

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Potenciální deficiencie vybraných nutrientů při  
dlouhodobém striktním dodržování rostlinné diety**

**Bakalářská práce**

**Anežka Březinová  
Výživa a potraviny**

**Ing. Mgr. Diana Chrpová, Ph.D.**

**© 2023 ČZU v Praze**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Potenciální deficiencie vybraných nutrientů při dlouhodobém striktním dodržování rostlinné diety" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21.04. 2023

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala své vedoucí práce Ing. Mgr. Dianě Chrpové, Ph.D. za odborné vedení práce, trpělivost, cenné rady, vstřícnost a za její čas strávený nad kontrolou mé práce. Rovněž bych ráda poděkovala dobrovolníkům, kteří mi poskytli své jídelníčky. Mé poděkování bych také ráda věnovala své rodině a blízkým, kteří mi byli během psaní oporou.

# Potenciální deficiencie vybraných nutrientů při dlouhodobém striktním dodržování rostlinné diety

## Souhrn

Rostlinné výživové směry jsou v současné době velkým trendem z mnoha různých důvodů, ale mohou být využívány i z určitých zdravotních benefitů. Hlavním cílem bylo se zaměřit na problematiku rizikových nutrientů, vitamínu B<sub>12</sub>, vitamínu D, vápníku, železa, zinku, selenu a plnohodnotných bílkovin, a vliv jejich deficiencie na lidský organismus. Z těchto informací pak odvodit, zda se dá rostlinnými výživovými směry stravovat dlouhodobě.

V první části rešerše bylo rozebráno rostlinné stravování a důvody, proč se lidé k těmto alternativám přiklání. Dále zde bylo uvedeno rozdělení alternativních rostlinných výživových směřů a jejich restriktce. V rešerši pak byl rozebrán energetický metabolismus spolu s makronutrienty a jak jejich příjem energetický metabolismus ovlivňuje. Zde by mělo platit, že celkový energetický příjem je hrazen z 12-15 % bílkovinami, z 30-35 % tuky a kolem 50 % sacharidy. Nesplněný nebo jinak rozdělený celkový energetický příjem pak vysvětluje i potenciální rizika obezity nebo podvýživy či i poruch příjmu potravy u konzumentů, kteří přechází ze smíšené stravy na stravu rostlinnou. Mikronutrienty byly v práci zmíněny spolu s jejich pozitivními vlivy při příjmu doporučené denní dávky, ale také s jejich negativními vlivy při nedostatečném příjmu. Poslední část literární rešerše se konkrétně zaměřila na rizikové nutrienty a vliv rostlinné stravy na lidský organismus od těhotenství až po seniory. Krátká část byla také věnována alternativním potravinám rostlinné stravy.

Poslední částí práce byly případové studie, kde mohl být vidět rozdíl mezi pečlivě sestaveným jídelníčkem, kde byla snaha o splnění denních doporučených dávek mikronutrientů, a mezi jídelníčkem kde byly pouze vynechány živočišné produkty a konzument se nesnažil nutrienty nahrazovat jinými zdroji. Důležitým poznatkem z případových studií je absence množství mikronutrientů obsažených v alternativních průmyslově zpracovaných výrobcích, které jsou konzumenty často používány a není tudíž možné stanovit přesné přijaté množství nutrientů.

**Klíčová slova:** Veganství, vitariánství, makrobiotika, plnohodnotná bílkovina, deficitní mikronutrienty

# Potential deficiencies of selected nutrients during long-term strict following of a plant-based diet

## Summary

Plant-based nutrition trends are currently a big trend for many different reasons, but they can also be used for certain health benefits. The main goal was to focus on the issue of risk nutrients, vitamin B<sub>12</sub>, vitamin D, calcium, iron, zinc, selenium and complete proteins, and the effect of their lack on the human body. From this information, it can then be deduced whether it is possible to eat plant-based nutrition in the long term.

In the first part of the research, plant-based eating and the reasons why people lean towards these alternatives were analyzed. Furthermore, the division of alternative plant-based diets and their restrictions was presented here. The research analyzed energy metabolism together with macronutrients and how the intake of micronutrients influence the energy metabolism. It should apply here that the total energy intake is covered by 12-15% protein, 30-35% fat and the remaining around 50 % carbohydrates. Incomplete or differently distributed total energy intake also explains the potential risks of obesity or malnutrition or even eating disorders in consumers who switch from a mixed diet to a plant-based diet. Micronutrients were mentioned in the work together with their positive effects when receiving the recommended daily dose, but also with their negative effects when insufficient intake. The last part of the literature search specifically refers to risk nutrients and the effect of plant-based food on the human body from pregnancy to the elderly. A short section was also devoted to the alternative food of a plant-based diet.

The last parts of the work were case studies, where there could be seen a difference between a carefully composed meal plan, where there was an effort to meet the daily recommended doses of micronutrients, and between a meal plan where only animal products were omitted and the consumer did not try to replace nutrients through other sources. An important finding from the case studies is the absence of the amount of micronutrients contained in alternative plant products, which are often consumed by consumers, and it is therefore not possible to determine the exact amount of nutrients.

**Keywords:** veganism, raw food diet, macrobiotics, complete protein, deficient micronutrients

# Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>8</b>
<b>2 Cíl práce.....</b>	<b>9</b>
<b>3 Rostlinná strava – alternativní výživové směry .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Vegetariánství.....</b>	<b>10</b>
3.1.1 Veganství .....	11
3.1.2 Vitariánství .....	11
3.1.3 Fruktariánství.....	12
<b>3.2 Makrobiotika.....</b>	<b>12</b>
<b>4 Energetický metabolismus .....</b>	<b>13</b>
<b>4.1 Energetický příjem .....</b>	<b>13</b>
<b>4.2 Energetický výdej.....</b>	<b>15</b>
<b>5 Makronutrienty.....</b>	<b>16</b>
<b>5.1 Bílkoviny .....</b>	<b>16</b>
5.1.1 Aminokyseliny.....	17
5.1.2 Trávení a metabolismus proteinů.....	19
5.1.3 Proteiny ve stravě .....	19
<b>5.2 Sacharidy .....</b>	<b>20</b>
5.2.1 Monosacharidy .....	20
5.2.2 Oligosacharidy .....	21
5.2.3 Polysacharidy.....	22
5.2.4 Trávení a metabolismus sacharidů.....	22
5.2.5 Sacharidy ve stravě .....	23
<b>5.3 Lipidy .....</b>	<b>23</b>
5.3.1 Mastné kyseliny .....	24
5.3.2 Cholesterol a lipoproteiny.....	25
5.3.3 Trávení a metabolismus lipidů.....	25
5.3.4 Lipidy ve stravě .....	26
<b>6 Mikronutrienty.....</b>	<b>28</b>
<b>6.1 Vitaminy.....</b>	<b>28</b>
6.1.1 Vitaminy skupiny B.....	28
6.1.2 Vitamin C.....	30
6.1.3 Vitamin A .....	30
6.1.4 Vitamin D .....	31
6.1.5 Vitamin E.....	32
6.1.6 Vitamin K .....	32
<b>6.2 Minerální látky.....</b>	<b>32</b>

6.2.1	Vápník.....	33
6.2.2	Hořčík .....	34
6.2.3	Sodík .....	34
6.2.4	Draslík.....	35
6.2.5	Chlor .....	35
6.2.6	Fosfor .....	35
<b>6.3</b>	<b>Stopové prvky .....</b>	<b>36</b>
6.3.1	Železo.....	36
6.3.2	Zinek .....	37
6.3.3	Selen.....	37
6.3.4	Další mikroelementy.....	37
<b>7</b>	<b>Rizika nedostatku živin u rostlinné stravy .....</b>	<b>39</b>
<b>8</b>	<b>Vliv rostlinné stravy na zdraví člověka .....</b>	<b>41</b>
8.1	Obezita .....	41
8.2	Poruchy příjmu potravy .....	41
8.3	Kardiovaskulární soustava.....	42
8.4	Diabetes mellitus.....	42
8.5	Vliv v těhotenství, v období laktace a u dětí .....	42
<b>9</b>	<b>Alternativní potraviny rostlinné diety.....</b>	<b>46</b>
<b>10</b>	<b>Případové studie .....</b>	<b>47</b>
10.1	Případová studie 1.....	47
10.2	Případová studie 2.....	49
<b>11</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>51</b>
<b>12</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>53</b>
<b>13</b>	<b>Seznam použitých zkratk a symbolů .....</b>	<b>57</b>
<b>14</b>	<b>Samostatné přílohy .....</b>	<b>I</b>
14.1	Příloha I – Případová studie 1.....	I
14.2	Příloha II – Případová studie 2 .....	XIII
14.3	Příloha III - Podklady pro nutriční propočet případových studií.....	XIX

# 1 Úvod

Rostlinné alternativní výživové směry jsou s současné době velmi populárními. Důvody, kvůli kterým se lidé přiklánějí k tomuto stylu stravování na rozdíl od běžného smíšeného stravování, jsou v současné době hlavně klimatická krize a welfare zvířat (Craig et al. 2021; Růžičková & Kohout 2021). Z hlediska klimatické krize se jedná především o zvýšenou produkci skleníkových plynů ať už při výrobě a přepravě živočišných produktů anebo při chovu živočichů, kteří je také produkují. Výroba rostlinných výrobků a pěstování rostlin jako takové mají několikanásobně menší dopad na životní prostředí (Craig et al. 2021). Důvodem k rostlinnému stravování může být i například náboženství (Růžičková & Kohout 2021).

O rostlinných alternativních výživových směrech se také mluví ve spojitosti s pozitivním vlivem na zdraví. Jeden z důvodů, proč je také rostlinné stravování vyzdvižováno je redukce hmotnosti. S doporučováním rostlinné stravy se také můžeme setkat u diabetiků (Key et al. 2021).

S možnými pozitivy rostlinného stravování existují i negativa. Negativy jsou především deficiencie pro nás esenciálních aminokyselin, mikronutrientů a plnohodnotných bílkovin. Nedostatek živin pak může mít v různých fázích života různý vliv na lidský organismus. Především u malých dětí mohou být deficiencie velmi problematické. Podle toho, který nutrient chybí může docházet k nejrůznějším poruchám například v růstu nebo i v mentálním vývoji (Svačina 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021).



## 2 Cíl práce

Cílem práce bylo zjistit, jestli striktní konzumace čistě rostlinné stravy může vést k deficienci důležitých nutrientů ve výživě člověka a zda lze konzumenta tohoto typu stravování dlouhodobě živit. V teoretické části bylo cílem potvrdit či vyvrátit tři hypotézy. První hypotézou bylo, že dlouhodobá konzumace striktně rostlinné stravy vede k deficienci plnohodnotné bílkoviny, vitamínu B<sub>12</sub>, vitamínu D, vápníku, železa, zinku a selenu, a proto není vhodné takto dlouhodobě jedince živit. Druhou hypotézou bylo, že dlouhodobá konzumace striktně dodržovaného vitariánství vede navíc k deficienci využitelného škrobu, a proto není vhodné takto dlouhodobě jedince živit. Třetí a poslední hypotézou bylo, že dlouhodobá konzumace striktně dodržované makrobiotiky vede navíc k deficienci tuku a tekutin, proto není vhodné takto dlouhodobě jedince živit.

V případových studiích bylo zjišťováno, jestli konzumenti skrze běžnou rostlinnou stravu zvládnou, bez asistence odborného poradce, přijmout důležité nutrienty.

### 3 Rostlinná strava – alternativní výživové směry

Výživa člověka podléhá nejrůznějším trendům (Růžičková & Kohout 2021). „Nejčastější výživové trendy se týkají redukce hmotnosti, léčby domnělých či skutečných potravinových intolerancí či alergií a dyspeptických obtíží“ (Růžičková a Kohout 2021 s.315). Dalšími z důvodů, proč se zvýšil zájem lidí o alternativní styly stravování, je i klimatická změna, udržitelnost systému výroby potravin a welfare zvířat (Craig et al. 2021). „Většina alternativních dietních postupů vyžaduje oproti smíšené stravě pečlivé sledování nutrientů, aby nedošlo k nutričním deficitům“ (Růžičková & Kohout 2021, s.315).

#### 3.1 Vegetariánství

Vegetariánství je výživový směr, ve kterém je většinou vynecháváno maso a živočišné produkty. Vegetariány můžeme rozdělit na dvě skupiny, a to na vegetariány kteří se tímto stylem začaly stravovat z důvodu zdravotního a na vegetariány kteří se tímto stylem stravují z důvodu etického- tzv. etičtí vegetariáni (Růžičková & Kohout 2021). Vegetariáni, kteří se obrátili k tomuto alternativnímu stylu výživy ze zdravotních důvodů, mají většinou obavy o své zdraví a bojí se potenciálních onemocnění. Soustředí se především na benefity tohoto typu stravování, jako je úbytek hmotnosti. Etičtí vegetariáni se k tomuto typu stravování obrací především kvůli tomu, že jim jde o blahobyt a dobré životní podmínky zvířat. Tento typ vegetariánů hodně vyjadřuje jejich zhnusení vůči jezení masa (Petti et al. 2017). Vegetariánství má několik forem, které se dělí podle povolených skupin potravin (Zlatohlávek & Pejšová 2019).

**Tab. 1: Základní typy vegetariánské stravy** (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Růžičková & Kohout 2021)

Název	Stupeň restrikce živočišných potravin
<i>laktoovovegetariánství</i>	strava bez masa a jatečných produktů; lze konzumovat vejce a mléčné výrobky
<i>laktovegetariánství</i>	strava bez masa, jatečných produktů a vajec; lze konzumovat mléčné výrobky
<i>ovovegetariánství</i>	strava bez masa, jatečných produktů, mléka a mléčných výrobků; lze konzumovat vejce
<i>veganství</i>	strava bez masa a veškerých živočišných produktů (vejce, mléčné výrobky, jatečné produkty, někdy i med)
<i>vitariánství (raw-vegan, raw-food)</i>	konzumace stravy rostlinného původu bez tepelné úpravy, kombinace veganství a syrové stravy
<i>fruktariánství</i>	konzumace pouze syrového ovoce a ořechů, semen a jiných plodů

Mimo forem vegetariánství existují i formy polovegetariánské, kde se už podle názvu dá odvodit, že se částečně smí konzumovat maso. Pod polovegetariánství spadá semivegetariánství s dalšími podtypy stravování, které se opět dělí podle množství potravin, které je zakázáno konzumovat. Významným z podtypů je flexitariánství. Flexitariánství spočívá v převážně

konzumaci rostlinné stravy, která je občasně doplněna masem. U masa se ale ovšem klade velký důraz na původ, kvalitu a ekologii. Díky tomuto lze styl označit za ekologický a zároveň i nutričně vyvážený. Dalšími z podtypů je pescetariánství, kde je povoleno konzumovat mléko, vejce, med a ryby. Velmi podobné je mu pak pollotariánství, kde se také smí konzumovat vejce, mléko a med, ale namísto ryb je povolena konzumace drůbežího masa. Pescopollovegetariánství pak spojuje oba styly stravování a je tedy možné konzumovat mléko, vejce, med, drůbež a ryby (Zlatohlávek & Pejšová 2019).

### **3.1.1 Veganství**

Veganství, jako životní styl, ale i veganská strava sama o sobě se staly v posledních pár letech ve světě velmi populárními. Ve světě se objevuje více způsobů, jak definovat veganství. Jedna z prvních definicí, která vznikla v roce 1949, je definice od organizace The Vegan Society. V této definici se o veganství nehovoří jako o výživovém směru, ale jako o filozofii a životním stylu, při kterém se člověk má vyvarovat podporování vykořisťování a týrání zvířat. Spadá sem tedy nejen vynechání potravin živočišného původu ale také například oblečení a obuvi (The Vegan Society 2018). Až teprve definice American Vegan Society konkrétně poukazuje na to, že by člověk neměl konzumovat maso, vejce, mléko a mléčné výrobky, želatinu a med. S tím také poukazuje na další produkty živočišného původu jako je hedvábí, kožešiny, vlna a kůže, které by člověk zastávající tento směr neměl kupovat. Měl by se taky vyvarovat koupi produktů testovaných na zvířatech a sportu a zábavě spojených se zvířaty (North et al. 2021).

Veganská strava je brána jako nejpřísnější forma vegetariánské stravy, kdy je zakázáno konzumovat maso a masné výrobky, mléko a mléčné výrobky, ryby a mořské plody, želatinu, tuk zvířat a hmyz (Růžičková & Kohout 2021).

### **3.1.2 Vitariánství**

Vitariánství, kterému se také říká RAW nebo syrová strava, je způsob stravování, který spočívá v konzumaci nezpracovaných a syrových potravin, jak se dá z dalších názvů odvodit. Za tyto potraviny považujeme ty, které když podstoupí tepelnou úpravu, tak teplota nepřesáhne 42-45 °C (Růžičková & Kohout 2021). Tepelná úprava potravin napomáhá s inaktivací alimentárních patogenů a přirozených toxinů, prodlužuje trvanlivost a zlepšuje biologickou dostupnost živin. Tepelná úprava také většinou změní strukturu, chuť a texturu potraviny. Tepelné zpracování potravin ale také může mít negativní účinky, jako jsou ztráta určitých živin nebo tvorba sloučenin s negativními účinky na vnímání textury, chuti a barvy potraviny. V závislosti na teplotě procesu se také mohou tvořit toxické sloučeniny. Ty jsou většinou produktem Maillardovy reakce (Abraham et al. 2022). Tyto negativní účinky na potraviny hrají velkou roli u tohoto výživového směru. Lidé, kteří tento směr zastávají považují tepelně upravené potraviny za nepřínosné a čerstvé potraviny naopak považují za ty, které dodávají enzymy a spoustu energie a síly do života. Ze svého jídelníčku kromě vařených a zpracovaných potravin vyřazují rafinované oleje, cukry, mouku, těstoviny, kávu, čaj a alkohol. U určitých typů vitariánství se mohou zařadit například syrové ryby ve formě sushi a nepasterizované a nehomogenizované mléko a mléčné výrobky (Růžičková & Kohout 2021).

### 3.1.3 Fruktariánství

Fruktariánství je typ stravování, který se velmi podobá veganskému vitariánství. Klade se zde důraz na organickou stravu a produkty pocházející především z vlastní produkce (Hargreaves et al. 2021). Konzumuje se pouze syrové ovoce, ořechy, semínka a jiné plody (Zlatohlávek & Pejšová 2019). Ovoce zastává přibližně 70-80 % z celkového příjmu. Zbytek příjmu, což je 20-30 %, tvoří semínka, ořechy a některé druhy zeleniny (Hargreaves et al. 2021).

## 3.2 Makrobiotika

Tento typ výživového směru vznikl v 30. letech 20. století a založil ho japonský buddhista George Oshawa. Do současné podoby ji pak zpracoval Michiem Kushi. Makrobiotika má původ v budhistickém učení, což naznačuje i cíl a zároveň princip tohoto výživového směru, a to je vyvážení dvou protikladných energií jin a jang. Obecně se dá říct, že potraviny s jin energií jsou lehké a chladné a potraviny s jang energií jsou naopak kompaktní, hutné, teplé a těžké. Hlavním principem je tzv. makrobiotický talíř (Růžičková & Kohout 2021).

Jediné potraviny, které se smí konzumovat, jsou obiloviny, luštěniny, zelenina, mořské řasy a sója. V některých případech se smí zařadit ryby (Lemoine et al. 2020). Tyto potraviny tvoří hlavní skupinu potravin s vyrovnanou energií. Veškeré další jídlo má podle makrobiotiků obě energie, ale jedna z energií vždy převažuje (Růžičková & Kohout 2021).

Jídelníček makrobiotiků obsahuje 40-60 % celozrnných obilovin v celodenní stravě. Další velkou součástí jídelníčku makrobiotiků, jak už bylo uvedeno, je zelenina. Ta tvoří 25-30 % z celkového denního příjmu. Konzumuje se ze dvou třetin tepelně upravená a zbytek v syrovém stavu. Je preferována zelenina lokální a sezónní. Jsou ale i druhy zeleniny, které je zakázáno konzumovat. Mezi tuto zeleninu patří rajčata, papriky, brambory, lilek, špenát, řepa a cuketa. V zimním období je u makrobiotiků oblíbená kvašená zelenina. Luštěniny a produkty z nich tvoří 5-10 % celodenního příjmu. Pro lepší stravitelnost se mohou luštěniny vařit se saturejkou, majoránkou nebo mořskou řasou a bazalkou. Mořské řasy tvoří 5 % celodenní stravy. Oblíbené jsou například řasa nori, wakame, kombu, agar-agar, hiziki a arame. Zbytek celodenní stravy zastávají oleje, koření, kam spadá i například miso pasta a sójová omáčka, sladidla, voda a některé čaje (Růžičková & Kohout 2021).

## 4 Energetický metabolismus

Na rozdíl od rostlin, které jsou schopny přeměňovat energii slunečního záření, je u živočichů nutný příjem energie ve formě energetických substrátů. Za energetické substráty považujeme sacharidy, tuky a bílkoviny. Tyto substráty mohou být za účelem získání energie organismem zpětně oxidovány (Sobotka 2021). Platí zde základní energetické zákony, což tedy znamená, že energie se nevytváří a nezaniká, ale přeměňuje se jedna forma ve druhou. Dostatečný příjem energie z potravy a její následná přeměna k zajištění správného průběhu základních fyziologických reakcí je základním předpokladem existence lidského organismu (Křížová 2019).

Přenos využitelné energie v živých buňkách je zajištěn pomocí fosforylace a defosforylace molekuly ADP, resp. ATP. K tvorbě ATP se využívá v buňkách hlavně oxidativní fosforylace v mitochondriích, ale také se v menší míře využívá fosforylace na substrátové úrovni, která může probíhat jak v mitochondriích, tak extramitochondriálně. Během oxidativní fosforylace dochází na respiračních komplexech k přenosu elektronů, transportu vodíkových protonů, tvorbě mitochondriálního membránového potenciálu a následné fosforylaci ADP na ATP. Elektrony v této reakci pocházejí z redukovaných molekul NADH a FADH, které vznikají během metabolismu hlavních makronutrientů (Sobotka 2021).

Naše tělo musí být schopné energii přijatou v potravě nejen využít k tvorbě ATP, ale také musí být schopné ji ukládat. Ukládání energie je důležité, protože tělo v době, kdy nemá dostatečný energetický příjem, čerpá ze zásob. Část energie tělo také využívá pro růst, regeneraci a adaptační děje. Energetický metabolismus a energetická bilance se tedy mění v závislosti na příjmu potravy, zdravotním stavu jedince, růstu a tělesné aktivitě. Potřeba organismu shromažďovat energii je přirozená. Často může být spojována s větším obsahem tukové hmoty, což může vést až k následné obezitě. Tuto schopnost si tělo vytvořilo během evoluce, kdy nebylo běžné dostatečné a dlouhodobě zaručené množství potravy, a tudíž i energie. Tělo si tedy přijatou energii co nejefektivněji ukládalo pro období hladovění (Sobotka 2021).

Negativní energetická bilance může vzniknout při nedostatečném energetickém příjmu. V takové situaci, pokud je dlouhodobá, vede k hladovění, vyčerpání zásob a následnému poklesu hmotnosti (Rajdl 2021). V první fázi hladovění se začínají spotřebovávat zásoby glykogenu v játrech. To tělu poskytne energii na 12-16 hodin. Dále se začínají metabolizovat tukové zásoby a snižuje se oxidace bílkovin. Zdravému jedinci tyto energetické rezervy vydrží zhruba na dva měsíce. Tato odpověď organismu je přirozená fyziologická obranná reakce (Křížová 2019). Pozitivní energetická bilance, pokud je dlouhodobá, vede k obezitě. Mimo jiné může také způsobit jaterní steatózu, eventuelně i horečky a hypertenzi (Rajdl 2021).

### 4.1 Energetický příjem

Energetický příjem má spolu s příjmem vody a nutričních složek potravy zásadní význam pro funkci organismu. Dostatečný energetický příjem je závislý na dostatečném příjmu potravy. Na dostatečném příjmu potravy je ale také závislá možnost organismu dále metabolicky využívat přijaté chemické sloučeniny, jako jsou například esenciální mastné kyseliny a aminokyseliny. U nemocných jedinců se musí obzvlášť dbát na dostatečný příjem energie,

protože energii potřebují navíc i pro léčbu akutního onemocnění, a především pro následující rekonvalescenci (Sobotka 2021).

Příjem energie dělíme na trvalý a přerušovaný. Trvalý nebo také kontinuální příjem energie je běžný u nižších živočichů. Přerušovaný neboli intermitentní příjem energie je typický pro vyšší živočichy, kam spadá i člověk (Sobotka 2021). Hlavním zdrojem energie pro člověka jsou sacharidy, tuky a bílkoviny (Křížová 2019; Sobotka 2021; Rajdl 2021). Bílkoviny by měly zastat 12-15 % energie z celkového energetického příjmu, tuky by měly zastat 30-35 % energie z celkového energetického příjmu a zbytek, což je cca 50 % energie z celkového energetického příjmu, připadá sacharidům. Tento procentuální trojpoměr se ale může měnit v závislosti na různých faktorech jako je například věk nebo zdravotní stav člověka (Pánek & Chrpová 2021).

**Tab. 2: Obsah energie v základních živinách** (Křížová 2019, s.53)

	Energie
Cukry	17 kJ/g
Tuky	37 kJ/g
Bílkoviny	17 kJ/g

Abychom mohli sledovat energetický příjem, máme k dispozici tři metody. První metodou je bombová kalorimetrie. Tu využíváme k určení přesného množství energie v jednotlivých potravinách nebo v celých pokrmech. V bombovém kalorimetru se přeměňuje energie obsažená v potravine na energii tepelnou. Teplo, které se během oxidace v kalorimetru uvolní, lze s velkou přesností změřit. I když ale zjistíme přesný obsah energie v potravinách, tak maximální využitelná energie je zpravidla nižší. Jedním z důvodů, proč tomu tak je, je fakt, že v bombovém kalorimetru substráty neoxidují v takové míře jako v organismu. Dalším důvodem je, že určité složky výživy jsou organismem oxidovány pouze částečně anebo nejsou využity vůbec. Bombová kalorimetrie je efektivní výzkumná metoda, ale pro běžnou klinickou praxi je nepoužitelná z důvodu časové, ekonomické a personální náročnosti. V klinické praxi se nejčastěji využívá druhá metoda, a to jsou potravinové tabulky. V tabulkách jsou uvedeny hodnoty obsahu energie v jednotlivých potravinách i celých pokrmech. Hodnoty energie v potravinách určíme podle složení jídla a podílu, který je organismem využitelný pro hrazení energetických potřeb a pro metabolické procesy. Aby se tato metoda správně používala, je nutné znát způsob přípravy a přesné složení jednotlivých jídel. Díky tabulkám se pak stanoví obsah energie daného pokrmu anebo se také mohou využít ke stanovení dalších komponent, například vitaminů, vápníku a jiných živin. K tomuto je však důležité znát i množství potravin a potravin v pokrmech. Třetí metodou stanovení energetického příjmu je metoda čtvrtiny talíře. Tato metoda se využívá především tam, kde je zaveden standardní dietní systém, jako jsou například nemocnice nebo zařízení sociální péče. Metoda spočívá v odhadnutí skutečně zkonsumované části z celého jídla, jehož obsah energie a složení je uvedeno v systému konkrétního zařízení. Metoda není přesná, ale za to je velmi rychlá a jednoduchá (Sobotka 2021).

## 4.2 Energetický výdej

Celkový energetický výdej je tvořený z bazálního metabolismu, termického efektu potravy a ze spotřeby energie například při fyzické aktivitě, růstu, těhotenství nebo onemocněních (Křížová 2019; Rajdl 2021; Sobotka 2021).

Bazální energetický výdej je výdej energie potřebný k pokrytí základních fyziologických dějů za optimálních bazálních podmínek, což znamená ve stavu bdělosti a ve fyzickém i psychickém klidu, po deseti hodinách lačnění a v termoneutrálním prostředí (Křížová 2019). Většinou se jedná o aktivní membránové transporty, termoregulační děje a funkci kardiopulmonálního systému a ostatních orgánů. Bazální energetický výdej je většinou 60-70 % z celkového energetického výdeje (Křížová 2019; Rajdl 2021; Sobotka 2021). K co nejpřesnějšímu stanovení bazálního energetického výdeje nám slouží nepřímá kalorimetrie. U nepřímé kalorimetrie ale nejsme schopni zajistit optimální bazální podmínky, proto se tedy stanovuje hodnota klidového energetického výdeje, což je asi o 5 % vyšší hodnota, než je bazální energetický výdej. Principem nepřímé kalorimetrie je měření spotřeby O<sub>2</sub> a produkce CO<sub>2</sub> (Křížová 2019). Z naměřených hodnot spotřeby kyslíku, produkce oxidu uhličitého a vyloučeného dusíku močí se pak, s pomocí stechiometrických rovnic a známých hodnot oxidace energetických substrátů, dá zjistit energetický výdej (Sobotka 2021). Toto vyšetření není příliš dostupné, a tak se více používá výpočet přes vzorec Harrisovy-Benedictovy rovnice (Křížová 2019).

**Tab. 3: Harrisova-Benedictova rovnice pro výpočet bazálního energetického výdeje (Křížová 2019, s.56)**

<b>Muži</b>	$REE = 13,75 \times \text{váha} + 5,003 \times \text{výška} - 6,775 \times \text{věk} + 66,5$
<b>Ženy</b>	$REE = 9,563 \times \text{váha} + 1,85 \times \text{výška} - 4,676 \times \text{věk} + 655,1$

Výdej energie při fyzické aktivitě je další složkou celkového energetického výdeje. Je velmi individuální a proměnlivý (Křížová 2019). K monitorování fyzické aktivity v běžném životě bylo vyvinuto spousta aplikací, díky kterým do jisté míry můžeme sledovat energetický výdej při fyzické aktivitě, ale je důležité si uvědomit, že údaje nejsou přesné, jelikož se jedná o měření tělesné aktivity a následné hodnoty energetického výdeje jsou tedy pouze potencionální (Sobotka 2019).

Poslední složkou energetického výdeje je termický efekt potravy. Představuje zvýšení energetického výdeje maximálně 1,5 hodiny po jídle. Energetický výdej by se pak měl vracet do normálního stavu přibližně 2-4 hodiny po jídle (Křížová 2019).

## 5 Makronutrienty

Základní složky potravy nazýváme nutrienty (Zlatohlávek et al. 2019). Mezi základní nutrienty patří bílkoviny, sacharidy a tuky (Křížová 2019). Tyto nutrienty tvoří podstatnou část stravy, a proto je nazýváme makronutrienty (Sobotka 2021). Jsou považovány za nositele energie ve stravě (Zlatohlávek et al. 2019). Vstřebávají se v zažívacím traktu a jsou specificky metabolizovány. Během těchto procesů vznikají energetické substráty a teplo. Sacharidy a tuky jsou po těchto procesech ukládány v zásobních formách. Bílkoviny se neukládají, protože nemají zásobní formu (Křížová 2019). K makronutrientům se dle Zlatohlávek et al. (2019) někdy počítá i alkohol, i když k nim primárně nepatří, protože je to velmi vysokoenergetický zdroj.

### 5.1 Bílkoviny

Bílkoviny, nebo také proteiny, jsou hlavním strukturálním stavebním materiálem buněk a tkání lidského organismu. Jsou pro člověka prakticky jediným zdrojem dusík a jejich část se může také využívat jako energetický zdroj. Bílkoviny si jako jediné z makronutrientů lidské tělo neukládá do zásoby. Ty se v lidském těle neustále odbourávají a znovu tvoří, proto je důležitý jejich stálý příjem v potravě. Jsou složeny z aminokyselin, které slouží jako stavební kameny, propojených peptidovými vazbami (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrpová 2021; Rajdl 2021).

Bílkoviny také v organismu plní spoustu funkcí. Strukturální bílkoviny zaručují tvar a stabilitu buněk a tkání. Díky motorickým bílkovinám může fungovat kontraktilní aparát svalových vláken, nebo se také podílejí na intracelulárním transportu a dalších pochodech. Transport špatně rozpustných látek organismem zprostředkovávají transportní bílkoviny. Dalším velmi důležitým druhem bílkovin jsou katalytické bílkoviny neboli enzymy. Jsou to katalyzátory důležitých organických reakcí a dějů, které by bez jejich přítomnosti byly prakticky neuskutečnitelné. Současně i výrazně a přesně regulují rychlosti reakcí a tím napomáhají k udržení homeostázy v těle. Enzymy se sice v organismu vyskytují v nízkých koncentracích, ale i tak jsou nejpočetnější skupinou s více než dvěma tisíci zástupci. Obranné bílkoviny jsou dalším typem bílkovin. Spadají sem složky specifické i nespecifické imunity. Regulační a signální bílkoviny spolu s peptidy přenášejí signály v těle. Může se jednat jak o signály na delší vzdálenosti jako hormony, tak i o signály uvnitř buněk nebo tkání. Řadíme sem i receptory přenášející signály z extracelulárního do intracelulárního prostředí. Dalšími typy bílkovin jsou například i histony nebo i bílkoviny se zásobní funkcí (Vejražka 2021).

Podle počtu vázaných aminokyselin rozdělujeme výšemolekulární sloučeniny na peptidy a proteiny. Peptidy mají vázaných 2-100 aminokyselin. Proteiny pak mají vázaných 100 a více aminokyselin (Pánek & Chrpová 2021).

Při denaturaci dochází k destrukci vyšších struktur proteinu. Díky denaturaci v potravinách se porušením struktury proteinů zlepší přístup proteolytických enzymů k funkčním skupinám proteinů, díky čemuž se pak lépe tráví. Denaturace ale také může zhoršit nutriční hodnotu proteinů, což zapříčiňují reakce, které denaturaci doprovázejí. Tyto reakce také mohou způsobit snížení využitelnosti a biologické hodnoty proteinu (Pánek & Chrpová 2021).



### 5.1.1 Aminokyseliny

„Aminokyseliny jsou substituované karboxylové kyseliny“ (Pánek & Chrprová 2021, s. 225). Primární aminoskupina, která je nejčastější substituent, nebo sekundární aminoskupina je vázána většinou na uhlíku č. 2. Pokud je aminoskupina vázána na jiném z uhlíků, většinou to má svůj biologický význam. V přírodě existuje celkem 700 různých aminokyselin (Pánek & Chrprová 2021).

V potravinách můžeme aminokyseliny najít jako stavební složky všech proteinů a peptidů, v dalších sloučeninách anebo také jako volné aminokyseliny. Volných aminokyselin je v potravinách velmi málo, ale i přes to mohou výrazně ovlivnit jakost a senzorické vlastnosti potraviny, proto jsou také jejich významnou součástí. Více se volné aminokyseliny vyskytují v potravinách, ve kterých proběhla řízená proteolýza, což může být například zrající sýr. Aminokyseliny v peptidech mají na potraviny stejný vliv jako aminokyseliny volné. Jejich výskyt je také velmi nízký až na potraviny, kde proběhla proteolýza a objevují se zde tedy častěji. Nejvýznamnější aminokyseliny jsou vázané v proteinech jak živočišného, tak rostlinného původu (Pánek & Chrprová 2021).

Proteosyntéza neboli syntéza nových proteinů z aminokyselin, je jedním ze základních životních dějů. Tento proces se odehrává nejprve v jádru buňky, kde probíhá transkripce kódu DNA na mRNA. Ta se pak přesouvá do ribozomu, kde probíhá translace. V rámci této fáze se podle pořadí aminokyselin v mRNA tvoří polypeptidové řetězce. Aminokyseliny, které se tohoto procesu účastní, nazýváme proteinogenní nebo také kódované. Z těchto aminokyselin, kterých je celkem 22, se 20 vyskytuje běžně v přírodních proteinech. Těchto 20 aminokyselin také tvoří 90 % aminokyselin vyskytujících se běžně v potravě. Selenocystein, což je 21. aminokyselina, se taky běžně vyskytuje v přírodě, ale pouze v omezeném množství. Pyrrolysin, což je 22. aminokyselina, se vyskytuje pouze u prokaryotických jednobuněčných mikroorganismů domény *Archaea*. Většinu z těchto proteinogenních aminokyselin si organismus člověka zvládne syntetizovat sám buď z jiných aminokyselin nebo *de novo* z glukózy, mastných kyselin aj. (Pánek & Chrprová 2021). Ty aminokyseliny, které si organismus člověka není schopný syntetizovat, musíme přijímat v potravě. Důvodem, proč nejsme schopni si aminokyseliny sami syntetizovat, je absence enzymového vybavení pro jejich syntézu. Tyto aminokyseliny nazýváme esenciální (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrprová 2021). Mezi esenciální aminokyseliny člověka patří valin, leucin, isoleucin, threonin, methionin, lysin, fenylalanin a tryptofan. Pokud má člověk dostatečně pestrou stravu, tak esenciálních aminokyselin přijme z potravy dostatečné množství. Ty esenciální aminokyseliny, kterých přijmeme v běžné stravě nejméně, nazýváme limitujícími aminokyselinami, protože limitují rozsah proteosyntézy. Určují také nutriční hodnotu přijaté potravy. Limitující aminokyselinou je obvykle lysin, kterého je málo obsaženo v obilovinách a většině rostlinných proteinech. Limitujícími aminokyselinami může být i methionin, kterého je menší množství v luštěninách a proteinech masa a mléka, threonin, kterého je menší množství v proteinech pšenice a žita, a tryptofan, kterého je menší množství obsaženo v kaseinové frakci mléka (Pánek & Chrprová 2021). Existují také podmíněně esenciální aminokyseliny kyseliny, které si lidské tělo dokáže syntetizovat pouze z prekurzorů přijímaných potravou (Zlatohlávek

et al. 2019). U rychle rostoucích organismů, jako jsou třeba děti, jsou esenciálními aminokyselinami i některé aminokyseliny, které jsou u dospělého člověka neesenciální. Tyto kyseliny označujeme jako semiesenciální a patří k nim arginin a histidin. Pokud člověk nemá dostatečně pestrou stravu, je tu riziko nedostatečného příjmu esenciálních aminokyselin. Tato situace může nastat buď u různých jednostranných redukčních diet nebo u některých typů alternativních výživových směrů, jako je veganská strava, vitariánství nebo makrobiotika (Pánek & Chrpová 2021). Zbylé aminokyseliny, které si dokáže náš organismus sám syntetizovat, se označují jako neesenciální (Zlatohlávek et al. 2019).

Neproteinogenní aminokyseliny jsou další skupinou aminokyselin. Momentálně je známo přibližně asi 700 různých aminokyselin. I když tvoří přibližně pouze 10 % všech aminokyselin, které přijmeme skrze potravu, tak pro nás mají velký fyziologický význam. První skupinou neproteinogenních aminokyselin jsou deriváty proteinogenních aminokyselin, které vznikají v proteinu jako vedlejší produkt posttranslačních modifikací. Kvantitativně nejvýznamnější je L-cystin. Ten, jako součást obilné bílkoviny, ovlivňuje vlastnosti těsta. Dalším významným derivátem, vznikající při hydroxylaci prolinu, je 4-hydroxyprolin, doprovázen 3-hydroxyprolinem a 5-hydroxylysinem. Posledním významným derivátem, který lze najít v bílkovinách masa, je 3-methylhistidin. Další formy výskytu neproteinogenních aminokyselin jsou buď v přírodě vázané v peptidech nebo se mohou vyskytovat i jako volné. Tyto formy neproteinogenních aminokyselin jsou sekundárními metabolity živočichů a rostlin. Většina z nich mají samy o sobě fyziologický význam, nebo mohou být prekuzory biosyntézy řady biologicky aktivních dusíkatých sloučenin. Z N-substituovaných derivátů jsou fyziologicky nejvýznamnější betain a karnitin. Karnitin má uplatnění v katabolismu mastných kyselin, ale za určitých okolností může i zvyšovat rozsah lipidového katabolismu. Je taky často užívaným doplňkem stravy převážně u redukčních typů diet. Efekt této aminokyseliny se ale projevuje pouze v případě vysoké fyzické aktivity. Využívá se schopnosti karnitinu podněcovat katabolismus mastných kyselin a tím využití tuků jako zdroj energie. Dalším populárním doplňkem stravy, hlavně u sportovců, je kreatin. Tato aminokyselina v organismu vzniká sledem reakcí z jiných aminokyselin. Kreatin po fosforylaci je první rezervou energie pro sval, protože po určitou dobu umožňuje regeneraci spotřebovaného ATP. Množství kreatinu, které se nasyntetizuje, stačí pro běžné fungování a fyzickou činnost. Hlavním zdrojem této aminokyseliny jsou hlavně všechny druhy masa (Pánek & Chrpová 2021). Taurin je sirá aminokyselina. Je to aminokyselina, která ovlivňuje řadu biologických a fyziologických reakcí v organismu člověka (Pánek & Chrpová 2021; Rais et al. 2023). Taurin nelze najít jako součást bílkovin, ale lze ho najít jako součást tkání v organismu, jako je například kosterní a hladká svalovina, leukocyty a mozek (Rais et al. 2023). Je vázána ve žlučových kyselinách, ale můžeme ji také najít jako volnou aminokyselinu v mase teplokrevných zvířat nebo ji syntetizují i někteří korýši a hmyz (Pánek & Chrpová 2021).

I když to není obvyklé, mohou se vyskytovat i poruchy metabolismu aminokyselin. Tyto poruchy jsou vždy geneticky podmíněné. V těle člověka trpícího touto poruchou je nízká aktivita nebo úplná absence enzymu, který spouští daný krok katabolismu určité aminokyseliny, což způsobuje metabolickou intoleranci té dané aminokyseliny. Nejznámější z těchto poruch je fenylketonurie. U fenylketonurie je absence katalyzátoru neboli enzymu fenylalaninhydroxylázy, který má za úkol spustit hydroxylaci fenylalaninu na tyrosin. Další poruchy metabolismu aminokyselin jsou již velmi vzácné. Tyto poruchy se dají řešit pouze

striktním vyřazením určitých potravin obsahujících danou aminokyselinu z jídelníčku. Bohužel se jedná o proteinogenní aminokyseliny, které jsou všudypřítomné, takže jediným řešením je většinu příjmu bílkovin nahradit prostřednictvím speciálních potravin pro zvláštní lékařské účely (Pánek & Chrpová 2021).

### **5.1.2 Trávení a metabolismus proteinů**

V lidském těle začíná trávení proteinů v žaludku, kde je trávení velmi intenzivní. Působí zde pepsin, který štěpí peptidové vazby a dlouhé polypeptidové řetězce se tak rozdělují na kratší. Trávení pak pokračuje v tenkém střevě, kde působí trypsin, chymotrypsin a elastáza. Tyto proteázy štěpí polypeptidové řetězce na oligopeptidy, které pak peptidázy pankreatu a střevní sliznice štěpí na volné aminokyseliny (Pánek & Chrpová 2021; Vejražka 2021). Pokud se volné aminokyseliny nebo peptidy v tenkém střevě nevstřebají, tak jsou střevní mikrobiotou metabolizovány v tlustém střevě a vznikají tak tzv. produkty hnití. Volné aminokyseliny se ale také mohou v tenkém střevě vstřebat a přejít do portální krve. Z portální krve mohou pak volné aminokyseliny doputovat až do jater, kde se nachází jejich zásobárna. Tato zásobárna má ale malou kapacitu, proto musí být příjem proteinů rovnoměrný. Z těchto zásob si pak tělo odebírá aminokyseliny, které potřebuje na výstavbu tělesných proteinů. Z aminokyselin se také díky dekarboxylaci mohou syntetizovat jiné dusíkaté látky jako jsou například kreatin, puriny, porfyriny a další. Aminokyseliny mohou také podléhat deaminaci, čímž vznikají uhlíkaté skelety a amoniak, který se v játrech přeměňuje na močovinu. Ta je pak přenášena do ledvin a vyloučena močí. Vzniklé uhlíkaté skelety se mohou využít k syntéze nových lipidů a sacharidů nebo se odbourávají v citrátovém cyklu a dýchacím řetězci. Podle způsobu odbourávání pak můžeme aminokyseliny dělit na glukogenní, ketogenní a smíšené (Pánek & Chrpová 2021).

### **5.1.3 Proteiny ve stravě**

„Doporučená denní dávka příjmu bílkovin se liší podle několika faktorů. Minimální potřeba bílkovin je kolem 0,4 g/kg jedince. Naopak pro novorozence je tato dávka stanovena na 2,7 g/kg jedince, ve věku 1 roku 1,2 g/kg a u školních dětí 1 g/kg hmotnosti. V dospělosti i ve vyšším věku platí hodnota 0,8-1,0 g/kg. Podobně se doporučená denní dávka příjmu bílkovin zvyšuje o cca 15 g na den v těhotenství a o 20 g bílkovin v období plného kojení“ (Zlatohlávek et al. 2019, s.32). Maximální přípustný příjem bílkovin je 1,6 g/kg jedince, ale tato hodnota je nutná u nemocných jedinců. Kdyby byl příjem bílkovin zvýšený, tak pouze část přijímaných aminokyselin je využita k syntéze nových bílkovin. Zbylé aminokyseliny jsou přeměněny na ketolátky a je podporována glukoneogeneze nebo se tato energie ukládá do tukových zásob (Zlatohlávek et al. 2019). Proteiny jsou přítomny prakticky ve všech potravinách. Výjimkou je například cukr, sůl a většina doplňků stravy (Pánek & Chrpová 2021). Vyplývá z toho, že bílkoviny mohou být jak původu živočišného, tak i původu rostlinného. V rozvinutých zemích se v současné době zvyšuje konzumace rostlinných bílkovin oproti živočišným. Rostlinné bílkoviny ale mají tu nevýhodu, že oproti bílkovinám živočišným obsahují malé množství esenciálních aminokyselin. Aby člověk, konzumující pouze bílkoviny rostlinného původu, přijmul dostatečné množství esenciálních aminokyselin, musí kombinovat větší množství potravin (Zlatohlávek et al. 2019). Z tohoto důvodu se i určuje biologická hodnota bílkoviny podle obsahu sledované aminokyseliny oproti obsahu v referenční bílkovině čili určíme podle

AAS. Referenční bílkovina obsahuje optimální množství esenciálních aminokyselin dle potřeb člověka. Vhodnou referenční bílkovinou je vaječná bílkovina (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrpová 2021). Další způsob hodnocení zastoupení esenciálních aminokyselin v bílkovině je EAAI, díky kterému známe geometrický průměr zastoupení. Za plnohodnotnou bílkovinu se považuje ta bílkovina, která má hodnoty AAS větší než 65 a hodnoty EAAI větší než 75. Z tohoto vyplývá že bílkoviny živočišného původu jsou plnohodnotné a veškeré bílkoviny rostlinného původu jsou deficitní. Dá se připravit plnohodnotná směs rostlinných bílkovin, ale u této směsi se musí hlídat reálná využitelnost proteinů (Pánek & Chrpová 2021).

## 5.2 Sacharidy

Sacharidy můžeme z chemického hlediska definovat jako polyhydroxyaldehydy a polyhydroxyketony (Zlatohlávek et al. 2019). Jsou jedním ze základních energetických zdrojů pro lidské tělo. Sacharidy by měly zastat přibližně 50 % energie z celkového energetického příjmu, ale z toho pouze 10-15 % by mělo připadnout jednoduchým sacharidům, což jsou mono – a disacharidy. Organismus ale sacharidy potřebuje i ke tvorbě jiných a důležitých sloučenin, což jsou například glykoproteiny (Pánek & Chrpová 2021).

Sacharidy rozdělujeme podle počtu monosacharidových jednotek na různé typy, a to jsou monosacharidy, oligosacharidy, kam spadají disacharidy a trisacharidy, a polysacharidy (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrpová 2021). Můžeme je taky rozdělit podle počtu atomů uhlíku, které obsahují, na triózy, tetrózy, pentózy a hexózy (Zlatohlávek et al. 2019).

### 5.2.1 Monosacharidy

Monosacharidy jsou opticky aktivní látky, které jsou také snadno rozpustné ve vodě. Obsahují jednu sacharidovou jednotku. Podle počtu atomů uhlíku v molekule je rozdělujeme na pentózy a hexózy. Pentózy obsahují pět atomů uhlíku. Řadíme k nim například ribózu a deoxyribózu. Ty jsou součástí nukleových kyselin a organismus si je tvoří pentózovým cyklem. Hexózy obsahují šest atomů uhlíku a přijímáme je skrze potravu. Monosacharidy jsou také ovlivňují hladinu krevního cukru (Pánek & Chrpová 2021).

Nejvýznamnějším monosacharidem pro lidský organismus je glukóza neboli hroznový cukr. Glukózu najdeme v potravinách, které obsahují řepný cukr neboli sacharózu, jejíž součástí je glukóza, nebo v řadě přirozeně sladkých potravinách jako je například ovoce, některé druhy zeleniny, med a víno. Na množství glukózy obsažené v ovoci má vliv spousta faktorů, ale největší vliv mají zralost a druh ovoce (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrpová 2021). V současnosti lidé nejvíce přijímají glukózu skrze limonády a cukrárenské a pekárenské výrobky, kde se k oslazení používá glukózový a glukózo-fruktózový sirup (Pánek & Chrpová 2021). Glukóza je taky sacharid důležitý pro syntézu dalších komponent v organismu, jako jsou třeba nukleové kyseliny nebo cholesterol. Na množství přijaté glukózy jsou také závislé i červené a bílé krvinky, dřev nadledvin a buňky centrální nervové soustavy (Zlatohlávek et al. 2019). Další významný monosacharid je fruktóza neboli ovocný cukr. Fruktóza je stejně jako glukóza obsažena v ovoci, medu, sacharóze a ve fruktózovém a fruktózo-glukózovém sirupu (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrpová 2021). Na metabolismus fruktózy nemá vliv inzulin. Fruktóza hraje roli v energetickém metabolismu, kde jsou využívány její štěpné produkty, a proto i při zvýšeném příjmu tohoto sacharidu může dojít k obezitě (Zlatohlávek et al. 2019).

K monosacharidům spadá i galaktóza. Tu můžeme najít v mléce jako součást mléčného cukru laktózy (Pánek & Chrpová 2021).

### 5.2.2 Oligosacharidy

Oligosacharidy obsahují od dvou do deseti sacharidových jednotek (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrpová 2021). Dělíme je na sacharidy a trisacharidy s vyššími oligosacharidy. Skupinou s největším a nejdůležitějším zastoupením jsou disacharidy. Stejně jako monosacharidy jsou i disacharidy bílé krystalické látky dobře rozpustné ve vodě. Disacharidy s volným poloacetalovým hydroxyem jsou redukující. Patří k nim například maltóza a laktóza. Disacharidy, které nemají volný poloacetalový hydroxyl, postrádají redukční vlastnosti. Mezi tyto disacharidy patří například sacharóza a trehalóza. Disacharidy bez reakčních vlastností rostliny využívají jako zásobní sacharidy, protože jsou jinak prakticky nereaktivní (Pánek & Chrpová 2021).

Jedním z již zmíněných disacharidů je maltóza neboli cukr sladový, který je složen ze dvou molekul glukózy. Je přirozeně obsažena v obilném sladu a v těle vzniká trávením škrobů amylázou v gastrointestinálním traktu (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrpová 2021). Významným disacharidem je také sacharóza neboli cukr řepný nebo třtinový (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrpová 2021). Je tvořena glukózou a fruktózou. Největšími zdroji sacharózy jsou ovoce, med, cukrová řepa a cukrová třtina, ze kterých se tento disacharid získává. Dalšími zdroji mohou být cukrárenské a pekárenské výrobky, ochucené mléčné výrobky nebo i nealkoholické nápoje (Pánek & Chrpová 2021). Sacharóza je většinou označována jako negativní sacharid, i když nemusí být nositelem negativních vlastností. Její označení za negativní sacharid je odvozeno pravděpodobně od jejího výskytu v pekárenských a cukrárenských výrobcích, například sušenky, které také obsahují vysoké množství tuků a tím pádem je zde i spojení s nadměrnou konzumací tuků. Je také tedy spojena se špatným složením stravy a s deficiencí mikronutrientů a dalších esenciálních složek potravy (Zlatohlávek et al. 2019). Laktóza je také velmi významným disacharidem. Je tvořena monosacharidy glukózou a galaktózou (Pánek & Chrpová 2021). Je obsažena nejen ve mléce a ve většině mléčných výrobků, ale také v potravinách obsahujících mléko (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrpová 2021). Trehalóza se také začíná považovat za důležitý disacharid. Je složena ze dvou molekul glukózy, což je stejné složení jako má maltóza, ale na rozdíl od maltózy jsou molekuly glukózy spojeny jinou glykosidickou vazbou, a to zapříčiňuje jiné chemické a fyzikální vlastnosti. Této skutečnosti hojně využívají výrobci potravin, do kterých se má maltóza přidávat. Použitím trehalózy se například zamezí tvorbě krystalků u mražených potravin a zachová se jednotvárná konzistence u daných potravin. Její přirozený výskyt v potravinách je nízký. Malé množství trehalózy je obsaženo v medu a krevetách, o něco větší množství je pak ve kvasnicích a vyšších houbách (Pánek & Chrpová 2021). Významným trisacharidem je pak rafinóza, která je složena z galaktózy, glukózy a fruktózy. Spolu s tetrasacharidem stachyózou a pentasacharidem verbaskózou jsou součástí obalových vrstev luštěnin a mohou být příčinou nadýmání (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrpová 2021).

### 5.2.3 Polysacharidy

Polysacharidy obsahují více než deset sacharidových jednotek. V živých organismech mohou být součástí struktury nebo mohou být využívány jako dlouhodobá energetická zásoba. Dělíme je na stravitelné a nestravitelné (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrpová 2021).

Stravitelné, nebo také vstřebatelné, polysacharidy jsou ty, které je náš gastrointestinální trakt schopen štěpit na menší molekuly s pomocí produkovaných enzymů. Nejvýznamnějším stravitelným polysacharidem je škrob (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrpová 2021). Je složen z amylózy a amylopektinu. Náš gastrointestinální trakt je schopen produkovat enzymy amylázy, které ho štěpí na dextriny nebo případně na maltodextriny. Dobrým zdrojem škrobu jsou například brambory a jiné netradiční okopaniny, luštěniny, kromě sóji, obiloviny a potraviny vyrobené ze zmíněných plodin (Pánek & Chrpová 2021).

Nestravitelné, nebo také nevstřebatelné, polysacharidy jsou obecně označovány jako vláknina. Hlavními nestravitelnými polysacharidy je celulóza, hemicelulózy, pektiny, gumy, slizy, chitin, agar a inulin. Lidské tělo není schopno produkovat enzymy, které by štěpily tyto polysacharidy, a tak procházejí gastrointestinálním traktem netknuté (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrpová 2021). Až střevní mikroflóra a její enzymy jsou schopné nestravitelné polysacharidy fermentovat. Tímto procesem vznikají mastné kyseliny, oxid uhličitý, vodík a metan, čímž pak vzniká nadýmání (Zlatohlávek et al. 2019). I přes určitá negativa je pro nás vláknina prospěšná. Má schopnost navodit pocit nasycení v žaludku. Upravuje konzistenci stolice, čímž zabraňuje zácpě a také upravuje peristaltiku ve střevě. Vláknina jako taková i napomáhá v prevenci proti vzniku kolorektálního karcinomu a divertikulózy. Vlákninu můžeme také dělit na hrubou nerozpustnou a jemnou rozpustnou. Hrubá nerozpustná vláknina navyšuje objem stolice a tím čistí střevo. Mezi hrubou nerozpustnou vláknou patří například celulóza, hemicelulóza, lignin a chitin. Jemná rozpustná vláknina zpomaluje transport ve střevěch a zamezuje vstřebání některých nutrientů skrz střevní stěnu, dokonce i zpomaluje vstřebávání glukózy, což zabraňuje náhlé hyperglykémii. Jemnou rozpustnou vlákninou je například pektin nebo arabinoxylany. Zdroje vlákniny obsahují jak jemnou, tak hrubou vlákninu. Ve stravě člověka je hlavním zdrojem vlákniny zelenina, ovoce, obalové části obilovin, ořechy, semena a brambory (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrpová 2021).

### 5.2.4 Trávení a metabolismus sacharidů

K prvotnímu trávení sacharidů dochází již v dutině ústní. Tělo začne spolu se slinami vylučovat enzym amylázu, která začíná štěpit škrob. Aby opravdu došlo k úplnému promísání a ke správnému štěpení, je potřeba potravu také zároveň mechanicky upravovat. Správné štěpení škrobu poznáme pocítním sladké chuti v ústech, což je snáze rozpoznatelné u slaných věcí jako je například chléb. Sacharidy v potravě pak putují do žaludku, kde přestává působit amyláza a pouze se zde sacharidy mechanicky upravují. Trávení pokračuje až v tenkém střevě, konkrétně pokračuje v duodenu, kde je většinové. Zde působí pankreatické enzymy amylázy a disacharidázy, které štěpí sacharidy na jednotlivé základní monosacharidy. Ty se většinou vstřebávají v prvním metru tenkého střeva (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrpová 2021). Vzniklé molekuly glukózy prostoupí skrze stěnu tenkého střeva a s pomocí krve putují jako energetický zdroj až do jater a k dalším buňkám organismu. Aby mohla glukóza jako

energetický zdroj vstoupit do buněk, je potřebná přítomnost hormonu inzulínu. Ten reguluje hladinu glukózy v krvi. Po vstupu glukózy do buňky začne probíhat glykolýza, což je metabolický rozklad glukózy. Pokud z potravy přijmeme více energie, než je potřeba, přebývající glukóza se ve svalech a v játrech přemění na zásobní polysacharid glykogen v rámci glykogeneze. Při přebytku se dále glukóza během lipogeneze přeměňuje na molekuly triacylglycerolů, které jsou součástí zásobního tuku. Pokud z potravy přijmeme naopak méně energie, než tělo potřebuje, začne působit hormon glukagon. Glukagon spustí glykogenolýzu, při které se ze zásobního glykogenu začnou uvolňovat molekuly glukózy a zvýší se tím glykemie. Když potřeba zvýšit glykemií stále trvá, spustí se proces glukoneogeneze. Při glukoneogenezi se tvoří nová glukóza z nesacharidových zdrojů. Tento proces probíhá v játrech, kde se uvolní molekuly tuku a lipázou se rozštěpí na mastné kyseliny a glycerol. Glycerol a pak i glukogenní aminokyseliny se využívají pro novotvorbu glukózy (Pánek & Chrpová 2021).

Metabolismus a trávení sacharidů ale mohou postihnout určité poruchy. Řadíme sem například deficienci disacharidáz, což jsou enzymy tenkého střeva, které štěpí disacharidy. Nejčastější a nejnámější je deficece laktázy, ale v poslední době se vyskytují i kombinace deficitů různých disacharidáz. Ze stravy je pak doporučováno s ohledem na stupeň deficece vynechat potraviny obsahující netolerované disacharidy. K poruchám metabolismu sacharidů můžeme také zařadit poruchu glukózové intolerance a diabetes mellitus (Pánek & Chrpová 2021).

### 5.2.5 Sacharidy ve stravě

Jak už bylo zmíněno, sacharidy jsou pro nás důležitým energetickým zdrojem. Měly by zastávat přibližně 55 % celkového denního příjmu. Hlavním zdrojem sacharidů ve stravě je rostlinná potrava. Spadá sem zelenina, ovoce, luštěniny aj., ale globálně jsou nejvíc využívaným zdrojem obiloviny a produkty z nich (Zlatohlávek et al. 2019). V současné době se také rozmohlo nahrazovat klasická sladidla sladidly náhradními. Ty můžeme rozdělit na sladidla energetická a neenergetická. Mezi energetická sladidla řadíme glukózové a fruktózové sirupy, glukózu, fruktózu, sorbitol, xylitol, erythritol aj. Ty mají se sacharózou shodnou sladivost a až na erythritol i srovnatelné množství využitelné energie. Neenergetická sladidla jsou například sacharin a aspartam. Ty mají výrazně vyšší sladivost než sacharóza a tak se také používají v menších množstvích. Jak už naznačuje název, množství využitelné energie těchto sladidel je zanedbatelné (Pánek & Chrpová 2021).

## 5.3 Lipidy

Lipidy, také často označované jako tuky, jsou pro lidské tělo velmi důležitým energetickým zdrojem. Kromě toho mají v organismu funkci izolační a termickou. Jsou také součástí buněčných membrán a substrátem pro tvorbu žlučových kyselin a steroidních hormonů. Organismus také s jejich pomocí ve střevech vstřebává vitaminy rozpustné v tucích (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrpová 2021). Lipidy jsou z 95-98 % tvořeny triacylglyceroly. Mohou ale také obsahovat doprovodné látky, což jsou například steroidní látky nebo karotenoidy. Tuky jsou pro nás taky velmi významné díky příjmu esenciálních mastných

kyselin, které v organismu mají spoustu biologických funkcí, jako například schopnost v organismu ovlivňovat pro – a protizánětlivou odpověď (Pánek & Chrpová 2021).

„Lipidy se rozdělují podle složení na jednoduché tuky (homolipidy) a složené tuky (heterolipidy). K jednoduchým lipidům se řadí tuky a vosky, ke složeným pak ty, které kromě tuku obsahují ještě jinou, netukovou složku, např. lipoproteiny, glykolipidy či fosfolipidy (lecitin). Podle původu lze rozdělit tuky na živočišné a rostlinné“ (Pánek & Chrpová 2019, s.246). Tuky pak dále můžeme rozdělit na nasycené a nenasycené, což se určuje podle převažujícího typu mastných kyselin, které jsou v molekule tuku obsaženy (Pánek & Chrpová 2021).

### 5.3.1 Mastné kyseliny

Mastné kyseliny si můžeme představit v podobě lineárních řetězců o 12-24 uhlících (Zlatohlávek et al. 2019). Dělíme je na nasycené a nenasycené podle obsahu dvojných vazeb (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrpová 2021).

Nasycené nebo také satureované mastné kyseliny neobsahují žádnou dvojnou vazbu. Jejich řetězec je tedy spojen pouze vazbami jednoduchými (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrpová 2021). Nasycené mastné kyseliny pak můžeme dále dělit podle délky řetězce na krátké, střední a dlouhé. Mezi nasycené mastné kyseliny s krátkým řetězcem řadíme kyselinu máselnou, kyselinu octovou a kyselinu propionovou. K nasyceným mastným kyselinám s řetězcem středním spadá kyselina kapronová, kyselina kaprylová a kyselina kaprinová. Poslední skupinou jsou nasycené mastné kyseliny s dlouhým řetězcem neboli tzv. vyšší mastné kyseliny nasycené, a řadíme k nim kyselinu laurovou, kyselinu myristovou, kyselinu palmitovou a kyselinu stearovou. Tyto vyšší mastné kyseliny mají z fyziologického hlediska trombogenní a aterogenní potenciál. Míra potenciálu je závislá na složení mastných kyselin ve fosfolipidech trombocytů (Pánek & Chrpová 2021).

Nenasycené mastné kyseliny mají v řetězci vždy alespoň jednu dvojnou vazbu. Dělíme je na mononenasycené mastné kyseliny, které obsahují jednu dvojnou vazbu, a na polynenasycené mastné kyseliny, které obsahují dvě a více dvojných vazeb. Nasycené a mononenasycené mastné kyseliny si lidský organismus zvládá syntetizovat sám z acetylCoA. Mastné kyseliny, které si náš organismus neumí sám syntetizovat a musíme je přijímat potravou, označujeme jako esenciální a jsou to polynenasycené mastné kyseliny omega-3 neboli kyselina linolenová a omega-6 neboli kyselina linolová. Ty jsou označeny podle umístění uhlíku, kde se vyskytne první dvojná vazba od methylového konce. Linolová kyselina se v organismu přeměňuje na kyselinu arachidonovou. Kyselina  $\alpha$ -linolenová se v organismu přeměňuje na kyselinu eikosapentaenovou neboli EPA a dokosahexaenovou neboli DHA. Tyto kyseliny nazýváme semiesenciálními, protože lidské tělo je schopno je vytvořit pouze z prekurzorů. Semiesenciální PUFA se pak využívají ke tvorbě eikosanoidů, k ovlivnění průchodnosti a flexibility buněčných membrán a k ovlivnění struktury a funkce membránových proteinů (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrpová 2021). Dvojně vazby nenasycených mastných kyselin mohou být buďto v konfiguraci *cis*, které jsou obsaženy ve větším množství v přírodních tucích, anebo v konfiguraci *trans*, které jsou ve významnějším množství obsaženy pouze v mléčném tuku. *Cis*-nenasycené mastné kyseliny mají pozitivní vliv na lidské tělo. Například mají protiatrogenní a protitrombogenní vliv, protože způsobují snížení množství



LDL lipoproteinů, aniž by ovlivnily množství HDL lipoproteinů, také zvyšují odolnost LDL částic a snižují adhezi trombocytů (Pánek & Chrpová 2021). *Trans*-nenasycené mastné kyseliny jsou, jak už bylo uvedeno, nejvíce obsaženy v mléčných tucích a částečně i ve ztužených tucích (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrpová 2021). Transmastné kyseliny vznikají při částečné hydrogenaci vyšších nenasyčených mastných kyselin na pevný strukturní tuk. V současné době se používá hydrogenace totální (Pánek & Chrpová 2021). Při jejich ztužování vzniká kyselina převážně kyselina elaidová a kyselina vakcenová. Kyselina elaidová je pravděpodobně ta, která způsobuje negativní účinky transmastných kyselin. Kyselina vakcenová tyto účinky s největší pravděpodobností nemá. Mezi negativní účinky *trans*-nenasycených mastných kyselin patří aterosogeneze, což způsobuje zvýšený LDL-cholesterol právě jejich vlivem. S tím současně dochází i ke snižování hladiny HDL-cholesterolu (Zlatohlávek et al. 2019).

### 5.3.2 Cholesterol a lipoproteiny

Cholesterol je u živočichů základním steroidem. Také slouží jako základní stavební kámen při syntéze žlučových kyselin a steroidních hormonů nebo vitamínu D. Existují dvě formy cholesterolu, které tvoří zásobu organismu. Exogenní cholesterol je součástí živočišné stravy, konkrétně živočišných tuků, které přijímáme potravou. Obsah exogenního cholesterolu v rostlinných tucích je zanedbatelný, protože u rostlin je základním steroidem, který obsahují, fytosterol. Endogenní cholesterol si organismus tvoří v játrech. Zde se také přebývající cholesterol odbourává na žlučové kyseliny (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrpová 2021). Pokud je v organismu nedostatek cholesterolu, dochází k omezení syntézy cholesterolu a k následnému vychytávání cholesterolu z krve s pomocí LDL-receptoru, který reaguje na nedostatek a vystoupí na povrch buňky. Pokud je snižená přívod exogenního cholesterolu, organismus reaguje zvýšenou syntézou cholesterolu (Zlatohlávek et al. 2019).

Lipoproteiny spadají mezi složené tuky. Jsou to formy tuku obsahující cholesterol a proteinovou složku. Mají transportní funkci. V játrech se tvoří lipoproteiny s velmi nízkou hustotou neboli VLDL. Ty pak v krevním řečišti podstupují lipoproteinovou lipázu. Tím roste jejich hustota a VLDL se mění na lipoproteiny s nízkou hustotou neboli LDL. LDL jsou jedním ze dvou základních typů lipoproteinů, které rozlišujeme. Obsahují menší množství proteinů. Částice LDL přenášejí z jater triacylglyceroly a cholesterol do periferie, čímž se zvyšuje riziko tvorby aterosklerotických plátů ve stěnách cév. Druhým typem jsou HDL neboli lipoproteiny s vysokou hustotou obsahující více proteinu. Jsou tvořeny v játrech jaterními buňkami, ale také jsou tvořeny buňkami střevní stěny. V této molekule tuku převažují nenasyčené mastné kyseliny. Funkcí HDL je odvod přebytečného cholesterolu z periferie do jater, kde se odbourává a snižuje se riziko aterosogeneze (Pánek & Chrpová 2021; Vejražka 2021).

### 5.3.3 Trávení a metabolismus lipidů

Po příjmu tuků v potravě putují až do gastrointestinálního traktu, kde se začínají hydrolyticky štěpit na stavební části s pomocí lipáz (Pánek & Chrpová 2021; Vejražka 2021). Výsledným produktem jsou mastné kyseliny a glycerol. Podle metabolické situace organismu se glycerol buď odbourá v glykolýze, nebo postupuje do glukoneogeneze jako substrát (Vejražka 2021). Mastné kyseliny obsahující do deseti uhlíků se skrze stěnu střeva vstřebávají do vrátnicové krve a putují do jater, kde je organismus využije jako zdroj energie. Dlouhé

mastné kyseliny, obsahující více než deset uhlíků, pak s pomocí lymfy putují do jater. V játrech se zabudovávají do lipoproteinů, díky kterým se dostávají do celého organismu, konkrétně do buněk, kde plní své funkce (Pánek & Chrpová 2021). V mitochondriích pak probíhá odbourání mastných kyselin procesem  $\beta$ -oxidace. Při tomto procesu vzniká acetyl-CoA, který následně vstupuje do Krebsova cyklu, při kterém vzniká energie uložená v ATP. Syntéza mastných kyselin se spustí v případě, že má organismus nadbytek energie. Mastné kyseliny se syntetizují z acetyl-CoA, který vstoupí do cyklu. Při každém proběhnutí cyklu se řetězec mastné kyseliny prodlouží o dva uhlíky (Pánek & Chrpová 2021; Vejražka 2021).

Problém s trávením většího množství tuku může být u jedinců s cholecystektomií, u kterých je problém s emulgací triacylglycerolů žlučovými kyselinami, nebo s chronickou pankreatitidou, kde je porucha funkce pankreatické lipázy. U těchto lidí je doporučeno konzumovat menší množství tuků ve stravě a tuky by měli být spíše tepelně neupraveny. V případě poruch metabolismu tuků jsou nejčastějšími poruchami hyperlipoproteinemie, hypercholesterolemie a hypertriacylglycerolemie (Pánek & Chrpová 2021).

### 5.3.4 Lipidy ve stravě

Lipidy jsou pro nás velmi důležitým energetickým zdrojem. Jejich příjem by měl činit cca 30-35 % z celkového denního energetického příjmu a neměl by klesnout pod 20 %, aby nedošlo k deficienci esenciálních mastných kyselin a vitaminů rozpustných v tucích. Z řečených 30-35 % by mělo cca 10 % být tvořeno tukem nasyceným a ze zbylých cca 20 % by mělo přibližně 7 % připadat na mastné kyseliny polynenasycené a zbytek by měl připadat na mastné kyseliny mononenasycené (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrpová 2021). Zdrojem nasyceného tuku jsou pro nás především potraviny živočišného původu, což je mléčný tuk a tuk v masných výrobcích. Vysokým zdrojem je ale také palmový a kokosový tuk, které jsou nejčastěji obsaženy v pekárenských a cukrárenských výrobcích. Nasycené tuky jsou ideálními tuky pro tepelnou úpravu pokrmů díky své stabilitě vůči oxidaci. Nenasycený tuk pak přijímáme hlavně potravinami rostlinného původu. Nejčastěji používanými zdroji nenasyceného tuku jsou například řepkový olej, olivový olej a slunečnicový olej. Významnými zdroji jsou ale také obiloviny, luštěniny, ořechy a semena, v současnosti velmi populární avokádo, margaríny, ryby a všechny potravinové výrobky obsahující některý ze zdrojů. Nenasycené oleje nejsou vhodné na tepelnou úpravu, pouze řepkový olej a olivový olej rafinovaný, které jsou dostatečně stabilní vůči oxidaci, lze použít (Pánek & Chrpová 2021).

V potravě, kterou přijmeme, jsou pro nás nejdůležitější kyseliny omega-6 a omega-3, jejichž poměr, který by bylo dobré dodržovat, by měl ideálně být přibližně 5:1. Pro nás důležitými kyselinami skupiny omega-3 jsou EPA a DHA. Potraviny obsahující větší množství polynenasycených mastných kyselin EPA a DHA patří mořské ryby, rybí tuk a mořské plody. Současným trendem je ryby a drůbež krmit krmnou směsí s vyšším obsahem omega-3, aby maso a vejce měli vyšší obsah omega-3 mastných kyselin. Dále jsou omega-3 mastné kyseliny přidávány i do potravin jako jsou například chleba a margaríny (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrpová 2021).

Deficience mastných kyselin DHA a EPA je běžná u lidí, kteří nežijí v přímořských oblastech, ale výrazně větší deficit, pokud nejsou tyto mastné kyseliny suplementovány, je u lidí žijících se pouze rostlinnou stravou. I když rostlinné zdroje obsahují prekurzory

konkrétně pro DHA a EPA, tak se jich ale pouze 10 % přemění na již zmíněné mastné kyseliny. Toto by mohlo být problematické hlavně u těhotných žen nebo u malých dětí, protože esenciální mastné kyseliny jsou důležité pro správný vývoj organismu, a hlavně centrální nervové soustavy. Proto jsou také esenciální mastné kyseliny obsaženy v mateřském mléce a aktivita prekurzoru DHA a EPA se v období těhotenství a kojení zvyšuje až o 40 % (Zlatohlávek et al. 2019; Pánek & Chrpová 2021).

## 6 Mikronutrienty

Mikronutrienty jsou druhou základní složkou potravy. Řadíme mezi ně vitaminy, minerální látky a stopové prvky (Zlatohlávek et al. 2019; Müllerová 2021). Podle množství, které bychom za den měli přijmout, je dělíme na makroelementy, mikroelementy a stopové prvky. Makroelementy by měli být přijímané v množství vyšším, než je 100 mg/den. Mikroelementy by naopak měli být přijímané v množství menším, než je 100 mg/den. Stopové prvky by pak měli být přijímané pouze v mikrogramech/ den (Zlatohlávek et al. 2019).

I když mikronutrienty přijímáme v menším množství, jsou pro nás esenciální. Denní dávka, kterou bychom měli přijmout, je závislá na věku, pohlaví, fyzické zátěži a zdravotním stavu jedince. Nedostatečný příjem mikronutrientů může způsobit řadu klinických projevů, což se odvíjí od míry a doby deficiencie. Nedostatek určitého mikronutrientu začíná prelatentní fází, kdy se vyčerpávají zásoby organismu daného mikronutrientu. Pak nastupuje fáze latentní, kdy se snižuje syntéza metabolitů mikronutrientu. Fáze latentní přechází ve fázi subklinickou, kdy se snižuje aktivita hormonů a enzymů závislých na daném mikronutrientu. Poslední fází je klinicky významný nedostatek mikronutrientu, kdy se začínají projevovat nespecifické poruchy, které se při stále trvající deficienci mění na charakteristické a později až ireverzibilní poruchy zdraví. Denní dávka vitaminů, kterou bychom měli přijmout, se dá hradit i jejich prekurzory neboli provitaminy (Müllerová 2021).

### 6.1 Vitaminy

Vitaminy dělíme do dvou skupin, a to na vitaminy rozpustné ve vodě, ke kterým patří vitaminy skupiny B a vitamin C, a na vitaminy rozpustné v tucích, což jsou vitaminy A, D, E a K (Svačina 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). „Vitaminy jsou biologicky aktivní látky, které v organismu mají velmi specifické a nenahraditelné biologické funkce“ (Pánek & Chrpová 2021, s.253). Lidský organismus není schopen vitaminy syntetizovat v pro něj využitelné formě, a proto je musíme přijímat ve stravě. Při dlouhodobě nižším příjmu vitaminů může vzniknout hypovitaminóza. Pokud vitaminy ve stravě úplně chybí, vznikne avitaminóza. Projevy těchto poruch se nemusí u některých vitaminů projevit ihned, protože tělo může mít zásoby i na několik let. U vitaminů rozpustných v tucích může dokonce nastat i hypervitaminóza při dlouhodobé nadměrné konzumaci (Pánek & Chrpová 2021).

#### 6.1.1 Vitaminy skupiny B

Vitamin B<sub>1</sub> neboli thiamin je vitamin důležitý pro funkci mozku a izolaci nervů myelinem (Müllerová 2021). Ve stravě je nejvíce obsažen ve kvasnicích, celozrnných obilovinách, luštěninách, zelenině, mléce, mase a vnitřnostech. Nedostatek tohoto vitaminu hrozí nejvíce u alkoholiků, u kterých je snižená vstřebatelnost. Nedostatek vitaminu B<sub>1</sub> může přejít až v nemoc beri-beri. Doporučená denní dávka tohoto vitaminu, kterou bychom měli přijmout, je přibližně 1,2 mg (Svačina 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021).

Vitamin B<sub>2</sub> neboli riboflavin má v organismu uplatnění například jako součást dýchacího řetězce nebo při oxidační dekarboxylaci aminokyselin (Müllerová 2021; Pánek &

Chrpová 2021; Rajdl 2021). Nedostatek riboflavinu se projeví zpravidla na kůži a sliznicích například angulární stomatitidou, cheilózou, seboroickou dermatitidou a dalšími kožními změnami (Müllerová 2021; Rajdl 2021). Při vysokém příjmu riboflavinu se nadbytek vyloučí močí (Müllerová 2021). Doporučená denní dávka, kterou bychom měli přijmout, je dle Müllerová (2021) přibližně 1,3 mg, ale dle Svačina (2019) je možná doporučená denní dávka 1-2 mg. Vitamin B<sub>3</sub> najdeme ve stejných zdrojích jako vitamin B<sub>2</sub>, což jsou kvasnice, játra, mléko, celozrnné obiloviny, maso, ryby, ale také ho najdeme větší množství v listové zelenině (Svačina 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021).

Vitamin B<sub>3</sub> neboli niacin se dále také označuje jako nikotinamid nebo kyselina nikotinová (Svačina 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). V těle je provitamin niacinu tryptofan (Müllerová 2021). Niacin se také účastní některých biochemických reakcí v organismu, včetně biosyntézy základních živin (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Hlavními zdroji vitaminu B<sub>3</sub> jsou opět jako u předešlých vitaminů kvasnice, tmavé pečivo, maso, otruby a ořechy. Denní doporučená dávka, kterou by měl člověk přijmout je přibližně 16 mg (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Nedostatek se vyskytuje v místech, kde se převážně konzumuje kukuřice, kde je niacinu nedostatek (Svačina 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Úplná deficiencie se projeví jako pelagra (Svačina 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021) neboli onemocnění DDD, což je odvozené od slov diarrhea, dermatitis, dementia (Pánek & Chrpová 2021). Nedostatek vitaminu B<sub>3</sub> se u nás spíše nevyskytuje, ale může se vyskytnout při léčbě analgetiky, psychofarmaky nebo tuberkulostatiky. Ty totiž zasahují do metabolismu tohoto vitaminu (Müllerová 2021).

Vitamin B<sub>5</sub> neboli kyselina pantothenová je součástí koenzymu A, který se podílí na aktivaci mastných kyselin a aminokyselin, což činí vitamin nepostradatelným pro intermediární metabolismus (Müllerová 2021; Rajdl 2021). Zdroje vitaminu B<sub>6</sub> jsou stejné jako již zmíněné zdroje u ostatních vitaminů skupiny B. Deficiencie tohoto vitaminu je vzácná. Doporučená denní dávka je přibližně 4-6 mg (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021).

Vitamin B<sub>6</sub> neboli pyridoxin je důležitou součástí metabolismu aminokyselin (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Zdroje vitaminu B<sub>6</sub> jsou stejné jako u předešlých vitaminů skupiny B. Doporučená denní dávka je přibližně 1,4-2 mg. Deficiencie tohoto vitaminu způsobuje nespavost, záněty sliznic, kožní a nervové poruchy (Svačina 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021).

Vitamin B<sub>7</sub> neboli biotin někdy také označován jako vitamin H je součástí metabolismu všech živin a tvorby celulární energie. Také má velkou roli v projevování a stabilitě genů. Zdroje vitaminu B<sub>7</sub> jsou také stejné jako u předešlých vitaminů skupiny B (Müllerová 2021). Denní doporučená dávka biotinu dle Müllerová (2021) je přibližně 0,03 mg. Karence může být klinická, která je velmi vzácná, nebo subklinická, která je častá například u těhotných žen, starších lidí, kuřáků nebo alkoholiků (Müllerová 2021) Příznaky nedostatku nejsou příliš specifické (Pánek & Chrpová 2021).

Vitamin B<sub>9</sub> je známý také pod názvem kyselina listová. Je to vitamin, který má významný podíl na buněčném dělení. Zdroji kyseliny listové jsou kromě ořechů, luštěnin, obilovin, vnitřností, mléka, sóji a otrub, jak již bylo zmíněno u předchozích vitaminů této skupiny, i listová zelenina, která je hlavním zdrojem, obilné klíčky, květák a žlutek. Obsah tohoto vitaminu ale může klesnout vlivem skladování nebo tepelné úpravy až na 10 % původního obsahu. Doporučená denní dávka je přibližně 400 µg a u těhotných stoupá

až na 550-600 µg denně, čehož lze dosáhnout pouze s pomocí doplňků stravy (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Deficience vitamínu B<sub>9</sub> je častá. Může se projevit například makrocytární anémií, poruchou růstu, celkovou slabostí a záněty v dutině ústní. Pokud se vyskytne deficit u těhotné ženy v prvním měsíci embryonálního vývoje, může dojít k rozštěpu neurální trubice, což vede k těžkým vrozeným vývojovým vadám a postižení centrálního nervového systému (Müllerová 2021). Aby se předešlo problematice v těhotenství je doporučováno ženám, které se chystají otěhotnět, brát suplementy čtyři týdny dopředu (Pánek & Chrpová 2021).

Vitamin B<sub>12</sub> neboli cyanokobalamin se účastní metabolismu uhlíkatých zbytků a reakcí v metabolismu folátů. Zdrojem B<sub>12</sub> jsou hlavně živočišné potraviny zejména játra s vnitřnostmi a maso (Svačina 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Doporučená denní dávka je 0,0024 mg (Svačina 2019; Müllerová 2021). Tělo je schopno si v játrech vytvořit zásobu vitamínu B<sub>12</sub>, která by tělu měla vystačit na 4-5 let. Teprve až po vyčerpání zásob se začíná projevovat deficience (Butola et al. 2020). Deficience přecházející až v avitaminózu se může projevit makrocytární anémií nebo demyelinizací neuronů a postižením nervové soustavy (Svačina 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021).

### 6.1.2 Vitamin C

Vitamin C, který také můžeme znát pod názvem kyselina askorbová, což je jedna z jeho aktivních forem, je významným antioxidantem. Vitamin C také úzce spolupracuje s vitaminem E. Zúčastňuje se také například tvorby kolagenu nebo žlučových kyselin a dalších biologicky aktivních látek (Svačina 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021; Rejda 2021). Vitamin C je ale také znám pro svou podporu imunitních procesů (Müllerová 2021). Člověk si, na rozdíl od většiny ostatních živočišných druhů, neumí sám tento vitamin syntetizovat, a proto je odkázán na příjem pouze z potravy (Svačina 2019; Pánek & Chrpová 2021; Rajdl 2021). Doporučená denní dávka je dle Svačina (2019) pod 50 mg na den, ale dle Pánek a Chrpová (2021) je doporučená denní dávka je 95-110 mg na den a dávka pod 50 mg stačí, aby nedošlo k hypovitaminóze. Vitamin C obsahují téměř všechny druhy ovoce a zeleniny, ale hlavními zdroji jsou pak z ovoce citrusy, černý rybíz, šípky, jahody a ze zeleniny hlavně zelené části rostlin s brambory. Dobrým zdrojem vitamínu C mohou být také játra. Vitamin C bohužel není příliš stabilní a je velmi citlivý na styk s kovem, na vysokou teplotu při tepelné úpravě ale i na přímé světelné záření (Svačina 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Deficience tohoto vitamínu není už úplně běžná. V minulosti byla známá nemoc skorbut neboli kurděje, která se u člověka vyskytla při avitaminóze. V současné době jsou rizikovými skupinami kuřáci, alkoholici, těhotné a kojící ženy a staří lidé (Svačina 2019; Müllerová 2021).

### 6.1.3 Vitamin A

Vitamin A je důležitý pro náš zrak, protože je součástí rhodopsinu, který je nezbytný pro funkci vidění (Müllerová 2021). Zároveň se podílí na obnově pigmentů v sítnici a má vliv na stav sliznic (Svačina 2019). Vitamin A je ve formě retinolu, což je jeho aktivní forma, obsažen v potravinách živočišného původu, což jsou játra, máslo, mléko a žloutek. Další forma, ve které se může vitamin A vyskytovat je ve formě jeho provitaminu β-karotenu. β-karoten jsou

rostlinná barviva červeného a žlutého zbarvení a jsou tedy obsažena v červené, žluté a oranžové zelenině a ovoci (Svačina 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Doporučená denní dávka vitamínu A, kterou bychom měli přijmout, je 0,8-1,0 mg (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). K avitaminóze může dojít prakticky jen při poruchách vstřebávání tuku v trávicím traktu (Svačina 2019) nebo při velmi přísných dietách (Müllerová 2021). Pokud má člověk málo vitamínu A projevuje se to keratinizací sliznic a může vést až k šerosleposti (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021) nebo i k poruchám fertility (Svačina 2019; Müllerová 2021). Pokud člověk přijímá delší dobu větší množství vitamínu A, může dojít k hypervitaminóze, která se postupně začne projevovat zvracením, bolestí hlavy, loupáním kůže a zvětšením sleziny a jater. Do tohoto stavu předávkování se člověk nedostane konzumací vitamínu A pouze z potravy ale při nadměrné konzumaci suplementů (Svačina 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021).

#### **6.1.4 Vitamin D**

Vitamin D neboli kalciferol je látka, která má vliv na spoustu dějů v organismu, a proto ho řadíme spíše mezi hormony (Svačina 2019), konkrétně se řadí mezi steroidní prohormony (Müllerová 2021). Vitamin D má velmi významný vztah s vápníkem a ovlivňuje jeho metabolismus, z čehož vyplývá, že ovlivňuje strukturu kostí (Svačina 2019; Pánek & Chrpová 2021; Rajdl 2021). Kromě toho má také vitamin D příznivý vliv na kardiovaskulární systém, imunitu, autoimunitní onemocnění a obranu před infekcemi (Svačina 2019). Vitamin D existuje ve dvou aktivních formách, a to je ergokalciferol neboli vitamin D<sub>2</sub> a cholekalciferol neboli vitamin D<sub>3</sub> (Svačina 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Lidské tělo si umí tento vitamin samo vytvářet, a to vlivem UV záření v kůži (Svačina 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Vitamin vznikající v lidském těle je vitamin D<sub>3</sub> (Svačina 2019; Pánek & Chrpová 2021). Vitamin D také přijímáme z potravy (Svačina 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Ve formě vitamínu D<sub>2</sub> ho přijímáme z rostlinných zdrojů a ve formě D<sub>3</sub> ze zdrojů živočišných (Svačina 2019; Müllerová 2021). Hlavními zdroji vitamínu D jsou ryby, ale najdeme ho také v játrech, rybím tuku, vaječném žloutku a másle (Svačina 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). V současné době se také některé potraviny vitamínem D fortifikují. Nejvíce rozšířené jsou fortifikované mléčné výrobky, margaríny a cereálie (Svačina 2019; Pánek & Chrpová 2021). Doporučená denní dávka vitamínu D dle Müllerová (2021) je 0,005-0,01 mg a 1 UI je 0,025 µg (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Odhadem bychom měli být schopni získat 10-50 % z potravy a 40 % a víc by pak měl zajistit náš organismus, k čemuž stačí 20 minut působení slunečního záření. Deficit vitamínu D je problém, který se řeší po celém světě (Müllerová 2021). Vitamin D, jak už bylo řečeno má velmi důležitý vztah s vápníkem a ovlivňuje nejen jeho resorpci, ale i jeho ukládání do kostí a vylučování z kostí (Pánek & Chrpová 2021). Díky tomuto faktu se deficiencie vitamínu D u dětí projevují křivici, nervovými poruchami a měknutím kostí. U dospělých se pak projevují jako osteomalacie, kdy kosti měknou a ohýbají se pod vahou těla a také jsou náchylnější ke zlomeninám (Svačina 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Deficiencie může nastat u lidí s autoimunitním onemocněním, což mohou být například idiopatické střevní záněty, nebo u lidí kteří konzumují nutričně nevyváženou stravu (Pánek & Chrpová 2021). Hypervitaminóza u tohoto vitamínu je

skrze stravu prakticky nemožná, ale může k ní dojít při konzumaci nadměrného množství suplementů (Svačina 2019).

### 6.1.5 Vitamin E

„Vitamin E představuje veškeré tokoferoly a deriváty tokotrienolu, z nichž nejúčinnější je  $\alpha$ -tokoferol“ (Müllerová 2021, s.105). Jejich úloha jako antioxidantů je chránit lipidové složky v buněčných membránách. Významnou funkcí je také snižování oxidovatelnosti LDL cholesterolu, čímž se snižuje i riziko aterosklerózy (Svačina 2019; Müllerová 2021, Rajdl 2021). Vitamin E má taky kladný vztah s vitaminem C a spolu zabraňují tvorbě nitrosaminů uvnitř organismu. Doporučená denní dávka je přibližně 11-15 mg (Svačina 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021), ale potřeba množství vitamínu E přijímaného ve stravě stoupá se zvyšujícím se obsahem nenasycených mastných kyselin ve stravě (Müllerová 2021). Hlavními zdroji vitamínu E jsou rostlinné oleje, obilniny, vnitřnosti, vejce, mléko, tučné ryby i některé druhy zeleniny (Svačina 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Deficience vitamínu E se projevuje při poruchách vstřebávání tuků nebo při nutričně nedostačující stravě (Rajdl 2021). Deficience se může projevit anemií, sníženou antioxidantní ochranou, poruchami reprodukce a zvýšeným rizikem demence (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). K hypervitaminóze nemůže dojít ze stravy ani z příjmu suplementů se projevuje pouze po velmi vysokých dávkách (Pánek & Chrpová 2021).

### 6.1.6 Vitamin K

„Vitamin K je jako kofaktor karboxylačních reakcí je nezbytný pro tvorbu hemokoagulačních faktorů (II, VII, IX, X) a pro normální kalcifikaci kostí“ (Müllerová 2021, s.105). Doporučená denní dávka, kterou bychom měli přijmout, je dle Müllerová (2021) 0,075-0,15 mg, ale dle Pánek a Chrpová (2021) je denní doporučená dávka 60-80  $\mu$ g. Přibližně 50 % vitamínu K syntetizuje střevní mikroflóra lidského organismu. Zbytek vitamínu K pak přijímáme skrze potravu, ale vstřebává se pouze za přítomnosti žlučových kyselin (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Hlavními zdroji v potravě jsou pak játra, listová zelenina a mléčné výrobky (Pánek & Chrpová 2021). Riziko deficience vitamínu K hrozí u novorozenců, proto jim je podáván ihned po porodu. Deficience ale také hrozí například u lidí s poruchou vstřebávání tuků, při porušení střevní mikroflóry nebo při podvýživě. (Svačina 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021; Rajdl 2021). Deficience se u člověka může projevit poruchami srážlivosti krve anebo může nastat hemoragie (Svačina 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Hypervitaminóza se může projevit bolestmi hlavy, horečkou a nechutenstvím (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021).

## 6.2 Minerální látky

Minerální látky neboli makroelementy spadají mezi anorganické látky (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Pánek & Chrpová 2021). Mají v lidském organismu využití buď ve výstavbě některých tkání, ale také mají využití jako biokatalyzátory (Pánek & Chrpová 2021). V lidském organismu mohou být minerální látky buď v intracelulárním nebo extracelulárním prostředí,



což je častější (Zlatohlávek & Pejšová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Minerální látky se vyskytují buď ve formě volných iontů anebo ve sloučeninách, což bývají nejčastěji soli. Rozpustnost těchto sloučenin je důležitá pro vstřebatelnost v organismu a schopnost ho využít. Nerozpustné soli se v potravinách příliš nevyskytují. Najdeme je spíše v doplňcích stravy nebo některé i v potravinách rostlinného původu (Pánek & Chrpová 2021).

### 6.2.1 Vápník

Vápník neboli kalcium je pro lidský organismus prvkem s velmi důležitou rolí. Nejvýznamnější funkce je tvorba kostí, kde je také většina vápníku v těle obsažena, ale také se podílí na přenosu nervového vzruchu, na metabolických pochodech a na spouště dalších hormonálních a enzymatických reakcích (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Pánek & Chrpová 2021). Kalcemie neboli množství vápníku v krevní plazmě musí organismus udržovat v určité hladině, přibližně se udává 2,25-2,75 mmol/l (Jabor & Kazda 2021; Pánek & Chrpová 2021), protože má vliv na nervosvalovou činnost a srážlivost krve (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Pánek & Chrpová 2021). Kalcemii pak ovlivňuje především vitamin D, hormony parathormon a kalcitonin (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Pánek & Chrpová 2021). „Hyperkalcemicky působí parathormon, který zvyšuje aktivitu osteoklastů a tím podporuje uvolňování kalcia z kostí. Současně podporuje zvýšenou resorpci kalcia ze střeva a zpětnou reabsorpci z ledvin. Opačně působí kalcitonin, který působí hypokalcemicky tím, že podporuje ukládání kalcia do kostí. Vitamin D podporuje zvýšené vstřebávání kalcia ze střeva a jeho ukládání do kostí“ (Zlatohlávek & Pejšová 2019, s.39). Schopnost resorpce vápníku ve střevě je závislá na věku člověka. Čím je člověk starší, tím hůře se vápník vstřebává. Pohlaví resorpci také ovlivňuje. Vliv má také fosfor, který, pokud ho přijmeme vyšší množství, resorpci zhoršuje (Pánek & Chrpová 2021).

V současné době je problematický dostatečný příjem vápníku v populaci, čemuž nasvědčuje i snížená spotřeba mléka a mléčných výrobků, což je hlavní zdroj vápníku. Vápník v rostlinných potravinách můžeme najít v luštěninách, oříšcích, vyšší množství vápníku je i ve špenátu, ale nejbohatším zdrojem je mák (Pánek & Chrpová 2021). Příjem vápníku z potravin závisí na jeho vstřebatelnosti. Z mléka a mléčných výrobků se vstřebá přibližně 30 % vápníku. Například ze sóji se vstřebá přibližně 10 % vápníku. Vápník v rostlinné stravě je pro lidský organismus celkově hůře využitelný kvůli inhibičním látkám (Zlatohlávek & Pejšová 2019). Doporučená denní dávka u dětí se zvyšuje dle věku a dle pohlaví. Do přibližně osmi až deseti let věku se nerozlišuje pohlaví u dětí a s věkem se zvyšuje doporučená denní dávka od přibližně 200 mg, což platí pro kojence (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Jabor & Kazda 2021; Pánek & Chrpová 2021). Doporučená denní dávka ve věku osmi až deseti let je dle Zlatohlávek a Pejšová (2019) 800 mg, ale dle Jabor a Kazda (2021) je doporučená denní dávka vápníku u dětí v tomto věku dle různých organizací od 550 mg do 1300 mg. K dávce okolo 1000-1300 mg se pak přiklání až u dospívajících ve věku jedenácti až osmnácti let. U dospělých, včetně seniorů, se pak doporučená denní dávka vrací k přibližně 1000 mg (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Jabor & Kazda 2021; Pánek & Chrpová 2021). Dle Jabor a Kazda (2021) doporučená denní dávka 1000 mg vápníku platí i pro ženy v laktaci. Výjimkou jsou těhotné ženy, u kterých se ve třetím trimestru doporučuje denní příjem vápníku okolo 1200 mg, a lidé starší 65 let, u kterých se dávka zvedá na 1300 mg (Jabor & Kazda 2021). Pánek

a Chrpová (2021) udávají doporučenou denní dávku 1000 mg vápníku u těhotných žen i u žen v laktaci. Zlatohlávek a Pejšová (2019) pak uvádějí doporučenou denní dávku 1000-1300 mg vápníku u těhotných žen i u žen kojících. Při nedostatku vápníku může mimo jiné docházet k osteoporóze a osteomalacii (Pánek & Chrpová 2021).

### 6.2.2 Hořčík

Hořčík má v lidském organismu podobné využití jako vápník. Taktéž se vyskytuje v kostech, tělních tekutinách a účastní se enzymatických a metabolických dějů. Hořčík je intracelulárním kationtem spolu s draslíkem (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Pánek & Chrpová 2021). Jejich metabolismy spolu úzce souvisí (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Pánek & Chrpová 2021) a pokud má člověk v organismu nízkou hladinu hořčíku, nemůže mít v organismu dostatečné množství draslíku (Pánek & Chrpová 2021).

V potravě přijmeme dostatečné množství hořčíku v potravinách živočišného i rostlinného původu (Pánek & Chrpová 2021). Resorpce hořčíku z potravin je přibližně 50 % (Zlatohlávek & Pejšová 2019). Jeho resorpci ale také limituje vláknina a fytové kyseliny (Pánek & Chrpová 2021). Jabor a Kazda (2021) uvádí, že doporučená denní dávka se liší opět podle věku a pohlaví, jako to je u vápníku, ale rozdíly jsou zde výrazně menší. U dětí do devíti let věku se doporučená dávka zvedá postupně od 60 mg do 100 mg. Od deseti let se začíná rozlišovat množství dle pohlaví. Doporučená denní dávka se zde liší podle organizací, ale udává se přibližně 230-410 mg u chlapců do 18 let a 220-360 mg u dívek do 18 let. Dále se pak u mužů od 19 let udává doporučená denní dávka 260-420 mg hořčíku a u žen od 19 let se udává doporučená denní dávka 220-320 mg hořčíku. U těhotných žen a u žen v laktaci se zvedá doporučená denní dávka o přibližně 50 mg (Jabor & Kazda 2021). Pánek a Chrpová (2021) pak uvádí doporučenou denní dávku 300 mg. U lidí s běžnými stravovacími návyky nehrozí výrazný deficit hořčíku. Pokud člověk trpí velkým deficitem, může se to projevit svalovými křečemi, svalovou slabostí a poruchami funkce srdečního a kosterního svalstva, což může způsobit srdečné arytmie (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Pánek & Chrpová 2021).

### 6.2.3 Sodík

Sodík má spolu s draslíkem a chlorem vliv na osmotický tlak. Má také schopnost aktivovat některé enzymy (Pánek & Chrpová 2021).

Ve stravě ho přijímáme především jako chlorid sodný neboli kuchyňskou sůl. Ideální příjem soli je 5-6 g na den. Toto množství soli je schopné uhradit doporučenou denní dávku 3 g sodíku. Příjem soli je ale většinou vyšší a v některých zemích může dosáhnout až 20 g za den. Sodík se přirozeně v potravinách vyskytuje v menším množství. Ke zdrojům patří například i minerální vody. U lidí, kteří mohou být citlivější, má sodík vliv na zvýšení krevního tlaku. V tomto případě se doporučují náhradní solidla (Pánek & Chrpová 2021). Ze stravy organismus vstřebává až 90 % sodíku (Jabor & Kazda 2021; Pánek & Chrpová 2021). Sodíkové ionty jsou pak vylučovány potem nebo ledvinami (Pánek & Chrpová 2021). Při jeho nadměrném příjmu se může projevit arteriální hypertenze a zvyšuje se riziko kardiovaskulární mortality. Deficience sodíku se pak projeví slabostí, malátností, zmateností až poruchou vědomí (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Jabor & Kazda 2021).

#### 6.2.4 Draslík

Draslík má, jak už bylo zmíněno, spolu s dalšími minerálními látkami vliv na osmotický tlak. Je také důležitý pro aktivitu srdečního svalu. Stejně jako sodík je důležitým spouštěčem pro některé enzymy (Pánek & Chrpová 2021).

Draslík můžeme najít ve většině potravinách jak rostlinného, tak živočišného původu. Mezi nejvýznamnější zdroje pak patří luštěniny, brambory a meruňky. Doporučená denní dávka je minimálně 2 g, ale optimální dávkou jsou pak 4 g draslíku ve formě KCl (Pánek & Chrpová 2021). Podle Jabor a Kazda (2021) je v současné době doporučováno zvýšit denní příjem draslíku jako prevenci proti kardiovaskulárním onemocněním a hypertenzi. Minimální doporučenou denní dávkou, kterou uvádějí, je pak 3,51 g draslíku (Jabor & Kazda 2021). Pokud by došlo k deficienci draslíku, mohlo by dojít například k poruše rytmu nebo poruše nervově-svalových vláken. Při hyperkalemii neboli nadměrném množství draslíku v organismu se může dostavit brnění, parestezie, porucha rytmu anebo i srdeční zástava (Zlatohlávek & Pejšová 2019).

#### 6.2.5 Chlor

Chlor přijímáme nejčastěji v potravě ve formě chloridu sodného a chloridu draselného. Chlor má v lidském organismu dvě důležité funkce. První funkcí je udržování osmolality v organismu spolu s draslíkem a sodíkem. Druhou funkcí je podílení se na tvorbě žaludeční šťávy, konkrétně na tvorbě kyseliny chlorovodíkové, která je její velmi důležitou součástí. Minimální doporučený denní příjem je 800 mg a maximální doporučený denní příjem je do 7 g (Pánek & Chrpová 2021).

#### 6.2.6 Fosfor

Fosfor je stejně jako vápník důležitou složkou kostí a zubů (Pánek & Chrpová 2021). S vápníkem má mimo jiné společnou i regulaci parathormonem (Zlatohlávek & Pejšová 2019). V lidském organismu se vyskytuje ve formě fosfátů, který je například součástí některých aminokyselin, nebo fosforečnanů, které se vyskytují převážně v kostech a zubech. Je taky významnou součástí fosfolipidů, díky kterým se mohou tvořit lipoproteiny. Sloučenina, ve které se fosfor také vyskytuje nejčastěji v potravinách rostlinného původu, je fytová kyselina. Ta je pro člověka těžko využitelná (Pánek & Chrpová 2021).

Fosfor obsahují ve formě různých sloučenin i rostlinné i živočišné potraviny. V rostlinných potravinách je fosfor málo využitelný, protože se v nich vyskytuje ve formě fytátů, které jsou velmi málo využitelné. Dobrým zdrojem fosforu jsou pro nás mléko a mléčné výrobky, maso, ryby, vejce. Z rostlinných potravin jsou to pak ořechy a luštěniny (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Pánek & Chrpová 2021). Doporučená denní dávka je 0,7 g fosforu, u těhotných žen a u žen v laktaci se dávka zvyšuje o 100-200 mg (Pánek & Chrpová 2021). Zlatohlávek a Pejšová (2019) pak uvádí doporučenou denní dávku 500-1300 mg, což se rozlišuje podle věku. V současné době se po celém světě potýkáme se zvýšeným příjmem fosforu, což ovlivňuje i příjem vápníku a jeho uvolňování z kostí (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Pánek & Chrpová 2021).

## 6.3 Stopové prvky

Pojmenování této skupiny prvků jako stopové prvky nebo také mikroelementy už nasvědčuje tomu, že jich je v lidském organismu málo, a i denní potřeba je malá a pohybuje se maximálně v řádech jednotek miligramů. Ve větším množství pro nás mohou být toxické (Pánek & Chrpová 2021). Mikroelementy jsou pro nás také katalyzátory enzymů a enzymatických reakcí (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Pánek & Chrpová 2021). Množství stopových prvků v potravinách rostlinného původu, do určité míry i v potravinách živočišného původu, závisí na půdě, lokalitě a prostředí, kde se pěstují nebo v případě živočišných produktů chovají. Jelikož jsou určité oblasti chudé na určité prvky, může se využívat fortifikovaných krmiv nebo hnojiv (Pánek & Chrpová 2021).

### 6.3.1 Železo

Železo řadíme mezi mikroelementy, ale pro jeho velké množství přijaté stravou ho někdy řadíme i mezi makroelementy. V našem organismu se železo z větší části vyskytuje ve formě hemových barviv hemoglobinu a myoglobinu. Zde slouží pro přenos kyslíku. Dále se může vyskytovat ve formě železnatých nebo železitých sloučenin a také jako součást řady enzymů. V lidském těle se železo také může ukládat do zásob v játrech, slezině nebo kostní dřeni, kde se ukládá ve formě ferritinu nebo hemosiderinu (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021).

Doporučená denní dávka, kterou bychom měli přijmout, je u žen 15 mg a u mužů 10 mg. U dospívajících se pak dávka zvedá o 2 mg a u těhotných žen a u žen v laktaci se dávka zvedá dokonce až na 30 mg (Pánek & Chrpová 2021). Železo můžeme najít v potravinách živočišného i rostlinného původu, ale hlavním a také velmi dobře využitelným zdrojem jsou pro nás potraviny živočišného původu, konkrétně maso a masné výrobky (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Ale i když jsou pro nás hlavním zdrojem, vstřebá se asi pouhých 30 % z celkového přijatého železa (Pánek & Chrpová 2021). V potravinách rostlinného původu je železo převážně v nevyužitelné formě (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Uvádí se, že se vstřebá pouhých 5-10 % celkového přijatého železa (Pánek & Chrpová 2021). Vstřebatelnost železa, obsaženého v rostlinných potravinách, se dá zlepšit kyselinou askorbovou nebo kyselinou chlorovodíkovou (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). I přes všechna uvedená fakta deficit při vyváženém stravování nehrozí. Deficit železa nejčastěji vzniká u veganů, u žen na přísných redukčních dietách a pooperačně (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Můžou k němu vést i vyšší ztráty krve spojené například s dárcovstvím krve nebo u fertálních žen, které díky menstruaci ztrácejí přibližně 50 mg železa (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Müllerová 2021). Proto je doporučená denní dávka pro ženy vyšší než pro muže, ale po menopauze doporučená denní dávka pro ženy klesá na stejnou hodnotu jako pro muže (Zlatohlávek & Pejšová 2019). Následkem deficiencie železa je anemie (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Anemie se projeví snížením fyzického výkonu a kvality života, vypadáváním vlasů, náchylností k infekcím a u dětí i zpomalením růstu (Müllerová 2021). „U těhotných žen vede anemie ke zvýšení rizika předčasného porodu, nízké porodní váze, perinatálním komplikacím,

sníženým kognitivním funkcím dítěte, v rozvojových zemích i ke zvýšené úmrtnosti matky i novorozence“ (Müllerová 2021, s.107).

### **6.3.2 Zinek**

Zinek je důležitou součástí některých enzymů, například laktátdehydrogenáza, alkoholdehydrogenáza nebo i dipeptidázy (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Důležitou funkci má také v syntéze proteinů nebo buněčném dělení (Müllerová 2021).

Doporučená denní dávka, kterou bychom měli přijímat, je přibližně 10 mg. Zinek je hlavně obsažen v masě a masných výrobcích, játrech, vejcích, mléčných výrobcích. V potravinách rostlinného původu ho můžeme najít především v cereáliích a ořechách, ale zde bývá špatně využitelný (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Deficience zinku hrozí zejména u veganské výživy, právě kvůli špatné využitelnosti zinku v rostlinných produktech (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Deficience zinku pak může mít například negativní vliv na štítnou žlázu nebo na imunitu organismu a růst organismu (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Müllerová 2021).

### **6.3.3 Selen**

Selen je důležitým prvkem, který se například váže v aminokyselinách (Pánek & Chrpová 2021). Je také velmi důležitý při syntéze hormonů štítné žlázy, konkrétně trijodthyroninu (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Müllerová 2021). Má taky významnou funkci v imunitě organismu (Müllerová 2021).

Obsah selenu v potravinách rostlinného i živočišného původu záleží na obsahu selenu v půdě (Pánek & Chrpová 2021). Hlavními zdroji selenu jsou mořské ryby a plody, semena, houby, maso. V potravinách rostlinného původu, například v obilovinách, se nacházejí podle obsahu selenu v půdě (Müllerová 2021). Doporučená denní dávka selenu je do 0,1 mg. Pokud by bylo selenu přijímáno více, působí toxicky. Příjem selenu je jak v naší, tak ve světové populaci velmi nízký (Pánek & Chrpová 2021). K deficienci dochází zejména u vegetariánů, alkoholiků, pacientů v riziku malnutrice, pacientů na jednostranné stravě (Zlatohlávek & Pejšová 2019).

### **6.3.4 Další mikroelementy**

Jod je součástí aminokyselin hormonů štítné žlázy. Při deficienci jódu nastává hypotyreóza. Pokud je v organismu nadbytek, dochází k hypertyreóze. Hlavním zdrojem jodu jsou mořské ryby a mořské plody. To nasvědčuje tomu, že v České republice přijímáme stravou jodu nedostatek, a tak se to řeší příjmem kuchyňské soli, která je s příměsí jodu. Doporučená denní dávka jodu je přibližně 0,15-0,2 mg denně. Pokud nastane deficience u těhotných žen, může dojít k poruše vývoje nervové soustavy (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021).

Měď také slouží jako jiné stopové prvky k aktivaci enzymů (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Doporučená denní dávka je dle Pánek a Chrpová (2021) 1-1,5 mg. Müllerová (2021) uvádí denní dávku 2-2,5 mg. Hlavními zdroji mědi jsou vnitřnosti a masné výrobky. V rostlinných potravinách ji najdeme nejvíce v luštěninách, ale je tu stejný problém jako

u ostatních stopových prvků, a to je špatná využitelnost (Pánek & Chrpová 2021). Deficience mědi se může projevit hypochromní anemií, srdeční arytmií, poruchami imunity a poruchami růstu vlasů a nehtů (Müllerová 2021).

Mangan je stejně jako předchozí stopové prvky aktivátorem enzymů, ale může být také jejich součástí (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Je také důležitý pro správný vývoj mnoha orgánů včetně mozku (Müllerová 2021). Doporučená denní dávka je 2-5 mg. Hlavními zdroji jsou masné výrobky, z rostlinných produktů jsou to pak například pšeničné klíčky, oves, kakao a čaj (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Deficit nehrozí, pokud člověk jí normální stravu (Müllerová 2021).

Chrom je pro lidský organismus esenciální pouze v oxidačním stupni III. Chrom v jiném stupni je pro organismus toxický a může způsobit nádorová onemocnění, ale výskyt toxického chromu nebyl v potravinách prokázán (Pánek & Chrpová 2021). Má také důležitou funkci v efektu inzulínu (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Doporučená denní dávka je okolo 35 µg (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Zdrojem chromu je například ovoce, zelenina, ořechy, koření a maso. Obsaženy jsou taky v pivovarských kvasnicích (Müllerová 2021).

Fluor v přírodě najdeme jedině ve formě fluoridů. Má důležitou funkci při tvorbě kostí a zubní skloviny (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Doporučená denní dávka fluoru je přibližně 3-4 mg (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Mezi hlavní zdroje pro lidský organismus patří kromě potravy i voda (Pánek & Chrpová 2021), která může být fluorizovaná (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Fluor je také součástí zubních past (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021) nebo může být přidáván i do kuchyňské soli (Müllerová 2021). Při nadměrném příjmu fluoru může dojít k degradaci zubů a zubní skloviny (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021).

Síra je obsažena v sirných aminokyselinách (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021). Doporučená denní dávka není stanovena (Pánek & Chrpová 2021).

Dalšími stopovými prvky jsou pak molybden, vanad, nikl, kobalt, brom, křemík a hliník (Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021).

## 7 Rizika nedostatku živin u rostlinné stravy

Pokud člověk striktně vynechá živočišné produkty, zvyšuje se u něj riziko deficiencie určitých nutrientů, o kterých je podrobněji pojednáno v předchozích kapitolách. Rizikovými jsou obzvláště **vitamin D a vitamin B<sub>12</sub>, vápník, omega-3 nenasycené mastné kyseliny, selen, železo a zinek** (Petti et al. 2017; Růžičková & Kohout 2021). U makrobiotiků jsou rizikovými především vitamin B<sub>12</sub>, železo, plnohodnotné bílkoviny, hořčík a vápník (Růžičková & Kohout 2021). U vitariánů je mimo jiné i problémový příjem využitelných sacharidů, kterých přijímají méně. Naopak příjem vlákniny neboli nevyužitelných sacharidů, je vyšší, než je doporučeno (Abraham et al. 2022).

Aby se deficienci předešlo je doporučována konzumace doplňků stravy nebo potravin obohacených o rizikové nutrienty. Většinou se vitaminy a minerály obohacují cereálie, džusy, rostlinné nápoje, rostlinné náhražky masa apod. Míra jejich konzumace se ale také musí hlídat. Pokud se člověk rozhodne doplňovat rizikové nutrienty doplňky stravy, musí pozorně koukat na složení, protože ve spoustě denních multivitaminů chybí například železo. Musí se taky dávat pozor na typ vitamínu D, protože pouze vitamin D<sub>2</sub> je veganský (Petti et al. 2017; Růžičková & Kohout 2021).

Vegani a lidé zastávající jiné rostlinné výživové směry si musejí dávat pozor na příjem dostatečného množství všech esenciálních aminokyselin (Mariotti & Gardner 2019; Růžičková & Kohout 2021). Potravin rostlinného původu obsahují všechny esenciální aminokyseliny, ale neobsahují je v dostatečném množství. U některých lidí zastávajících rostlinné výživové směry hrozí risk nedostatečného příjmu (Mariotti & Gardner 2019). Lakto-ovo-vegetariáni doplňují kvalitní bílkoviny obsahující esenciální aminokyseliny z vajec a mléčných výrobků, ale vegani musí kombinovat luštěniny s obilovinami a doplňovat svůj jídelníček ořechy, semeny, náhražkami masa, brambory a kukuřicí (Růžičková & Kohout 2021). Jedna z podmíněně esenciálních neproteinogenních aminokyselin je pro lidský organismus taurin. Taurin může být v těle získáván ze sirných aminokyselin cysteinu nebo methioninu, ale jeho primární zdroj je pro lidský organismus strava, protože není schopný syntetizovat dostatečné množství. Aby byl organismus schopný taurin tvořit, je důležitý dostatečný přísun nejen cysteinu a methioninu, ale také je důležité přijímat dostatečné množství B<sub>12</sub>. Hlavními zdroji taurinu jsou maso a mořské plody, a proto u lidí konzumujících pouze stravu rostlinného původu roste riziko deficiencie taurinu. Deficiencie taurinu může způsobit poruchy očí, srdeční poruchy, poruchy ledvin, poruchy žaludku a poruchy centrální nervové soustavy. Tyto poruchy může způsobit jak u dětí, tak u dospělých (Rais et al. 2023).

Jak již bylo zmíněno, vitamin D je pro lidi dodržující rostlinnou stravu rizikovým nutrientem. Pokud by došlo k deficitu, může dojít k osteoporóze. Stejně jako ostatní mikronutrienty je hůře využitelný z rostlinných zdrojů než ze živočišných. Aby se u veganů předešlo deficitu a zvládali přijmout doporučenou denní dávku, je jim doporučena konzumace potravin obohacených o vitamin D a vápník a také konzumace potravin tradičně obsahující vápník (Müllerová 2021; Růžičková & Kohout 2021), jako je listová zelenina, tofu a tahini. Většinou jsou ale odkázáni na doplňování suplementy (Růžičková & Kohout 2021).

Vitamin D také ovlivňuje množství vstřebaného vápníku (Marrone et al. 2021). Nízký příjem vápníku pak, jak už bylo zmíněno, může vést ke sníženému obsahu minerálů v kostech,

což má v různých věkových kategoriích vždy trochu jiné následky. Nejznámějším onemocněním je osteoporóza (Petti et al. 2017).

Omega-3 nenasycené mastné kyseliny je nutné doplňovat pravidelnou konzumací potravin rostlinného původu, které je obsahují. Hlavními rostlinnými zdroji omega-3 nenasycených mastných kyselin jsou lněná semínka a olej, ořechy, řepkový olej a výrobky ze sóji (Růžičková & Kohout 2021).

Železo je také rizikovou živinou. Jelikož se v potravinách živočišného původu vyskytuje ve dvojnásobné formě, vstřebává se z nich lépe než z potravin rostlinného původu. Je proto nutné konzumovat potraviny rostlinného původu, které jsou bohaté na železo (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Růžičková & Kohout 2021). Mezi tyto potraviny patří fazole, tofu, tempeh, špenát, mangold, kešu, ořechy, sušené ovoce, bulgur a potraviny obohacené o železo (Růžičková & Kohout 2021).

Vitamin B<sub>12</sub> je přirozeně obsažen pouze v potravinách živočišného původu a díky tomu je u veganů a u lidí dodržujících jiné rostlinné výživové směry velmi pravděpodobná deficience (Růžičková & Kohout 2021). V lidském těle jsou v játrech uloženy zásoby vitamínu B<sub>12</sub>, které by měli vystačit na 4-5 let. Ovšem s vynecháním konzumace živočišných produktů a bez doplňování suplementy, se zásoby vyčerpávají a dojde k deficienci (Butola et al. 2020). Měli by proto konzumovat potraviny obohacené vitamínem B<sub>12</sub>, mezi které například patří cereálie nebo sójové a rýžové nápoje, aby se deficienci předešlo (Růžičková & Kohout 2021).

Zinek je také rizikovou živinou. V potravinách rostlinného původu se vyskytuje většinou vázaný na fytyáty, které ho činí pro lidský organismus hůře využitelným, proto je třeba konzumace dostatečného množství (Zlatohlávek & Pejšová 2019; Müllerová 2021; Pánek & Chrpová 2021; Růžičková & Kohout 2021).

S deficiencí selenu je problém po celém světě, a to nejen vlivem rostlinné stravy. Selen se do potravin dostává u rostlin z půdy a u zvířat z krmiva i rostlin. Tento problém je snaha řešit fortifikací agronomickou a fortifikací genetickou. A i když u zastánců striktně rostlinného stravování může být deficience větší než normálně, nebude to velký rozdíl. My primárně získáváme selen z rostlinných zdrojů, ze kterých je pro nás také lépe biologicky dostupný (Hu et al. 2021).



## 8 Vliv rostlinné stravy na zdraví člověka

Dle The Academy of Nutrition and Dietetics je vyvážená veganská strava zdravá, nutričně dostačující a zdraví prospěšná a údajně i prý vhodná v každém věku. Toto ale bohužel není pevně prokázáno (O'Keefe et al. 2022). Alternativní rostlinné výživové směry mohou mít negativní i pozitivní vliv na lidský organismus. Pozitivem je nízký příjem nasycených mastných kyselin a vysoký příjem vlákniny, vitamínu C a vitamínu E (Marrone et al. 2021; Key et al. 2021; O'Keefe et al. 2022). Dalším pozitivem dle Medawar et al. (2019) může být alternativní rostlinné stravování novým a neotřelým způsobem prevence proti obezitě a poruchám příjmu potravy. Negativy je pak, jak už bylo zmíněno, deficiencie některých živin. Deficiencie může způsobit například vyšší riziko zlomenin (Marrone et al. 2021; Key et al. 2021).

Je důležité si uvědomit, že pojem rostlinné stravování neznamená, že jde o zdravé stravování. Jsou dva styly, kterými se lidé dají na rostlinnou stravu. Buď mohou ze své běžné stravy pouze vyřadí živočišné produkty a dále konzumují například polotovary, cukrovinky a slazené nápoje, nebo ke změně stravování přistoupí tak, že produkty živočišného původu nahradí, ale začnou více konzumovat celozrnné obiloviny, hodně ovoce a zeleniny, luštěniny atd. (Satiya & Hu 2018; Marrone et al. 2021).

Při správně nastavené a nutričně vyvážené stravě můžeme pozorovat redukci tělesné hmotnosti u veganů a lidí zastávajících rostlinné výživové směry (Hargreaves et al. 2021; Key et al. 2021). Redukce hmotnosti ovlivňuje i BMI a vegani ho tak mají nižší. Nižší BMI a váha celkově pak mohou vést ke sníženému riziku výskytu nemocí spojených s obezitou (Key et al. 2021; Marrone et al. 2021). Nižší BMI bylo prokázáno u rostlině stravujících se dospělých i dětí (Sutter & Bender 2021). Vyvážená rostlinná strava má také vliv na nižší hladinu LDL cholesterolu v krvi, nižší výskyt diabetu, divertikulózy, kardiovaskulárních onemocnění a ledvinových kamenů (Key et al. 2021; Marrone et al. 2021). Zlatohlávek a Pejšová (2019) pak uvádějí, že u dospělých a zdravých jedinců na základě nesprávně nastaveného jídelníčku může dojít i k obezitě.

### 8.1 Obezita

Obezita je jedním z možných negativ, které mohou vlivem rostlinné stravy nastat. Když se člověk rozhodne přejít na čistě rostlinnou stravu, tak vyřadí živočišné produkty, jak plyne z definice, a začne je nahrazovat rostlinnými. Když zvolí nevhodný a nevyvážený jídelníček se zvýšeným energetickým příjmem, tak se nadbytečná energie, kterou organismus nespotřebuje, uloží do zásobního tuku a může dojít až k obezitě (Zlatohlávek & Pejšová 2019).

### 8.2 Poruchy příjmu potravy

Poruchy příjmu potravy jsou obecně častější u dospívajících (Fuller et al. 2022; Sargentanis et al. 2021). Také se ukázalo, že 45-54 % této věkové kategorie se díky alternativnímu rostlinnému stravování dostala až právě k poruchám příjmu potravy, a to vlivem restriktce a nesprávného nastavení jídelníčku (Sargentanis et al. 2021). Lidé trpící restriktivní poruchou příjmu potravy si obvykle odůvodňují rozhodnutí snížit příjem určitých potravin

například tím, že si sami diagnostikují různé alergie a intolerance. Z tohoto důvodu také mohou přejít na čistě rostlinnou stravu, která jim omezí výběr potravin (Fuller et al. 2022).

### **8.3 Kardiovaskulární soustava**

U veganů a lidí stravujících se pouze rostlinnými produkty bylo zjištěno nižší BMI, v případech správně nastaveného jídelníčku, jak už bylo uvedeno. Částečně vlivem tohoto faktu se u veganů méně vyskytuje problematika s vysokým tlakem (Key et al. 2021; Marrone et al. 2021). Dalším faktorem snížení výskytu kardiovaskulárních onemocnění je i zvýšená konzumace ovoce a zeleniny. Se zvýšenou konzumací ovoce a zeleniny roste i příjem antioxidantů, které dle výzkumů zmenšují riziko výskytu kardiovaskulárních chorob a také snižují oxidaci LDL cholesterolu, čímž též přispívají ke snížení některých kardiovaskulárních onemocnění například onemocnění koronárních tepen. Mezi tyto antioxidanty můžeme zařadit fytochemikálie, vitamin C a lykopen (Satija & Hu 2018; Szabo et al. 2021). Také je díky rostlinnému stravování menší riziko výskytu ischemické choroby srdeční (Sutter & Bender 2021). Stravování pouze rostlinnými produkty může také ovlivnit i střevní mikrobiotu. Dle výzkumů je u osob zastávající rostlinné výživové směry menší riziko vzniku kardiovaskulárního onemocnění, a to díky neexistujícímu příjmu červeného masa. Červené maso totiž zvyšuje hladinu TMAO v krvi a TMAO napomáhá tvorbě kardiovaskulárních onemocnění (Satija & Hu 2018; Szabo et al. 2021).

### **8.4 Diabetes mellitus**

Diabetes je způsoben buď poruchou působení inzuline anebo poruchou jeho sekrece (Chiu et al. 2018). V souvislosti s veganstvím a alternativním rostlinným stravováním se hovoří o menším riziku výskytu diabetu druhého typu (Hargreaves et al. 2021; Key et al. 2021). Diabetes mellitus druhého typu je na rozdíl od diabetu typu prvního ovlivněn stravou (Pollakova et al. 2021). V souvislosti se zmenšením rizika se opět uvádí jako důvod nižší BMI (Key et al. 2021) a s tím spojená i redukce tělesné hmotnosti, která se většinou s těmito výživovými směry pojí (Pollakova et al. 2021). S menším rizikem výskytu diabetes souvisí i nižší konzumace nasycených mastných kyselin, což zvyšuje citlivost těla na inzulin. K citlivosti přispívá i nižší hladina hemového železa a ferritinu v organismu (Hargreaves et al. 2021; Pollakova et al. 2021). Rostlinnou stravou se konzumuje velké množství vlákniny, které se taky připisuje schopnost snižování hladiny glukózy v krvi (Pollakova et al. 2021). V tomto případě nehraje nižší BMI tak velkou roli (Chiu et al. 2018). Studie ukázaly, že pozitivní efekt proti hyperglykemii rostlinné stravy by mohl být i dlouhodobý (Pollakova et al. 2021).

### **8.5 Vliv v těhotenství, v období laktace a u dětí**

Veganství, makrobiotika a vitariánství jsou alternativní výživové směry, které se dají přijmout jako alternativní způsob výživy u dospělých osob. Rostlinné výživové směry jsou ale pro děti, dospívající a těhotné a kojící ženy velmi rizikové (Zlatohlávek & Pejšová 2019). Možnými benefity může být velký příjem vlákniny, který zmenšuje výskyt diabetu,

jak v těhotenství u matky, tak u dítěte, výskyt kardiovaskulárních onemocnění a výskyt nádorových onemocnění (Costa-Rodrigues et al. 2018). Vhodná a správně nutričně vyvážená strava je důležitá pro správný vývoj dítěte. V období těhotenství a v prvních dvou letech života se u dítěte nastavuje jeho metabolismus vlivem jeho výživy a genetických předpokladů, což může mít později vliv i na rozvoj určitých onemocnění (Sebastiani et al. 2019; Fencel 2021).

Už alespoň tři měsíce před otěhotněním by žena měla dbát na pestrou stravu a příjem všech důležitých nutrientů i při dodržování rostlinné stravy (Sebastiani et al. 2019; Fencel 2021). Žena by také měla dbát na to, aby nebyla obézní nebo naopak netrpěla malnutricí, aby se u dítěte nezvyšovalo riziko výskytu diabetu druhého typu, hypertenze nebo obezity. Během prvního trimestru by žena neměla navyšovat celkový energetický denní příjem. Ten by měla navýšit až během druhé a třetího trimestru o přibližně 150-200 kcal/den (Fencel 2021). Z nutrientů by se měli navyšovat především proteiny (Sebastiani et al. 2019; Fencel 2021), v prvním trimestru až o 10 %. Z rostlinné stravy je ženám doporučována konzumace luštěnin, sóji, tofu, tempehu a veganských náhražek masa (Baroni et al. 2019). Je také potřeba navýšit vápník, železo, zinek, kyselinu listovou, vitamin D, vitamin B<sub>12</sub> magnezium a jod (Sebastiani et al. 2019; Fencel 2021). Nejrizikovějšími nutrienty jsou ale vápník, vitamin B<sub>12</sub> a vitamin D (Sutter & Bender 2021). Spolu s proteiny se také musí hlídat esenciální aminokyseliny (Costa-Rodrigues et al. 2018). Deficience vápníku v průběhu těhotenství způsobí demineralizaci kostí a zubů nebo i hypertenzi. U těhotných žen živících se pouze rostlinnými produkty je potřeba suplementace (Fencel 2021; Miedziaszczyk et al. 2021). Deficience železa je u žen živících se rostlinnou stravou častá a způsobuje anemii (Costa-Rodrigues et al. 2018; Fencel 2021). Nedostatek jodu způsobuje těžké poruchy psychomotorického vývoje a může vyvolat i potraty. Deficience magnezia může způsobit předčasný porod a křeče (Fencel 2021). Deficience by neměla být až tak pravděpodobná díky fortifikaci soli jodem (Baroni et al. 2019). Kyselina listová je velmi důležitá během prvního trimestru těhotenství, protože má vliv na vývoj hlavy a mozku (Sutter & Bender 2021). Při deficienci kyseliny listové může u dítěte vzniknout rozštěp neurální trubice, megaloblastová anemie a stejně jako deficience jodu může i deficience magnezia vyvolat potrat (Fencel 2021). Deficience zinku v těhotenství není pouze u žen zastávající rostlinné výživové směry, ale je i u žen nevynechávajících živočišné produkty, je u nich však menší (Costa-Rodrigues et al. 2018). Deficience vitaminu D může způsobit nízkou porodní hmotnost, preeklampsii i gestační diabetes. Deficience vitaminu B<sub>12</sub> způsobuje poruchy centrální nervové soustavy, protože hraje významnou roli v myelinizaci nervů (Sebastiani 2019; Fencel 2021). Vitamin B<sub>12</sub>, který je uložen v organismu matky, se k plodu přes placentu nedostane a k plodu se dostane pouze vstřebaný vitamin z potravy, proto se během těhotenství u matky zvýší absorpce vitaminu B<sub>12</sub>. Pro plod je lepší přísun vitaminu v menších dávkách a častěji než větší dávka vitaminu najednou (Sebastiani et al. 2019). U těhotných žen zastávající rostlinný výživový směr je důležité také hlídat příjem omega-3 mastných kyselin, které jsou důležité i například pro tvorbu nervových membrán a mají pozitivní vliv na délku těhotenství, životní funkce novorozenců a vývoj centrální nervové soustavy (Baroni et al. 2019; Miedziaszczyk et al. 2021). Ženy makrobiotičky mají velmi omezený příjem kalorií a živin, což snižuje porodní váhu dítěte (Baroni et al. 2019). Vynechání živočišných produktů během těhotenství může u dítěte po porodu způsobit například alergii na mléčnou bílkovinu kravského mléka (Fencel 2021).

V průběhu laktace se mění složení mateřského mléka. V prvních pár dnech se tvoří kolostrum, které obsahuje velké množství proteinů (Baroni et al. 2019; Fencl 2021). Poté se začne tvořit přechodné mateřské mléko a až během druhého týdne života dítěte se začne tvořit zralé mateřské mléko. To oproti kolostru obsahuje více lipidů a sacharidů a méně proteinů. Hlavními sacharidy mateřského mléka jsou laktóza a oligosacharidy. Produkce oligosacharidů je přizpůsobována potřebám dítěte a je ovlivněna organismem matky (Fencl 2021). Oligosacharidy obsažené v mateřském mléce mají také schopnost posílit imunitu (Urashima et al. 2018). Vlivem rostlinné stravy se nemění množství proteinů v mateřském mléce, ale studie ukazují, že živočišný protein má na rozdíl od rostlinného proteinu pozitivní vliv na psychomotorický vývoj dítěte. Nízký příjem vitamínu B<sub>12</sub> pak způsobuje nízký obsah v mateřském mléce (Sebastiani 2019). Matkám je proto doporučována suplementace čistě tohoto vitamínu (Baroni et al. 2019) nebo se využívá i fortifikovaná sójová mléčná výživa obsahující vitamin B<sub>12</sub>, aby u novorozenců nedošlo k deficienci (Sutter & Bender 2021). Matkám je také doporučováno suplementovat i DHA (Baroni et al. 2019; Sebastiani 2019). Právě konzumace mastných kyselin matkou určuje jejich obsah v mateřském mléku. Mastné kyseliny jsou totiž důležité pro vývoj dítěte v prvních šesti měsících života. Mají pozitivní vliv na nervovou soustavu, jak už bylo zmíněno, ale také pozitivně působí proti infekcím trávicího traktu, dýchacích cest a močových cest (Freitas et al. 2021). Kojenci přijímají potřebné množství vápníku díky mateřskému mléku nebo díky jeho rostlinným alternativám. Vitamin D je velmi důležitý pro kojence a ať už se jedná o kojence, který je živěn alternativním stylem výživy nebo ne, je suplementace nutná (Baroni et al. 2019). Pokud žena vynechávající živočišné produkty přijímá dostatečné množství železa a netrpí deficiencí, může jejím organismem produkované mateřské mléko dosáhnout stejného minerálního složení jako u ženy, která produkty nevynechává (Costa-Rodrigues et al. 2018). U dětí konzumujících rostlinnou stravu se také někdy využívá alternativy rostlinné mléčné výživy, která obsahuje rostlinný protein (Baroni et al. 2019). U novorozenců stravujících se makrobioticky je často deficeence železa (Lemoine et al. 2020).

Do stravy dítěte se okolo 6 měsíců začínají přidávat příkrmy a později okolo věku dvou let se začínají přidávat už i potraviny jako je maso, mléčné výrobky, ryby, vejce, luštěniny, ovoce a zelenina., aby byla strava pestrá. Od tří let dítě může konzumovat mléko s menším obsahem tuku (Fencl 2021). U dětí, které se žíví makrobiotickou stravou, díky omezenému přísunu živin neprobíhá tak razantní růst jako u dětí živících se i živočišnými produkty. U dětí od 1 roku do sedmnácti let by se pak mělo navýšit množství přijímaného proteinu až o 15 % podle některých institucí (Baroni et al. 2019). U dětí stravujících se rostlinnou stravou se hovoří o pozitivním vlivu proti dětské obezitě, která je momentálně globálním problémem. Energetický příjem může být stejný jak u dětí konzumující pouze rostlinné produkty, tak i u dětí konzumující i živočišné produkty. U dětí přijímajících i živočišné produkty je energetický příjem z tuků, sacharidů i proteinů. Naopak děti přijímající pouze rostlinné produkty mají energetický příjem převážně ze sacharidů, konkrétně z vlákniny (Sutter & Bender 2021). Díky velkému příjmu vlákniny může u dětí nastat pocit sytosti dříve, než by normálně nastal, což snižuje jejich příjem a ovlivňuje i jejich růst (Baroni et al. 2019; Sutter & Bender 2021) a i výsledky některých studií ukazují, že veganské děti mohou být menšího vzrůstu, než je k jejich věku adekvátní (Sutter & Bender 2021). Kvůli tomuto by u dětí do jednoho roku živících se rostlinnou stravou mělo být co nejméně vlákniny. Od jednoho roku dítěte je doporučováno, aby zkonzumovali alespoň tři

různé potraviny rostlinného původu obsahující omega-3 mastné kyseliny denně. Také je u dětí, a to nejen u dětí živících se rostlinnou stravou, od šesti měsíců do tří let doporučována dodatečná suplementace DHA o množství přibližně 100 mg. Železo přijímají batolata například ze zeleninových a luštěninových příkrmů nebo fortifikovaných cereálií. Od jednoho roku je také doporučována konzumace potravin obsahujících železo spolu s potravinami obsahující vitamin C v každém jídle. Deficience zinku by neměla nastávat u starších dětí díky konzumaci velkého množství různých rostlinných potravin. U novorozenců a malých dětí, kteří nekonzumují buď téměř žádné nebo jen malé množství soli, je riziko deficience jodu. Děti a náctiletí do sedmnácti let by měli zkonsumovat tři až pět jídel bohatých na vápník denně, aby splnili doporučenou denní dávku a předešli deficienci. Vitamin B<sub>12</sub> by měli děti přijímat ve formě suplementů už od šesti měsíců spolu se začátkem konzumace pevné stravy, protože se sníží příjem vitamínu skrze mateřské mléko (Baroni et al. 2019).

## 9 Alternativní potraviny rostlinné diety

Trh s rostlinnými alternativami živočišných potravin se stále rozrůstá. Dají se sehnat rostlinné alternativy masných výrobků i mléčných výrobků (Alcorta et al. 2021). Hlavními surovinami jsou luštěniny, sója, semínka, ořechy a pseudoobiloviny (Baroni et al. 2019; Alcorta et al. 2021). Konkrétně sója obsahuje, stejně jako mléčné výrobky, vejce a maso, všechny esenciální aminokyseliny, a i ve stejném poměru a množství jako živočišné produkty (Baroni et al. 2019; Day et al. 2022).

Rostlinná alternativa masa je vyráběna tak, aby měla sensorické vlastnosti podobné masu ale i podobné nutriční hodnoty, jako je obsah proteinu. Hlavními surovinami výroby jsou sója, houby a pšeničný lepek. Sója je velmi dobrý zdroj rostlinných bílkovin a používá se na výrobu nejen rostlinných alternativ živočišných produktů, ale vyrábí se z ní i sójová mouka, sójový proteinový koncentrát a izolát a hlavně tofu. Tofu se vyrábí srážením a lisováním sójového tvarohu. Další náhražkou rostlinného původu je i tempeh, který bývá obohacen vitamínem B<sub>12</sub>. Pšeničný lepek dodává masným výrobkům žvýkavou texturu. Žvýkavou texturu dodávají také houby. Další velmi používanou surovinou v rostlinných alternativách jsou luštěniny, jako je hrách, čočka nebo cizrna, pro svůj vysoký obsah proteinu. Mykoprotein je protein získávaný z mycelia houby *Fusarium venenatum*. Je také s oblibou využíván do alternativních potravin a pomáhá vytvořit texturu velmi podobnou masu. Nevýhoda mykoproteinu je však ta, že má horší ekologický dopad než konzumace masa. Alternativami rybiho masa jsou většinou tofu nebo pšeničný lepek, které jsou dochucené sójovou omáčkou nebo miso pastou (Alcorta et al. 2021).

Rostlinné nápoje, někdy také nesprávně označovány jako rostlinná mléka, jsou také velmi populární rostlinnou potravinou. Jsou vyráběna z luštěnin, ovesných vloček, rýže, ořechů nebo semínek, která jsou namáčena ve vodě a louhována a následně jsou homogenizována. Výsledný nápoj je sensoricky podobný živočišnému mléku. Rostlinné nápoje ale nemají chuť, tudíž je potřeba je dochucovat a někdy mohou být i hodně slazená. Vyrábějí se i rostlinné náhražky sýrů. Ty jsou vyráběny z rostlinných proteinů a olejů, někdy se i přidává lahůdkové droždí (Alcorta et al. 2021). Lahůdkové droždí může být také přidáváno na těstoviny jako náhražka za sýr a zároveň pro doplnění zinku (Baroni et al. 2019). Většinou nemají dostatek potřebných nutrientů. Vyráběny jsou také rostlinné jogurty, například sójový jogurt, který je obohacený o vitamín B<sub>12</sub>. U rostlinných alternativ mléčných výrobků se také někdy provádí fermentace, která může zvyšovat obsah esenciálních živin. Fermentace s pomocí mikroorganismu *Lactobacillus plantarum* například u sójového nápoje zvýšila obsah esenciálních aminokyselin (Alcorta et al. 2021).

Vejce se taky nahrazují rostlinnými alternativami. Nejznámějšími náhradami jsou jablečné pyré, nálev z cizrny, lněná semínka, zralé banány a tapiokový škrob. I klasická majonéza vyráběná z vajec má svoji veganskou alternativu, která může být vyrobena například ze sójového proteinu a z oleje z rýžových otrub (Alcorta et al. 2021).

## 10 Případové studie

### 10.1 Případová studie 1

Klient	č.1
Pohlaví	žena
Roky	26
Výška	1,8 m
Hmotnost	75 kg

#### Anamnéza:

Klientka netrpí žádnými onemocněními, která by ovlivňovala její stravování.

Klientka pracuje jako barmanka. Má tedy aktivní zaměstnání.

Každý den splní denní limit kroků okolo 9 000. Čtyřikrát do týdne cvičí jógu.

Klientka je veganka. Většinou si připravuje jídla sama. Užívá suplementy železo, komplex vitamínů B, lysin a multivitamin.

Doporučený denní energetický příjem je, s ohledem na fyzickou aktivitu, přibližně 9 950 kJ na den. Doporučený denní příjem bílkovin by měl být okolo 1 200 kJ neboli 70 g. Doporučený denní příjem tuků by měl přibližně být 2 980 kJ neboli 80 g. Doporučený denní příjem sacharidů by měl být přibližně 5 470 kJ neboli 320 g sacharidů.

#### Jídelníček (viz. Příloha I):

##### 1.DEN

<i>Snídaně</i>	Rebarborová bublanina, hořká čokoláda 70 %, mrkev, pomeranč, grapefruit, jablečný mošt.
<i>Svačina</i>	Bageta s Ramou, borůvky s cukrem, pistácie, hořká čokoláda 70 %
<i>Oběd</i>	Vařené batáty s mrkví, vařené jáhly s kokosovým nápojem a konopným semínkem, cherry rajčata.
<i>Večeře</i>	Žitný chléb s pažitkovou pomazánkou, uzený tempeh, polníček, minerální voda Klášterná kalcia.

##### 2.DEN

<i>Snídaně</i>	Bageta s pažitkovou pomazánkou, kwark, cukr, ovesný nápoj, tofu.
<i>Svačina</i>	Palačinky.
<i>Oběd</i>	Vařené jáhly, tofu, Vichy pastilky, klášterná kalcia.
<i>Večeře</i>	Bramborové noky s marinovaným tofu, slunečnicovými semínky, česnekem, salát, pomeranč.

##### 3.DEN

<i>Snídaně</i>	Ladovy perníčky, lískové oříšky, sójový nápoj.
<i>Oběd</i>	Vařená červená čočka s kokosovým nápojem, hrášek, kukuřice, cibule, jáhly.

*Svačina* Proteinové chipsy  
*Večeře* Dvě cereální kaiserky a slunečnicový chléb s máslovou Ramou, medem a pažitkovou pomazánkou, mrkev, ředkvičky, para ořechy, lískové ořechy, sójový nápoj.

**Tab.4: Průměrný třídní příjem klienta č.1**

Průměrný třídní příjem:	Energie (kJ)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)
	10683	92	71	392

Vápník (mg)	Železo (mg)	Zinek (mg)	Selen (μg)	Omega-3 (g)	Vitamin D (μg)	Vitamin B12 (μg)
472	26	5	50	4	0,11	0

#### Zhodnocení a diskuse:

Dle zprůměrovaného třídního příjmu (viz. Příloha I) lze vidět, že klientka energetický příjem plní a má ho častěji vyšší, než by měl být dle propočítaných hodnot (viz. Příloha I). Průměrný příjem bílkovin je také o něco vyšší, než by měl být. Průměrný příjem tuků je naopak nižší, než by musel být. Průměrný příjem sacharidů je o něco vyšší, ale stále je akceptovatelný.

Dle Jabor a Kazda (2021) by člověk měl přijmout 1000 mg vápníku, ale dle průměrného propočtu vidíme, že přijaté množství vápníku je i v kombinaci s doplňky stravy nižší, než by mělo být. Doporučená denní dávka železa by pro ženy měla být 15 mg (Pánek & Chrpová 2021) a klientka tuto dávku splňuje. Dle průměrného propočtu klientka přijme 5 mg zinku. S přičtením obsahu zinku v doplňcích stravy splňuje doporučenou denní dávku 10 mg (Müllerová 2021). Selen klientka přijímá v průměrné dávce 50 μg a s přičtením obsahu v doplňcích stravy můžeme určit, že o přibližně 5 μg překračuje doporučenou denní dávku, která by měla dosáhnout maximálně 100 μg (Pánek & Chrpová 2021). Obsah selenu je však velmi závislý i na původu potravin a průměrné přijaté množství se může lišit. Omega-3 mastné kyseliny nejsou přijímané v dostatečném množství a by bylo dobré navýšit. Vitamin D by měl být přijímán v dávce 5-10 μg (Müllerová 2021), což klientka nesplňuje. Vitamin B<sub>12</sub> nepřijme klientka ze stravy vůbec, ale v doplňcích stravy přijme celkem 60 μg, což o dost převyšuje doporučenou denní dávku 2,4 μg (Müllerová 2021). Množství přijatých mikronutrientů nelze určit přesně kvůli kupovaným výrobkům, a to nejen veganským, které většinou nemají uvedené množství mikronutrientů, které obsahují. O obsahu mikronutrientů, pokud nejsou uvedeny, se můžeme pouze domnívat.

#### Závěr a doporučení:

Klientce bych doporučila zvýšit konzumaci vápníku i například přidáním potravin bohatých na vápník do stravy. Měla by si také hlídat obsah selenu v potravinách, aby nebyl přijímán v příliš vysokém množství. Klientka by měla navýšit konzumaci omega-3 mastných kyselin a vitamínu D.



## 10.2 Případová studie 2

Klient	č.2
Pohlaví	muž
Roky	37
Výška	1,91 m
Hmotnost	120 kg

### Anamnéza:

Klient netrpí žádnými onemocněními, která by ovlivňovala jeho stravování.

Klient má sedavé zaměstnání.

Čtyřikrát týdně mírně intenzivně cvičí a kombinuje kardio se silovými tréninky.

Klient je vegan. Jídla si připravuje buď sám nebo se stravuje v restauracích. Užívá biotin a zinek ve formě suplementu.

Doporučený denní energetický příjem je, s ohledem na fyzickou aktivitu, přibližně 16 305 kJ na den. Doporučený denní příjem bílkovin by měl být okolo 1 960 kJ neboli 115 g. Doporučený denní příjem tuků by měl přibližně být 4 890 kJ neboli 130 g. Doporučený denní příjem sacharidů by měl být přibližně 8 970 kJ neboli 530 g sacharidů.

### Jídelníček (Příloha II):

#### 1.DEN

<i>Snídaně</i>	Cereálie Cheerios borůvkové s ovesným mlékem.
<i>Oběd</i>	Polévka s mrkví, bramborami a cibulí.
<i>Svačina</i>	Proteinový shake, energetický nápoj.
<i>Večeře</i>	“Grilled cheese“ sendvič s rostlinnou alternativou sýra.

#### 2.DEN

<i>Oběd</i>	Chili sin carne, “Grilled cheese“ sendvič s rostlinnou alternativou sýra.
<i>Svačina</i>	Rostlinná alternativa zmrzliny.
<i>Večeře</i>	Rostlinná alternativa masových kuliček s rajčatovou omáčkou. Rostlinná alternativa sýra.

#### 3.DEN

<i>Svačina</i>	Energetický nápoj bez cukru.
<i>Oběd</i>	Cereálie Cheerios borůvkové s ovesným mlékem, pomerančový džus.
<i>Večeře</i>	Rýžové nudle s tofu, cibule, červená paprika, bambusové výhonky.

**Tab.5: Průměrný třídní příjem klienta č.2**

Průměrný třídní příjem:	Energie (kJ)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)
	5930	50,2	40	232

Vápník (mg)	Železo (mg)	Zinek (mg)	Selen (μg)	Omega-3 (g)	Vitamin D (μg)	Vitamin B12 (μg)
756	23,4	1,6	17,2	0,007	4,16	5,23

Zhodnocení a diskuse:

Dle zprůměrovaného třídního příjmu (viz. Příloha II) lze vidět, že klient energetický příjem zdaleka neplní (viz. Příloha II). Průměrný příjem bílkovin, tuků a sacharidů je také velmi nízký oproti doporučenému příjmu.

Dle Jabor a Kazda (2021) by člověk měl přijmout 1000 mg vápníku a dle průměrného propočtu doporučenou denní dávku téměř plní. Doporučená denní dávka železa by pro muže měla být 10 mg (Pánek & Chrpová 2021) a klient tuto splňuje dvojnásobně. Dle průměrného propočtu klient přijme 1,6 mg zinku a s přičtením 10 mg obsažených v doplňcích doporučenou denní dávku 10 mg (Müllerová 2021) splňuje. Selen klient přijímá v průměrné dávce 17 μg, což splňuje dávku, která by měla dosáhnout maximálně 100 μg (Pánek & Chrpová 2021). Omega-3 mastné kyseliny nejsou přijímané v dostatečném množství. Vitamin D by měl být přijímán v dávce 5-10 μg (Müllerová 2021), což klient téměř splňuje. Vitamin B<sub>12</sub> přijme klient ze stravy v průměrném množství 5,23 μg, což lehce převyšuje doporučenou denní dávku 2,4 μg (Müllerová 2021). Množství přijatých mikronutrientů nelze určit přesně kvůli kupovaným výrobkům, a to nejen veganským, které většinou nemají uvedené množství mikronutrientů, které obsahují. O obsahu mikronutrientů, pokud nejsou uvedeny, se můžeme pouze domnívat.

Závěr a doporučení:

Klientovi bych doporučovala razantně zvýšit celkový energetický příjem. Příjem vápníku a omega-3 mastných kyselin by se také měl navýšit. Toho by mohlo být docíleno i zpestřením stravy a nahrazením některých polotovarů luštěninami nebo třeba i obilninami.

## 11 Závěr

Cílem práce bylo zjistit, zda konzumace striktně rostlinné stravy je dlouhodobě udržitelná, aniž by se vyskytly deficiencie rizikových nutrientů a plnohodnotných bílkovin. Za rizikové nutrienty byly brány vitamin B<sub>12</sub>, vitamin D, vápník, železo, zinek a selen.

Dle dostupných informací se dalo zjistit, že rostlinné bílkoviny, které v práci byly zmíněny, nejsou plnohodnotné a jsou pro lidské tělo hůře využitelné. Spolu s bílkovinami bylo v práci pojednáno o esenciálních aminokyselinách, jako je například taurin, a jejich případných deficiencích. Vitamin B<sub>12</sub> bylo zmíněno, že není obsažen v rostlinných potravinách, a i když tělo má vytvořené zásoby na 4 až 5 let, je nutné ho přijímat ve formě suplementů anebo ve fortifikovaných potravinách. Jak bylo uvedeno, vitamin D se vyskytuje v jiné formě v potravinách živočišného původu a v jiné formě v potravinách rostlinného původu, a proto je třeba si kontrolovat přijaté množství. V práci byla také probrána deficience selenu, která je globálním problémem, a ne pouze problémem u konzumentů rostlinné stravy. V práci také byly zmíněny zdravotní následky deficiencí ostatních rizikových nutrientů, jako je například anémie při deficienci železa nebo osteoporóza při deficienci vápníku. Díky dostupným informacím se hypotéza potvrdila.

K výživovým směrům vitariánství a makrobiotika bylo obtížně dohledání aktuálních informací oproti veganství, což bylo zapříčiněno nedostatečnými výzkumy a studii na toto téma. Z dostupných informací se k vitariánství neboli RAW stravě však dalo zjistit, že díky konzumaci pouze tepelně neupravených rostlinných potravin, je příjem využitelných sacharidů nízký a příjem nevyužitelných sacharidů je naopak vyšší. Těmito fakty se tato hypotéza také potvrdila. Rizikové nutrienty, které v práci byly zmiňované u veganství jsou rizikové i pro makrobiotiky. Dle studií byl u makrobiotických dětí zjištěn hlavně deficit železa, vitaminu D a vitaminu B<sub>12</sub>, což negativně ovlivňuje jejich růst. Kvůli omezeným informacím dostupným na toto téma se nedá hypotéza ani potvrdit, ale ani vyvrátit. U obou výživových směrů pak bylo uvedeno riziko deficience esenciálních aminokyselin.

Z případových studiích bylo cílem zjistit, zda běžný rostlinný jídelníček, sestavený bez asistence odborníka, zvládne pokrýt denní potřebu nutrientů. Z dostupných propočtů se dalo zjistit, že vitamin B<sub>12</sub> se nedá přijmout přirozeně z rostlinných potravin, ale dá se přijmout pouze z fortifikovaných potravin nebo se také přijímá formou suplementace. Vitamin D je také rizikový a jeho obsah v potravinách by měl být sledován. Bohužel se ale nedalo přesně zjistit, v jakém množství jsou tyto a další rizikové nutrienty přijímány, protože v jídelníčcích měli konzumenti hodně zakomponované rostlinné alternativy živočišných produktů. Tyto alternativní rostlinné potraviny neměli uvedeny informace o obsahu mikronutrientů a šlo se tedy pouze domnívat, zda mikronutrienty potravina obsahovala podle složení.

Lze tedy konstatovat, že alternativní rostlinné výživové směry jsou u dospělých akceptovatelné, i když mají nějaká rizika. Velmi rizikové jsou u dětí a seniorů, kteří potřebují větší příjem rizikových nutrientů, ale kvůli jejich horší využitelnosti z rostlinných zdrojů jich není přijímán dostatek. Lze také konstatovat, že dle dostupných případových studií nemají všichni konzumenti dostatečné znalosti o potřebě doplňovat rizikové nutrienty alespoň s pomocí suplementů. Důležitým poznatkem je fakt, že na obalech alternativních rostlinných potravin nejsou uváděny informace o obsahu mikronutrientů, aby se co nejpřesněji dalo určit

přijaté množství. Se současnou popularizací rostlinných alternativních výživových směrů a s rizikem deficiencí je tato informace podstatná.

## 12 Literatura

- Abraham K, Trefflich I, Gauch F, Weikert C. 2022. Nutritional Intake and Biomarker Status in Strict Raw Food Eaters. *Nutrients* **14(9)** (e1725) DOI: 10.3390/nu14091725.
- Alcorta A, Porta A, Tarrega A, Alvarez MD, Vaquero MP. 2021. Foods for Plant-Based Diets: Challenges and Innovations. *FOODS* **10(2)** (e293) DOI: 10.3390/foods10020293.
- Baroni L, Goggi S, Battaglino R, Berveglieri M, Fasan I, Filippin D, Griffith P, Rizzo G, Tomasini C, Tosatti MA, Battino MA. 2019. Vegan Nutrition for Mothers and Children: Practical Tools for Healthcare Providers. *NUTRIENTS* **11(1)** (e5) DOI: 10.3390/nu11010005.
- Butola LK, Kute PK, Anjankar A, Dhok A, Gusain N, Vagga A. 2020. Vitamin B12 - Do You Know Everything?. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences* **9(42)**:3139-3146 DOI: 10.14260/jemds/2020/688
- Costa-Rodrigues J, Sá-Azevedo R, Balinha J, Ferro G. 2018. Vegetarianism During Pregnancy: Risks and Benefits. *Trends in Food Science and Technology* **79**:28-34 DOI: 10.1016/j.tifs.2018.06.014.
- Craig WJ, Mangels AR, Fresan U, Marsh K, Miles FL, Saunders AV, Haddad EH, Heskey CE, Johnston P, Larson – Meyer E, Orlich M. 2021. The Safe and Effective Use of Plant-Based Diets with Guidelines for Health Professionals. *Nutrients* **13(11)** (e4144) DOI: 10.3390/nu13114144.
- Day L, Cakebread JA, Loveday SM. 2022. Food Proteins from Animals and Plants: Differences in the Nutritional and Functional Properties. *Trends in Food Science & Technology* **119**:428-442 DOI: 10.1016/j.tifs.2021.12.020.
- Fencel F. 2021. Výživa v Pediatrii. Pages 523-525 in Kohout P, Havel E, Matějovič M, Šenkyřík M, editors. *Klinická Výživa*. Galén, Praha. ISBN 978-80-7492-555-9.
- Freitas RF, Macedo MS, Lessa ADC, Pinto NAVD, Teixeira RA. 2021. Relationship between the Diet Quality Index in Nursing Mothers and the Fatty Acid Profile of Mature Breast Milk. *Revista paulista de pediatria : orgao oficial da Sociedade de Pediatria de Sao Paulo* **39** (e2019089). DOI: 10.1590/1984-0462/2021/39/2019089
- Fuller SJ, Brown A, Rowley J, Elliott-Archer J. 2022. Veganism and Eating Disorders: Assessment and Management Considerations. *BJPsych Bulletin* **46(2)**:116-120 DOI: 10.1192/bjb.2021.37.
- Hargreaves SM, Raposo A, Saraiva A, Zandonadi RP. 2021. Vegetarian Diet: An Overview Through the Perspective of Quality of Life Domains. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **18(8)** (e4067) DOI: 10.3390/ijerph18084067.
- Hu W, Zhao C, Hu H, Yin, S. 2021. Food Sources of Selenium and Its Relationship with Chronic Diseases. *Nutrients* **13** (e1739) DOI: 10.3390/nu13051739
- Chiu THT, Pan WH, Lin MN, Lin CL. 2018. Vegetarian Diet, Change in Dietary Patterns, and Diabetes Risk: a Prospective Study. *Nutrition & Diabetes* **8(1)**:12 DOI: 10.1038/s41387-018-0022-4

- Jabor A, Kazda A. 2021. Voda a minerální látky. Pages 92-99 in Kohout P, Havel E, Matějovič M, Šenkyřík M, editors. *Klinická Výživa*. Galén, Praha. ISBN 978-80-7492-555-9.
- Key TJ, Papier K, Tong TYN. 2021. Plant-Based Diets and Long-Term Health: Findings from the EPIC-Oxford Study. *Proceedings of the Nutrition Society* **81(2)**:190-198 DOI: 10.1017/S0029665121003748.
- Křížová J. 2019. Energetický metabolismus. Pages 53-60 in Zlatohlávek L et al., editors. *Klinická Dietologie a Výživa*. Current Media, Praha. ISBN 978-80-88129-44-8.
- Lemoine A, Giabicani E, Lockhart V, Grimprel E, Tounian P. 2020. Case Report of Nutritional Rickets in an Infant Following a Vegan Diet. *Archives de Pédiatrie* **27(4)**:219-222 DOI: 10.1016/j.arcped.2020.03.008.
- Mariotti F, Gardner CD. 2019. Dietary Protein and Amino Acids in Vegetarian Diets—A Review. *Nutrients* **11(11)** (e2593) DOI: 10.3390/nu13082593.
- Marrone G, Guerriero C, Palazzetti D, Lido P, Marolla A, Di Daniele F, Noce A. 2021. Vegan Diet Health Benefits in Metabolic Syndrome. *Nutrients* **13(3)** (e817) DOI: 10.3390/nu13030817.
- Medawar E, Huhn S, Villringer A, Witte AV. 2019. The Effects of Plant-based Diets on the Body and the Brain: a Systematic Review. *Translational Psychiatry* **9** (e226) DOI: 10.1038/s41398-019-0552-0
- Miedziaszczyk M, Ciabach P, Grześkowiak E, Szałek E. 2021. The Safety of a Vegan Diet During Pregnancy. *Advances in Hygiene and Experimental Medicine* **75(1)**:417-425 DOI: 10.5604/01.3001.0014.9343.
- Müllerová D. 2021. Mikronutrienty. Pages 99-109 in Kohout P, Havel E, Matějovič M, Šenkyřík M, editors. *Klinická Výživa*. Galén, Praha. ISBN 978-80-7492-555-9.
- North M, Kothe E, Klas A, Ling M. 2021. How to Define “Vegan”: An Exploratory Study of Definition Preferences Among Omnivores, Vegetarians, and Vegans. *Food Quality and Preference* **93** (e104246) DOI: 10.1016/j.foodqual.2021.104246.
- O’Keefe JH, O’Keefe EL, Lavie CJ, Cordain L. 2022. Debunking the Vegan Myth: The Case for a Plant-forward Omnivorous Whole-foods Diet. *Progress in Cardiovascular Diseases* **74**:2-8 DOI: 10.1016/j.pcad.2022.08.001
- Pánek J, Chrpová D. 2021. Živiny a jejich dietární zdroje. Pages 225-294 in Kohout P, Havel E, Matějovič M, Šenkyřík M, editors. *Klinická Výživa*. Galén, Praha. ISBN 978-80-7492-555-9.
- Petti A, Palmieri B, Vadalà M, Laurino C. 2017. Vegetarianism and Veganism: Not Only Benefits but Also Gaps. A Review. *Progress in Nutrition* **19(3)**:229-242 DOI: 10.23751/pn.v19i3.5229.
- Pollakova D, Andreadi A, Pacifici F, Della-Morte D, Lauro D, Tubili C. 2021. The Impact of Vegan Diet in the Prevention and Treatment of Type 2 Diabetes: A Systematic Review. *Nutrients* **13** (e2123) DOI: 10.3390/nu13062123

- Rais N, Ved A, Shadab M, Ahmad R, Shahid M. 2023. Taurine, a Non-Proteinous Essential Amino Acid for Human Body Systems: an Overview. Arab Gulf Journal of Scientific Research **41(1)**:48-66 DOI: 10.1108/AGJSR-04-2022-0019.
- Rajdl D. 2021. Metabolické bilance. Pages 196-200 in Racek J, Rajdl D et al., editors. Klinická biochemie. Galén, Praha. ISBN 978-80-7492-545-0.
- Rajdl D. 2021. Vitaminy a stopové prvky. Pages 200-211 in Racek J, Rajdl D et al., editors. Klinická biochemie. Galén, Praha. ISBN 978-80-7492-545-0.
- Růžičková L, Kohout P. 2021. Alternativní a moderní výživové trendy. Pages 315-329 in Kohout P, Havel E, Matějovič M, Šenkyřík M, editors. Klinická Výživa. Galén, Praha. ISBN 978-80-7492-555-9.
- Satija A, Hu FB. 2018. Plant-based Diets and Cardiovascular Health. Trends in Cardiovascular Medicine **28(7)**:437-441 DOI: 10.1016/j.tcm.2018.02.004.
- Sebastiani G, Barbero AH, Borrás-Novell C, Casanova MA, Aldecoa-Bilbao V, Andreu-Fernández V, Tutusaus MP, Martínez SF, Roig MDG, García-Algar O. 2019. The Effects of Vegetarian and Vegan Diet During Pregnancy on the Health of Mothers and Offspring. NUTRIENTS **11(3)** (e557) DOI: 10.3390/nu11030557.
- Sergentanis TN, Chelmi ME, Liampas A, Yfanti CM, Panagouli E, Vlachopapadopoulou E, Michalacos S, Bacopoulou F, Psaltopoulou T, Tsitsika A. 2021. Vegetarian Diets and Eating Disorders in Adolescents and Young Adults: A Systematic Review. Children **8(1)**:12 DOI: 10.3390/children8010012.
- Sobotka L. 2021. Energetický metabolismus. Pages 147-153 in Kohout P, Havel E, Matějovič M, Šenkyřík M, editors. Klinická Výživa. Galén, Praha. ISBN 978-80-7492-555-9.
- Sutter DO, Bender N. 2021. Nutrient Status and Growth in Vegan Children. NUTRITION RESEARCH **91**:13-25 DOI: 10.1016/j.nutres.2021.04.005.
- Svačina Š. 2019. Vitaminy. Pages 44-48 in Zlatohlávek L et al., editors. Klinická Dietologie a Výživa. Current Media, Praha. ISBN 978-80-88129-44-8.
- Szabo Z, Koczka V, Marosvolgyi T, Szabo E, Frank E, Polyak E, Fekete K, Erdelyi A, Verzar Z, Figler M. 2021. Possible Biochemical Processes Underlying the Positive Health Effects of Plant-Based Diets-A Narrative Review. Nutrients **13(8)** (e2593) DOI: 10.3390/nu13082593.
- The Vegan Society. 2018. Definition of Veganism. The Vegan Society. Available from <https://www.vegansociety.com/go-vegan/definition-veganism> (accessed January 2023)
- Urashima T, Hirabayashi J, Sato S, Kobata A. 2018. Human Milk Oligosaccharides as Essential Tools for Basic and Application Studies on Galectins. Trends in Glycoscience and Glycotechnology **30**:SE51-SE65 DOI: 10.4052/tigg.1734.1SE.
- Vejražka M. 2021. Základní živiny. Pages 74-91 in Kohout P, Havel E, Matějovič M, Šenkyřík M, editors. Klinická Výživa. Galén, Praha. ISBN 978-80-7492-555-9.

Zlatohlávek L, Pejšová H, Svačina Š. 2019. Makronutrienty. Pages 31-37 in Zlatohlávek L et al., editors. *Klinická Dietologie a Výživa*. Current Media, Praha. ISBN 978-80-88129-44-8.

Zlatohlávek L, Pejšová H. 2019. Minerální látky, voda. Pages 37-43 in Zlatohlávek L et al., editors. *Klinická Dietologie a Výživa*. Current Media, Praha. ISBN 978-80-88129-44-8.

Zlatohlávek L, Pejšová H. 2019. Vegetariánská diety. Pages 395-412 in Zlatohlávek L et al., editors. *Klinická Dietologie a Výživa*. Current Media, Praha. ISBN 978-80-88129-44-8.

NUTRISERVIS. 2023. NUTRISERVIS. Forsapi s.r.o. Available from <https://www.nutriservis.cz/nastenka> (accessed April 2023).

Kalorické tabulky. 2023. Kalorické tabulky. Available from <https://www.kaloricketabulky.cz/> (accessed April 2023).

U. S. Department of Agriculture. 2023. U. S. Department of Agriculture. Available from <https://fdc.nal.usda.gov/index.html> (accessed April 2023).



### 13 Seznam použitých zkratk a symbolů

AAS	Amino Acid Score (Aminokyselinové skóre)
Acetyl-CoA	Acetylkoenzym A
BMI	Body Mass Index (Index tělesné hmotnosti)
DHA	Kyselina dokosahexaenová
EAAI	Essential Amino Acid Index (index esenciálních aminokyselin)
EPA	Kyselina eikosapentaenová
HDL	High Density Lipids (Vysokodenzitní lipoprotein)
LDL	Low Density Lipids (Nízkodenzitní lipoprotein)
PUFA	Poly Unsaturated Fatty Acids (Polynenasycené mastné kyseliny)
RAW food, RAW strava	Syrová strava
TMAO	Trimethylaminoxid
VLDL	Very low density lipids (Velmi vysokodenzitní lipoprotein)



## 14 Samostatné přílohy

### 14.1 Příloha I – Případová studie 1

1. DEN									
Snídaně									
Množství	Potravina	Energie (kJ)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vápník (mg)	Železo (mg)		
5 g	Hořká čokoláda 70 %	119,5	0,39	2,13	2,3	3,65	0,6		
100 g	Mirkev syrová	88	1	0,2	7,3	45	1,8		
150 ml	Jablečný mošt	288	0,15	0,3	16,05	9	0,6		
50 g	Pomeranč	96	0,5	0,1	4,13	20	0,09		
150 g	Grapefruit	261	0,9	0,23	11,12	39	0,25		
20 g	Rebarbora	16,4	0,12	0,03	0,27	13,2	0,07		
3 g	Jablko	7,29	0,01	0,02	0,34	0,16	0,01		
5 g	Jáhlová mouka	75,65	0,68	0,11	3,6	0	0		
5 g	Rýžová mouka	75,8	0,38	0,08	3,94	0,35	0,02		
5 g	Pohanková mouka	73,95	0,41	0,09	3,77	1,1	0,08		
5 g	Kukuřičný škrob	73,5	0,02	0	4,3	0,5	0,03		
6 g	Slunečnicový olej	225,18	0,01	5,97	0,01	0,01	0,01		
12 g	Rýžový sirup	158,76	0,13	0,05	9,24	0	0		
Svačina									
Množství	Potravina	Energie (kJ)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vápník (mg)	Železo (mg)		
16 g	Pistácie loupané, pražené	391,68	31,4	8,1	3,31	17,44	0,58		
95 g	Bageta francouzská bílá	1092,5	7,51	0,67	52,63	0	0		
11 g	Rama Classic	290,18	0	7,7	0	0	0		
60 g	Borůvky	127,8	0,42	0,36	7,38	7,8	0,42		
10 g	Cukr moučkový	167,1	0	0	9,98	0	0		
10 g	Hořká čokoláda 70 %	239	0,78	4,26	4,6	7,3	1,19		

(\*) Potravina by daný nutrient měla obsahovat, ale v databázích není uvedeno množství.

Zinek (mg)	Selen (µg)	Omega-3 (g)	Vitamin D (µg)	Vitamin B12 (µg)
0	0	0	0	0
1	< 2,5	0	0 *	0
0	0	0	0	0
0,04	0,6	0,01	0	0
0,1	1,5	0,02	0	0
0,04	0,1	0	0	0
0	0,04	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0 *	0*	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0,02	0	0
0	0	0	0	0
Zinek (mg)	Selen (µg)	Omega-3 (g)	Vitamin D (µg)	Vitamin B12 (µg)
0,32	1,12	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0,33	0,33	0
0 *	0	0,13	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Oběd							
Množství	Potravina	Energie (kJ)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vápník (mg)	Železo (mg)
200 g	Batáty	968	3,26	1,2	48,2	44	1,33
100 g	Mirkev	88	1	0,2	7,3	45	1,8
50 g	Cherry rajčata	38	0,45	0,1	1,95	5	0,15
200 g	Jáhly	3008	22	8,4	145,6	19	9,6
100 g	Kokosové mléko	42	0,25	0,4	1,36	27	0,1
10 g	Konopné semínko	254,6	3	5,25	0,24	0,2	17,9
Večeře							
Množství	Potravina	Energie (kJ)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vápník (mg)	Železo (mg)
39 g	Tempeh uzený	554,19	7,53	9,59	4,21	0	0
39 g	Polníček	30,81	0,86	0,16	1,09	0	0
39 g	Žitný chléb	381	2,42	0,39	17,55	0	0*
19 g	Pomazánka s pažitkou "Nature's promise"	251	0,7	5,89	1,04	0	0
750 ml	Kláštorná kalcia	0	0	0	0	215,25	0
<b>Celkový denní součet</b>		<b>9 483</b>	<b>58</b>	<b>62</b>	<b>373</b>	<b>519,96</b>	<b>35,44</b>

(\* ) Potravina by daný nutrient měla obsahovat, ale v databázích není uvedeno množství.

Zinek (mg)	Selen (µg)	Omega-3 (g)	Vitamin D (µg)	Vitamin B12 (µg)
0,77	3,6	0	0	0
1	< 2,5	0	0 *	0
0*	0	0	0	0
0*	0	0	0	0
0,67	6,2	0	0	0
0*	0	8,68	0	0
Zinek (mg)	Selen (µg)	Omega-3 (g)	Vitamin D (µg)	Vitamin B12 (µg)
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
<b>3,94</b>	<b>13,06</b>	<b>9,19</b>	<b>0,33</b>	<b>0</b>

2. DEN							
Snídaně							
Množství	Potravina	Energie (kJ)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vápník (mg)	Železo (mg)
90 g	Bageta francouzská bílá	1035	7,11	0,63	49,86	0	0
20 g	Pomazánka s pažitkou "Nature's promise"	264	0,74	6,2	1,1	0	0
10 g	Cukr moučkový	167,1	0	0	9,98	0	0
7 g	Kwark "Albert"	17	0,63	0,28	0	1,12	0
78 ml	Pro climate hafedrink koncentrat	414	1,95	14,04	3,35	0	0
200 g	Tofu natural	752	17,68	9,56	3,76	172	7,4
Svačina							
Množství	Potravina	Energie (kJ)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vápník (mg)	Železo (mg)
12 g	Řepkový olej	444	0	12	0	0	0
200 g	Celozrnná špaldová mouka hladká	3128	28	5	136	0	0

(\*) Potravina by daný nutrient měla obsahovat, ale v databázích není uvedeno množství.

Zinek (mg)	Selen (µg)	Omega-3 (g)	Vitamin D (µg)	Vitamin B12 (µg)
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
1,9	57	0	0	0
Zinek (mg)	Selen (µg)	Omega-3 (g)	Vitamin D (µg)	Vitamin B12 (µg)
0	0	1,15	0	0
0	0	0	0	0



<b>Oběd</b>									
Množství	Potravina	Energie (kJ)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vápník (mg)	Železo (mg)		
160 g	Jáhly	2406,4	17,6	6,72	116,48	15,2	7,68		
100 g	Tofu natural	376	8,84	4,78	1,88	86	3,7		
20 g	Víchy pastilky	339	0	0	19,82	0	0		
750 ml	Kláštorná kalcia	0	0	0	0	215,25	0		
<b>Večeře</b>									
Množství	Potravina	Energie (kJ)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vápník (mg)	Železo (mg)		
10 g	Lahůdkové droždí	137	4,9	0,5	3,5	0,5	0*		
100 g	Marinované tofu	589	14	3,3	13,4	0	0		
30 g	Slunečnicová semínka pražená	726,6	5,79	14,94	7,23	21	1,14		
100 g	Bramborové noky	636	3,3	0,4	32,6	0	0		
45 g	Salátový mix	25	0,5	0	0,54	0	0		
6 g	Česnek	30,24	0,37	0,02	1,5	2,1	0,08		
300 g	Pomeranč	576	3	0,6	24,75	120	0,56		
<b>Celkový denní součet</b>		<b>12 062</b>	<b>114,41</b>	<b>78,97</b>	<b>425,75</b>	<b>633,17</b>	<b>20,56</b>		

(\*) Potravina by daný nutrient měla obsahovat, ale v databázích není uvedeno množství.

Zinek (mg)	Selen (µg)	Omega-3 (g)	Vitamin D (µg)	Vitamin B12 (µg)
0*	0	0	0	0
0,95	28,5	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
<hr/>				
Zinek (mg)	Selen (µg)	Omega-3 (g)	Vitamin D (µg)	Vitamin B12 (µg)
0*	0*	0	0	0
0	0	0	0	0
1,5	26,8	0,02	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0,06	1,2	0	0	0
0,26	3,6	0,08	0	0
<b>4,67</b>	<b>117,1</b>	<b>1,25</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

<b>3. DEN</b>									
<i>Snídaně</i>									
Množství	Potravina	Energie (kJ)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vápník (mg)	Železo (mg)		
25 g	Lískové oříšky pražené	690,5	3,8	16,03	3,68	30,5	1,1		
100 g	Ladovy perníčky	1410	4	1	77,8	0	0		
300 ml	Sójové mléko "Nature's bio"	660	10,5	5,52	17,28	9	2,4		
<i>Oběd</i>									
Množství	Potravina	Energie (kJ)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vápník (mg)	Železo (mg)		
30 g	Čočka červená	403,2	8,22	0,66	17,55	12,3	2,28		
50 ml	Kokosové mléko	21	0,13	0,2	0,68	13,5	0,05		
30 g	Hrášek	97,5	1,95	0,12	4,59	8,1	0,48		
10 g	Kukuřice	138	0,91	0,39	7,22	1,7	0,23		
69 g	Cibule	95,22	0,97	0,14	6,14	25,53	0,41		
150 g	Jáhly	2256	16,5	6,3	109,2	14,25	7,2		

(\* ) Potravina by daný nutrient měla obsahovat, ale v databázích není uvedeno množství.

Zinek (mg)	Selen (µg)	Omega-3 (g)	Vitamin D (µg)	Vitamin B12 (µg)
0,75	1,03	0	0	0
0	0	0	0	0
1,17	0	0	0	0
Zinek (mg)	Selen (µg)	Omega-3 (g)	Vitamin D (µg)	Vitamin B12 (µg)
1,2	0	0	0	0
0,34	3,1	0	0	0
0,4	0,6	0	0	0
0,25	1,55	0	0	0
0,69	0,69	0	0	0
0*	0	0	0	0

Svačina		Energie (kJ)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vápník (mg)	Železo (mg)
Množství	Potravina						
50 g	Proteinové chipsy ioxty	887	25	2,75	19,5	0	0
Večeře							
Množství	Potravina	Energie (kJ)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vápník (mg)	Železo (mg)
120 g	Cereální kaiserka	1318	12	6	51,6	20,4	0
90 g	Chléb slunečnicový	738	5,85	3,87	28,89	20,7	1,8
5 g	Rama máslová	131,9	0,03	3,5	0,03	0	0
13 g	Med	166,66	0,05	0	9,76	0,78	0,17
8 g	Lunter pažitková	54	0,53	0,56	0,96	0	0
65 g	Mrkev	57,2	0,65	0,13	4,75	29,25	1,17
70 g	Ředkvičky	44,8	0,7	0,07	2,73	28	0,84
7 g	Para ořechy	197,33	1,12	4,68	0,25	9,24	0,24
27 g	Lískové ořechy pražené	745,74	4,1	17,31	3,97	32,94	1,19
178 ml	Sójové mléko "Nature's bio"	391,6	6,23	3,28	10,25	5,34	1,42
<b>Celkový denní součet</b>		<b>10 504</b>	<b>103,24</b>	<b>72,51</b>	<b>376,83</b>	<b>261,53</b>	<b>20,98</b>

(\*) Potravina by daný nutrient měla obsahovat, ale v databázích není uvedeno množství.

Zinek (mg)	Selen (µg)	Omega-3 (g)	Vitamin D (µg)	Vitamin B12 (µg)
0	0	0	0	0
Zinek (mg)	Selen (µg)	Omega-3 (g)	Vitamin D (µg)	Vitamin B12 (µg)
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0,05	0,61	0	0	0
0	0	0	0	0
0,65	<2,5	0	0 *	0
0,21	0,45	0	0	0
0,28	7,21	0	0	0
0,81	1,05	0	0	0
0,69	3,325	0	0	0
<b>7,49</b>	<b>19,615</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## 14.2 Příloha II – Případová studie 2

1. DEN							
Snídaně							
Množství	Potravina	Energie (kJ)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vápník (mg)	Železo (mg)
300 g	Cheerios borůvkové	4884	24,9	16,8	243	1449	39,6
300 ml	Ovesný nápoj	502,2	1,8	0,6	18	0,12	0,78
Oběd							
Množství	Potravina	Energie (kJ)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vápník (mg)	Železo (mg)
100 g	Cibule	138	1,4	0,2	8,9	37	0,6
100 g	Mirkev	88	1	0,2	7,3	45	1,8
100 g	Brambory	316	2,04	0,11	14,8	6,2	0,42
Svačina							
Množství	Potravina	Energie (kJ)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vápník (mg)	Železo (mg)
25 g	Biotech vegan protein shake	448	18,5	1,95	3,25	0	0
500 ml	Energetický nápoj "Big Shock"	41,5	0	0	0	0	0
Večeře							
Množství	Potravina	Energie (kJ)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vápník (mg)	Železo (mg)
25 g	Veganský sýr čedar "Violife"	297,5	0	5,75	5	3,25	0
60 g	Toustový chléb	713,4	5,64	2,16	31,86	48	1,86
<b>Celkový denní součet</b>					<b>332,11</b>	<b>1588,57</b>	<b>45,06</b>

(\* ) Potravina by daný nutrient měla obsahovat, ale v databázích není uvedeno množství.

Zinek (mg)	Selen (µg)	Omega-3 (g)	Vitamin D (µg)	Vitamin B12 (µg)
0	0	0	8,1	0
0,27	<2,5	0	1,69	0
Zinek (mg)	Selen (µg)	Omega-3 (g)	Vitamin D (µg)	Vitamin B12 (µg)
1	1	0	0	0
1	<2,5	0	0 *	0
0,35	1,5	0,02	0	0
Zinek (mg)	Selen (µg)	Omega-3 (g)	Vitamin D (µg)	Vitamin B12 (µg)
0	0	0	0	0
0	0	0	0	1,125
Zinek (mg)	Selen (µg)	Omega-3 (g)	Vitamin D (µg)	Vitamin B12 (µg)
0	0	0	0	0
0,41	18,6	0	0	0
<b>3,03</b>	<b>21,1</b>	<b>0,02</b>	<b>9,79</b>	<b>1,125</b>



2. DEN									
Oběd									
Množství	Potravina	Energie (kJ)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vápník (mg)	Železo (mg)		
400 g	Chili sin carne "DM Bio"	1304	22,4	1,6	40	0	0		
25 g	Veganský sýr čedar "Violife"	297,5	0	5,75	5	3,25	0		
60 g	Toustový chléb	713,4	5,64	2,16	31,86	48	1,86		
Svačina									
Množství	Potravina	Energie (kJ)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vápník (mg)	Železo (mg)		
75 g	Rostlinná peprmintová zmrzlina "Tesco"	690	1,28	21,75	7,5	0	0		
Večeře									
Množství	Potravina	Energie (kJ)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vápník (mg)	Železo (mg)		
350 g	Rajčatová omáčka "Gustona"	700	4,55	0,7	33,25	0	0		
204 g	Veganské masové kuličky "Tesco"	1897,2	41,21	22,24	18	0	6,16		
50 g	Veganský sýr čedar "Violife"	297,5	0	5,75	5	3,25	0		
<b>Celkový denní součet</b>		<b>5 900</b>	<b>75,08</b>	<b>82,19</b>	<b>140,61</b>	<b>54,5</b>	<b>8,02</b>		

(\*) Potravina by daný nutriční měl obsahovat, ale v databázích není uvedeno množství.


Zinek (mg)	Selen (µg)	Omega-3 (g)	Vitamin D (µg)	Vitamin B12 (µg)
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0,41	18,6	0	0	0
Zinek (mg)	Selen (µg)	Omega-3 (g)	Vitamin D (µg)	Vitamin B12 (µg)
0	0	0	0	0
Zinek (mg)	Selen (µg)	Omega-3 (g)	Vitamin D (µg)	Vitamin B12 (µg)
0	0	0	0	0
0	0	0	0	1,55
0	0	0	0	0
<b>0,41</b>	<b>18,6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,55</b>

<b>3. DEN</b>							
<i>Snídaně</i>							
Množství	Potravina	Energie (kJ)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vápník (mg)	Železo (mg)
500 ml	Energetický nápoj "Monster zero cukru"	14	0	0	4,5	0	0
<i>Oběd</i>							
Množství	Potravina	Energie (kJ)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vápník (mg)	Železo (mg)
100 g	Cheerios borůvkové	1628	8,3	5,6	81	483	13,2
100 ml	Ovesný nápoj	167,4	0,6	0,2	6	0,04	0
500 ml	Pomerančový džus	900	3,4	0,7	43,45	75	1,35
<i>Večeře</i>							
Množství	Potravina	Energie (kJ)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Sacharidy (g)	Vápník (mg)	Železo (mg)
100 g	Rýžové nudle	1524	3,4	0,6	83,2	18	0,7
40 g	Tofu	150,4	3,54	1,91	0,75	34,4	1,5
35 g	Cibule	47,61	0,5	0,07	3,1	12,8	0,21
20 g	Paprika červená	26	0,2	0,06	1,26	1,4	0,16
5 g	Bambusové výhonky	3,55	0,13	0,02	0,05	0,75	0,04
<b>Celkový denní součet</b>			<b>20,07</b>	<b>9,16</b>	<b>223,31</b>	<b>625,39</b>	<b>17,16</b>

(\*) Potravina by daný nutrient měla obsahovat, ale v databázích není uvedeno množství.

Zinek (mg)	Selen (µg)	Omega-3 (g)	Vitamin D (µg)	Vitamin B12 (µg)	
0	0	0	0	0	13
Zinek (mg)	Selen (µg)	Omega-3 (g)	Vitamin D (µg)	Vitamin B12 (µg)	
0	0	0	2,7		0
0	0	0	0		0
0,6	0	0	0		0
Zinek (mg)	Selen (µg)	Omega-3 (g)	Vitamin D (µg)	Vitamin B12 (µg)	
0	0	0	0	0	0
0,38	11,4	0	0	0	0
0,35	0,35	0	0	0	0
0,04	<2,5	0	0	0	0
0,055	0,04	0*		0	0
<b>1,425</b>	<b>11,79</b>	<b>0</b>	<b>2,7</b>		<b>13</b>

## 14.3 Příloha III - Podklady pro nutriční propočet případových studií

	<p><b>Bezlepková rebarborová bublanina bez cukru</b></p> <p>Složení: Rebarbora, jablka, mouka jáhelná, rýžová, pohanková, kukuričný škrob, sluneč. olej, rýžový sirup, skořice, jedlá soda, mořská sůl</p> <p><i>Tento nový koláč je variantou naší veganské celozrnné bublaniny, kterou v sezóně také pečeme s rebarborou místo višni.</i></p>	<p>Hmotnost: 120 g</p> <p>Trvanlivost: 5-7 dní</p> <p>bez lepku, DIA, vegan</p>
---	---	---

Zdroje:

[https://www.dm.cz/dmbio-bio-eintopf-chili-sin-carne-p4058172960260.html?wt\\_mc=google.ads\\_shopping.19636456744..&gclid=CjwKCAjw\\_ihBhADEiwAXEazJuABzfEEcKT6YK-521heeG8EsCqVmZtOyJ9F\\_B86EnJ1TAzpiVFTlhoCDzcQAvD\\_BwE](https://www.dm.cz/dmbio-bio-eintopf-chili-sin-carne-p4058172960260.html?wt_mc=google.ads_shopping.19636456744..&gclid=CjwKCAjw_ihBhADEiwAXEazJuABzfEEcKT6YK-521heeG8EsCqVmZtOyJ9F_B86EnJ1TAzpiVFTlhoCDzcQAvD_BwE)

<https://www.recepty.cz/recept/bublanina-s-rebarborou-7812>

[https://www.candy-store.cz/cheerios-celozrnné-ovesné-cerealie-s-prichuti-boruvek-402-6-g-z83787/?gclid=CjwKCAjw\\_ihBhADEiwAXEazJk6CYswxCa1nC6\\_86g9Z7GJU-RvQ2OrsVw\\_npa4nZ43lmakPwizY0xoCLIQQA\\_vD\\_BwE](https://www.candy-store.cz/cheerios-celozrnné-ovesné-cerealie-s-prichuti-boruvek-402-6-g-z83787/?gclid=CjwKCAjw_ihBhADEiwAXEazJk6CYswxCa1nC6_86g9Z7GJU-RvQ2OrsVw_npa4nZ43lmakPwizY0xoCLIQQA_vD_BwE)

<https://www.albertdomuzdarma.cz/shop/Trvanlive/Kecupy-horcice-omacky/Omacky/K-testovinam/Gustona-Omacka-s-prichuti-bazalky/p/27327203>

<https://nakup.itesco.cz/groceries/cs-CZ/products/2005100641446?preservedReferrer=https://www.google.com/>

<https://www.monsterenergy.com/cz/cs/products/monster-ultra/ultra-paradise>

<https://www.bigshock.cz/eshop/big-shock-plechovky/karton-big-shock-sex-on-the-beach>

[https://www.drmax.cz/max-biotin-plus-60-tablet?gclid=Cj0KCQjw8qmhBhClARIsANAtboedg4I44anuIXHWwytiHlgwc8eFZc\\_vBz9x1JGrbC3Bu1Nt5xoA4QEaAv8hEALw\\_wcB](https://www.drmax.cz/max-biotin-plus-60-tablet?gclid=Cj0KCQjw8qmhBhClARIsANAtboedg4I44anuIXHWwytiHlgwc8eFZc_vBz9x1JGrbC3Bu1Nt5xoA4QEaAv8hEALw_wcB)

[https://vegmart.cz/vegetology-multivit-multivitaminy-a-mineraly-pro-vegany-60-tablet-3pack?gclid=Cj0KCQjw8qmhBhClARIsANAtboeBGIU8Ky9R\\_f0XCCbOIr5ep1CCwK\\_MQhsIaAzXbv6d67FrmnLQaAkg8EALw\\_wcB](https://vegmart.cz/vegetology-multivit-multivitaminy-a-mineraly-pro-vegany-60-tablet-3pack?gclid=Cj0KCQjw8qmhBhClARIsANAtboeBGIU8Ky9R_f0XCCbOIr5ep1CCwK_MQhsIaAzXbv6d67FrmnLQaAkg8EALw_wcB)

<https://www.drmax.cz/natures-aid-1-lysine-1000-mg-60-tablet>