). Bohatá hrobová výbava spolu s atypickou formou architektury může indikovat to, že jedinci zde pochovaní pocházeli z vyšších sociálních vrstev (Nafplioti 2016, 42). Celkově však doposud chybí studie, která by poskytla ucelené informace o jednotlivých pohřbech uvnitř hrobky. Z těchto důvodů nebyly individuální stravovací scénáře brány pro tuto studii v úvahu.

Dobře zachované pozůstatky fauny a flóry nalezené během archeologických výzkumů mohou poskytnout informace o distribuci zdrojů potravy. Tato data pak slouží jako referenční základ při studiu lidské stravy (Fernandes 2015, 3). V případě lokalit Ailias a Lower Gypsades, bylo odebráno dvanáct vzorků kostní tkáně zdejší

## Rekonstrukce jídelníčku skupin jedinců z hrobek na lokalitách Ailias a Lower Gypsades (Kréta) za použití izotopových dat ...

Vzorek	$\delta^{13}\text{C}$ kolagen (‰)	SEM	$\delta^{15}\text{N}$ kolagen (‰)	SEM	$\delta^{13}\text{C}$ model (‰)	Unc.	$\delta^{15}\text{N}$ model (‰)	Unc.
Lower Gypsades	-18,4	± 0,3	8,8	± 0,3	<b>-18,4</b>	<b>0,5</b>	<b>8,8</b>	<b>0,5</b>
Ailias hrobka V	-19,8	± 0,2	8,5	± 0,2	<b>-19,8</b>	<b>0,5</b>	<b>8,5</b>	<b>0,5</b>

**Tab. 1.** Průměr naměřených izotopových hodnot u jedinců z hrobek v Lower Gypsades a Ailias spolu se střední chybou průměru (SEM). Tučně jsou vyznačeny parametry použité v jednotlivých modelech společně s nejistotou měření (uncertainty – viz Fernandes 2015, 3) (podle: Nafplioti 2016, tab. 1).

**Tab. 1.** The mean of measured isotope values in individuals from the Lower Gypsades and Ailias tombs with standard error of the mean (SEM). In bold are the parameters used with individual models and the measurement uncertainty (see Fernandes 2015, 3) (after: Nafplioti 2016, tab. 1).

Název vzorku	Lokalita	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	Pohlaví	Věk
DAN1	LGI	-19,8	8,1	Ž	20-35
DAN2	LGI	-19,5	9,8	M	20-35
DAN3	LGI	-19,6	8,7	Ž	<35
DAN4	LGI	-19,9	8,4	Ž	25-35
DAN5	LGI	-20,3	9,1	Ž	<30
DAN6	LGI	-17,8	8,7	Ž	Dospělý
CNS1	LGI	-18	7,7	Ž	Dospělý
DAN7	LGI	-17,8	8,9	Ž	Adolescent
DAN8	LGI	-17,7	7,3	Ž	Adolescent
DAN9	LGI	-17,6	9,2	M	Dospělý
DAN10	LGI	-18,1	8,8	Ž	Dospělý
DAN11	LGI	-18	8,7	Ž	Dospělý
DAN12	LGI	-17,4	9,4	M	Dospělý
DAN13	LGI	-17,4	9	M	Dospělý
DAN14	LGI	-17,7	9,3	Ž	Dospělý
DAN15	LGI	-17,7	8,9	M	Dospělý
DAN19	Ailias	-18,2	8,7	Ž	>45
DAN21	Ailias	-20,2	7,8	Ž	25-30
DAN23	Ailias	-19,9	8,7	Ž	<25
DAN25	Ailias	-20,4	8,9	Ž	>25
DAN26	Ailias	-19,8	9,3	Ž	>25
DAN27	Ailias	-19,7	9,4	M	<25
DAN28	Ailias	-20	9,2	M	25-30
DAN29	Ailias	-19,1	9,1	M	>45
DAN30	Ailias	-18,2	8,9	M	20-35

Název vzorku	Lokalita	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	Pohlaví	Věk
DAN22	Ailias	-20	8,9	Ž	<25
DAN86	Ailias	-20,5	7,5	Ž	25-35
DAN87	Ailias	-20,5	7,6	M	25-35
DAN88	Ailias	-20,1	7,9	M	25-35
DAN89	Ailias	-20,7	7,3	M	25-35

**Tab. 2.** Výsledky izotopových analýz pro jedince z lokalit Lower Gypsades a Ailias (hrobka V) (upraveno podle: Nafplioti 2016, tab. 1).

**Tab. 2.** Results of isotope analyses for individuals from the Lower Gypsades and Ailias sites (tomb V) (edited after: Nafplioti 2016, tab. 1).

Potravinová skupina	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	SEM	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	SEM	$\delta^{13}\text{C}$ protein (‰)	Unc.	$\delta^{15}\text{N}$ protein (‰)	Unc.	$\delta^{13}\text{N}$ lipidy/sacharidy (‰)	Unc.
Obilniny	-23,4	± 0,1	1,5	± 0,3	<b>-25,4</b>	± 1	<b>1,5</b> <sup>1</sup>	± 1	<b>-22,9</b>	± 1
			3,3	± 0,1			<b>3,3</b> <sup>2</sup>	± 1		
			5,4	± 0,2			<b>5,4</b> <sup>3</sup>	± 1		
			8	± 0,8			<b>8</b> <sup>4-5</sup>	± 1		
Luštěniny	-23,9	± 0,2	0,5	± 0,1	<b>-25,9</b>	± 1	<b>0,5</b> <sup>1-4</sup>	± 1	<b>-23,4</b>	± 1
			2,5	± 0,1			<b>2,5</b> <sup>5</sup>	± 1		
Suchozemští živočichové	-20,6	± 0,2	3,5	± 0,2	<b>-22,6</b>	± 1	<b>5,5</b>	± 1	<b>-28,6</b>	± 1
Mořské ryby	-13,2	± 0,5	8,4	± 0,3	<b>-14,2</b>	± 1	<b>10,4</b>	± 1	<b>-20,2</b>	± 1

**Tab. 3.** Průměry naměřených izotopových hodnot se střední chybou průměru (SEM) (podle: Nafplioti 2016, tab. 1; Nitsch et al. 2017, 115-117; Vika-Theodoropoulou 2012, tab. 2). Tučně jsou vyznačeny izotopové hodnoty pro jednotlivé skupiny jídla odvozené z průměrných izotopových hodnot, které představují parametry použité v modelech a nejistoty měření (uncertainty – viz Fernandes 2015, 3). Indexy označují izotopové hodnoty u obilnin a luštěnin použité v jednotlivých scénářích s luštěninami (1-5) a bez luštěnin (1-4).

**Tab. 3.** The means of measured isotope values with standard error of the mean (SEM) (after: Nafplioti 2016, tab. 1; Nitsch et al. 2017, 115-117; Vika-Theodoropoulou 2012, tab. 2). In bold are isotope values for individual food groups derived from mean isotope values, which represent the parameters used with models and the measurement uncertainty (see Fernandes 2015, 3). Indexes refer to isotope values of cereals and legumes, which were used for individual scenarios with (1-5) and without (1-4) legumes.

fauny<sup>12</sup> (tab. 3). Získaná data naznačují, že strava zdejších domácích zvířat byla založena primárně na C3 rostlinách. Tato pozorování jsou v souladu s dosavadními znalostmi, protože doposud neexistují důkazy, které by potvrzovaly pravidelnou konzumaci C4 rostlin na ostrově Kréta v prehistorickém období (*Nafplioti 2016*, tab. 1, 45).

Z důvodů zmiňovaných výše (viz podkapitola 1.2), bylo pro každou lokalitu vytvořeno pět stravovacích scénářů s luštěninami – jeden pro neuhojené rostliny a čtyři pro rostliny s různou intenzitou hnojení (tab. 3). Hodnoty  $\delta^{13}\text{C}$  použité v jednotlivých scénářích představují průměr naměřený na obilninách<sup>13</sup> ( $-23,4 \pm 0,1 \text{ ‰}$ ) a luštěninách<sup>14</sup> ( $-23,9 \pm 0,2 \text{ ‰}$ ) pocházejících z pozdní doby bronzové z lokalit Archontiko ( $n = 85$ ) a Thessaloniki Toumba ( $n = 11$ ) v severním Řecku (*Nitsch et al. 2017*, 115–117). Pro první scénář s neuhojenými rostlinami byly průměrné hodnoty  $\delta^{15}\text{N}$  u obilnin ( $1,5 \pm 0,3 \text{ ‰}$ )<sup>15</sup> odvozeny z dlouhodobých moderních experimentů na základnách Rothamsted a Bad Lauchstädt (*Fraser et al. 2011*, tab. 3a, 3c). V případě druhého scénáře s hnojenými rostlinami byla použita data pro obilniny z lokality Archontiko ( $3,3 \pm 0,1 \text{ ‰}$ ) z pozdní doby bronzové. Ve třetím scénáři byla použita data z lokality Thessaloniki Toumba ze střední ( $5,4 \pm 0,2 \text{ ‰}$ ) doby bronzové. Ve čtvrtém a pátém scénáři pak byla použita data z lokality Thessaloniki Toumba z pozdní ( $8 \pm 0,8 \text{ ‰}$ ) doby bronzové. V případě luštěnin byly v prvních čtyřech modelech použity průměrné hodnoty  $\delta^{15}\text{N}$  získané z rostlin z pozdní doby bronzové ( $0,5 \pm 0,1 \text{ ‰}$ ) z lokality Archontiko a u posledního scénáře s intenzivně hnojenými obilninami a luštěninami pak byla použita data z lokality Thessaloniki Toumba ze střední doby bronzové ( $2,5 \pm 0,1 \text{ ‰}$ ) (*Nitsch et al. 2017*, 115–117). Tyto scénáře tak simulují rozdílné stupně hnojení a jsou v přibližné shodě s výsledky moderních experimentů (viz výše). Pro každou lokalitu byly rovněž vytvořeny čtyři scénáře zahrnující v sobě pouze obilniny, maso

suchozemských živočichů a mořské ryby (tab. 3), které mají stejné parametry jako modely prvního typu s tím rozdílem, že jsou v nich vynechány hodnoty pro luštěniny. Důvodem pro vytvoření tohoto typu modelu je studie založená na etnografických datech shromážděných Kostisem Christakisem, podle které byly luštěniny zastoupeny v jídelníčku minojských rolníků pouze pěti procenty a v případě elitních vrstev mohlo být toto číslo ještě nižší (*Christakis 2008*, 21, 29–30). Pokud byla skutečně konzumace luštěnin v minojském období takto zanedbatelná, jejich zahrnutí do modelu by mohlo ovlivnit výsledné výstupy. Naproti tomu například Krzysztof Nowicki uvádí, že konzumace luštěnin byla v minojském období srovnatelná s konzumací obilnin (*Nowicki 1999*, 155). Na základě současných znalostí není možné ani jednu z těchto teorií potvrdit či zcela vyvrátit, protože oba autoři pracují převážně s etnografickými daty a s pouze velice kusými daty paleobotanickými. V této studii jsou proto představeny dva typy modelů.

V případě mořských ryb byly při modelování jako referenční data ( $n = 20$ ) použity průměrné hodnoty ze studie Vika-Theodoropoulou 2012 (tab. 3), pocházející z prehistorických a starověkých ryb z východního Středomoří (*Vika-Theodoropoulou 2012*, tab. 2). Moderní izotopové hodnoty u mořských ryb nebyly brány v úvahu, a to z toho důvodu, že vykazují ve srovnání s pre-moderními odlišné hodnoty, které mohou být způsobené například moderní lidskou činností ovlivňující chemismus moří a oceánů (*Garcia-Guixé et al. 2010*, 90).

## 2.1. Rekonstrukce jídelníčku s programem FRUITS

FRUITS porovnává cíl<sup>16</sup> (target) se zdroji<sup>17</sup> (sources) a vypočítává nejpravděpodobnější poměrový příspěvek jednotlivých zdrojů ke zformování cíle. K vytvoření co možná nejpřesnějších



Potravinová skupina	Protein (% C)	Unc.	Energie (% C)	Unc.
Obilniny	10	2,5	90	2,5
Luštěniny	25	2,5	75	2,5
Maso	30	2,5	70	2,5
Ryby	65	5	35	5

**Tab. 4.** Nutriční složení jednotlivých skupin jídla vyjádřené jako obsah uhlíku (% wtC) v sušině spolu s nejistotami měření (uncertainty). Pojem energie v sobě zahrnuje kombinaci lipidů a sacharidů. (podle: Fernandes et al. 2014b, 329–330; USDA 2017).

**Tab. 4.** Nutritional composition of individual food groups expressed as the carbon content (% wtC) in dry matter together with measurement uncertainty. The term energy encompasses a combination of lipids and carbohydrates (after: Fernandes et al. 2014b, 329–330; USDA 2017).

stravovacích scénářů s FRUITS je zapotřebí specifikovat výchozí izotopové hodnoty jako „hodnoty jídla“ (food values). Ty představují hodnoty jídla, které bylo konzumováno v protikladu k tradičně užívaným hodnotám získaným z kostního kolagenu u živočichů a z rostlinného pletiva u rostlin. Důvodem jsou rozdílné hodnoty izotopů naměřené v rámci jednotlivých makronutrientů a v kostním kolagenu u zvířat (Peterson – Fry 1987, 305) a v rostlinném pletivu (Tieszen 1991, 238–239). Izotopové složení jednotlivých skupin jídla (viz tab. 3)

Suchozemská zvířata:

$$\delta^{13}\text{C}_{\text{protein-kolagen}} = -2 \text{‰},$$

$$\delta^{13}\text{C}_{\text{lipidy-kolagen}} = -8 \text{‰},$$

$$\delta^{15}\text{N}_{\text{protein-kolagen}} = +2 \text{‰};$$

Ryby:

$$\delta^{13}\text{C}_{\text{protein-kolagen}} = -1 \text{‰},$$

$$\delta^{13}\text{C}_{\text{lipidy-kolagen}} = -7 \text{‰},$$

$$\delta^{15}\text{N}_{\text{protein-kolagen}} = +2 \text{‰};$$

Rostliny:

$$\delta^{13}\text{C}_{\text{protein-pletivo}} = -2 \text{‰},$$

$$\delta^{13}\text{C}_{\text{lipidy-pletivo}} = +0,5 \text{‰}$$

bylo společně s nutričním složením těchto skupin (tab. 4) převzato z publikace Fernandes et al. 2014 (Fernandes et al. 2014b,

329–330). U luštěnin, které oproti obilninám obsahují výrazně více proteinu, pak byly průměrné nutriční hodnoty odvozeny z tabulek dostupných na stránkách amerického ministerstva zemědělství (USDA 2017). Nutriční hodnoty jednotlivých skupin jídla jsou zde vyjádřeny jako podíl uhlíku v sušině (% wtC) se sacharidy a lipidy tvořícími jednu frakci (Energie). Podíl uhlíku může být definován za použití nutričního složení jednotlivých skupin jídla, protože poměr nutričních hodnot a uhlíku je pro jednotlivé makronutrienty přibližně shodný (Fernandes 2014b, 329, Morrison et al. 2000, 1323). Rozdíly v izotopovém složení tkáně (isotopic tissue offsets) byly převzaty z publikace Fernandes et al. 2012 (Fernandes et al. 2012, 292). Rozdíly (offsets) jsou většinou způsobeny izotopovou frakcionací, ke které dochází během rozdílných fází metabolických procesů, ale mohou být způsobeny i dalšími faktory, jako jsou stupeň růstu, tělesná konstituce, kvalita stravy atd. (Fernandes 2014a, 1). Studie z roku 2012 rovněž odhalila, že signál uhlíku v kolagenu je tvořen ze 74 ± 4 % z přijímaných proteinů a ze zbylých 26 % pak z lipidů a sacharidů (Energie). Tyto parametry jsou v modelu označovány jako „váhy“ (weights) (Fernandes et al. 2012, 292, 298). Obrázky 2–11 ukazují výsledky pro jednotlivé stravovací scénáře.



### 3. Výsledky

#### 3.1. Lower Gypsades

Model s luštěninami (tab. 5) poskytuje poměrně konzistentní výsledky v zastoupení rostlinné, suchozemské a mořské složky v jednotlivých scénářích. Hodnoty pro rostliny se pohybují v rozmezí 74–77 %, pro maso suchozemských živočichů 18–19 % a pro mořské ryby 5–7 %. Největší variabilitu vykazují jednotlivé scénáře v zastoupení obilnin 17–33 % a luštěnin 41–60 %. Nej přesnější výsledky poskytuje scénář číslo 4 (obr. 3) se silně hnojenými obilninami a běžně hnojenými/nehnojenými luštěninami, podobně jako scénář číslo 5 (obr. 4) se silně hnojenými obilninami a luštěninami. Naopak nejmenší přesnost poskytuje scénář číslo 1 (obr. 2) s nehnojenými obilninami a běžně hnojenými/nehnojenými luštěninami. U druhého typu modelů bez luštěnin (tab. 6) vykazují obilniny v jednotlivých scénářích hodnoty v rozmezí 20–73 %, suchozemští živočichové 23–75 % a mořské ryby 3–5 %. Největší proměnlivost představuje zejména zastoupení obilnin a suchozemských zvířat, zatímco mořské ryby vykazují podobné výsledky ve všech modelech. Nej přesnější výsledky nabízí scénář číslo 4 (obr. 6) se silně hnojenými obilninami. Nej méně přesné výsledky pak poskytuje scénář číslo 3 (obr. 6) s hnojenými (5,4 ‰) obilninami. Celkově je možné prohlásit, že v sedmi z devíti případů je maso suchozemských živočichů zastoupeno hodnotami v rozsahu 18–26 % a rostliny naopak poměrně vysokými hodnotami v rozmezí 71–77 %. Scénář číslo 3 (obr. 6) bez luštěnin poskytuje střední hodnoty pro maso suchozemských živočichů 48 % a obilniny 49 % a poměrně vysokou odchylku. Scénář číslo 4 (obr. 6) bez luštěnin pak vykazuje nejvyšší podíl suchozemské živočišné složky 75 % a naopak nejmenší podíl rostlinné 20 %. V případě ryb udává všech devět scénářů poměrně konzistentní výsledky v rozsahu 3–7 %.

#### 3.2. Ailias

Model s luštěninami pro lokalitu Ailias (tab. 7) poskytuje vesměs srovnatelné výsledky v zastoupení jednotlivých složek stravy v jídelníčku podobně jako stejný typ modelu pro lokalitu Lower Gypsades. Hodnoty pro rostliny se pohybují v rozmezí 69–75 %, pro maso suchozemských živočichů 22–27 % a pro mořské ryby 3–4 %. Největší variabilitu v rámci jednotlivých scénářů představuje zastoupení obilnin 16–29 % a luštěnin 41–59 %. Nej přesnější výsledky poskytuje scénář číslo 4 (obr. 8) se silně hnojenými obilninami a nehnojenými/ běžně hnojenými luštěninami a scénář číslo 5 (obr. 9) se silně hnojenými obilninami i luštěninami. Nejmenší přesnost pak poskytuje scénář číslo 1 (obr. 7) s nehnojenými obilninami a nehnojenými/ běžně hnojenými luštěninami. U druhého typu modelu bez luštěnin (tab. 8) poskytují jednotlivé scénáře hodnoty pro obilniny v rozmezí 18–62 %, pro suchozemské živočichy 36–79 % a pro mořské ryby 2 %. Největší proměnlivost v tomto typu modelu představuje zastoupení obilnin a suchozemských zvířat. Mořské ryby jsou ve všech modelech zastoupeny 2 %. Nej přesnější výsledky nabízí scénář číslo 4 (obr. 11) se silně hnojenými obilninami. Nej méně přesné výsledky pak poskytuje scénář číslo 2 (obr. 10) s hnojenými (3,3 ‰) obilninami. Celkově nabízí model s luštěninami scénáře s nejmenším zastoupením masa suchozemských zvířat 22–27 % a největším zastoupením rostlinné složky 69–75 %. První dva scénáře (obr. 10) u modelu bez luštěnin pak udávají pro maso střední hodnoty 36–40 % a pro obilniny 58–62 %, zatímco scénáře 3 a 4 (obr. 11) poskytují vysoké hodnoty v rozmezí 66–79 % a naopak poměrně nízké hodnoty pro obilniny v rozsahu 18–32 %. Mořské ryby vykazují ve všech devíti scénářích obdobné zastoupení v rozmezí 2–4 % podobně jako ve scénářích pro lokalitu Lower Gypsades (3–7 %).

Složky dietárních scénářů	Scénář 1 <sup>a</sup> (%)	Scénář 2 <sup>b</sup> (%)	Scénář 3 <sup>c</sup> (%)	Scénář 4 <sup>d</sup> (%)	Scénář 5 <sup>e</sup> (%)
Obilniny	33 ± 23	30 ± 22	25 ± 19	21 ± 15	17 ± 14
Luštěniny	41 ± 21	44 ± 20	50 ± 18	54 ± 16	60 ± 18
Suchozemská zvířata	19 ± 15	19 ± 15	18 ± 15	18 ± 15	18 ± 16
Mořské ryby	7 ± 4	7 ± 4	7 ± 4	7 ± 4	5 ± 4

**Tab. 5.** Typ modelu s luštěninami: výsledky Generované programem FRUITS pro skupinu zkoumaných jedinců z lokality Lower Gypsades.

<sup>a</sup>Obilniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 1,5 \text{ ‰}$ , <sup>a</sup>Luštěniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 0,5 \text{ ‰}$ ; <sup>b</sup>Obilniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 3,3 \text{ ‰}$ , <sup>b</sup>Luštěniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 0,5 \text{ ‰}$ ; <sup>c</sup>Obilniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 5,4 \text{ ‰}$ , <sup>c</sup>Luštěniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 0,5 \text{ ‰}$ ; <sup>d</sup>Obilniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 8 \text{ ‰}$ , <sup>d</sup>Luštěniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 0,5 \text{ ‰}$ ; <sup>e</sup>Obilniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 8 \text{ ‰}$ , <sup>e</sup>Luštěniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 2,5 \text{ ‰}$ .

**Tab. 5.** A model with legumes: results are generated by the FRUITS programme for a group of examined individuals from the Lower Gypsades site.

<sup>a</sup>Cereals  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 1,5 \text{ ‰}$ , <sup>a</sup>Legumes  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 0,5 \text{ ‰}$ ; <sup>b</sup>Cereals  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 3,3 \text{ ‰}$ , <sup>b</sup>Legumes  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 0,5 \text{ ‰}$ ; <sup>c</sup>Cereals  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 5,4 \text{ ‰}$ , <sup>c</sup>Legumes  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 0,5 \text{ ‰}$ ; <sup>d</sup>Cereals  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 8 \text{ ‰}$ , <sup>d</sup>Legumes  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 0,5 \text{ ‰}$ ; <sup>e</sup>Cereals  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 8 \text{ ‰}$ , <sup>e</sup>Legumes  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 2,5 \text{ ‰}$ .

Složky dietárních scénářů	Scénář 1 <sup>a</sup> (%)	Scénář 2 <sup>b</sup> (%)	Scénář 3 <sup>c</sup> (%)	Scénář 4 <sup>d</sup> (%)
Obilniny	73 ± 20	71 ± 24	49 ± 30	20 ± 17
Suchozemská zvířata	23 ± 20	26 ± 24	48 ± 29	75 ± 16
Mořské ryby	4 ± 3	3 ± 3	3 ± 3	5 ± 4

**Tab. 6.** Typ modelu bez luštěnin: výsledky Generované programem FRUITS pro skupinu zkoumaných jedinců z lokality Lower Gypsades.

<sup>a</sup>Obilniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 1,5 \text{ ‰}$ ; <sup>b</sup>Obilniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 3,3 \text{ ‰}$ ; <sup>c</sup>Obilniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 5,4 \text{ ‰}$ ; <sup>d</sup>Obilniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 8 \text{ ‰}$ .

**Tab. 6.** Typ modelu bez luštěnin: výsledky Generované programem FRUITS pro skupinu zkoumaných jedinců z lokality Lower Gypsades.

<sup>a</sup>Obilniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 1,5 \text{ ‰}$ ; <sup>b</sup>Obilniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 3,3 \text{ ‰}$ ; <sup>c</sup>Obilniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 5,4 \text{ ‰}$ ; <sup>d</sup>Obilniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 8 \text{ ‰}$ .

Složky dietárních scénářů	Scénář 1 <sup>a</sup> (%)	Scénář 2 <sup>b</sup> (%)	Scénář 3 <sup>c</sup> (%)	Scénář 4 <sup>d</sup> (%)	Scénář 5 <sup>e</sup> (%)
Obilniny	29 ± 21	26 ± 20	23 ± 17	20 ± 15	16 ± 13
Luštěniny	41 ± 21	43 ± 20	48 ± 18	52 ± 17	59 ± 19
Suchozemská zvířata	26 ± 17	27 ± 18	25 ± 17	24 ± 17	22 ± 18
Mořské ryby	4 ± 3	4 ± 3	4 ± 3	4 ± 3	3 ± 2

**Tab. 7.** Typ modelu s luštěninami: výsledky Generované programem FRUITS pro skupinu zkoumaných jedinců z lokality Ailias.

<sup>a</sup>Obilniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 1,5 \text{ ‰}$ , <sup>a</sup>Luštěniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 0,5 \text{ ‰}$ ; <sup>b</sup>Obilniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 3,3 \text{ ‰}$ , <sup>b</sup>Luštěniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 0,5 \text{ ‰}$ ; <sup>c</sup>Obilniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 5,4 \text{ ‰}$ , <sup>c</sup>Luštěniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 0,5 \text{ ‰}$ ; <sup>d</sup>Obilniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 8 \text{ ‰}$ , <sup>d</sup>Luštěniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 0,5 \text{ ‰}$ ; <sup>e</sup>Obilniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 8 \text{ ‰}$ , <sup>e</sup>Luštěniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 2,5 \text{ ‰}$ .

**Tab. 7.** A model with legumes: results are generated by the FRUITS programme for a group of examined individuals from the Ailias site.

<sup>a</sup>Cereals  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 1,5 \text{ ‰}$ , <sup>a</sup>Legumes  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 0,5 \text{ ‰}$ ; <sup>b</sup>Cereals  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 3,3 \text{ ‰}$ , <sup>b</sup>Legumes  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 0,5 \text{ ‰}$ ; <sup>c</sup>Cereals  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 5,4 \text{ ‰}$ , <sup>c</sup>Legumes  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 0,5 \text{ ‰}$ ; <sup>d</sup>Cereals  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 8 \text{ ‰}$ , <sup>d</sup>Legumes  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 0,5 \text{ ‰}$ ; <sup>e</sup>Cereals  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 8 \text{ ‰}$ , <sup>e</sup>Legumes  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 2,5 \text{ ‰}$ .

Složky dietárních scénářů	Scénář 1 <sup>a</sup> (%)	Scénář 2 <sup>b</sup> (%)	Scénář 3 <sup>c</sup> (%)	Scénář 4 <sup>d</sup> (%)
Obilniny	62 ± 25	58 ± 29	32 ± 25	18 ± 14
Suchozemská zvířata	36 ± 25	40 ± 29	66 ± 24	79 ± 14
Mořské ryby	2 ± 2	2 ± 2	2 ± 2	2 ± 2

**Tab. 8.** Typ modelu bez luštěnin: výsledky Generované programem FRUITS pro skupinu zkoumaných jedinců z lokality Ailias.

<sup>a</sup> Obilniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 1,5 \text{ ‰}$ ; <sup>b</sup> Obilniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 3,3 \text{ ‰}$ ; <sup>c</sup> Obilniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 5,4 \text{ ‰}$ ; <sup>d</sup> Obilniny  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 8 \text{ ‰}$ .

**Tab. 8.** A model without legumes: results are generated by the FRUITS programme for a group of examined individuals from the Ailias site.

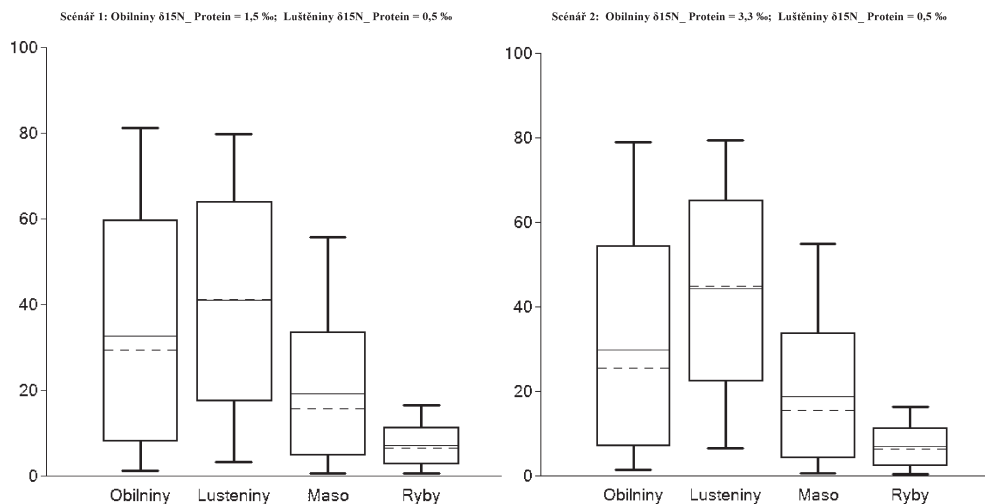
<sup>a</sup> Cereals  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 1,5 \text{ ‰}$ ; <sup>b</sup> Cereals  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 3,3 \text{ ‰}$ ; <sup>c</sup> Cereals  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 5,4 \text{ ‰}$ ; <sup>d</sup> Cereals  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Protein}} = 8 \text{ ‰}$ .

## 4. Diskuze

Konečnou interpretaci stravovacích scénářů z lokalit Lower Gypsades a Ailias komplikuje několik faktorů. V současné době nejsou k dispozici izotopová data z jiných lokalit pro období tzv. nových paláců<sup>18</sup>. Nenabízí se tak srovnání, které by umožnilo zasadit tyto scénáře do širšího kontextu celého ostrova. Výstupy je proto možné hodnotit pouze v rámci zkoumaných nalezíšť, která jsou však datována pouze na základě doposud nepublikované keramiky. Celkově tak zatím chybí studie, která by poskytla více informací jak o jednotlivých pohřbech uvnitř hrodek, tak o jejich celkovém kontextu v rámci knosských pohřebišť. Bohužel v oblasti Knossu byla pro zkoumané období doposud publikována pouze jedna hrobka s artefakty zdokumentovanými *in situ* (Preston 2013, 65). Dostupná data jsou tak značně limitující.

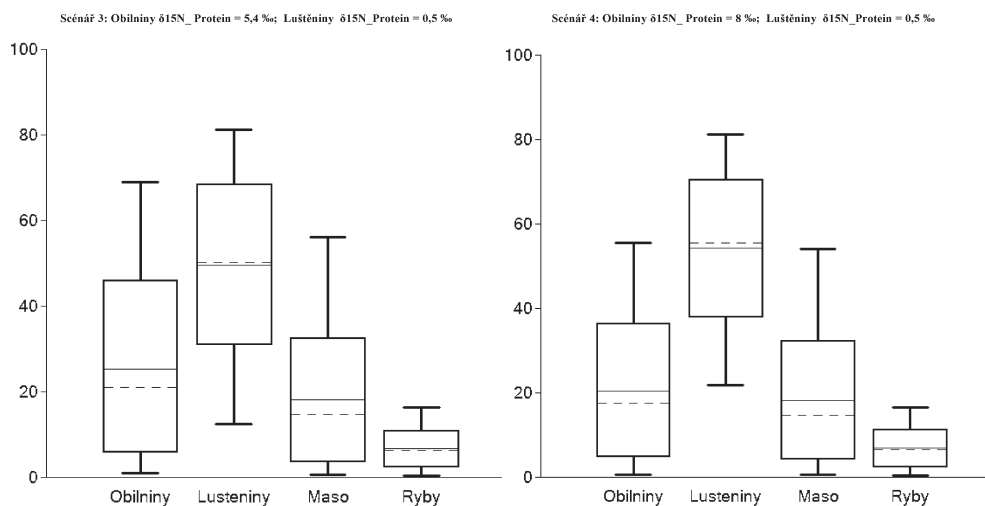
Výsledky generované programem FRUITS jsou závislé na parametrech jednotlivých modelů. Správné určení jednotlivých skupin jídla je proto nezbytné pro co možná nejpřesnější výsledky. Na základě současných vědomostí však není možné spolehlivě určit význam konzumace luštěnin v minojském období, a to zejména z toho důvodu, že dřívější archeologové nepovažovali nálezy zbytků rostlin za důležité.

Většina těchto dat tak byla navždy ztracena (Christakis 2008, 18). V této studii byly proto vytvořeny dva typy modelů, které umožňují rozdílné interpretace pro jednotlivé scénáře. Modely s luštěninami vykazují ve všech desíti případech vyšší procentuální zastoupení luštěnin (41–60 %) v jídelníčku oproti obilninám (16–33 %). Tato pozorování by tak potvrdila teorie, které připisují luštěninám významnou roli v minojském jídelníčku (viz výše). Co se týče celkové konzumace rostlinné stravy, tak tato složka převažuje ve 14 z 18 scénářů. Výjimku představují pro obě lokality zejména scénáře číslo 4 (obr. 6, 11) bez luštěnin, které rovněž vykazují největší přesnost v rámci tohoto typu modelu. Tyto scénáře se však jeví jako značně nepravděpodobné. Produkce masa byla vždy nákladná a vyžadovala značné energetické výdaje. Navíc maso nikdy nebylo v oblasti starověkého Řecka konzumováno na běžné denní bázi, ale spíše během speciálních příležitostí, jako byly například oběti božstvům (Forbes 1955, 97–98; Christakis 2008, 31). Izotopové analýzy pro dobu bronzovou z pevninského Řecka rovněž neposkytují důkazy o takto významné konzumaci masa a počítají se stravou založenou především na C3 rostlinách (Papathanasiou 2015, 50). Je proto obtížné představit si, že by maso mělo v jídelníčku zkoumaných skupin takto silné zastoupení



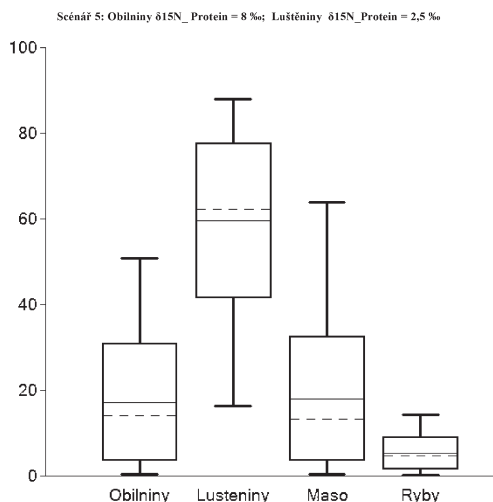
**Obr. 2.** Typ modelu s luštěninami lokalita Lower Gypsades (scénář 1-2) – výsledky generované programem FRUITS. Krabice reprezentují 68 % konfidenční interval vousy pak 95 % konfidenční interval. Horizontální nepřerušovaná čára reprezentuje průměr a přerušovaná medián.

**Fig. 2.** A model with legumes for the Lower Gypsades site (scenarios 1-2) – results are generated by the FRUITS programme. Boxes represent the 68% confidence interval, whiskers represent the 95% confidence interval. The continuous horizontal line represents the mean and the dashed line represents the median.



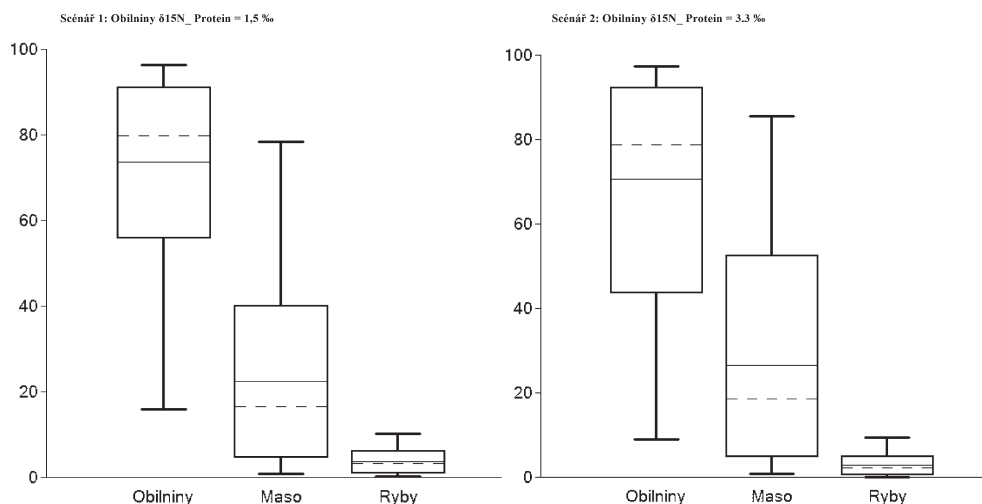
**Obr. 3.** Typ modelu s luštěninami lokalita Lower Gypsades (scénář 3-4) – výsledky generované programem FRUITS. Krabice reprezentují 68 % konfidenční interval vousy pak 95 % konfidenční interval. Horizontální nepřerušovaná čára reprezentuje průměr a přerušovaná medián.

**Fig. 3.** A model with legumes for the Lower Gypsades site (scenarios 3-4) – results are generated by the FRUITS programme. Boxes represent the 68% confidence interval, whiskers represent the 95% confidence interval. The continuous horizontal line represents the mean and the dashed line represents the median.



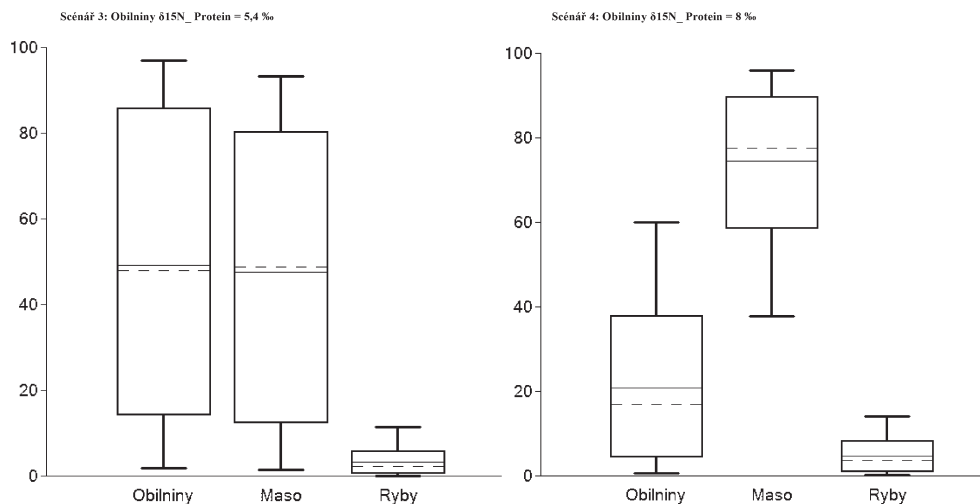
**Obr. 4.** Typ modelu s luštěninami lokalita Lower Gypsades (scénář 5) – výsledky generované programem FRUITS. Krabice reprezentují 68 % konfidenční interval vousy pak 95 % konfidenční interval. Horizontální nepřerušovaná čára reprezentuje průměr a přerušovaná medián.

**Fig. 4.** A model with legumes for the Lower Gypsades site (scenario 5) – results are generated by the FRUITS programme. Boxes represent the 68% confidence interval, whiskers represent the 95% confidence interval. The continuous horizontal line represents the mean and the dashed line represents the median.



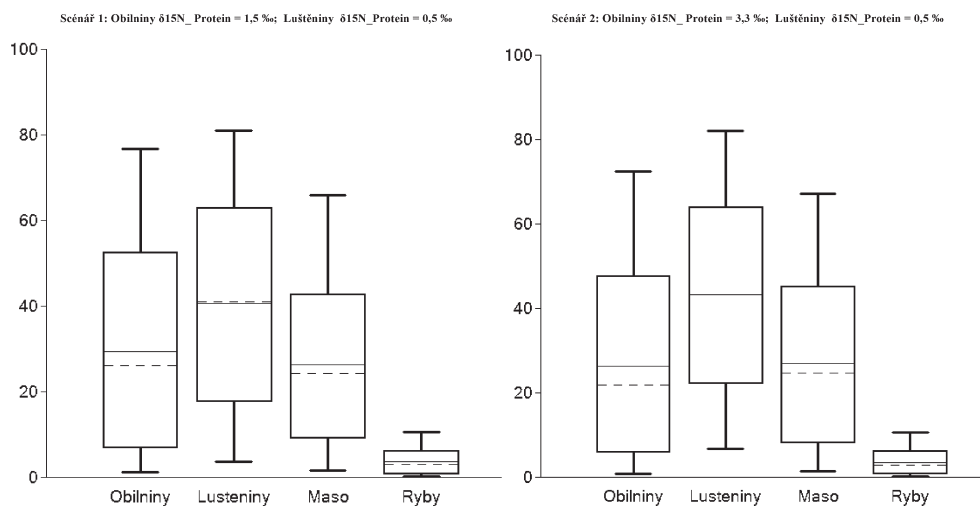
**Obr. 5.** Typ modelu bez luštěnin lokalita Lower Gypsades (scénář 1–2) – výsledky generované programem FRUITS. Krabice reprezentují 68 % konfidenční interval vousy pak 95 % konfidenční interval. Horizontální nepřerušovaná čára reprezentuje průměr a přerušovaná medián.

**Fig. 5.** A model without legumes for the Lower Gypsades site (scenarios 1–2) – results are generated by the FRUITS programme. Boxes represent the 68% confidence interval, whiskers represent the 95% confidence interval. The continuous horizontal line represents the mean and the dashed line represents the median.



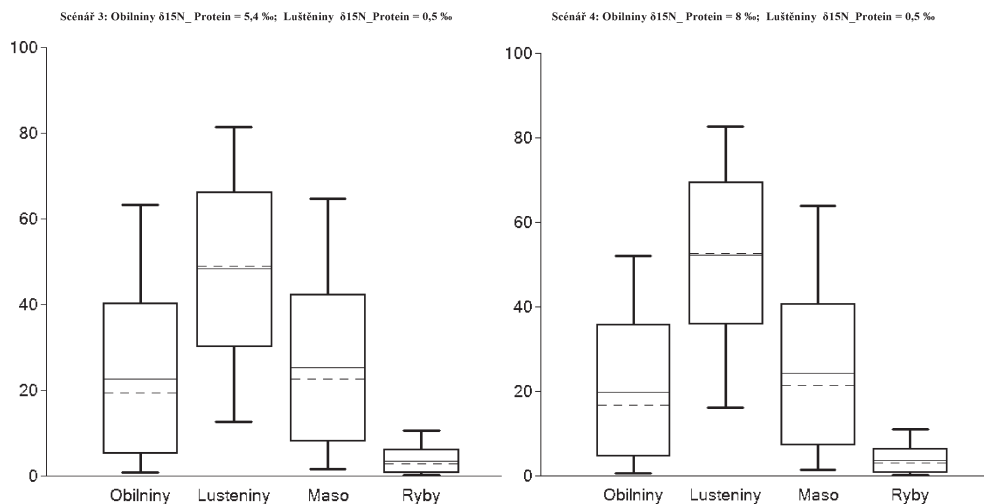
**Obr. 6.** Typ modelu bez luštěnin lokalita Lower Gypsades (scénář 3-4) – výsledky generované programem FRUITS. Krabice reprezentují 68 % konfidenční interval vousy pak 95 % konfidenční interval. Horizontální nepřerušovaná čára reprezentuje průměr a přerušovaná medián.

**Fig. 6.** A model without legumes for the Lower Gypsades site (scenarios 3-4) – results are generated by the FRUITS programme. Boxes represent the 68% confidence interval, whiskers represent the 95% confidence interval. The continuous horizontal line represents the mean and the dashed line represents the median.



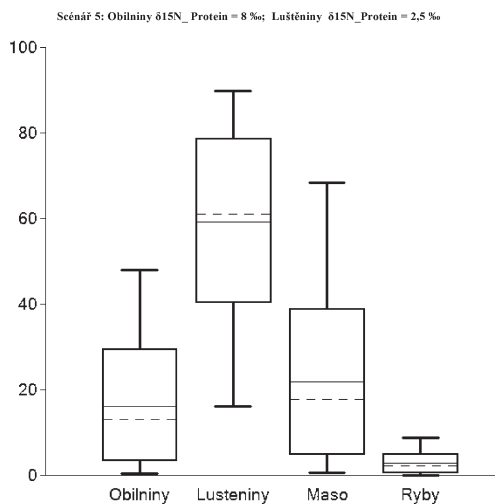
**Obr. 7.** Typ modelu s luštěninami lokalita Ailias (scénář 1-2) – výsledky generované programem FRUITS. Krabice reprezentují 68 % konfidenční interval vousy pak 95 % konfidenční interval. Horizontální nepřerušovaná čára reprezentuje průměr a přerušovaná medián.

**Fig. 7.** A model with legumes for the Ailias site (scenarios 1-2) – results are generated by the FRUITS programme. Boxes represent the 68% confidence interval, whiskers represent the 95% confidence interval. The continuous horizontal line represents the mean and the dashed line represents the median.



**Obr. 8.** Typ modelu s luštěninami lokalita Ailias (scénář 3–4) – výsledky generované programem FRUITS. Krabice reprezentují 68 % konfidenční interval vousy pak 95 % konfidenční interval. Horizontální nepřerušovaná čára reprezentuje průměr a přerušovaná medián.

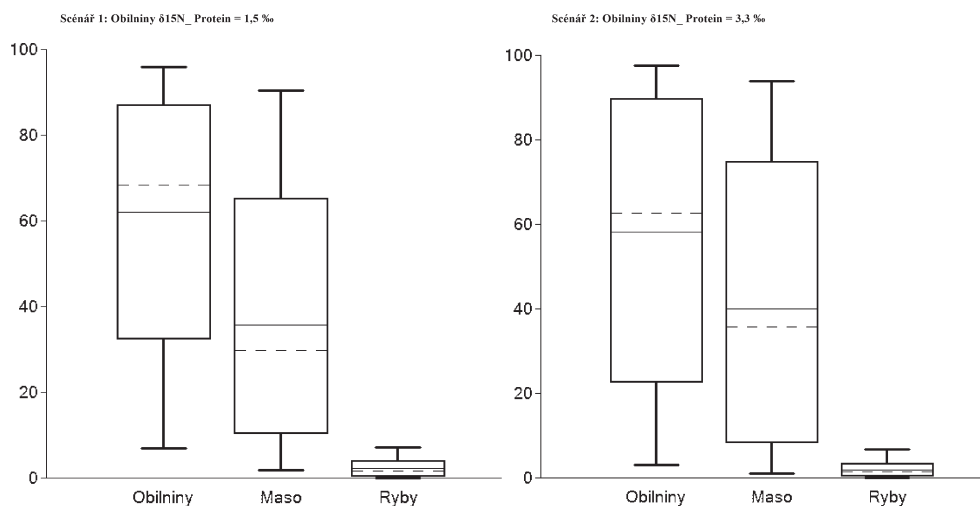
**Fig. 8.** A model with legumes for the Ailias site (scenarios 3–4) – results are generated by the FRUITS programme. Boxes represent the 68% confidence interval, whiskers represent the 95% confidence interval. The continuous horizontal line represents the mean and the dashed line represents the median.



**Obr. 9.** Typ modelu s luštěninami lokalita Ailias (scénář 5) – výsledky generované programem FRUITS. Krabice reprezentují 68 % konfidenční interval vousy pak 95 % konfidenční interval. Horizontální nepřerušovaná čára reprezentuje průměr a přerušovaná medián.

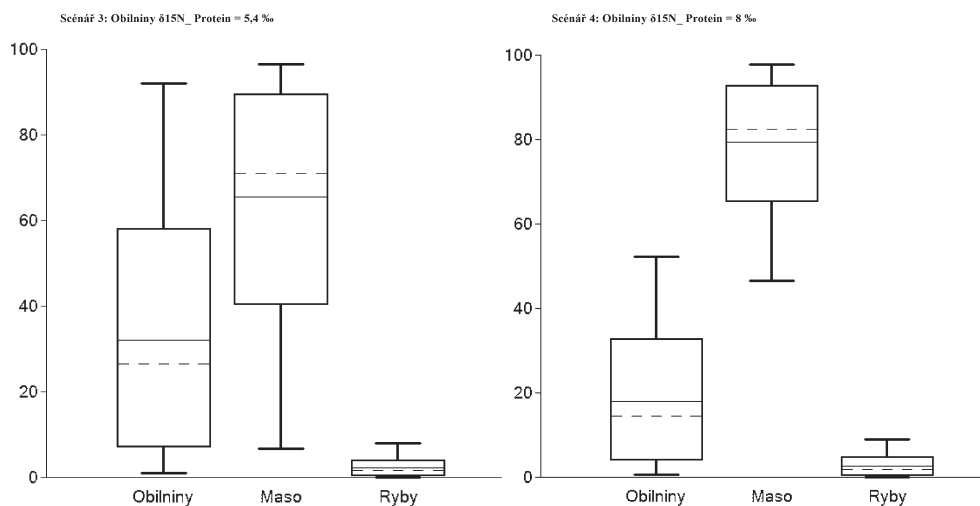
**Fig. 9.** A model with legumes for the Ailias site (scenario 5) – results are generated by the FRUITS programme. Boxes represent the 68% confidence interval, whiskers represent the 95% confidence interval. The continuous horizontal line represents the mean and the dashed line represents the median.





**Obr. 10.** Typ modelu bez luštěnin lokalita Ailias (scénář 1–2) – výsledky generované programem FRUITS. Krabice reprezentují 68 % konfidenční interval vousy pak 95 % konfidenční interval. Horizontální nepřerušovaná čára reprezentuje průměr a přerušovaná medián.

**Fig. 10.** A model without legumes for the Ailias site (scenarios 1–2) – results are generated by the FRUITS programme. Boxes represent the 68% confidence interval, whiskers represent the 95% confidence interval. The continuous horizontal line represents the mean and the dashed line represents the median.



**Obr. 11.** Typ modelu bez luštěnin lokalita Ailias (scénář 3–4) – výsledky generované programem FRUITS. Krabice reprezentují 68 % konfidenční interval vousy pak 95 % konfidenční interval. Horizontální nepřerušovaná čára reprezentuje průměr a přerušovaná medián.

**Fig. 11.** A model without legumes for the Ailias site (scenarios 3–4) – results are generated by the FRUITS programme. Boxes represent the 68% confidence interval, whiskers represent the 95% confidence interval. The continuous horizontal line represents the mean and the dashed line represents the median.

(Lower Gypsades 75 %, Ailias 79 %). V rámci druhého typu modelu nabízí nejlepší výsledky scénáře číslo 4 (obr. 3, 8) s luštěninami a intenzivně hnojenými obilninami a číslo 5 (obr. 4, 9) s intenzivně hnojenými obilninami i luštěninami. Rostlinná složka je v nich zastoupena 72–77 % a maso suchozemských zvířat pak 18–24 %. Scénáře poskytující nejpřesnější výsledky tak indikují, že zdejší obilniny byly silně hnojeny. Podle Paula Halsteda se zdá být spíše nepravděpodobné, že by v suchém klimatickém prostředí centrální Kréty mohly být rostliny takto intenzivně hnojeny<sup>19</sup> (*Isaakidou et al. 2019*, 50). Výzkumy z lokality Pseira však odhalily, že ke hnojení mohly být v minojské době využívány lidské exkrementy namísto zvířecích (*Bull et al. 2001*, 240). Je tedy otázkou, jak by takovýto způsob hnojení ovlivnil výsledné hodnoty  $\delta^{15}\text{N}$  u rostlin vzhledem k tomu, že lidé obvykle vykazují oproti zvířatům hodnoty přibližně o 3 až 5 ‰ vyšší, v závislosti na složení jídelníčku (*DeNiro – Epstein 1981*; 349; *Minagawa – Waga 1984*, 1136–1137; *Boecherens – Drucker 2003*, 50). Bez izotopových dat pro rostliny ze zkoumané lokality však není možné vytvořit konečné závěry. Navíc je třeba poznamenat, že i kdyby byla k dispozici data pro rostliny přímo ze zkoumané lokality, zřejmě by bylo stále zapotřebí vytvořit několik typů stravovacích scénářů. Důvodem je zejména variabilita izotopových hodnot dusíku, která je u rostlin způsobována zejména rozdílnými praktikami hnojení, ale i dalšími vlivy (viz podkapitola 1.2). Mnohdy neúplná archeologická data tak nemusí všechny tyto faktory dostatečně reflektovat.

V případě celkové konzumace masa poskytlo 12 z 18 scénářů hodnoty v rozmezí 18–27 %. Stejně tak nejpřesnější scénáře u modelů s luštěninami ukazují na jeho menšinové zastoupení v jídelníčku (18–24 %). Srovnáme-li obě lokality v rámci těchto scénářů, tak skupina z Lower Gypsades vykazuje hodnoty o 4–6 % nižší oproti skupině z Ailias, což může teoreticky nazna-

čovat vyšší sociální status jedinců pohřbených na lokalitě Ailias<sup>20</sup>. Celkově však tyto scénáře poskytují vesměs srovnatelné výsledky, co se týče zastoupení jednotlivých složek stravy v jídelníčku. Bez bližších informací o jednotlivých pohřbech uvnitř hrobek proto není prozatím možné poskytnout konkrétnější poznatky.

V rámci konzumace ryb udává všech osmnáct scénářů relativně konzistentní výsledky v rozmezí 2–7 %. Nejpřesnější scénáře s luštěninami pak poskytují hodnoty v rozsahu 3–7 %. Zdá se tedy, že ryby tvořily menšinovou část jídelníčku zkoumaných skupin. Toto zjištění se může jevit jako poněkud překvapivé, protože lokalita Knossos se nachází přibližně 5 km od moře. Zdá se však, že ryby nemusely vždy tvořit podstatnou část jídelníčku na přímořských lokalitách ve východním Středomoří. Například na ostrově Keos je doložena velice nízká konzumace ryb během 12. století n. l. (*Koder 1992*, 22). Nízkou konzumaci ryb během doby bronzové dokládají rovněž izotopové analýzy pro oblast pevninského Řecka (*Papathanasiou 2015*, 50).

## 5. Závěr

Celkové výstupy modelů implikují, že jídelníček zkoumaných skupin byl založen převážně na rostlinné stravě doplněné masem suchozemských živočichů a mořských ryb. Jako nejvíce relevantní se pro obě lokality jeví scénáře číslo 4 a 5 s luštěninami, poskytující nejpřesnější výsledky pro daný typ modelu. Tyto scénáře rovněž naznačují, že luštěniny měly významnější zastoupení v jídelníčku zkoumaných skupin oproti obilninám. Výsledky této studie však není možné brát jako konečné a vyvozovat z nich obecné závěry o celkové podobě minojského jídelníčku. Strava skupin žijících na hlavní palácové lokalitě se totiž mohla odlišovat od ostatních – zejména pak nepalácových lokalit na ostrově.

Problémem v konečné interpretaci jsou rovněž prozatím chybějící izotopová a celkově nedostačující paleobotanická data pro rostliny z ostrova. Pouze systematický sběr dat a následné vytvoření dalších komplexních modelů, které bude mezi sebou možné kriticky porovnat a zhodnotit, tak může v budoucnu přinést relevantní výsledky směrem k lepšímu pochopení celkové kompozice minojského jídelníčku. Tato studie tak představuje jeden z prvních pokusů o lepší poznání minojských stravovacích návyků skrze izotopová data a směšové modely.

- 1) Lokalita je situována na kopci Profitis Elias.
- 2) Název kopce, na kterém se lokalita nachází. Kvůli dohledatelnosti v anglicky psané literatuře byl v textu ponechán původní název.
- 3) Možný je též fonetický přepis: Knóssos.
- 4) V závislosti na preferenci takzvané „vysoké“ nebo „nízké“ chronologie se jedná přibližně o období 1900–1600/1500 př. n. l. Podrobně se otázkou egejské chronologie zabývá Klontza-Jaklová 2016.
- 5) Podrobně se této problematice věnují: Lee-Thorp 2008; Richards 2015.
- 6) Například pšenice, ječmen, rýže.
- 7) Například proso, kukuřice, cukrová třtina.
- 8) Během publikování tohoto článku byla zveřejněna první izotopová data pro rostliny z doby bronzové (LM II) na ostrově Kréta (Nitsch et al. 2019)
- 9) Přibližně 1800/1700–1600/1500 př. n. l.
- 10) Přibližně 1800–1700/1600 př. n. l.
- 11) Přibližně 1800/1700–1700/1600 př. n. l.
- 12) 4 ovce/kozy, 4 krávy, 4 prasata. Všechny tyto druhy zvířat mohly tvořit potenciální součást minojského jídelníčku. Na základě archeozoologických nálezů z oblasti pevninského Řecka a přilehlých ostrovů se však zdá, že většinou část domácích zvířat tvořily ovce a/či kozy (60 %), zatímco krávy a prasata jsou méně běžná (Papathanasiou 2015, 29). Podobný pohled nabízí i etnografické paralely (Christakis 2008, 22–23).
- 13) Do modelu byly zahrnuty pouze C3 obilniny: pšenice špalda, pšenice jednozrnka, pšenice dvouzrnka, ječmen setý, pšenice setá. Pšenice i ječmen jsou pro oblast Knossu doloženy již během neolitu (Sarpaki 2013, 70).
- 14) Do modelu byly zahrnuty pouze C3 luštěniny: hrachor setý, hrachor horský, čočka jedlá, bob obecný. Čočka jedlá je pro oblast Knossu doložena již během neolitu (Sarpaki 2013, 70). Hrachor a bob obecný jsou pak na Krétě doloženy během novopalácového období (Shay – Shay 2004, 107, tab. 5.11).
- 15) Rothamsted (Velká Británie, mírné pásmo, oceánské klima) a Bad Lauchstädt (Německo, mírné pásmo, chladné klima) se od oblasti Středomoří odlišují klimatickými podmínkami. Nicméně změny v hodnotách  $\delta^{15}\text{N}$  zapříčiněné rozdílným klimatem nebyly u moderních uměle vypěstovaných rostlin zaznamenány (Fraser et al. 2011, 2803). Vzhledem k tomu, že obecně se u nehojených požitelných rostlin během holocénu pohybují hodnoty  $\delta^{15}\text{N}$  v rozmezí 0–2 ‰ (Richards – Trinkaus 2009, 16034), byly průměrné hodnoty  $\delta^{15}\text{N}$  ze stanic Rothamsted a Bad Lauchstädt převzaty jako výchozí pro modely s nehojenými rostlinami. Bez dostupných izotopových dat pro nehojené rostliny z oblasti ostrova Kréta je však třeba přistupovat k těmto hodnotám obezřetně.
- 16) V tomto případě zkoumané skupiny z lokalit Lower Gypsades a Ailias reprezentované jejich průměrnými izotopovými hodnotami.
- 17) Jednotlivé zdroje konzumované potravy (food values).
- 18) Dostupná jsou však izotopová data pro jedince z lokality Ailias (Nafplioti 2016), spadající do protopalácového období (MM II – cca 1800–1700 př. n. l) a z lokality Armenoi datované do post palácového období (LM III – cca 1400/1350–1050 př. n. l) (Richards – Hedges 2007). Tato data nebyla brána v této studii v úvahu, protože složení jídelníčku se mohlo v jednotlivých obdobích od sebe navzájem lišit. V budoucnu by však vytvoření modelů z těchto dat mohlo přinést zajímavé výsledky, a to právě vzhledem k možnému proměnlivému zastoupení jednotlivých složek stravy v jídelníčku během rozdílných období (Nafplioti 2016, 48–49).
- 19) Více však toto tvrzení nerozvádí.

## Bibliografie

- Amundson, R. – Austin, A. T. – Schuur, E. A. G. – Yoo, K. – Matzek, V. – Kendall, C. – Uebersax, A. – Brenner, D. – Baisden, W. T. 2003:* Global patterns of the isotopic composition of soil and plant nitrogen, *Global Biogeochemical Cycles* 17(1), (article no. 1031) 1–11.
- Aranibar, J. N. – Otter, L. – Macko, S. A. – Feral, Ch. J. W. – Epstein, H. E. – Dowty, P. R. – Eckardt, F. – Shugart, H. H. – Swap, R. J. 2004:* Nitrogen cycling in the soil–plant system along a precipitation gradient in the Kalahari sands, *Global Change Biology* 10, 359–373.
- Boecherens, H. – Drucker, D. 2003:* Trophic level isotopic enrichment of carbon and nitrogen in bone collagen: case studies from recent and ancient terrestrial ecosystemns, *Int. J. Osteoarchaeol* 13, 46–53.
- Bogaard, A. – Fraser, R. – Heaton, T. H. E. – Wallace, M. – Vaiglova, P. – Charles, M. – Jones, G. – Evershed, R. P. – Styring, A. K. – Andersen, N. H. – Arbogast, R.-M. – Bartosiewicz, L. – Gardeisen, A. – Kanstrup, M. – Maier, U. – Marinova, E. – Ninov, L. – Schäfer, M. – Stephan, E. 2013:* Crop manuring and intensive land management by Europe's first farmers, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110(31), 12589–12594.
- Bruce, J. – Fry, B. 1987:* Stable Isotopes in Ecosystem studies, *Annual Review of Ecology and Systematics* 18, 293–320.
- Bull, I. D. – Betancourt, P. P. – Evershed, R. P. 2001:* An Organic Geochemical Investigation of the Practice of Manuring at a Minoan Site on Pseira Island, Crete, *Geoarchaeology: An International Journal* 16, 223–242.
- DeNiro, M. J. – Epstein, S. 1978:* Influence of Diet on the Distribution of Carbon Isotopes in Animals, *Geochimica et Cosmochimica* 42, 495–506.
- DeNiro, M. J. – Hastorf, C. A. 1981:* Influence of Diet on the Distribution of Nitrogen Isotopes in Animals, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 45(3), 341–51.
- Dotsika, E. – Diamantopoulos, G. – Lykoudis, S. – Gourgoua, S. – Kranioti, E. – Karalis, P. – Michael, D. – Samartzidou, E. – Palaiogeorgiou, E. 2019:* Establishment of a Greek Food Database for Palaeodiet Reconstruction: Case Study of Human and Fauna Remains from Neolithic to Late Bronze Age from Greece, *Geosciences* 9(4), 165.
- Fernandes, R. – Grootes, M. J. – Nehlich, O. 2014b:* Quantitative Diet Reconstruction of a Neolithic Population Using a Bayesian Mixing Model (FRUITS): The Case Study of Ostorf (Germany), *American Journal of Physical Anthropology* 158(2), 325–340.
- Fernandes, R. – Millard, A. R. – Brabec, M. – Nadeau, M. J. – Grootes, P. 2014a:* Food Reconstruction Using Isotopic Transferred Signals (FRUITS): A Bayesian Model for Diet Reconstruction, *PLoS ONE* 9(2), e87436.
- Fernandes, R. – Nadeau, M. J. – Grootes, P. M. 2012:* Macronutrient-based-model for dietary carbon routing in bone collagen and bioapatite, *Archaeological and Anthropological Sciences* 4(4), 291–301.
- Fernandes, R. 2015:* A Simple(R) Model to Predict the Source of Dietary Carbon in Individual Consumers, *Archaeometry* 58(3), 1–13.
- Forbes, R. J. 1955:* *Studies in Ancient Technology*, Volume III. Leiden: E. J. Brill.
- Fraser, R. A. – Bogaard, A. – Heaton, T. – Charles, M. – Jones, G. – Christensen, B. T. – Halstead, P. – Merbach, I. – Poulton, P. R. – Sparkes, D. – Styring, A. K. 2011:* Manuring and stable nitrogen isotope ratios in cereals and pulses: towards a new archaeobotanical approach to the inference of land use and dietary practices, *Journal of Archaeological Science* 38, 2790–2804.
- Garcia-Guixé, E. – Subirà, M. E. – Marlasca, R. – Richards, M. P. 2010:*  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  in ancient and recent fish bones from the Mediterranean Sea, *Journal of Archaeological Science* 17, 83–92.
- Heaton, T. – Jones, G. – Halstead, P. – Tsipropoulos, T. 2009:* Variations in the  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ratios of modern wheat grain, and implications for interpreting data from Bronze Age Assiros Toumba, Greece, *Journal of Archaeological Science* 36(10), 2224–2233.
- Hood, M. S. F. 1957:* *Archaeology in Greece, 1957*, *Archaeological Reports* 4, 22–23.
- Hood, M. S. F. 2010:* The Middle Minoan Cemetery on Ailias at Knossos. In: Krzyszkowska, O. (ed.), *Cretan Offerings: Studies in honour of Peter*

- Warren. Londýn: British School at Athens studies 18, 161–168.
- Christakis, K. S. 2008: THE POLITICS OF STORAGE: Storage and Sociopolitical Complexity in Neopalatial Crete (Prehistoric Monographs 25). Filadelfie.*
- Isaakidou, V. – Styring, A. – Halstead, P. – Nitsch, E. – Stroud, E. – le Roux, P. – Lee-Thorp, J. – Bogaard, A. 2019: From texts to teeth: A multi-isotope study of sheep and goat herding practices in the Late Bronze Age ('Mycenaean') polity of Knossos, Crete, Journal of Archaeological Science: Reports 23, 36–56.*
- Jay, M. – Richards, M. P. 2006: Diet in the Iron Age Cemetery Population at Wetwang Slack, East Yorkshire, UK: Carbon and Nitrogen Stable Isotope Evidence, Journal of Archaeological Science, 33(5), 653–62.*
- Klontza-Jábklová, V. 2016: What's wrong? Hard science and humanities – tackling the question of the absolute chronology of the Santorini eruption. Brno: Masarykova univerzita.*
- Koder, J. 1992: Ο Κηπουρός και η Καθημερινή Κουζίνα στο βυζάντιο, Atény.*
- Kriszan, M. – Amelung, W. – Schellberg, J. – Gebbing, T. – Kühbauch, W. 2009: Long-term changes of the  $\delta^{15}\text{N}$  natural abundance of plants and soil in a temperate grassland, Plant and Soil 325(1–2), 157–169.*
- Lamb, A. L. – Evans, J. E. – Buckley, R. – Appleby, J. 2014: Multi-isotope analysis demonstrates significant lifestyle changes in King Richard III, Journal of Archaeological Science 50, 559–565.*
- Lee-Thorp, J. A. 2008: On isotopes and old bones, Archaeometry 50, 925–950.*
- Livarda, A. – Kotzamani, G. 2013: The Archaeobotany of Neolithic and Bronze Age Crete: Synthesis and Prospects, The Annual of the British School at Athens 108(1), 1–29.*
- Margaritis E. 2017: The plant remains of the house tombs at Petras: Acts of destruction, transformation and preservation. In Tsiopoulou, M. (ed.), Monographs of the Danish Institute at Athens, Volume 21: Petras, Siteia. The Pre – and Proto-palatial cemetery in context. Acts of a two-day conference held at the Danish Institute at Athens, 14–15 February 2015. Atény: Danish Institute at Athens, 225–235.*
- Marshall, J. D. – Brooks, J. R. – Lajtha, K. 2007: Sources of variation in the stable isotopic composition of plants. In Michener, R – Lajtha, K. (eds.), Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science, Second Edition. Blackwell Publishing Ltd, 22–60.*
- Merwe, N. van der. – Tykot, R. H. – Hammond, N. – Oakberg, K. 2002: Diet and Animal Husbandry of the Preclassic Maya at Cuello, Belize: Isotopic and Zooarchaeological Evidence. In Ambrose, S. H. – Katzenberg, M. A. (eds.), Biogeochemical Approaches to Paleodietary Analysis. New York: Kluwer academic/Plenum publishers, 23–38.*
- Michener, R. H. – Kaufman, L. 2007: Stable isotope ratios as tracers in marine food webs: An update. In Michener, R – Lajtha, K. (eds.), Stable Isotopes in Ecology and Environmental Science, Second Edition. Blackwell Publishing Ltd, 238–282.*
- Minagawa, M. – Wada, E. 1984: Stepwise Enrichment of  $^{15}\text{N}$  along Food Chains: Further Evidence and the Relation between  $\text{D}^{15}\text{n}$  and Animal Age, Geochimica et Cosmochimica Acta 48, 1135–40.*
- Morrison, D. J. – Dodson, B. – Staler, C. – Preston, T. 2000:  $^{13}\text{C}$  natural abundance in the British diet: implications for  $^{13}\text{C}$  breath tests, Rapid Commun Mass Spectrom 14, 1321–1324.*
- Nafplioti, A. 2016: Eating in prosperity: First stable isotope evidence of diet from Palatial Knossos, Journal of Archaeological Science: Reports 6, 42–52.*
- Newsome, S. D. – Phillips, D. L. – Culleton, B. J. – Guilderson, T. P. – Koch, P. L. 2004: Dietary reconstruction of an early to middle Holocene human population from the central California coast: insights from advanced stable isotope mixing models, Journal of Archaeological Science 31, 1101–1115.*
- Nitsch, E. – Andreou, S. – Creuzieux, A. – Gardeisen, A. – Halstead, P. – Isaakidou, V. – Karathanou, A. – Kotsachristou, D. – Nikolaidou, D. – Papanthimou, A. – Petridou, Ch. – Triantaphyllou, S. – Valamoti, S. M. – Vasileiadou, A. – Bogaard, A. 2017: A bottom-up view of food surplus: using stable carbon and nitrogen isotope analysis to investigate agricultural strategies and diet at Bronze Age Archontiko and Thessaloniki Toumba, northern Greece, WORLD ARCHAEOLOGY 49, 105–137.*
- Nitsch, E. – Jones, G. – Sarpaki, A. – Hald, M. M. – Bogaard, A. 2019: Farming Practice and Land Management at Knossos, Crete: New Insights from  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$*

- Analysis of Neolithic and Bronze Age Crop Remains. In Garcia, D. – Orgeolet, R. – Pomadère, M. – Zurbach, J. (eds.), *Country in the City: Agricultural Functions in Protohistoric Urban Settlements (Aegean and Western Mediterranean)*. Oxford: Archaeopress Publishing Ltd, 152-168.
- Nowicki, K. 1999: Economy of Refugees: Life in the Cretan Mountains at the Turn of the Bronze and Iron Age. In Chaniotis, A. (ed.), *From Minoan farmers to Roman traders: sidelights on the economy of ancient Crete*. Stuttgart: Franz Steiner Verlag (Heidelberger althistorische Beiträge und epigraphische Studien, Bd. 29), 145–171.
- Papathanasiou, A. 2015: Stable Isotope Analysis in Neolithic and Bronze Age Greece: An Overview. In Papathanasiou, A. – Richards, M. P. – Fox, S. C. (eds.), *Archaeodiet in the Greek World: Dietary Reconstruction From Stable Isotope Analysis*. Princeton: Hesperia Supplement 49, 25–55.
- Peterson, B. J. – Fry, B. 1987: Stable isotopes in ecosystem studies, *Annual Review of Ecology and Systematics* 18, 293–320.
- Petroutsa, E. – Richards, M. – Kolonas, L. – Manolis, S. 2009: Isotope Paleodietary Analysis of Humans and Fauna from the Late Bronze Age Site of Voudeni. In Schepartz, L. A. – Fox, S. C. – Bourbou, Ch. (eds.), *New Directions in the Skeletal Biology of Greece*. Princeton: Hesperia Supplements (43), 237–243.
- Petroutsa, E. I. – Manolis, S. K. 2010: Reconstructing Late Bronze Age diet in mainland Greece using stable isotope analysis, *Journal of Archaeological Science* 37, 614–620.
- Preston, L. 2013: The Middle Minoan III funerary landscape at Knossos. In Macdonald, C. F. – Knappet, C. (eds.), *INTERMEZZO: Intermediacy and Regeneration in Middle Minoan III Palatial Crete*. Londýn: British school at Athens, 57–70.
- Richards, M. P. – Hedges, R. E. M. 1999: Stable Isotope Evidence for Similarities in the Types of Marine Foods Used by Late Mesolithic Humans at Sites along the Atlantic Coast of Europe, *Journal of Archaeological Science*, 26(6), 717–722.
- Richards, M. P. – Hedges, R. E. M. 2007: 7. Stable isotope evidence of past human diet at the sites of the Neolithic cave of Gerani; the Late Minoan III cemetery of Armenoi; Grave Circles A and B at the Palace of Mycenae; and Late Helladic Chamber tombs. In: Tzedakis, Y., Martlew, H., Jones, M. (eds.), *Archaeology Meets Science. Biomolecular Investigations in Bronze Age Greece. The primary scientific evidence, 1997–2003*. Oxford: Oxbow books, 220–230.
- Richards, M. P. – Trinkaus, E. 2009: Isotopic evidence for the diets of European Neanderthals and early modern humans, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(38), 16034–16039.
- Richards, M. P. – Vika, E. 2008: Stable isotope results from new sites in the Peloponnese: Sykia, Kalamaki and Spaliareika. In: Martlew, H., Tzedakis, Y., Jones, M. (eds.), *Archaeology Meets Science: Biomolecular and Site Investigations in Bronze Age Greece*, Oxford: Oxbow books, 231–235.
- Richards, M. P. 2015: Stable Isotope Analysis of Bone and Teeth as a Means for Reconstructing Past Human Diets in Greece. In Papathanasiou, A. – Richards, M. P. – Fox, S. C. (eds.), *Archaeodiet in the Greek World: Dietary Reconstruction From Stable Isotope Analysis*. Princeton: Hesperia Supplement 49, 15–23.
- Sarpaki, A. 2013: 3. The Economy of Neolithic Knossos: The Archaeobotanical Data. In Efstathiou, N. – Karetsou, A. – Ntinou, M. (eds.), *The Neolithic Settlement of Knossos in Crete. New evidence for the early occupation of Crete and the Aegean Islands*. Filadelfie: Instap Academic Press, 63–94.
- Sealy, J. – Armstrong, R. – Schrire, C. 1995: Beyond lifetime averages: tracing life histories through isotopic analysis of different calcified tissues from archaeological human skeletons, *Antiquity* 69, 290–300.
- Shay, C. T. – Shay, M. J. 1995: The Modern Flora and Plant Remains from Bronze Age Deposits at Kommos. In Shaw, J. W. – Shaw, M. C. (eds.), *Kommos: An Excavation on the South Coast of Crete, Volume I, Part I*. Princeton: Princeton University Press, 91–162.
- Shay, M. J. – Shay, C. T. 2004: Environment, Land Capability, and Botanical Studies in Western Mesara. In Watrous, L. V. – Vallianou, D. H. – Blitzer, H. (eds.), *The Plain of Phaistos: Cycles of Social Complexity in the Mesara Region of Crete*. Los Angeles: Cotsen Institute of Archaeology, 59–110.
- Tieszen, L. L. 1991: Natural Variations in the Carbon Isotope Values of Plants: Implications for Archaeology, Ecology, and Paleoecology, *Journal of Archaeological Science* 18, 227–248.



- Triantaphyllou, S. – Richards, M. P. – Zerner, C. – Voutsaki, S. 2008: Isotopic dietary reconstruction of humans from Middle Bronze Age Lerna, Argolid, Greece, Journal of Archaeological Science 35, 3028–3034.*
- USDA [online]. Lentils, raw. *National Nutrient Database for Standard Reference Legacy Release* [cit. 30. 6. 2019]. Dostupné z: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/16069?fgcd=&manu=&format=&count=&max=25&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=LEGUME+LENTILS%2C+UPC%3A+041250946434&ds=&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=>
- Vika, E. – Theodoropoulou, T. 2012: Re-investigating fish consumption in Greek antiquity: results from  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  analysis from fish bone collagen, Journal of Archaeological Science 39, 1618–1627.*



## Diet reconstruction of groups of individuals from the Ailias and Lower Gypsades tombs (Crete) using isotope data and Bayesian mixing model (FRUITS)

The hitherto published isotope values for the Neopalatial Period (*Nafplioti 2016*, tab. 1) were used to create two types of models for the groups of individuals from the Lower Gypsades and Ailias sites. The first type of models comprises cereals, legumes, meat from terrestrial animals and sea fish. In the second type of models, the values for legumes were left out. The main reason for creation of different types of models is the absence of palaeobotanical data, which makes it impossible to reliably identify the importance of legume consumption in the Minoan Period (*Nowicki 1999*, 155; *Christakis 2008*, 21, 29–30). The resulting dietary scenarios imply that the diet of local groups was mainly based on plant food with a significant proportion of legumes, which was supplemented with consumption of meat from terrestrial animals and to a lesser extent from sea fish. However, this study is not yet finished and its results cannot be used to draw any general conclusions on

the Minoan diet as a whole. The diet of groups living in the main palatial complex might have differed from the remaining population, particularly from the non-palatial sites on the island. The scenarios with most accurate results revealed that local plants have been intensively manured, maybe with human excrements instead of with animal dung (*Bull et al. 2001*, 240). But we must keep in mind that isotope values for plants from the island of Crete are not yet available. The values for manured plants were therefore derived from available isotope data for the Bronze Age in continental Greece (*Nitsch et al. 2017*, 115–117), and the values for unmanured plants were derived from modern experiments (*Fraser et al. 2011*, tab. 3a, 3c), in effort to cover an as wide as possible spectrum of potential scenarios. The new isotope data and the dietary models based on these data can increase the accuracy of future research results in this area.

**Mgr. Michal Smíšek**

- Ústav archeologie a muzeologie,  
Filozofická fakulta, Masarykova univerzita,  
A. Nováka 1, 602 00 Brno, Česká republika  
427952@mail.muni.cz
- 



Toto dílo lze užít v souladu s licenčními podmínkami Creative Commons BY-SA 4.0 International (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>). Uvedené se nevztahuje na díla či prvky (např. obrazovou či fotografickou dokumentaci), které jsou v díle užity na základě smluvní licence nebo výjimky či omezení příslušných práv.