

Univerzita Pardubice  
Fakulta chemicko-technologická

Zdravá výživa  
Michaela Šislerová

Bakalářská práce

2020

University of Pardubice  
Faculty of Chemical Technology

Healthy eating  
Michaela Šislerová

Bachelor work

2020

Univerzita Pardubice  
Fakulta chemicko-technologická  
Akademický rok: 2019/2020

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Michaela Šislerová**  
Osobní číslo: **C17226**  
Studijní program: **B3912 Speciální chemicko-biologické obory**  
Studijní obor: **Zdravotní laborant**  
Téma práce: **Zdravá výživa**  
Zadávací katedra: **Katedra biologických a biochemických věd**

### Zásady pro vypracování

1. Vypracovat teoretickou rešerši týkající se zdravé výživy.
2. V úvodu charakterizovat jednotlivé výživové směry.
3. V dalších kapitolách uvést základní informace o jednotlivých složkách stravy, popsat jejich význam a zdroje v potravě.
4. Popsat metabolismus základních živin.
5. V závěru krátce zmínit faktory ovlivňující výživu.

Rozsah pracovní zprávy: **25 s.**  
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Šárka Štěpánková, Ph.D.**  
Katedra biologických a biochemických věd

Datum zadání bakalářské práce: **20. prosince 2019**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **3. července 2020**

L.S.

---

**prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.**  
děkan

---

**prof. Mgr. Roman Kandár, Ph.D.**  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 28. února 2020

**Prohlašuji:**

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 7/2019 Pravidla pro odevzdávání, zveřejňování a formální úpravu závěrečných prací, ve znění pozdějších dodatků, bude práce zveřejněna prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 21.7.2020

.....

Michaela Šislerová

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych zde poděkovala vedoucí mé bakalářské práce Mgr. Šárce Štěpánkové, Ph.D. za její ochotu, vstřícnost a za poskytování cenných a užitečných rad při psaní této bakalářské práce. Také děkuji svým blízkým za jejich podporu v průběhu celého bakalářského studia.

## **ANOTACE**

Bakalářská práce se zabývá zdravou výživou. V úvodní části je popsána charakteristika zdravé výživy a moderní výživové směry. Hlavní náplň práce tvoří rozbor jednotlivých složek výživy a metabolismus makroživin. V poslední části je zmíněna důležitost pitného režimu a faktory ovlivňující výživu.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Zdravá výživa, výživové směry, bílkoviny, sacharidy, tuky, metabolismus

## **TITLE**

Healthy eating

## **ANNOTATION**

The bachelor thesis deals with healthy eating. In the introductory part is described the characteristics of healthy eating and modern nutritional directions. The main content of the work constitute analysis of individual nutritional components and metabolism of macronutrients. The last part mentions the importance of staying hydrated and factors influencing the nutrition.

## **KEYWORDS**

Healthy eating, nutritional direction, proteins, carbohydrates, fats, metabolism

## **SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK**

(1) rovnice: celková stechiometrie pro ornitinový cyklus



## SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

ADP	adenosindifosfát
AMP	adenosinmonofosfát
ATP	adenosintrifosfát
DNA	deoxyribonukleová kyselina
ECT	extracelulární tekutina
FADH <sub>2</sub>	redukovaný flavinadenindinukleotid
G3P	glyceraldehyd-3-fosfát
G6P	glukóza-6-fosfát
GIT	gastrointestinální trakt
GTP	guanosintrifosfát
IGF-I	růstový faktor podobný inzulínu I
NAD <sup>+</sup>	nikotinamidadenindinukleotid
NADH	redukovaný nikotinamidadenindinukleotid
NADP <sup>+</sup>	nikotinamidadenindinukleotidfosfát
NADPH	redukovaný nikotinamidadenindinukleotidfosfát
Pi	anorganický fosfát
RNA	ribonukleová kyselina
TAG	triacylglycerol
WHO	Světová zdravotnická organizace (World Health Organization)

## OBSAH

Úvod.....	13
1 Základní informace .....	14
1.1 Výživa .....	14
1.2 Zdravá výživa .....	15
1.3 Zdraví .....	16
2 Výživové směry .....	17
2.1 Vegetariánství, veganství.....	17
2.2 Raw strava .....	18
2.3 Bezlaktózová strava .....	19
2.4 Bezlepková strava.....	20
2.5 Paleo strava.....	21
2.6 Nízkosacharidová strava.....	22
3 Základní složky výživy .....	23
3.1 Bílkoviny .....	23
3.1.1 Struktura.....	24
3.1.2 Funkce.....	25
3.1.3 Zdroje v potravě.....	25
3.2 Sacharidy .....	25
3.2.1 Struktura.....	25
3.2.2 Rozdělení .....	26
3.2.3 Funkce.....	26
3.2.4 Zdroje v potravě.....	26
3.3 Tuky .....	27
3.3.1 Struktura.....	27
3.3.2 Rozdělení .....	27
3.3.3 Funkce.....	28
3.3.4 Zdroje v potravě.....	28
4 Mikroživiny .....	29
4.1 Vitamíny .....	29
4.1.1 Vitamíny rozpustné v tucích .....	29
4.1.2 Vitamíny rozpustné ve vodě .....	30
4.1.3 Zdroje vitamínů.....	32
4.2 Minerály .....	32
4.2.1 Vápník.....	33
4.2.2 Fosfor .....	33

4.2.3	Hořčík .....	33
4.2.4	Draslík.....	33
4.2.5	Železo.....	34
4.2.6	Zinek .....	34
4.2.7	Fluor.....	34
4.2.8	Jód.....	34
4.2.9	Metabolismus minerálů.....	35
5	Vláknina.....	36
5.1	Struktura .....	36
5.2	Rozdělení.....	36
5.3	Funkce .....	36
5.4	Zdroje v potravě .....	37
6	Metabolismus živin.....	38
6.1	Energetická bilance .....	39
6.1.1	Bazální metabolismus .....	39
6.2	Metabolismus bílkovin .....	40
6.2.1	Proteosyntéza .....	40
6.2.2	Proteolýza .....	40
6.2.3	Oxidační deaminace aminokyselin .....	40
6.2.4	Vylučování dusíkatých látek.....	40
6.2.5	Regulace.....	41
6.3	Metabolismus sacharidů .....	42
6.3.1	Glykolýza.....	42
6.3.2	Dekarboxylace pyruvátu .....	43
6.3.3	Krebsův cyklus, elektronový transportní řetězec .....	43
6.3.4	Glukoneogeneze.....	43
6.3.5	Glykogeneze, glykogenolýza .....	43
6.3.6	Regulace.....	44
6.4	Metabolismus tuků .....	44
6.4.1	Lipogeneze, lipolýza.....	44
6.4.2	β-oxidace.....	45
6.4.3	Vznik keto látek .....	45
6.4.4	Regulace.....	45
7	Pitný režim.....	46
8	Faktory ovlivňující výživu.....	47
8.1	Vnitřní .....	47
8.2	Vnější .....	47

9	Závěr .....	48
10	Seznam použité literatury .....	50

## Úvod

Zdravé stravování je nezbytné pro udržení zdravého životního stylu. Spousta zdravotních komplikací pochází ze špatných stravovacích návyků. Člověk by si měl dávat pozor na množství soli a cukru v potravinách, hlídat si příjem základních makroživin a jíst dostatečně pestře, aby měl dostatek vitamínů a minerálů. Není vhodné vynechávat snídani, naopak by si měl každý vychutnávat vyvážená jídla v pravidelných časových intervalech. Potraviny ve zdravé výživě zahrnují hlavně nezpracované ovoce, zeleninu, luštěniny, nízkotučné mléčné výrobky, libové maso a obiloviny s vysokým obsahem vlákniny. [1]

Potraviny, které jíme, nám poskytují základní stavební kameny pro růst a reprodukci tkání, energii nezbytnou pro veškeré metabolické procesy a sloučeniny, které si tělo nedokáže samo syntetizovat. Mezi makroživiny patří bílkoviny, sacharidy a tuky. Jedná se o živiny, které se podílejí na energii. Jako mikroživiny se označují vitamíny a stopové prvky, které slouží jako kofaktory pro enzymatické reakce. [2, 3]

Energie je získávána z oxidace makroživin, jenž je potřeba pro udržení bazálního metabolismu, pro fyzickou aktivitu a pro udržování tělesné teploty. Metabolismus popisuje biochemické reakce, které poskytují tělu energii. Sloučeniny, bohaté na energii, se přeměňují na složitější molekuly v procesu zvaném anabolismus, kdy dochází k uložení energie. Zatímco katabolismem se nazývají procesy rozkládající substráty za vzniku využitelné energie. [3, 4]

Voda je nezbytná pro přepravu živin, odstranění odpadních produktů, je základem všech biologických procesů v lidském organismu. Voda také zajišťuje regulaci tělesné teploty, aby zůstala na konstantní hodnotě. Doporučuje se pít 8–10 sklenic o objemu 250 ml denně. [1]

Hlavním důvodem, proč lidé nechtějí přejít na zdravější stravu, je její vyšší cena. Dále jsou méně zdravé potraviny snáze dostupné a chutnají lépe, díky přidanému cukru a tuku. Naopak ke zdravé stravě vede hlavně důvod, že konzumace zdravých surovin předchází nemocem a negativním dopadům na tělo. [5, 6]

# 1 Základní informace

## 1.1 Výživa

Výživa člověka je nezbytná pro správnou funkci organismu. Potraviny, které přijímáme, jsou důležité pro poskytování stavebních kamenů pro růst a obnovu tkání, energii nezbytnou pro veškeré metabolické procesy v těle a složky, které jsou nepostradatelné pro normální metabolismus, ale lidský organismus není schopen si je sám syntetizovat. Výživa významně ovlivňuje vznik nemocí a řízení, hlavně z pohledu prevence. [2]

Nutriční věda se zabývá procesy spojené s dosažením zdravé rovnováhy mezi požadavky organismu a dodávanými živinami ve správném čase a ve vhodných množstvích na úrovni buněk, vnitřních orgánů, celého těla, skupin a populací. Přihlíží k množství okolností, které působí na trávení, vstřebávání, metabolickou přeměnu a funkci. [2]

Podstatou výživy je jídlo. Každou potravinu lze zkoumat z hlediska její skladby živin. Živiny biologicky působí po konzumaci a dostatečném trávení. Živiny, které se účastní na vzniku energie, se nazývají makroživiny. Mezi ně se řadí tuky, bílkoviny a sacharidy. Součástí celkových sacharidů je také vláknina. Uvedené makroživiny obsahují uhlík, kyslík, vodík a malé množství dusíku. [2]

Kalorie je jednotka energie pro tělo a způsob jejich použití značně ovlivňuje zdroj. Tuky poskytují 9 kcal/g, bílkoviny 4 kcal/g a sacharidy 3,75 kcal/g. Dospělí jedinci by měli mít rozvržení jednotlivých živin ideálně v rozmezí 20–35 % pro tuk, 45–65 % pro sacharidy a 10–35 % energie pro proteiny, aby se snížilo na minimum riziko vzniku srdečních onemocnění, diabetu a obezity. Organismus může tyto kalorie využít nebo je uložit jako tuk, což vede k nárůstu hmotnosti. [2, 7, 8]

Sacharidy, ve formě glukózy (či glykogenu), jsou energetickým zdrojem pro rychlé využití tkáněmi, tuky (tuková tkáň) slouží pro dlouhodobou energetickou rezervu a proteiny představují živou tkáň. Glykoproteiny (kombinace sacharidů a proteinů) a glykolipidy (kombinace sacharidů a tuků) jsou nezbytnou součástí ve struktuře membránových receptorů pro hormony a jiné molekuly. Tuk je zásadní strukturní součástí buněčných membrán. [3]

Dále se v potravinách vyskytuje nutná dietní vláknina, potřebná pro normální funkci střev a rozpustná dietní vláknina, která ovlivňuje metabolismus sacharidů a lipidů modifikační funkcí. Součástí potravy jsou také vitamíny, které byly objeveny až na počátku 20. století a

velké množství stopových prvků, které spolu s vitamíny slouží jako kofaktory enzymatických reakcí a souhrnně se nazývají mikroživiny. [2]

Deficit esenciálních mastných kyselin, aminokyselin, vitamínů a stopových prvků vede k patologickým stavům organismu. [2]

## 1.2 Zdravá výživa

Světová zdravotnická organizace (WHO) doporučuje přijímat 15–30 % tuků, 55–75 % sacharidů a 10–15 % bílkovin z celkového denního příjmu potravy. Volné cukry by ze sacharidů neměly tvořit více než 10 %. Nyní se uvažuje o snížení až na 5 %. Denní minimální množství zkonsumovaného ovoce a zeleniny je 400 g. Příjem zeleniny by měl být co nejvíce pestrý a všech barev – zelená, červená, oranžová. Z ovoce se doporučuje přijímat hlavně čerstvé nezpracované ovoce. [1, 9]

Dále se doporučuje omezit příjem nasycených tuků, jejichž příjem by měl být nižší než 10 % z denního příjmu, soli, jednoduchých cukrů, a naopak zvýšit příjem komplexních sacharidů a vlákniny. Alkohol by se měl konzumovat velmi zřídka, pro ženy maximálně jeden nápoj denně, pro muže maximálně dva nápoje za den. [1, 10]

Mezi hlavní rizikové faktory chronických chorob patří nezdravá strava a chybějící fyzická aktivita. Vhodnou skladbou jídelníčku a vyváženým příjmem živin je možné snížit mnoho chronických onemocnění, ke kterým patří zvýšený krevní tlak, cukrovka, infarkt myokardu, cévní mozková příhoda, určité typy rakoviny a obezita. Právě obezita je spojená se značnými odchylkami od výživových doporučení. Kromě obezity může vést nesprávná strava k poruchám příjmu potravy, jako je *anorexia nervosa*, *bulimia nervosa* nebo přejídání. Zdravá a vyvážená strava pomáhá v boji proti každodennímu stresu a snižuje zbytečný stres. Tím je organismus chráněn přes stresem a jeho negativními dopady. [1, 5, 9, 11]

Potravin, jako je oves, fazole, ryby, ovoce a zelenina, jsou velmi hodnotnými zdroji energie a jsou zdravé. Jsou plné živin a obsahují méně energie na rozdíl od potravin s přidaným cukrem a tukem (typu bonbóny, sušenky, džemy a čokolády), které obsahují malé množství živin a velké množství energie. Minimálně polovina příjmu obilovin by měla pocházet z celých zrn. Z mléčných výrobků jsou doporučovány výrobky bez tuku nebo nízkotučné. Do jídelníčku je vhodné zařadit mléko, jogurty, sýry a obohacené sójové nápoje. Masa je lepší volit libová, vhodné jsou mořské plody, drůbež, vejce a sójové výrobky. Nesmí se zapomínat na zdroje tuků. Vhodné jsou ořechy, semínka a rostlinné oleje. Živočišné tuky by měly být ve stravě zastoupené zřídka. [1, 6]

Pokud se nahradí nezdravá jídla zdravější alternativou, například místo běžně prodávaného hovězího masa s vysokým obsahem tuku za libové hovězí maso, sníží se energetický příjem přibližně o 45 %. [6]

### **1.3 Zdraví**

Zdravotní stav jedince se vyznačuje dynamickou rovnováhou mezi schopnostmi těla a požadavky, na které odpovídá. Jedná se o proměnlivý stav, který může narušit překonání obranyschopnosti organismu, nepřiměřené působení psychických jevů nebo selhání v sociálních interakcích, a vést k nemoci. [12]

Kromě fyzického zdraví mohou jedinci získávat uspokojení z duševního zdraví, emočního zdraví, ze vztahů s ostatními lidmi a z práce pro náboženské idealizace. Zdravotní stav vytváří celek, který spolupracuje na výkonnosti a pohodlí člověka. Růst jedné z částí vede k prosperitě ostatních. Stejně jako nepřítomnost jedné dimenze může negativně ovlivnit celkové zdraví. [12]

Pro udržení celkového zdraví je nutno všech pět částí udržovat v rovnováze. Zdraví přímo ovlivňuje životní styl jedince, dědičnost a životní prostředí ovlivňují zdraví nepřímo. Pod životním stylem si můžeme představit postoje, návyky a chování v každodenním životě, ale i práci, odpočinek, či stravu. [12]

Existuje několik faktorů, které značně pomáhají k udržení zdraví a přispívají k dlouhověkosti. Mezi ně patří dostatek spánku, vyvážená strava, udržování váhy, vyhýbání se kofeinu a nikotinu, vyhýbání se alkoholu a drogám, které zvyšují hladinu stresu, kontrolování příjmu soli a cukru v jídlech, dodržování doporučené denní dávky vitamínů a minerálů, dostatek tekutin, pravidelný pohyb a hlídání rozložení makroživin (bílkoviny, sacharidy, tuky) v jídlech. [1]



## 2 Výživové směry

### 2.1 Vegetariánství, veganství

Vegetariánská strava je založená na vynechání masa, drůbeže, ryb a mořských plodů. Vegani, na rozdíl od vegetariánů, vynechávají kromě již zmíněných surovin všechny živočišné výrobky, mezi které patří například mléčné výrobky a vejce. V posledních letech celosvětově stoupá počet lidí, kteří se stravují touto dietou, jenž je vhodná v době těhotenství, kojení, pro děti (včetně kojeneckého věku), během dospívání, pro starší dospělé a sportovce. [13, 14]

Oba směry přinášejí mnoho zdravotních benefitů, jako je snížené riziko kardiovaskulárních chorob, nižší krevní tlak, nižší cholesterol objevující se v krvi, snížené riziko obezity, diabetu 2. typu a rakoviny tlustého střeva, snížení markerů zánětu, jako je C-reaktivní protein, snižuje se oxidační stres a chrání před vznikem aterosklerotických plátů. Často dochází ke snížení tělesné hmotnosti. Kromě zdravotních důvodů se lidé stávají vegetariány či vegany z morálních, duchovních, náboženských nebo etických důvodů, ke kterým patří hlavně láska ke zvířatům (dobré podmínky pro chov) a vyhýbání se týrání zvířat. Veganství je šetrnější k životnímu prostředí než klasická strava, zahrnující živočišné produkty. Je to díky nižší spotřebě přírodních zdrojů a menšímu poškozování životního prostředí. Chov zvířat je spojen s degradací půdy, znečištěním ovzduší, ztrátou biodiverzity a globálním oteplováním, což je důsledek produkce metanu a oxidu dusného zvířaty. [13–15]

Pro tyto diety je charakteristický vysoký příjem zeleniny a ovoce, obilovin, luštěnin, sójových výrobků, ořechů a semen. Konzumenti vegetariánské či veganské stravy jedí více vlákniny, méně celkového tuku a nasycených tuků. Kvůli omezení potravin je vegetariánská a zejména veganská strava spojená se zdravotními riziky, včetně nedostatečné výživy, jako je vitamín B12, zinek a železo. Rostlinné potraviny neobsahují vitamín B12. Sice se vyskytuje ve fermentovaných potravinách, jako je tempeh, v nori řasách, spirulině, chlorelle a v kvasinkách, ale na tyto zdroje se nelze spolehnout a brát je jako plnohodnotné, proto se přidává do potravin uměle nebo se doplňuje prostřednictvím doplňků stravy. [14, 15]

Pokud si vegani nehlídají příjem vápníku, vitamínu D, vitamínu B12 a proteinu, mohou se objevit problémy s kostmi. Častější příjem luštěnin a napodobenin masa zmenší riziko zlomenin kyčle, kde mají tyto potraviny větší ochranný účinek než u příjmu masa.

Nedostatečný příjem vitamínu D a vitamínu B12 je spojen s poklesem hustoty minerálů v kostech, zvyšuje se riziko zlomenin a osteoporózy. [14]

Mezi odvětví vegetariánství a veganství patří také lakto-ovo-vegetariánství, jehož strava zahrnuje vejce a mléčné výrobky. Lakto-vegetarián jí mléčné výrobky, ale vejce ne. Ovo-vegetarián jí vejce, ale nejí mléčné výrobky. Raw vegan jí pouze nevařené jídlo. Jeho stravu tvoří hlavně zelenina, ovoce, ořechy a semena, luštěniny a naklíčená zrna. [14]

## **2.2 Raw strava**

Tato dieta vychází z veganské stravy, kde se konzumují nevařená jídla či se potraviny nezahřívají nad určitou teplotu (48 °C). Množství nevařených potravin se ve stravě vyskytuje v rozmezí od 55 % do 95 %. Vařením potravin se ničí živiny a enzymy, mění se struktura, s čímž souvisí stravitelnost potravin a vznikají vedlejší produkty, které mohou nepříznivě působit na organismus. Dle některých studií je jídlo v syrovém stavu zdravější než vařené. Pro příklad u vaření zeleniny se snižují živiny, které jsou ve vodě rozpustné a na teplo citlivé, jako jsou karotenoidy. Také se v důsledku vaření snižuje nerozpustná vláknina, která pomáhá navázáním a vyloučením karcinogenů a zkracuje čas, po kterou jsou nestrávené zbytky ve střevě. Kvůli Maillardově reakci dochází k zesíťování proteinů s redukcí cukry. Tato reakce vede k horšímu trávení potravin a tvoří se zánětlivé produkty. [16, 17]

Vaření má i pozitiva. Je důležité pro zničení škodlivých mikroorganismů, ke snížení hladiny pesticidů, které se objevují v nebo na zelenině a pro deaktivaci inhibitorů enzymů, které se nacházejí v luštěninách a některých hlízách, které jinak snižují aktivitu některých enzymů slinivky. K deaktivaci může dojít i namáčením, klíčením nebo fermentací luštěnin. [17]

Mezi vnímané výhody této stravy patří ochrana před nemocemi, rychlejší doba hojení ran, kontrola hmotnosti, větší množství energie, potřeba méně spánku, větší množství živin ve stravě a zvýšené spojení s přírodou. [16]

Hlavní zdroje potravy v této stravě zahrnují ovoce a ovocné šťávy, zeleninu, ořechy, semínka, klíčící semena, klíčky (z obilovin či luštěnin) a rostlinné tuky. Lidé často vynechávají potraviny typu mléko, vejce, maso, ryby, drůbeží maso, sladkosti a alkohol. Tato strava je bohatá na zeleninu, ovoce a tuky. Naopak postrádá dostatek vápníku, bílkovin a obilovin. [16]

## 2.3 Bezlaktózová strava

K nesnášenlivosti laktózy dochází kvůli geneticky podmíněnému snížení aktivity enzymu laktázy ( $\beta$ -galaktosidázy), která se vyskytuje v tenkém střevě. Nejaktivnější je v části *jejunum*. Ke snížení aktivity enzymu dochází po odstavení nebo kvůli poškození epitelu v zažívacím traktu. Člověk nedokáže laktózu trávit nebo ji absorbovat. Při konzumaci jídel, která obsahují laktózu, dochází ke změnám v trávení a kvašení v tlustém střevě. To se projeví průjmy a dalšími zdravotními nepříjemnostmi. V nejzávažnějších formách může vést intolerance laktózy až k dehydrataci a abnormalitám ve složení elektrolytů. [18, 19]

Deficit laktázy může být vrozený, kdy se jedná o vzácnou dědičnou poruchu, kde chybí aktivita laktázy nebo získaný, který se dále dělí na primární a sekundární. U primárního deficitu laktázy dochází k postupnému snižování její produkce. Sekundárně se deficit laktázy vyskytuje v důsledku gastroenteritidy, cystické fibrózy nebo imunitních poruch. [18]

Na trhu jsou výrobky bez obsahu laktózy, které se vyrábí z mléka. To se hydrolyzuje laktázou nebo jsou produkty vyrobené z jiných druhů mlék. Mají ale nižší obsah živin a jsou dražší v porovnání s potravinami obsahující laktózu. Další potraviny neobsahující laktózu jsou jogurty, sýry a kefir. [19]

Množství laktózy, která způsobí reakci, je individuální. Závisí na množství zkonsumované laktózy, na stupni nedostatku laktázy a na formě produktu, ve kterém je laktóza snědena. Odhadem 75 % světové populace dospělých osob je postiženo nesnášenlivostí laktózy. Pro novorozence je laktóza nezbytná pro správné zdraví, kdy laktáza hydrolyzuje laktózu na vstřebatelné cukry, ze kterých získávají energii. [19]

Pro lidi trpící intolerancí laktózy je strava bez laktózy jedinou možnou léčbou. Je třeba volit mléčné produkty, které byly ošetřeny laktázou nebo perorálně doplňovat enzymy laktázy ( $\beta$ -galaktosidáza, tilaktáza) sloužící k eliminaci laktózy v mléčných výrobcích. Pozitivně také působí probiotické potraviny (obsahující kmeny *Bifidobacterium longum*, *Bifidobacterium animalis* nebo *Lactobacillus sreuter*), kdy po přidání do jogurtu zmírňují příznaky u lidí trpících intolerancí (snížení průjmů, nevolností, nadýmání, křečí, zvracení). Úplné vyloučení laktózy by vedlo k nedostatku vápníku. Důsledkem by byly málo husté, křehké kosti, které se snadno zlomí. [19]

## 2.4 Bezlepková strava

Lepek je všudypřítomný. Kromě pšenice, ječmene a žita se nachází v malém množství i v klobásách, instantních polévkách či cukrovinkách. [20]

Základní složky bezlepkové stravy jsou pseudoobilniny (amarant, quinoa, jáhly, čirok, sójové boby), luštěniny (cizrna), kukuřice, rýže, semena (len) a ořechy. Pseudoobilniny zvyšují nutriční hodnotu bezlepkových potravin, ve srovnání s rýží a kukuřicí mají vyšší obsah tuků, vlákniny, minerálů (riboflavin, vitamín C, vitamín E) a kvalitních bílkovin. Quinoa a amarant obsahují vyšší množství kyseliny listové. Hlavní nevýhodou pseudoobilovin jsou vyšší náklady a nižší dostupnost v porovnání s kukuřicí a rýží. [20]

Celiakie je chronická imunitní nemoc, která vzniká v důsledku zánětlivé patologie tenkého střeva vyvolané lepkem. Touto nemocí trpí přibližně 1 % světové populace. Celiakie se může vyvinout kdykoliv během života, nejčastěji v dětském věku. Genetická predispozice určuje cca 30–40 % vzniku. Na vzniku se podílejí další faktory jako je způsob narození, zavedení lepku do stravy, antibiotika, virové a bakteriální infekce, kdy změny střevní mikroflóry patří k nejdůležitějším. [20]

Kromě celiakie existují další nemoci v souvislosti s lepkem, jako je citlivost na lepek, citlivost na pšenici, alergie na pšenici, ataxie lepku a *dermatitis herpetiformis*. [20]

Bezlepková strava může vést k nutričním nedostatkům, které se týkají vitamínů (vitamín D, vitamín B12 a folát), hemoglobinu, feritinu, zinku, vápníku a mědi. Ve stravě také chybí vláknina, která je hojně zastoupena v obilovinách. V bezlepkových produktech je vláknina zastoupena málo, protože se většinou vyrábí se škroby či z rafinovaných mouk. V důsledku vyhýbání se lepku je nesprávně rozložený příjem makroživin. Bezlepková strava obsahuje vyšší obsah nasycených i hydrogenovaných mastných kyselin a bezlepkové potraviny mají vyšší glykemický index. To vede ke zvýšenému výskytu nadváhy či obezity při odstranění lepku ze stravy. [20, 21]

Při jednotvárné bezlepkové stravě jsou konzumenti vystaveni zvýšenému riziku vystavení určitým mykotoxinům. Dříve byla kukuřice vystavena vysoké kontaminaci mykotoxiny (hlavně fumonisiny) z důvodu infekce houbami na poli a během skladování. V rýži, která je častou součástí bezlepkové diety, se vyskytuje arsen v anorganické formě. U dospělých, kteří se stravují bezlepkovou stravou, byly hladiny rtuti v séru 4x vyšší než u stravy bez omezení. [20]

Jedinou možnou léčbou celiakie je celoživotně dodržovat bezlepkovou stravu. Tolerované množství lepku bez vzniku zdravotních komplikací je méně než 10 mg denního příjmu lepku. Je třeba dbát na správné rozložení mikroživin i makroživin, aby nedocházelo k nutričním ztrátám. [20, 21]

Bezlepkovou dietou se ale nestravují pouze lidé s nemocí, která souvisí s lepkem, ale i zdraví lidé. Mezi důvody patří vnímané přínosy pro zdraví, hubnutí a pro minimalizování potenciálního rizika vzniku chorob gastrointestinálního traktu (GIT). [20]

## **2.5 Paleo strava**

Paleo strava vynechává ze stravy nedávno vytvořené zemědělské a průmyslové potravinové skupiny. Mezi ně patří obiloviny, mléčné výrobky, luštěniny, rafinované a zpracované výrobky. Naopak napodobuje specifickou stravu lovce – sběrače, včetně napodobení rozložení makroživin. Do jídelníčku se zařazuje hlavně maso, vejce, zdravé oleje, ořechy, čerstvé ovoce a zelenina. Konzumují se nejčerstvější potraviny z dostupných rostlinných i živočišných zdrojů, které jsou ze své podstaty zdravé a v množství, ve kterém byly dostupné ve volné přírodě. [22, 23]

Paleo strava poskytuje spoustu antioxidantů, vlákniny, vitamínů, vysoký obsah nenasycených mastných kyselin, má nižší poměr  $\omega$ -6 k  $\omega$ -3 mastným kyselinám a nižší obsah sodíku. Dodržování této diety ale přináší potenciální riziko vzniku nedostatku vitamínu D, vápníku a jódu. Paleo strava má vysoký obsah bílkovin (20–35 % z celkového denního příjmu energie), střední obsah tuků a sacharidů (22–40 % z celkového denního příjmu energie). [23]

Studie prokázaly prospěšné účinky paleo stravy ve zlepšení metabolického syndromu, zvýšení citlivosti na inzulín, snížení kardiovaskulárních rizikových faktorů, zvýšení sytosti a prospěšné složení střevního mikrobiomu. Pomocí paleo stravy dochází i ke snižování tělesné hmotnosti tuku. Mezi problémy lidí, kteří dodržují tuto dietu, patří snížené odhodlání ji dodržovat, horší chuť jídla a vysoká cena potravin. [23]

Tento směr vychází z předpokladu, že ideálního fungování organismu se dosáhne napodobením životních podmínek (včetně zásob a množství potravy) pro které bylo lidstvo vytvořeno, avšak to se přizpůsobilo během vývoje. Během lidské evoluce, z 99 % lidé lovili a shromažďovali jídla z divoké přírody. [22]

Dnes již nemáme k dispozici potraviny s takovou hustotou živin, jako dříve. Existují zde problémy, které zahrnují ryby a jejich expozice těžkým kovům, dopady jiných kontaminantů na potraviny či používání potravinových doplňků. [22]

## **2.6 Nízkosacharidová strava**

Při nízkosacharidové stravě se vynechává drtivá většina sacharidů a naopak je povoleno jíst velké množství tuků. Strava bez sacharidů zapříčiňuje rychlý úbytek na váze, sníženou potřebu inzulínu a příznivé změny biomarkerů, například snížení hladiny hemoglobinu A1c v séru u pacientů trpících diabetem 2. typu. Naopak se nepříznivě zvyšuje hladina cholesterolu a lipoproteinů s nízkou hustotou. [24]

## 3 Základní složky výživy

### 3.1 Bílkoviny

Bílkoviny jsou složeny z aminokyselin, které jsou tvořeny z asymetrického atomu uhlíku s navázanou aminoskupinou, karboxylovou skupinou a postranním řetězcem. Existuje 20 druhů aminokyselin pro výrobu proteinů, které můžeme najít v lidském organismu. Jejich struktura vede ke vzniku dvou izoform, D a L. Pouze L-aminokyseliny tvoří proteiny, které se nacházejí v lidském těle. D-formu můžeme najít v rostlinách, bakteriích a vznikají při tepelné úpravě potravy. [3, 25]

Každá aminokyselina obsahuje nejméně dvě ionizovatelné skupiny. Aminoskupinu, která může přijímat  $H^+$  ionty, zatímco karboxylová skupina je schopna odštěpit ion  $H^+$ . Aminokyseliny od sebe rozlišují postranní řetězce. [3, 25]

Aminokyseliny v organismu můžeme dělit na esenciální, jako třeba leucin, izoleucin, lyzin, fenylalanin či tryptofan, které se nedají získat jinak než potravou, a neesenciální aminokyseliny, ke kterým patří glycin, alanin nebo glutamin, které si může organismus sám vytvořit. [26]

Podle náboje při pH 7,4 můžeme aminokyseliny dělit na kyselé, zásadité a neutrální. Kyselina asparagová a glutamová, kyselé aminokyseliny, obsahují dvě karboxylové skupiny, zatímco histidin, lyzin a arginin, patří k zásaditým aminokyselinám, mají více aminoskupin. [25]

Aminokyseliny můžeme dělit podle vlastnosti jejich postranních řetězců na neutrální, rozvětvené, aromatické, hydroxylové, sírové a již výše zmíněné kyselé nebo zásadité. [27]

Aminokyseliny se také podílejí na tvorbě močoviny. Zejména ornitin, citrulin a argininosukcinát. Tyrosin se podílí na syntéze hormonů štítné žlázy, glutamát se uplatňuje při syntéze neurotransmiterů. [26]

Dvě sousední aminokyseliny v proteinech jsou spojeny peptidovými ( $-CO-NH-$ ) vazbami. Peptidová vazba je mezi  $\alpha$ -karboxylem jedné aminokyseliny a  $\alpha$ -aminoskupinou druhé aminokyseliny. [25]

Dvě aminokyseliny spojené peptidovou vazbou tvoří dipeptid, tři aminokyseliny tripeptid, proteiny tvoří obvykle 50–2500 aminokyselin. Proteiny charakterizuje číslo a pořadí sekvence. [3]

### 3.1.1 Struktura

Charakteristika proteinů je určena jejich strukturou, která se dělí na 4 úrovně – primární, sekundární, terciární a kvartérní. [25]

- **Primární struktura**

Primární struktura udává počet a pořadí aminokyselin v proteinu, které se spojují do řetězců podle geneticky určené informace v molekule DNA, která je determinována seřazením nukleotidových bází. Blízké řetězce aminokyselin se spojují a mohou být rozvětveny pomocí jiných vazeb, například disulfidových. [3, 25, 27]

Tripletových kombinací adeninu, guaninu, thyminu a cytosinu existuje 64 a kódují jednu z dvaceti aminokyselin, která se využívá pro proteosyntézu nebo vznik či ukončení čtení genetického kódu. Někdy dochází k situaci, kdy je stop kodón UGA v řetězci RNA změněn a čten jako selenocystein. Tuto aminokyselinu obsahuje jen velmi malé množství proteinů. [25]

- **Sekundární struktura**

Sekundární struktura vzniká složením řetězce do specifické prostorové konformace, ke které dochází spontánně. Je předvídatelná v závislosti na sekvenci aminokyselin v polypeptidu. Dochází ke spojování postranních řetězců pomocí vodíkových vazeb, tvorbě kovalentních vazeb mezi aminokyselinami a karboxylovými skupinami a mezi atomy síry v aminokyselinách obsahujících síru a rozmístění hydrofobních a hydrofilních skupin. [3]

V polypeptidovém řetězci se vyskytuje  $\alpha$ -helix, kde jsou polypeptidy složeny ve formě spirálovitého řetězce díky tvorbě vodíkových můstků. Druhým uspořádáním je  $\beta$ -skládaný list, kde jsou polypeptidové řetězce vedle sebe a tvoří tak vlnitý povrch, vlásenky a smyčky. To jsou oblasti, kde části polypeptidového řetězce tvoří těsné ohyby a náhodné cívky, ve kterých se těžko rozpozná struktura. Náhodná struktura je vždy stejná pro jeden protein. [3]

- **Terciární struktura**

K terciární struktuře mohou vést chemické vlastnosti postranních řetězců. Stočení peptidového řetězce okolo vlastní osy dává vzniku terciární struktuře, která může mít podobu globulární (kulovitou, např. globulin) nebo fibrilární (vláknitou, např. keratin). [25, 27]



- **Kvartérní struktura**

Když se spojí několik terciárních struktur, které leží v těsné blízkosti a jsou navzájem spojené, jedná se o kvartérní strukturu. Tím nám vznikne jeden funkční celek. [3, 25]

Pokud dojde k poškození struktury proteinů, dojde k poruše fyziologické funkce. K poškození dojde například denaturací tepelným zpracováním, změnami pH a enzymatickou degradací. [27]

### **3.1.2 Funkce**

Nejvýznamnější úlohou proteinů je, že tvoří základní strukturu živého organismu. Bílkoviny tvoří zhruba 17 % tělesné hmotnosti, jsou součástí svalů, vazů, kůže a vnitřních orgánů. Jsou základní složkou mnoha molekul, například hormonů (inzulín, růstový hormon, adrenokortikotropní hormon), zásobních proteinů (ferritin, hemosiderin), transportních proteinů (transferin, laktoferin, hemoglobin, myoglobin, ceruloplasmin), lipoproteinů, myofibrinů, kolagenu, keratinu, elastinu a mukoproteinu. Jsou součástí receptorů pro inzulín a vitamín D, součástí imunitní obrany ve formě imunoglobulinů, cytokinů a C-reaktivního proteinu, kontraktilních proteinů (aktin, myozin) a enzymů (ribonukleáza, trypsin, peptidáza). [25, 27]

### **3.1.3 Zdroje v potravě**

V potravě přijímáme bílkoviny živočišného i rostlinného původu, přičemž by měly převažovat bílkoviny živočišné, jejichž kvalita je vyšší. Mezi živočišné zdroje bílkovin patří mléko a mléčné výrobky (tvaroh, jogurt, kefír), maso (kuře, krůta, libové hovězí maso), ryby, sýry a vejce. K rostlinným zdrojům můžeme přiřadit luštěniny (hrách, fazole, čočka), sójové boby a ořechy. [28, 29]

## **3.2 Sacharidy**

### **3.2.1 Struktura**

Obecný molekulární vzorec sacharidů je  $(\text{CH}_2\text{O})_n$ , přičemž  $n$  značí počet atomů uhlíku a na každý atom uhlíku je navázána skupina H a skupina OH. Monosacharidy díky asymetrickým skupinám atomů kolem uhlíku, mohou tvořit izomery. Velká část monosacharidů, vyskytujících se v organismu, jsou D-izomery, které stáčí rovinu polarizovaného světla doprava. [3, 26]

### 3.2.2 Rozdělení

Sacharidy můžeme dělit do tří velkých skupin na monosacharidy, disacharidy a polysacharidy. Mezi monosacharidy, jinak nazývané jednoduché cukry, můžeme zařadit triózy (se třemi atomy uhlíku), tetrózy (se čtyřmi), pentózy (s pěti) nebo hexózy (se šesti). [26]

Monosacharidy se spojují za vzniku disacharidů, například spojení glukózy a fruktózy ve formě sacharózy, či spojení galaktózy a glukózy ve formě laktózy, případně polysacharidů, ke kterým patří glykogen a škrob, jenž jsou polymery glukózy. [26]

V rostlinách je hlavním zásobním sacharidem škrob, který je tvořen různými nerozvětvenými řetězci  $\alpha$ -D-glukózy spolu s rozvětvenými řetězci 24–30 glukózových molekul. Hlavním živočišným zásobním sacharidem je glykogen, který můžeme najít zejména ve svalech a játrech. Glykogen má obdobné složení jako škrob, avšak je mnohem více větvený s proměnnou molekulovou hmotností. [3]

### 3.2.3 Funkce

Sacharidy jsou nejvýznamnějším zdrojem energie pro organismus. Monosacharidy mají funkci strukturální, například ribóza, pentózový monosacharid, která je součástí kyseliny ribonukleové. Dále mají funkční roli, například mannóza, aldohexózový monosacharid, který se zapojuje do glykosylace proteinů. Triózy (glyceraldehyd) se účastní intermediárního metabolismu, kde mají důležitou roli při glykolýze a pentózy v pentózovém cyklu. Glukóza je hlavním cukrem obíhajícím v krvi a energetickým substrátem pro červené a bílé krvinky, ledviny, periferní nervy a mozek. [3, 26, 30]

Komplexní sacharidy brání náhlému zvýšení hladiny glukózy v krvi a snižují riziko vzniku chronických onemocnění – obezity, cukrovky, kardiovaskulárních onemocnění a rakoviny tlustého střeva. [28]

### 3.2.4 Zdroje v potravě

Sacharidy můžeme mimo jiné rozdělit na jednoduché a komplexní sacharidy. Jednoduché sacharidy se dostanou do krevního oběhu velmi rychle, na rozdíl od komplexních sacharidů, které se do systému dostávají mnohem pomaleji. Jednoduché sacharidy můžeme najít v bílém a hnědém cukru, kukuřičném sirupu, medu, melase a ovoci. Komplexní sacharidy můžeme najít v chlebu, obilovinách, těstovinách, kukuřici, bramborách, cizrně, čočce, fazolích, batátech či v některých druzích zeleniny (rajčata, mrkev, papriky). [28, 30]

## 3.3 Tuky

### 3.3.1 Struktura

Tuky se od bílkovin a sacharidů liší zejména v rozpustnosti ve vodě, kde jsou tuky špatně rozpustné. Naopak dobře rozpustné jsou v organických rozpouštědlech (ether, aceton). Tuky, obdobně jako sacharidy, jsou složeny z uhlíku, vodíku a kyslíku. Liší se však poměrem atomů kyslíku k uhlíku. [3]

Mastné kyseliny jsou tvořeny řetězci atomů uhlíku, kde na jednom konci je vázána karboxylová skupina (COOH). [3]

### 3.3.2 Rozdělení

K biologicky významným tukům můžeme zařadit mastné kyseliny, triglyceridy, fosfolipidy a steroly. [26]

- **Mastné kyseliny**

Mastné kyseliny se dělí dle přítomnosti dvojných vazeb na nasycené a nenasycené. Mezi dvě nejčastější mastné nasycené kyseliny, které se vyskytují v živočišných buňkách, patří kyselina palmitová a kyselina stearová. K nenasyceným mastným kyselinám můžeme přiřadit kyselinu olejovou, linolovou a arachidonovou. [3, 26]

Dále mastné kyseliny dělíme podle délky jejich řetězce (mastné kyseliny vyskytující se přirozeně, mají vždy sudý počet atomů uhlíků) a dle polohy první dvojně vazby od konce bez karboxylové skupiny. Hlavní tři skupiny se nazývají n-3 (někdy  $\omega$ -3), n-6 a n-9. [3, 26]

- **Triglyceridy**

Základem triglyceridů je molekula glycerolu, který se skládá ze tří atomů uhlíku, kdy je na každém navázána skupina -OH. Tyto skupiny vytvářejí vazby s karboxylovými skupinami mastných kyselin za tvorby triglyceridů. [3]

- **Fosfolipidy**

Struktura fosfolipidu vychází ze sloučeniny glycerol-3-fosfátu. V molekule fosfolipidu jsou hydroxylové skupiny glycerolu na prvním a druhém atomu uhlíku esterifikovány mastnými kyselinami a hydroxylová skupina na třetím atomu uhlíku je esterifikovaná kyselinou fosforečnou. Takto nám vznikne kyselina fosfatidová a po přidání další skupiny (cholin, serin, inositol) nám vzniká fosfolipid. [3]

- **Steroly**

Mezi steroidy se řadí steroly, jejichž jádro je tvořeno čtyřmi navzájem propojenými kruhy atomů uhlíku. Hydrofilní vlastnosti má -OH skupina na rozdíl od uhlíkového jádra, které je lipofilní. [3, 26]

### **3.3.3 Funkce**

Mastné kyseliny jsou velmi důležité pro správný růst, zdraví srdce a kůže. Kyselina arachidonová se účastní jako meziprodukt při tvorbě prostaglandinů, které jsou součástí koagulační reakce, stahu hladkého svalstva, rozšíření cév a při zánětech.  $\omega$ -3 mastné kyseliny jsou významné svými schopnostmi tlumit zánětlivé procesy a jsou součástí buněčných membrán. Triglyceridy tvoří zásobní formu energie ve formě tukové tkáně. Nejdůležitější funkce fosfolipidů spočívá ve vytváření buněčných membrán, kde se uplatňují hydrofilní vlastnosti glycerolfosfátu a hydrofobní vlastnosti mastné kyseliny. Steroly se podílejí na stabilizaci buněčných membrán a tvorbě hormonů (ženské a mužské pohlavní hormony, kortikosteroidy). [3, 26, 28]

Konzumace nedostatečného množství tuku způsobuje využití bílkovin jako zdroje energie, sníženou vstřebatelnost vitamínů rozpustných v tucích a negativně ovlivňuje růst a vývoj u dětí. [28]

### **3.3.4 Zdroje v potravě**

Tuky se nacházejí ve vaječném žloutku, v olejích (sójový, slunečnicový, řepkový), v sádle, v masě (hovězí), semínkách, mléčných výrobcích (majonéza, máslo, margarín, sýr) a v rybách a rybích produktech, které jsou významným zdrojem  $\omega$ -mastných kyselin. [31–33]

## 4 Mikroživiny

Ve 21. století je nadměrná spotřeba mikroživin organismem spojená s rizikem jejich nedostatků. Tyto nedostatky mohou vznikat v důsledku nedostatečného příjmu mikroživin v potravě nebo ve spojení s fyziologickým či metabolickým poškozením. Mikroživiny jsou potřeba pro velké množství biochemických a fyziologických funkcí, jako jsou koenzymy v klíčových metabolických reakcích, antioxidanty, složky a kofaktory pro enzymy, strukturální složky tkání a jako modulátory genové transkripce. Jejich hladiny jsou přísně regulovány homeostatickými procesy (které ovlivňují absorpci, transport, skladování, použití a vylučování mikroživin). Jejich nadbytek může být stejně škodlivý jako jejich nedostatek. [34]

Doplňky výživy, obsahující vitamíny a minerály, se používají pro optimalizaci zdraví a výkonnosti zdravých jedinců. Studie multivitaminových doplňků neprokázaly ochranu zdraví, naopak se zvýšila úmrtnost kvůli různým příčinám. Dostatečné množství mikroživin je optimální získávat z nutričně vyvážené stravy. [34]

### 4.1 Vitamíny

Vitamíny jsou nepostradatelné pro lidské zdraví. Přidávání vitamínů do potravin nebo doplňků stravy pomáhá jedincům, kteří nepřijímají dostatečné množství vitamínů v potravě, udržet jejich dostatek či doplnit zásoby. Nadměrné zásoby však nemají žádný přínos. [2, 35]

Protože lidský organismus není schopen produkovat vitamíny sám (výjimku tvoří vitamín D), je nutné je přijímat v potravě. Při zpracování a skladování potravin je mnoho vitamínů citlivých na teplo a snadněji dochází k jejich rozkladu. [35]

Mezi funkce vitamínů patří usnadnění metabolismu tuků a sacharidů, jsou to kofaktory mnoha enzymů a některé mají antioxidační účinky. [35]

Pro lidský organismus je třeba 13 základních vitamínů – 9 rozpustných ve vodě a 4 rozpustné v tucích. [34]

#### 4.1.1 Vitamíny rozpustné v tucích

- **Vitamín A**

Vitamín A je nezbytný pro správnou funkci zrakových pigmentů, imunitního systému, genovou expresi, diferenciaci buněk a má antioxidační účinky. Jeho nedostatky vedou ke slepotě (nejčastěji dětská, která vede k úmrtí), zvýšenému riziku infekčních chorob a ke

xeroftalmii, která bývá nejčastější příčinou slepoty. Xeroftalmie je popisována patologickou suchostí spojivky a rohovky. [34, 36, 37]

- **Vitamín D**

Za zrání buněk v tenkém střevě a sekreci inzulínu může vitamín D neboli kalciferol. Vitamín D má významnou roli pro udržování mineralizace kostí a zubů, svalové kontrakce, což je ovlivněno úkolem vitamínu D v homeostáze vápníku v plazmě. Inhibuje progresi rakovin a některých autoimunitních onemocnění a má pozitivní vliv na kardiovaskulární, dermatologický a imunitní systém. Nedostatek vede ke křivici (špatná mineralizace kostí) a osteomalacii (demineralizace kostí). [34, 38]

- **Vitamín E ( tokoferol)**

Vitamín E je významný antioxidant zejména v buněčných membránách a jeho nedostatek je velmi vzácný. Vychytává volné radikály, čímž se snižuje oxidační stres a chrání DNA a LDL před peroxidací lipidů. Pokud se objeví nedostatek, je doprovázen závažnými neurologickými dysfunkcemi (Alzheimerova choroba), kardiovaskulárními nemocemi a rakovinou. [34, 38]

- **Vitamín K**

Význam vitamínu K spočívá především v tom, že působí jako kofaktor pro enzymy srážení krve, kde se účastní posttranslační karboxylace glutamylových zbytků v plazmatických srážlivých proteinových faktorech II, VII, IX a X v koagulační kaskádě. Dále přispívá k protizánětlivým účinkům, správné stavbě kostí a funkci, homeostáze glukózy a cévnímu zdraví. Nedostatek se projeví poruchou srážení krve a hemoragickým onemocněním. [34, 38]

#### **4.1.2 Vitamíny rozpustné ve vodě**

- **Vitamín C (kyselina askorbová)**

Vitamín C je důležitým antioxidantem v těle, podporuje vstřebávání železa, syntézu kolagenu a produkci noradrenalinu. Naopak inhibuje tvorbu nitrosaminů v žaludku. Kurděže, onemocnění způsobené nedostatkem vitamínu C, se projevuje zhoršeným hojením ran, ztrátou zubního cementu a subkutánním (podkožním) krvácením. [34]

- **Vitamín B1 (thiamin)**

Vitamín B1 ovlivňuje kardiovaskulární, svalový, gastrointestinální, centrální a periferní nervový systém. V mozku způsobuje drobné zhoršení oxidačního metabolismu, neurodegradaci, která byla pozorována u Alzheimerovy, Parkinsonovy a Huntingtonovy choroby. Nedostatek způsobuje nemoc beri-beri, kde dojde k poškození periferních nervů, a Wernicke-Korsakovův syndrom, kde se poškodí centrální nervy. [34, 39]

- **Vitamín B2 (riboflavin)**

Vitamín B2 je zapojen do metabolismu sacharidů, bílkovin a tuků, pomáhá uvolňování energie do buněk, je nezbytný pro zdravou kůži a je součástí pigmentů citlivých na modrou barvu v oku. Nedostatek se projevuje záněty ústních koutků, purpurovým jazykem a seboroickou dermatitidou (zarudnutí pokožky, tvorba odlupujících se kousků kůže na místech se zvýšenou funkcí mazových žláz). [40]

- **Niacin**

Niacin se zúčastní metabolické dráhy sacharidů, bílkovin a tuků, je koenzymem při oxidačních a redukčních reakcích a tvoří funkční část  $\text{NAD}^+$  a  $\text{NADP}^+$ . Niacin také snižuje riziko aterosklerózy. Pellagra (fotocitlivá dermatitida, depresivní psychóza) a nervové projevy jsou základní příznaky nedostatku niacinu. [34, 40]

- **Vitamín B6**

Vitamín B6 je nezbytný pro vlastní využití proteinů, účastní se metabolismu homocysteinu, je kofaktorem glykogenfosforylázy, aminotransferáz a dekarboxyláz aminokyselin, účastní se při produkci kortikosteroidních hormonů a snižuje riziko kardiovaskulárních chorob a osteoporózy. Retardovaný růst, alopecie, změny kostí, křeče a anémie jsou časté projevy jeho nedostatku. [34, 40]

- **Vitamín B9 (kyselina listová)**

Vitamín B9 je nezbytný pro tvorbu erytrocytů (chrání organismus před anémiemi a vrozenými vadami). Dále je potřeba pro syntézu nukleových kyselin a pro metabolismus homocysteinu. Vitamín B9 chrání před kardiovaskulárními chorobami a určitými druhy rakoviny. Nedostatek může způsobit megaloblastickou anémii, zvýšenou hladinu homocysteinu, deprese a podráždění a defekty nervové trubice u plodů. [40]

- **Vitamín B12**

Vitamín B12 je potřebný pro tvorbu červených krvinek, syntézu DNA a RNA, je součástí homocysteinového metabolismu, chrání před anémiemi a snižuje riziko kardiovaskulárních chorob. [40]

- **Kyselina pantothenová**

Účastí se metabolismu sacharidů, bílkovin a proteinů a působí velmi příznivě na celkové zdraví. Nedostatek způsobuje neuromotorické poruchy, mentální deprese, trávicí potíže, nespavost, bolesti hlavy a zvýšenou citlivost na inzulín. [34, 40]

- **Biotin**

Biotin je potřebný pro správný metabolismus všech makroživin a zdravé nehty, ve formě koenzymu se účastní karboxylačních reakcí v glukoneogenezi a syntéze mastných kyselin. K projevům nedostatků patří alopecie, deprese, bolesti svalů a dermatitida. [34, 40]

### **4.1.3 Zdroje vitamínů**

Kromě zdrojů vitamínů z potravy, je produkují také mikroby ve střevním mikrobiomu – zejména vitamíny C, K, biotin a vitamíny skupiny B. Avšak tato tvorba vitamínů skupiny B nepokryje potřebný doporučený denní příjem. [35]

B1, B2, B3 se vyskytují hlavně v obilninách, zelenině, maso a kvasnicích. B3 spolu s B6 se vyskytují v ořechách. B9 se vyskytuje hlavně v zelené listové zelenině, kvasnicích a játrech. B12 se nachází hlavně v živočišných zdrojích – maso, mléčné výrobky, ryby a vejce. Kyselina pantothenová je zastoupena ve velkém množství živočišných i rostlinných zdrojů. Vitamín C je hojně zastoupen v citrusech. [38]

Většina množství vitamínu D v těle pochází ze slunečního záření, strava obsahuje pouze 20 % příjmu. Vitamín E se nachází hlavně ve fosfolipidových dvouvrstvách buněčných membrán. Vitamín K je široce zastoupen ve stravě. Vitamín A se nalézá hlavně v ovoci a zelenině ve formě provitamínu. [37, 38]

## **4.2 Minerály**

K životně důležitým patří 16 druhů minerálů, makroprvků a stopových prvků. K základním minerálům patří zejména vápník, fosfor, hořčík, sodík, draslík, železo, zinek, fluor a jód. Mezi esenciální stopové prvky patří měď, chrom, mangan, molybden a selen. Všechny minerály lze získat z pestré stravy. [34, 41, 42]



Minerály se účastní na mnoha procesech v těle, ke kterým patří výroba energie, oxidačně-redukční reakce, přenos signálu, rovnováha elektrolytů, struktura proteinů a enzymatická katalýza. [41]

#### **4.2.1 Vápník**

Vápník je nezbytný pro správnou mineralizaci kostí a zubů, nervový přenos, cévní a svalovou kontrakci a správnou hormonální funkci. Jeho nedostatek doprovází špatný růst s nízkou hustotou kostí. Ve stáří se objevuje osteoporóza. [34, 42]

Vápník můžeme najít v brokolici, luštěninách, mléce a mléčných výrobcích, v tofu a sójovém mléce (kam se vápník přidává) a v rybách. [43]

#### **4.2.2 Fosfor**

Fosfor se účastní metabolismu energie (uložení a přenos) a kostní mineralizace jako hydroxyapatit, ve formě fosfolipidů je součástí biologických membrán, vyskytuje se v nukleotidech a nukleových kyselinách a podílí se na udržování normálního pH. Při nedostatku dochází ke kalcifikaci měkkých tkání, křivici, osteomalacii, bolestem kostí, slabostem svalů a anorexií. [34, 42]

Fosfor se nachází v dýňových semínkách, v brazilských ořeších, luštěninách, v libovém hovězím mase, rybách, drůbeži, vejcích, mléce, mléčných výrobcích a sýru. [43]

#### **4.2.3 Hořčík**

Hořčík se vyskytuje v mnoha buněčných reakcích. Je potřeba k vývoji kostry, regulaci genů a k vedení nervových a svalových vzruchů. K nedostatku dochází pouze při nemoci nebo genetickou poruchou. [34, 42]

Hořčík je obsažen v ořeších a semínkách, luštěninách, listové a zelené zelenině, v mléce a mléčných výrobcích, mořských plodech a čokoládě. [43]

#### **4.2.4 Draslík**

Draslík je hlavní intracelulární elektrolyt. Reguluje osmotický tlak a rovnováhu elektrolytů, je potřeba k normálnímu fungování kardiovaskulárního, dýchacího, trávicího, ledvinového a endokrinního systému, podílí se na energetickém metabolismu, růstu a dělení buněk. Nízký příjem se vyskytuje u hladovění a anorexie. [34, 42]

Draslík je obsažen v čerstvém a sušeném ovoci a zelenině, luštěninách, mase, rybách, mléce, jogurtu a v dýni. [43]

#### **4.2.5 Železo**

Železo je složkou hemoglobinu (transport a skladování kyslíku) a myoglobinu, je potřeba k dýchání buněk a tvorbě energie, k normálnímu růstu a vývoji a imunitní funkci. Nedostatek se projeví anémií z nedostatku železa, bledostí, únavou, nechutenstvím, zvyšuje se riziko infekce (poškození imunitní odpovědi) a u dětí má nepříznivý účinek na psychomotoriku a mentální vývoj. [34, 42]

Železo je obsaženo v dýňových semínkách, ořechách, fazolích a luštěninách, játrech, ústřicích, mušlích, hovězím a jehněčím mase, vejcích, drůbeži, hořké čokoládě a kakaovém prášku. [43]

#### **4.2.6 Zinek**

Zinek se účastní v metabolismu makroživin a nukleových kyselin, je strukturální složkou v mnoha metaloenzymech, zajišťuje integritu buněčných membrán a je důležitý pro hojení ran. Poruchy jsou doprovázeny špatným růstem, špatným hojením ran, retardací růstu, dermatitidou, alopecií, poruchami imunitní funkce a plodnosti. [34, 42]

Zinek se nachází v pšeničných klíčcích, dýňových semínkách, čokoládě, kakaovém prášku, fazolích, houbách, vařených ústřicích, hovězím, vepřovém a jehněčím mase, drůbeži a rybách. [43]

#### **4.2.7 Fluor**

Fluor je ve formě fluorapatitu v zubech a kostech. Při nedostatku se zvyšuje riziko zubního kazu. [34]

Fluor je obsažen ve většině čajů, mořských plodech, v pitné vodě, ve zpracovaných obilninách, pivě, džusu, víně a konzervovaných rybách a měkkýších. [43]

#### **4.2.8 Jód**

Jód je důležitý pro syntézu hormonů štítné žlázy (tyroxinu, trijodtyroninu) a pro normální vývoj mozku. Při nedostatku se zvyšuje riziko infekce, kretenismu a hypothyreózy. [34, 42]

Jód můžeme najít v banánech, brusinkách, sušených švestkách, organických jahodách, organických fazolích, organických bramborách, mořských plodech, mléčných výrobcích (mléko, bio jogurt a sýr), v krutích prsou, vejcích, jodované soli a chlebu. [43]

#### 4.2.9 Metabolismus minerálů

Zvýšená spotřeba určitých stopových prvků může vést k narušení vstřebávání jiných. Pro příklad, železo a zinek společně sdílí transportní mechanismus absorpce a nadbytek jednoho vede ke zhoršení absorpce druhého. [2]

Metabolická zásoba vápníku v extracelulární tekutině (ECT) je velmi nízká v porovnání s velkými kosterními zásobami, které se uvolňují při nedostatečném příjmu z potravy. Naopak pro zinek či minerály rozpustné ve vodě neexistují žádné zásoby a tělo je závislé na dostatečném a pravidelném přísunu z potravy. [34]

Pro vylučování železa neexistuje žádný fyziologický mechanismus a rovnováha je zachovávána regulací jeho vstřebáváním z potravy. Pokud je železa nadbytek, ukládá se do duodenálních mukózních buněk jako feritin. Vitamín C zvyšuje nehemovou absorpci železa, naopak absorpci snižují fenolové sloučeniny, které vážou železo. [34]

## 5 Vlákna

Vlákna má velmi příznivé účinky na zdraví, avšak její příjem do těla je v dnešní době nedostatečný. Celozrnné potraviny obsahují vlákninu díky zachování otrub a klíčků, které se normálně odstraňují při výrobě bílých obilnin. [44]

### 5.1 Struktura

Základem vlákniny jsou polysacharidy se třemi nebo více monomerními jednotkami, které lidským střevem procházejí bez strávení a absorpce. Vlákninové polysacharidy zahrnují neškrobové polysacharidy z ovoce, zeleniny a obilovin, rezistentní oligosacharidy a rezistentní škrob. [45]

### 5.2 Rozdělení

Vlákninu můžeme dělit na rozpustnou a nerozpustnou, které se liší v míře fermentace, kdy rozpustná vláknina je rychle fermentována tlustým střevem, zatímco nerozpustná je fermentována pomaleji v omezeném rozsahu v závislosti na obilovinách a stavbě buněčné stěny. [45]

Nerozpustná vláknina zahrnuje složky buněčné stěny včetně celulózy, hemicelulózy, ligninu a rezistentního škrobu. Rozpustná vláknina se skládá z celulózových polysacharidů, jako jsou nestravitelné oligosacharidy, arabinoxylany,  $\beta$ -glukany, některé hemicelulózy, pektiny, gummy, slizy a inulin. [46]

### 5.3 Funkce

Dostatek vlákniny pomáhá předcházet rakovině tlustého střeva, onemocnění srdce, křečovým žilám, cukrovce, obezitě a obstipaci (zácpě) spojenými s bolestmi břicha. Také zkracuje dobu průchodu potravin střevem, zvětšuje objem stolice, fermentuje se koloniálním mikrobiomem v tlustém střevě, kde se zvyšuje minerální absorpce a dochází ke snížení energetického příjmu díky fermentaci, snižuje hladinu celkového cholesterolu nebo LDL cholesterolu v krvi a snižuje postprandiální hladinu glukózy a inzulínu v krvi. [30, 45]

Díky vláknině dochází ke snížení příjmu energie a zvýšené sytosti, což vede ke snížení tělesné hmotnosti a menšímu obvodu pasu. Může za to hlavně pomalejší absorpce živin, prodloužení vyprazdňování žaludku, signalizace produkce hormonů sytosti a potřeba zvýšeného žvýkání. [47]

Rozpustná vláknina absorbuje tekutiny při jejich pohybu v zažívacím traktu, čímž napomáhá udržení vlhkého prostředí v trávicím traktu. Nerozpustná vláknina se účastní na zbavování se odpadů a toxických látek. [30]

Vláknina se neřadí mezi živiny, protože jí lidský organismus nedokáže strávit, ale je v naší potravě důležitá pro prevenci a léčbu onemocnění. [30]

#### **5.4 Zdroje v potravě**

Rozpustnou vlákninu můžeme najít ve fazolích, jablkách, citrusech a výrobcích z ovesných vloček. Nerozpustná vláknina se nachází v zelenině (hrách, kukuřice, zelí, brokolice, brambory) a v celozrnných výrobcích (celozrnné pečivo, celozrnné těstoviny, hnědá rýže). Je doporučováno denně přijmout okolo 25–30 gramů vlákniny. [30]

Kromě přírodních zdrojů se používají i syntetické – polydextróza, hydroxypropylmethylcelulóza nebo cyklodextriny. [46]

## 6 Metabolismus živin

Metabolismus zahrnuje veškeré chemické reakce, které probíhají v živých organismech na buněčné úrovni s cílem udržení života. Metabolické reakce jsou katalyzovány enzymy proteinové povahy. Molekuly vytvářené během metabolických reakcí se nazývají meziprodukty nebo konečné produkty, souhrnně metabolity. Díky metabolismu mohou živé organismy růst, udržovat své strukturní složky a rozmnožovat se. [48]

Přeměnou makroživin (potravy) získává organismus potřebnou energii pro metabolickou homeostázi, termoregulaci, fyzickou aktivitu, stavbu makromolekulárních komponent (proteinů, lipidů, nukleových kyselin, sacharidů), odstranění dusíkatých odpadních látek, biotransformaci cizích chemikálií, k udržení iontových gradientů a pro správnou funkci orgánů. Mikroživiny jsou potřebné k udržení zdraví. Vitamíny se uplatňují zejména ve zprostředkování metabolismu a ve specializovaném metabolismu určitých orgánů. [4, 26, 48]

Metabolismus se dělí do dvou kategorií – katabolismus a anabolismus. Katabolismus uvolňuje energii rozkladem složitých organických látek buněčným dýcháním. Anabolismus spotřebovává energii k biosyntéze (vzniku makromolekul, například proteinů a nukleových kyselin). Tyto dva procesy jsou vzájemně propojeny prostřednictvím kofaktorů, především nikotinamidadeninukleotidofostátu ( $\text{NADP}^+$ ), nikotinamidadeninukleotidu ( $\text{NAD}^+$ ), adenosintrifosfátu (ATP), adenosindifosfátu (ADP) a adenosinmonofosfátu (AMP). Nerovnováhou těchto cest vzniká kachexie nebo obezita. [4, 48, 49]

Energie je přenášena vysoce energetickými fosfátovými skupinami, včetně ATP, guanosintrifosfátem (GTP) a kreatinfosfátem a hydridovými iontovými nosiči, zahrnující redukované pyridinové kofaktory ( $\text{NAD(P)H}$ ) a redukovaný flavinadeninukleotid ( $\text{FADH}_2$ ), které se účastní buněčného dýchání. Energie je získávána ze sloučenin, které jsou bohaté na energii, ke kterým patří bílkoviny, sacharidy a tuky. Biochemické procesy se odehrávají v cytoplazmě nebo v mitochondriích, kde jsou tyto interakce regulovány transportéry v mitochondriální membráně. [4, 49]

Aminokyseliny, sacharidy a lipidy jsou substráty, které poskytují acetyl-CoA, který je využíván v mnoha biochemických dráhách jako je Krebsův cyklus (k produkci vody, oxidu uhličitého a energie), biosyntéza cholesterolu, žlučových kyselin, vitamínu D3 a steroidních hormonů (estrogen, progesteron, testosteron), syntéza ketonových tělísek (aceton, kyselina

$\beta$ -hydroxymáselná, kyselina acetoctová) a syntéza acetylcholinu (přenašeč nervových impulsů). [49]

## **6.1 Energetická bilance**

Energetická bilance obsahuje dvě složky, energetický příjem (zahrnuje konzumaci potravy) a energetický výdej. [50]

Výdej energie se rovná součtu celkového denního výdeje a změnám v zásobách tělesné energie (náhrada tělesné tkáně ve dvou částech, hmota bez tuku a tuková hmota). Příjem energie je nezbytný pro udržení hmotnosti, proto se energetické požadavky rovnají celkovému energetickému výdeji. [51]

Celkový denní energetický výdej se dělí na energii vydávanou za klidu (bazální metabolismus), energii v reakci na potravu (termogeneze vyvolaná potravou), růstovou složku a energii na fyzické aktivity. Bazální metabolismus představuje 70 % celkové energie. U termogeneze se předpokládá, že tvoří 10–15 % celkové energie. Fyzická aktivita spotřebuje přibližně 22–30 % celkové energie a růstová složka méně než 2 % celkové energie. Energie potřebná na fyzické aktivity se spočítá jako rozdíl mezi celkovou denní energií a bazálním metabolismem. [50, 51]

### **6.1.1 Bazální metabolismus**

Bazální metabolismus je složkou energetického výdeje, která většinou zaujímá největší podíl celkového denního výdeje. Jedná se o minimální metabolickou aktivitu, která je potřeba k udržení života bez ohledu na to, zda člověk spí, odpočívá nebo pracuje. Výpočet bazálního metabolismu se používá ke zjištění požadavků těla na energii. Podle toho si jedinec nastaví množství jídla ke konzumaci. [52]

Nejdůležitějším ukazatelem lidského metabolismu je bazální metabolismus a jeho odchylky jsou spojeny s nepříjemnými zdravotními problémy. Odráží se v něm spojení kardiopulmonální funkce a svalové hmoty, která se vytváří pravidelnou fyzickou aktivitou. [53]

S postupujícím věkem od 20 let se bazální metabolismus snižuje rychlostí 1–2 % za desetiletí. Snižuje se také objem kosterního svalstva, naopak se zvyšuje procento tělesného tuku a množství viscerálního tuku. Bazální metabolismus se také snižuje při dehydrataci organismu. [52]

Z vnitřních faktorů dále bazální metabolismus ovlivňuje tělesné složení (procento tuku, tělesná hmota bez tuku, celková tělesná voda), hladiny hormonů štítné žlázy a katecholaminů, požití potravy, pohlaví, sepse, rakovina a antropometrická měření (stáří, hmotnost, výška, obvod pasu, poměr pas:kyčel). [4, 52, 53]

## **6.2 Metabolismus bílkovin**

### **6.2.1 Proteosyntéza**

Proteiny vznikají syntézou z aminokyselin, která je omezená množstvím esenciálních aminokyselin, které je nutno přijímat ze stravy. [54]

Genetická informace z DNA se přenáší do proteinu pomocí transkripce messengerové RNA a následnou translací na ribozomech, které se účastní transferová RNA. Proces překlada genetické informace do proteinů je tvořen třemi částmi – iniciace, elongace a ukončení. Proteiny mohou být modifikovány posttranslačními úpravami, které způsobují, že množství proteinů je metabolicky aktivních. Tyto úpravy zahrnují proteolytické štěpení, acetylaci, hydroxylaci, fosforylaci, metylaci, glykosylaci nebo přidání nukleotidů. [55]

### **6.2.2 Proteolýza**

Při nedostatku sacharidů mohou být některé proteiny štěpeny na aminokyseliny, které se využívají pro přeměnu na sacharidy (glukoneogeneze). Ty se dodají tkáním závislým na glukóze. Proteiny nejsou určené pro ukládání a dodávání energie, ale v katabolických stavech při vyčerpání sacharidů slouží jako zásoba sacharidů. Dále mohou být aminokyseliny využity pro tvorbu tkáňové energie prostřednictvím Krebsova cyklu (během hladovění) nebo pro přeměnu na volné mastné kyseliny. [4, 54]

### **6.2.3 Oxidační deaminace aminokyselin**

Deaminace aminokyselin (odstranění aminoskupiny) probíhá na ketonové kyseliny, čímž dojde ke vzniku nové aminokyseliny a k této reakci dochází do té doby, než se vytvoří glutamát a aspartát. Glutamát-dehydrogenáza převede glutamát na amoniak, který se ve formě močoviny (která vzniká v játrech v ornitinovém cyklu) vylučuje močí. [54, 56]

### **6.2.4 Vylučování dusíkatých látek**

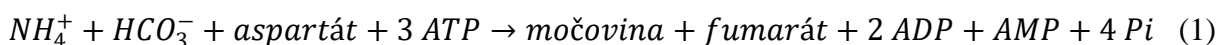
Amoniak je pro organismus vysoce toxický a mírné trvalé zvýšení může vyvolat encefalopatii. Hlavní podíl (80 %) vylučovaného dusíku je ve formě močoviny. V malých



množstvích se dusík vylučuje jako amoniak, kyselina močová, kreatinin a některé volné aminokyseliny. [55]

Aminoskupina se z aminokyseliny odstraní oxidační deaminací (vznik amoniaku, keto kyseliny), transaminací (aminoskupina je navázána na keto kyselinu) nebo dehydratací (po odstranění vody zůstává nestabilní meziprodukt, který hydrolyzuje za vzniku amoniaku a  $\alpha$ -keto kyseliny). [55]

Transaminázy katalyzují přenos aminoskupin do glutamátu, který je pak deaminován glutamátdehydrogenázou nebo je aminoskupina transaminována na oxalacetát, což vede ke vzniku aspartátu a  $\alpha$ -ketoglutarátu. Oxid uhličitý ve formě hydrogenuhličitanu, amonný ion z deaminace glutaminu, z glutamátu nebo z amoniaku, a aspartát se stávají výchozími látkami pro syntézu močoviny v játrech. Následná ilustrace souhrnně ukazuje celkovou stechiometrii pro ornitinový cyklus. [57]



### 6.2.5 Regulace

V každodenní regulaci metabolismu bílkovin má hlavní roli inzulín, růstový hormon a růstový faktor podobný inzulínu I (IGF-I). Inzulín zabraňuje proteolýze, růstový hormon podněcuje proteosyntézu. Po nočním hladovění IGF-I inhibuje proteolýzu, při konzumaci jídla stimuluje proteosyntézu. [58]

Během růstového období organismu hraje důležitou roli růstový hormon a testosteron, které jsou nezbytné k zachování tělesných bílkovin v dospělosti. Pro správný růst a vývoj jsou nezbytné hormony štítné žlázy. Glukagon, glukokortikoidy a adrenalin jsou zvýšené při katabolických stavech a společně způsobují zvýšenou proteolýzu a zvýšení absorpce aminokyselin v játrech pro glukoneogenezi. Glukokortikoidy přispívají ke zmenšení svalové hmoty, glukagon způsobuje zvýšený příjem aminokyselin a adrenalin může mít anabolický efekt na metabolismus bílkovin. [58]

Potrava s esenciálními aminokyselinami a cvičení jsou nejsilnějšími povzbuzovači syntézy bílkovin a spolu působí na podporu svalové hmoty proteosyntézou a inhibicí proteolýzy. Hladovění, pokročilé stádium nemoci a sepse způsobuje rozklad proteinů, ale také zvýšenou syntézu pro zachování svalové hmoty. [55]

## 6.3 Metabolismus sacharidů

Sacharidy jsou rozpustné, rychle a jednoduše transportovatelné, relativně netoxické a při omezené dostupnosti kyslíku mohou určitou dobu poskytovat energii anaerobně. Ukládají se ve formě glykogenu. Jsou oxidovány jen částečně, proto neobsahují tolik energie jako tuky. [4]

Metabolismus sacharidů probíhá přes glukózu, kdy po vstřebání do buňky pomocí glukózových transportérů je glukóza fosforylována na glukóza-6-fosfát (G6P) enzymem hexokináza. G6P je centrem metabolismu sacharidů a je použita pro glykolýzu, glykogenezi nebo vzniká glykogenolýzou a glukoneogenezí. [4]

Živočichové neprodukuje enzym, který štěpí  $\beta(1,4)$ -glykosidové vazby, které spojují glukózové jednotky v molekule celulózy, a proto nemohou glukózu strávit. Může se ale rozkládat fermentací. [3]

### 6.3.1 Glykolýza

V počáteční fázi je třeba dodat dvě molekuly ATP. Dojde k fosforylaci glukózy hexokinázou a její konverzi na glycerinaldehyd-3-fosfát (G3P). Ve druhé polovině glykolýzy se dvě molekuly G3P mění na pyruvát, čtyři molekuly ADP dají vzniku čtyřem molekulám ATP při reakci s molekulou glukózy a zlomek volné energie se uschová. Protože se v přípravné fázi dvě molekuly ATP spotřebovaly, čistý zisk ATP činí dvě molekuly. Dále vznikají dvě molekuly pyruvátu a dvě NADH. Za aerobních podmínek může vzniknout přibližně 38 molů ATP. [4, 59]

Glukóza se štěpí na pyruvát glykolýzou v cytoplazmatické matici všech buněk a tvoří energii bez využití kyslíku. Pyruvát může jít do mitochondrií, kde se dekarboxyluje na acetyl-CoA, nebo zůstane v cytosolu a redukuje se na laktát (anaerobní podmínky, enzymem laktátdehydrogenázou) pro glukoneogenezi, aby mohl být znovu použit v glykolýze (Coriho cyklus), případně je transaminací převeden na aminokyselinu alanin. O jeho využití rozhoduje tkáň, dostupnost kyslíku a cirkulující hormony. [4, 49, 59]

Glykolýza je podstatou metabolismu cukru v těle. Účastní se na výrobě ATP a NADH, které se používají k tvorbě ATP v dýchacím řetězci. Pro udržení glykolýzy je důležitá regenerace  $\text{NAD}^+$ , která probíhá díky fermentaci laktátu a ethanolu. Při glykolýze vzniká velké množství meziproductových metabolitů, které jsou použity jako prekurzory mnoha biosyntetických drah. [59]

### **6.3.2 Dekarboxylace pyruvátu**

Zde za anaerobních podmínek vznikají dvě molekuly acetyl-CoA (jde do Krebsova cyklu) a dvě molekuly NADH (využití v oxidační fosforylační reakci pro úplnou oxidaci glukózy nebo převedení na citrát). [49]

### **6.3.3 Krebsův cyklus, elektronový transportní řetězec**

Jedná se o oxidační cestu, která probíhá v mitochondriích za přítomnosti kyslíku. Během Krebsova cyklu se degradují dva pyruváty z glykolýzy, které se oxidativně dekarboxylují na acetyl-CoA. Ten reaguje s oxalacetátem za vzniku citrátu. V dalších reakcích dojde k obnově oxalacetátu a vzniku dvou molekul oxidu uhličitého. Během procesu se vytváří mnoho meziproductů (oxoglutarát, malát, fumarát). [49, 56]

Uvolní se jejich energie ve formě dvou GTP, šesti NADH a dvou FADH<sub>2</sub>. NADH a FADH<sub>2</sub> se spotřebují v procesu dýchacího řetězce mitochondrií, kde uvolní svůj vodík za vzniku vody. Koncové produkty úplné oxidace glukózy jsou dva odpadní produkty (oxid uhličitý, voda) a energie. Během dýchacího řetězce se získají z jednoho NADH tři moly ATP, energie jednoho FADH<sub>2</sub> odpovídá dvěma molům ATP. V porovnání je aerobní metabolismus 19x účinnější než anaerobní. [49]

### **6.3.4 Glukoneogeneze**

Při glukoneogenezi vzniká glukóza z necukerných zdrojů a je typická pro katabolické stavy (postprandiální, hladovění, cvičení). Pro syntézu glukózy se používá pyruvát, laktát, alanin, glutamin nebo glycerol. Syntézu nové glukózy regulují hormony, jako je glukagon, inzulin, adrenokortikotropní hormon, a množství substrátu. Glukoneogeneze je zpětný proces glykolýzy vyskytující se v cytoplazmě. Probíhá zejména v játrech, ale i v ledvinách při hladovění a acidóze. [4, 49, 60]

Kromě poskytování glukózy tělu při hladovění a dalších situacích, kdy je příjem sacharidů ze zažívacího traktu snížený a veškeré zásoby glykogenu jsou vyčerpány, také glukoneogeneze reutilizuje laktát a glycerol a poskytuje amoniak v ledvinách pro inhibici acidózy. [60]

### **6.3.5 Glykogeneze, glykogenolýza**

Glykogenezi vzniká glykogen, který slouží k ukládání glukózy v hepatocytech a buňkách kosterního svalstva, kde je uloženo 2/3 z celkových zásob glykogenu. Glykogen

v játrech se využívá pro stabilitu hladiny cukru v krvi. Glykogen ve svalech slouží pouze jako zdroj energie, protože svalové buňky nemají glukóza-6-fosfatázu. [49]

Během glykogenolýzy se glykogen degraduje v játrech a ledvinách, pomocí enzymu glykogenfosforylázy, za vzniku glukózy, pro stabilitu hladiny glukózy v krvi. [49, 56]

### **6.3.6 Regulace**

$\beta$ -buňky v pankreatu vylučují inzulín při zvýšené hladině glukózy v krvi, který podnítl příjem glukózy z krve, jaterní glykogenezi a glykolýzu, což vede ke snížení hladiny glukózy v krvi. Inzulín inhibuje glykogenolýzu a glukoneogenezi, aby nedocházelo ke vzniku glukózy. Katecholaminy, kortizol a růstový hormon podněcují jaterní glykogenolýzu a glukoneogenezi. Glukagon zvyšuje hladinu glukózy prostřednictvím produkce glukózy v játrech a inhibicí anabolických drah. [4, 59]

## **6.4 Metabolismus tuků**

Tuky fungují jako hlavní zdroj energie. Jsou nerozpustné ve vodě, transportují se přes albumin a nemohou anaerobně poskytovat energii (nelze využít v erythrocytech a ledvinách). Neprojdou přes hematoencefalickou bariéru, takže nemohou poskytovat energii centrální nervové soustavě. [4]

Esterifikací tří mastných kyselin na glycerol vznikají velmi hydrofobní triacylglyceroly (TAG), které se ukládají jako zásoba energie. Při transportu jsou TAG nesené v hydrofobním jádru lipoproteinů bohatých na TAG. K mobilizaci dochází při katabolických stavech (hladovění, cvičení). Tuková tkáň obsahuje nejvíce TAG, kdy při lipolýze působením lipázových enzymů (hormon senzitivní lipáza) vznikají tři mastné kyseliny, pro produkci ADP, a glycerol, který je využit pro glukoneogenezi v játrech. [4]

### **6.4.1 Lipogeneze, lipolýza**

V přítomnosti nadbytku glukózy dochází k syntéze volných mastných kyselin, která se odehrává hlavně v játrech a případně v tukové tkáni. Tím se podnítl sekrece inzulínu, což stimuluje glykolýzu. Zvýší se tvorba acetyl-CoA, který prostupuje z mitochondrií do cytoplazmy, kde se převádí na malonyl-CoA a nakonec na mastnou kyselinu. Podobně funguje zvýšení hladiny citrátů ze zvýšeného obratu z Krebsova cyklu. [54, 56]

Tři mastné kyseliny jsou esterifikovány na glycerolfosfát, čímž vznikne TAG, který je transportován pomocí lipoproteinů do tukové tkáně k uskladnění. [4]

Při lipolýze dochází k rozpadu triacylglycerolů, kdy vzniká volná mastná kyselina a glycerol. Zvýšená lipolýza tukových zásob je důsledkem růstového hormonu, glukokortikoidů nebo adrenalinu, který stimuluje triacylglycerol lipázu. [54]

### **6.4.2 $\beta$ -oxidace**

$\beta$ -oxidace je první ze tří procesů metabolismu mastných kyselin, který probíhá v mitochondriích a peroxizomech. Řetězce s krátkou nebo střední délkou se dostávají přímo do mitochondrií, zatímco s dlouhým řetězcem musí být navázány na karnitin. Následuje Krebsův cyklus, kde se acetyl-CoA oxiduje na oxid uhličitý a elektronový transportní systém. [59]

Metabolismus mastných kyselin probíhá cestou  $\beta$ -oxidace, kde jsou dva uhlíkové fragmenty odštěpeny z řetězce mastných kyselin a toto se opakuje do té doby, dokud se celá mastná kyselina nerozdělí na několik acetyl-CoA, NADH a FADH<sub>2</sub>. Acetyl-CoA jde dále do Krebsova cyklu. NADH a FADH<sub>2</sub> jsou oxidovány v elektronovém transportním řetězci a vedou ke vzniku velkého množství ATP. [4, 56]

### **6.4.3 Vznik keto látek**

Zvýšená lipolýza zapříčiňuje  $\beta$ -oxidaci s nadbytkem volných mastných kyselin. To vede k velkému množství acetyl-CoA a vzniku ketonových sloučenin (kyselina acetoctová, kyselina  $\beta$ -hydroxymáselná), které se syntetizují v játrech. Ketonové sloučeniny jsou okrajově využívány kosterním svalstvem, srdcem, ledvinami a mozkovou či nervovou tkání. Toto využití se vyskytuje nejčastěji při hladovění nebo patologicky při cukrovce. Ketogeneze probíhá výhradně v játrech, kterým ale chybí způsob pro využití ketonových sloučenin. [4, 54, 56]

### **6.4.4 Regulace**

Jaterní lipogeneze, syntéza TAG a cholesterolu je stimulována inzulínem, naopak ketogeneze je inhibována. Inzulín stimuluje v tukové tkáni lipoproteinovou lipázu, zvyšuje absorpci TAG v plazmě z lipoproteinů bohatých na TAG a inhibuje lipolýzu TAG, čímž dochází ke snížení neesterifikovaných mastných kyselin. Katecholaminy, adrenokortikotropní hormon a zvýšená aktivita sympatiku podněcují lipolýzu tuků a zvyšují hladinu neesterifikovaných mastných kyselin v plazmě. [4]

## 7 Pitný režim

Je nezbytné dodržovat pitný režim, avšak spousta lidí na něj často zapomíná. Druhou nejdůležitější látkou nezbytnou pro zdraví člověka je právě voda, první je kyslík. Živý organismus bez přísunu vody zahyne. Velké množství vody organismus nepoškodí, naopak má prospěšné účinky. [1]

Voda má mnoho funkcí: pomáhá přepravě živin, odstraňuje odpadní produkty, přispívá k regulaci tělesné teploty (pro život je nezbytné, aby teplota těla byla na konstantní úrovni), je univerzálním rozpouštědlem a transportním médiem, je základem veškerých biologických procesů v lidském organismu, ředí škodlivé látky, které se jinak hromadí v těle a pomáhá k jejich vylučování. Voda je nutná pro zajištění optimální funkce každého systému v těle (oběhového, dýchacího, trávicího, endokrinního, imunitního, lymfatického, svalového, nervového, reprodukčního, kosterního a močového). [1, 61]

Na přesné regulaci vodní rovnováhy se podílejí homeostatické mechanismy jak na buněčné úrovni, tak na úrovni celého organismu. Během 24 hodinového období je celková tělesná voda udržována v rozmezí 0,2 %. Změny o velikosti několik stovek mililitrů vedou ke změnám složení iontů v ECT, ke spouštění pocitu žízně a k změnám objemu a tonicity moči. [61]

Bez jídla člověk přežije přibližně 30 až 40 dní na rozdíl od vody, kdy přežije jen pár dní. Aby organismus účinně bojoval proti stresu, je potřeba mít dostatečnou zásobu vody. Voda také snižuje chuť k jídlu a přispívá k metabolizování uloženého tuku. [1]

Denní doporučené množství vypité vody je 8–10 sklenic o objemu 250 ml každý den. Je třeba pít, i když člověk nepocítuje žízeň. To je znamení, že člověk nepil dostatečné množství vody. Při nedostatku se snižuje množství slin v ústech, to vede k suchosti v ústech, která je interpretována jako žízeň. [1]

Ideální je pít čistou vodu. Ta musí být bezpečná bez obsahu bakterií, virů, parazitických prvoků, červů, pesticidů a dalších složek na chemické bázi. Tekutiny se dají doplňovat i nealkoholickými nápoji. Cola, čaj, káva a podobné obsahují kofein a různé konzervační látky, které tělu více škodí, než prospívají. Alkoholické nápoje nejsou dobré pro tělo, protože způsobují útlum centrálního nervového systému, jsou návykové a škodlivé pro játra. [1]

## **8 Faktory ovlivňující výživu**

### **8.1 Vnitřní**

Člověk začne zdravěji jíst z důvodu přesvědčení, že konzumací zdravých potravin předchází nemocem a dalším negativním dopadům na tělo, z obavy o svůj fyzický vzhled, snižování tělesné hmotnosti, zkoušení nových druhů potravin, řešení zdravotních problémů na základě lékařského doporučení, vyhovění ostatním členům domácnosti, pro lepší životní podmínky pro zvířata, kvůli změnám v osobních vztazích, z hlediska dobrých životních podmínek, v reakci na nutriční doporučení a z reakce ze strašení méně zdravými potravinami. Výběr potravin je ovlivňován zájmem spotřebitelů o vizuální vzhled, přitažlivost a oblibu výrobků. [5, 10]

Dalšími překážkami ve změně stravování je nedostatečná vůle, nedostatek času, preference chuti jídla a denní návyky. [11]

### **8.2 Vnější**

Lidé s nízkým příjmem si častěji kupují méně zdravou stravu, protože je to levnější zdroj energie. Zdravá strava je přibližně o 20 % dražší. Méně zdravé potraviny jsou také velmi oblíbené kvůli příjemné chuti. Většina rychlého občerstvení má poměrně špatnou výživovou hodnotu, ale nabízí rychlý a jednoduchý způsob získání jídla. Právě tato strava představuje riziko vzniku chronických onemocnění. [6]

V některých lokalitách není dostatečný přístup ke zdravějším a cenově dostupným potravinám, Platí to především pro venkov, který nemá pohodlný způsob dopravy do supermarketu či velkého obchodu. [6]

Dříve bylo rodinné rozhodování co, kde a s kým se děti stravují. Dnes jídelníček dětí ovlivňují z větší části jejich vrstevníci, dospělí a stravovací instituce nacházející se mimo domov (sociokulturní a demografické faktory). Stejně důležité jsou společenské a kulturní faktory, které ovlivňují jídelníček dětí v domácnostech, školách, institucích a zařízeních péče pro děti. [62]

## 9 Závěr

Ve své bakalářské práci jsem se věnovala charakteristice zdravé stravy, včetně výživových doporučení. Zmínila jsem základy výživy a definici zdraví. Dále jsem se zabývala moderními výživovými směry, základními složkami výživy zahrnující bílkoviny, sacharidy a tuky, metabolismem živin, důležitostí vody v lidském organismu a vnitřními a vnějšími faktory ovlivňující výživu člověka.

Zdravá strava v posledních letech se stává čím dál více populární. Mezi moderní výživové směry patří vegetariánství s vynecháním masa, veganství s vynecháním všech živočišných produktů, raw strava, která se soustředí pouze na tepelně neupravené pokrmy, lowcarb strava, která ze svého jídelníčku vylučuje všechny sacharidy, bezlepková strava, která vynechává lepek (ať už z důvodu nemoci nebo odmítání pokrmů s lepem), paleo strava s jídelníčkem našich předků a bezlaktózová strava, která je vhodná pro lidi s poruchou laktázy.

Mezi základní živiny patří bílkoviny, sacharidy a tuky. Bílkoviny se nacházejí hlavně v mase, mléčných výrobcích, luštěninách a vejcích. Hlavními zdroji sacharidů jsou obiloviny, sladidla (med, třtinový cukr) a ovoce. Potraviny bohaté na tuky jsou oleje, semínka a ořechy. Základem zdravé stravy je mít vyvážený jídelníček s dostatkem všech makroživin, ale i vlákniny. Je třeba dbát na pestrost z důvodu mikroživin – vitamínů a minerálů, které si naše tělo nedokáže syntetizovat (většinu).

Z živin je energie dostávána prostřednictvím metabolismu. Odbouráváním aminokyselin, sacharidů a lipidů získáme acetyl-CoA, který je součástí mnoha biochemických reakcí, zejména Krebsova cyklu, který poskytuje energii. Během Krebsova cyklu se tvoří NADH a FADH<sub>2</sub>, které jdou dále do dýchacího řetězce, kde je z nich uvolněna energie.

Aby si člověk udržel svou váhu, je nutné, aby se jeho energetický příjem (konzumace potravy) rovnal energetickému výdeji. Hlavní složkou energetického výdeje je bazální metabolismus, který je nezbytný k zabezpečení všech životně důležitých procesů v organismu. Na energetickém výdeji se také podílí termoregulace a fyzická aktivita.

Lidi často od zdravé stravy odrazuje cena, nedostatečný přístup ke zdravým potravinám nebo nedostatek času pro přípravu jídel. Fastfoody jsou velmi oblíbené z důvodu rychlého získání jídla, avšak mají nevhodné rozložení makroživin. Naopak se lidé uchylují ke



zdravé stravě ze zdravotních důvodů, z obav o svůj fyzický vzhled nebo aby předcházeli vzniku nemocí.

## 10 Seznam použité literatury

- [1] ROMAS, John A. a Manoj SHARMA. Eating Behavior for Healthy Lifestyles. In: *Practical Stress Management* [online]. Elsevier, 2017 [cit. 2020-03-12], s. 131–154. ISBN 978-0-12-811295-3. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-811295-3.00007-3.
- [2] LEAN, Michael EJ. Principles of human nutrition. *Medicine* [online]. 2019, **47**(3), 140–144. ISSN 1357-3039. Dostupné z: doi:10.1016/j.mpmed.2018.12.014.
- [3] CAMPBELL, Iain. Macronutrients, minerals, vitamins and energy. *Surgery (Oxford)* [online]. 2003, **21**(11), Neoplasia, 288a–288e. ISSN 0263-9319. Dostupné z: doi:10.1383/surg.21.11.288.22294.
- [4] EVANS, Rhys D. a Lisa C. HEATHER. Human metabolism: pathways and clinical aspects. *Surgery (Oxford)* [online]. 2019, **37**(6), 302–309. ISSN 0263-9319. Dostupné z: doi:10.1016/j.mpsur.2019.03.006.
- [5] SAMOGGIA, Antonella a Bettina RIEDEL. Assessment of nutrition-focused mobile apps' influence on consumers' healthy food behaviour and nutrition knowledge. *Food Research International* [online]. 2020, **128**, 108766. ISSN 0963-9969. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodres.2019.108766.
- [6] TEMPLE, Norman J. a Nelia P. STEYN. The cost of a healthy diet: A South African perspective. *Nutrition* [online]. 2011, **27**(5), 505–508. ISSN 0899-9007. Dostupné z: doi:10.1016/j.nut.2010.09.005.
- [7] SCHAKEL, Sally F., Bhaskarani JASTHI, Nancy VAN HEEL a Lisa HARNACK. Adjusting a nutrient database to improve calculation of percent calories from macronutrients. *Journal of Food Composition and Analysis* [online]. 2009, **22**, 32nd National Nutrient Database Conference, S32–S36. ISSN 0889-1575. Dostupné z: doi:10.1016/j.jfca.2008.11.011.
- [8] 3 out of 5 people count calories but ignore macronutrients: Study. *Noida* [online]. 2018 [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: <https://search.proquest.com/docview/2092853947/A2939D8CF811486DPQ/1?accountid=17239>.
- [9] NOCELLA, Giuseppe a Chittur S. SRINIVASAN. Adherence to WHO's nutrition recommendations in the UK: Dietary patterns and policy implications from a national survey. *Food Policy* [online]. 2019, **86**, 101719. ISSN 0306-9192. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodpol.2019.05.002.
- [10] HASLAM, Cheryl, Emma SHERRATT, Michelle HOLDSWORTH, Alan BEARDSWORTH, Teresa KEIL a Jackie GOODE. Social Factors Associated with Self-reported Dietary Change. *Journal of Nutrition Education* [online]. 2000, **32**(6), 296–303. ISSN 0022-3182. Dostupné z: doi:10.1016/S0022-3182(00)70588-7.
- [11] DE MESTRAL, Carlos, Silvia STRINGHINI a Pedro MARQUES-VIDAL. Barriers to healthy eating in Switzerland: A nationwide study. *Clinical Nutrition* [online]. 2016, **35**(6), 1490–1498. ISSN 0261-5614. Dostupné z: doi:10.1016/j.clnu.2016.04.004.

- [12] APOSTU, Mihaela. New Points of View on Concept of Health and Lifestyle. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* [online]. 2013, **92**, Logos Universality Mentality Education Novelty (LUMEN 2013), Iasi, Romania, 10-13 April 2013, 50–54. ISSN 1877-0428. Dostupné z: doi:10.1016/j.sbspro.2013.08.636.
- [13] COSTA, Isabel, Peter Richard GILL, Romana MORDA a Lutfiye ALI. “More than a diet”: A qualitative investigation of young vegan Women’s relationship to food. *Appetite* [online]. 2019, **143**, 104418. ISSN 0195-6663. Dostupné z: doi:10.1016/j.appet.2019.104418.
- [14] MELINA, Vesanto, Winston CRAIG a Susan LEVIN. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* [online]. 2016, **116**(12), 1970–1980. ISSN 2212-2672. Dostupné z: doi:10.1016/j.jand.2016.09.025.
- [15] CRAMER, Holger, Christian S. KESSLER, Tobias SUNDBERG, Matthew J. LEACH, Dania SCHUMANN, Jon ADAMS a Romy LAUCHE. Characteristics of Americans Choosing Vegetarian and Vegan Diets for Health Reasons. *Journal of Nutrition Education and Behavior* [online]. 2017, **49**(7), 561-567.e1. ISSN 1499-4046. Dostupné z: doi:10.1016/j.jneb.2017.04.011.
- [16] HOBBS, Suzanne Havalala. Attitudes, Practices, and Beliefs of Individuals Consuming a Raw Foods Diet. *EXPLORE* [online]. 2005, **1**(4), 272–277. ISSN 1550-8307. Dostupné z: doi:10.1016/j.explore.2005.04.015.
- [17] LINK, Lilli B a Judith S JACOBSON. Factors affecting adherence to a raw vegan diet. *Complementary Therapies in Clinical Practice* [online]. 2008, **14**(1), 53–59. ISSN 1744-3881. Dostupné z: doi:10.1016/j.ctcp.2006.12.005.
- [18] WILSON, Janice. Milk Intolerance: Lactose Intolerance and Cow’s Milk Protein Allergy. *Newborn and Infant Nursing Reviews* [online]. 2005, **5**(4), Problems of Infancy, 203–207. ISSN 1527-3369. Dostupné z: doi:10.1053/j.nainr.2005.08.004.
- [19] SURI, Sheenam, Vikas KUMAR, Rasane PRASAD, Beenu TANWAR, Ankit GOYAL, Sawinder KAUR, Yogesh GAT, Ashwani KUMAR, Jaspreet KAUR a Digvijay SINGH. Considerations for development of lactose-free food. *Journal of Nutrition & Intermediary Metabolism* [online]. 2019, **15**, 27–34. ISSN 2352-3859. Dostupné z: doi:10.1016/j.jnim.2018.11.003.
- [20] GOBBETTI, Marco, Erica PONTONIO, Pasquale FILANNINO, Carlo Giuseppe RIZZELLO, Maria DE ANGELIS a Raffaella DI CAGNO. How to improve the gluten-free diet: The state of the art from a food science perspective. *Food Research International* [online]. 2018, **110**, GF2016 - 4th International Symposium on Gluten-Free food and beverages, 22–32. ISSN 0963-9969. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodres.2017.04.010.
- [21] VICI, Giorgia, Luca BELLI, Massimiliano BIONDI a Valeria POLZONETTI. Gluten free diet and nutrient deficiencies: A review. *Clinical Nutrition* [online]. 2016, **35**(6), 1236–1241. ISSN 0261-5614. Dostupné z: doi:10.1016/j.clnu.2016.05.002.

- [22] BRUMLEY, Clare-Louise. Paleo diets: The contemporary dilemma in Australia. *Advances in Integrative Medicine* [online]. 2015, **2**(2), 117–118. ISSN 2212-9588. Dostupné z: doi:10.1016/j.aimed.2015.07.009.
- [23] FREIRE, Rachel. Scientific evidence of diets for weight loss: Different macronutrient composition, intermittent fasting, and popular diets. *Nutrition* [online]. 2020, **69**, 110549. ISSN 0899-9007. Dostupné z: doi:10.1016/j.nut.2019.07.001.
- [24] O'NEILL, Blair a Paolo RAGGI. The ketogenic diet: Pros and cons. *Atherosclerosis* [online]. 2020, **292**, 119–126. ISSN 0021-9150. Dostupné z: doi:10.1016/j.atherosclerosis.2019.11.021.
- [25] HOLEČEK, Milan. *Regulace metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a aminokyselin*. Grada Publishing a.s., 2006. ISBN 978-80-247-1562-9.
- [26] COSTA-PINTO, Rahul a Dashiell GANTNER. Macronutrients, minerals, vitamins and energy. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine* [online]. 2020 [cit. 2020-02-10]. ISSN 1472-0299. Dostupné z: doi:10.1016/j.mpaic.2019.12.006.
- [27] HAMBRÆUS, Leif. Protein and Amino Acids in Human Nutrition. In: *Reference Module in Biomedical Sciences* [online]. Elsevier, 2014 [cit. 2020-03-28]. ISBN 978-0-12-801238-3. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-801238-3.00028-3.
- [28] OZDEMIR, Aysel. Macronutrients in Adolescence. *International Journal of Caring Science*. 2016, **9**(3), 1162–1166. ISSN 17915201.
- [29] VALENTA, Rudolf a Yulia A. DOROFEEVA. Sport nutrition: the role of macronutrients and minerals in endurance exercises. *Foods and Raw Materials; Kemerovo* [online]. 2018, **6**(2) [cit. 2020-02-15]. ISSN 23084057. Dostupné z: doi:http://dx.doi.org/10.21603/2308-4057-2018-2-403-412.
- [30] FAUST, Vince. A breakdown on function of carbohydrates in body [online]. nedatováno [cit. 2020-02-10]. Dostupné z: <https://search.proquest.com/docview/2136863314/AEA58DD46D584C60PQ/1?accountid=17239>.
- [31] DA SILVA FILARDI, Rosemeire, Otto M. JUNQUEIRA, Antônio C. DE LAURENTIZ, Elenice M. CASARTELLI, E. APARECIDA RODRIGUES a Lúcio FRANCELINO ARAÚJO. Influence of Different Fat Sources on the Performance, Egg Quality, and Lipid Profile of Egg Yolks of Commercial Layers in the Second Laying Cycle. *Journal of Applied Poultry Research* [online]. 2005, **14**(2), 258–264. ISSN 1056-6171. Dostupné z: doi:10.1093/japr/14.2.258.
- [32] COTTON, Paul A., Amy F. SUBAR, James E. FRIDAY a Annetta COOK. Dietary sources of nutrients among US adults, 1994 to 1996. *Journal of the American Dietetic Association* [online]. 2004, **104**(6), 921–930. ISSN 0002-8223. Dostupné z: doi:10.1016/j.jada.2004.03.019.
- [33] PRIMORAC, Ljiljana, Milena L. MANDIĆ, Tomislav KLAPEC, K. FOLIVARSKI, Antonija PERL a Daniela KENJERIĆ. Fat and fatty acids intake of adults in eastern Croatia. *Nutrition Research* [online]. 2003, **23**(11), 1453–1461. ISSN 0271-5317. Dostupné z: doi:10.1016/S0271-5317(03)00154-4.

- [34] COMBET, Emilie a Christina BUCKTON. Micronutrient deficiencies, vitamin pills and nutritional supplements. *Medicine* [online]. 2019, **47**(3), 145–151. ISSN 1357-3039. Dostupné z: doi:10.1016/j.mpmed.2018.12.004.
- [35] STEINERT, Robert E., Yuan-Kun LEE a Wilbert SYBESMA. Vitamins for the Gut Microbiome. *Trends in Molecular Medicine* [online]. 2020, **26**(2), 137–140. ISSN 1471-4914. Dostupné z: doi:10.1016/j.molmed.2019.11.005.
- [36] SHERWIN, Justin C., Mark H. REACHER, William H. DEAN a Jeremiah NGONDI. Epidemiology of vitamin A deficiency and xerophthalmia in at-risk populations. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene* [online]. 2012, **106**(4), 205–214. ISSN 0035-9203. Dostupné z: doi:10.1016/j.trstmh.2012.01.004.
- [37] CHACÓN-ORDÓÑEZ, Tania, Patricia ESQUIVEL, Silvia QUESADA, Randall R. JIMÉNEZ, Aracelly CORDERO, Reinhold CARLE a Ralf SCHWEIGGERT. Mamey sapote fruit and carotenoid formulations derived thereof are dietary sources of vitamin A – A comparative randomized cross-over study. *Food Research International* [online]. 2019, **122**, 340–347. ISSN 0963-9969. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodres.2019.04.009.
- [38] PRICE, Mina Yamazaki a Victor R. PREEDY. Chapter 1 - Reference dietary requirements of vitamins in different stages of life. In: Vinood B. PATEL, ed. *Molecular Nutrition* [online]. Academic Press, 2020 [cit. 2020-02-19], s. 3–32. ISBN 978-0-12-811907-5. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-811907-5.00002-6.
- [39] LONSDALE, Derrick. Thiamin and protein folding. *Medical Hypotheses* [online]. 2019, **129**, 109252. ISSN 0306-9877. Dostupné z: doi:10.1016/j.mehy.2019.109252.
- [40] PINCHEN, Hannah a Paul FINGLAS. Water-Soluble Vitamins. In: Laurence MELTON, Fereidoon SHAHIDI a Peter VARELIS, ed. *Encyclopedia of Food Chemistry* [online]. Oxford: Academic Press, 2019 [cit. 2020-02-19], s. 305–311. ISBN 978-0-12-814045-1. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-08-100596-5.21616-8.
- [41] HÖLLER, Ulrich, Stephan J. L. BAKKER, Andre DÜSTERLOH, Balz FREI, Josef KÖHRLE, Tobias KONZ, Georg LIETZ, Adrian MCCANN, Alexander J. MICHELS, Anne M. MOLLOY, Hitoshi MURAKAMI, Dietrich REIN, Wim H. M. SARIS, Karlheinz SCHMIDT, Kazutaka SHIMBO, Soeren SCHUMACHER, Cees VERMEER, Jim KAPUT, Peter WEBER, Manfred EGGERSDORFER a Serge REZZI. Micronutrient status assessment in humans: Current methods of analysis and future trends. *TrAC Trends in Analytical Chemistry* [online]. 2018, **102**, 110–122. ISSN 0165-9936. Dostupné z: doi:10.1016/j.trac.2018.02.001.
- [42] SHERGILL-BONNER, Rita. Micronutrients. *Paediatrics and Child Health* [online]. 2017, **27**(8), 357–362. ISSN 1751-7222. Dostupné z: doi:10.1016/j.paed.2017.04.002.
- [43] GHARIBZAHEDI, Seyed Mohammad Taghi a Seid Mahdi JAFARI. The importance of minerals in human nutrition: Bioavailability, food fortification, processing effects and nanoencapsulation. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 2017, **62**, 119–132. ISSN 0924-2244. Dostupné z: doi:10.1016/j.tifs.2017.02.017.
- [44] BARRETT, Eden M., Shara I. FOSTER a Eleanor J. BECK. Whole grain and high-fibre grain foods: How do knowledge, perceptions and attitudes affect food choice? *Appetite*

[online]. 2020, **149**, 104630. ISSN 0195-6663. Dostupné z: doi:10.1016/j.appet.2020.104630.

- [45] DELZENNE, Nathalie M., Marta OLIVARES, Audrey M. NEYRINCK, Martin BEAUMONT, Louise KJØLBÆK, Thomas Meinert LARSEN, Alfonso BENÍTEZ-PÁEZ, Marina ROMANÍ-PÉREZ, Vicenta GARCIA-CAMPAYO, Douwina BOSSCHER, Yolanda SANZ a Jan-Willem VAN DER KAMP. Nutritional interest of dietary fiber and prebiotics in obesity: Lessons from the MyNewGut consortium. *Clinical Nutrition* [online]. 2020, **39**(2), 414–424. ISSN 0261-5614. Dostupné z: doi:10.1016/j.clnu.2019.03.002.
- [46] CIUDAD-MULERO, María, Virginia FERNÁNDEZ-RUIZ, M<sup>a</sup> Cruz MATA LLANA-GONZÁLEZ a Patricia MORALES. Chapter Two - Dietary fiber sources and human benefits: The case study of cereal and pseudocereals. In: Isabel C. F. R. FERREIRA a Lillian BARROS, ed. *Advances in Food and Nutrition Research* [online]. Academic Press, 2019 [cit. 2020-02-18], Functional Food Ingredients from Plants, s. 83–134. Dostupné z: doi:10.1016/bs.afnr.2019.02.002.
- [47] HASBAY, Īncinur. Chapter 4 - Dietary Fiber and Nutrition. In: Charis M. GALANAKIS, ed. *Dietary Fiber: Properties, Recovery, and Applications* [online]. Academic Press, 2019 [cit. 2020-02-18], s. 79–123. ISBN 978-0-12-816495-2. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-816495-2.00004-6.
- [48] SAGHIR, Shakil Ahmed a Rais Ahmad ANSARI. Metabolism (Biotransformation)☆. In: *Reference Module in Biomedical Sciences* [online]. Elsevier, 2019 [cit. 2020-03-24]. ISBN 978-0-12-801238-3. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-801238-3.11365-0.
- [49] DASHTY, Monireh. A quick look at biochemistry: Carbohydrate metabolism. *Clinical Biochemistry* [online]. 2013, **46**(15), 1339–1352. ISSN 0009-9120. Dostupné z: doi:10.1016/j.clinbiochem.2013.04.027.
- [50] HENRY, Christiani Jeyakumar, Shalini PONNALAGU, Xinyan BI a Ciaran FORDE. Does basal metabolic rate drive eating rate? *Physiology & Behavior* [online]. 2018, **189**, 74–77. ISSN 0031-9384. Dostupné z: doi:10.1016/j.physbeh.2018.03.013.
- [51] MOST, Jasper a Leanne Maree REDMAN. Impact of calorie restriction on energy metabolism in humans. *Experimental Gerontology* [online]. 2020, **133**, 110875. ISSN 0531-5565. Dostupné z: doi:10.1016/j.exger.2020.110875.
- [52] SYNGLE, Vijaita. Determinants of basal metabolic rate in Indian obese patients. *Obesity Medicine* [online]. 2020, **17**, 100175. ISSN 2451-8476. Dostupné z: doi:10.1016/j.obmed.2019.100175.
- [53] SHAMEKHI, Zahra, Zahra HABIBAGAH, Maryam EKRAMZADEH, Ata A. GHADIRI, Foroogh NAMJOYAN, Amal SAKI MALEHI a Reza AMANI. Body composition and basal metabolic rate in systemic lupus erythematosus patients. *The Egyptian Rheumatologist* [online]. 2017, **39**(2), 99–102. ISSN 1110-1164. Dostupné z: doi:10.1016/j.ejr.2016.10.004.

- [54] VEERAPPA, Shilpa a Jason MCCLURE. Intermediary metabolism. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine* [online]. 2020, **21**(3), 162–167. ISSN 1472-0299. Dostupné z: doi:10.1016/j.mpaic.2020.01.003.
- [55] BECKER, Giles W a Kenneth SMITH. Basic metabolism III: protein. *Surgery (Oxford)* [online]. 2006, **24**(4), Intestinal surgery II, 115–120. ISSN 0263-9319. Dostupné z: doi:10.1383/surg.2006.24.4.115.
- [56] CAMPBELL, Iain. Intermediary metabolism. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine* [online]. 2017, **18**(3), Intensive Care, 147–149. ISSN 1472-0299. Dostupné z: doi:10.1016/j.mpaic.2016.11.017.
- [57] ENGELKING, Larry R. Chapter 10 - Urea Cycle (Krebs-Henseleit Ornithine Cycle). In: Larry R. ENGELKING, ed. *Textbook of Veterinary Physiological Chemistry (Third Edition)* [online]. Boston: Academic Press, 2015 [cit. 2020-03-25], s. 58–64. ISBN 978-0-12-391909-0. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-391909-0.50010-4.
- [58] UMPLEBY, A. Margot a David L. RUSSELL-JONES. The hormonal control of protein metabolism. *Baillière's Clinical Endocrinology and Metabolism* [online]. 1996, **10**(4), Protein metabolism, 551–570. ISSN 0950-351X. Dostupné z: doi:10.1016/S0950-351X(96)80711-7.
- [59] KOMODA, Tsugikazu a Toshiyuki MATSUNAGA. Metabolic Pathways in the Human Body. In: *Biochemistry for Medical Professionals* [online]. Elsevier, 2015 [cit. 2020-03-25], s. 25–63. ISBN 978-0-12-801918-4. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-801918-4.00004-9.
- [60] EXTON, John H. Gluconeogenesis. *Metabolism* [online]. 1972, **21**(10), 945–990. ISSN 00260495. Dostupné z: doi:10.1016/0026-0495(72)90028-5.
- [61] HARTLEY, Naomi A. a Susan L. THIBEAULT. Systemic Hydration: Relating Science to Clinical Practice in Vocal Health. *Journal of Voice* [online]. 2014, **28**(5), 652.e1-652.e20. ISSN 0892-1997. Dostupné z: doi:10.1016/j.jvoice.2014.01.007.
- [62] CROCKETT, Susan J. a Laura S. SIMS. Environmental influences on children's eating. *Journal of Nutrition Education* [online]. 1995, **27**(5), 235–249. ISSN 0022-3182. Dostupné z: doi:10.1016/S0022-3182(12)80792-8.