

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Příjem bílkovin v České republice

Diplomová práce

Bc. Dorota Horáčková

Výživa a potraviny

Ing. Monika Sabolová, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Příjem bílkovin v České republice" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucí diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.4.2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala paní Ing. Monice Sabolové, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce, rady, ochotu a čas, který mi věnovala. Dále děkuji své rodině a příteli za trpělivost a podporu během studia.

Příjem bílkovin v České republice

Souhrn

Dostatečný přísun bílkovin je nezbytný pro správný vývoj, růst a obnovu tkání. V lidském těle mají však bílkoviny nespočet dalších funkcí. V této práci jsou krom významu bílkovin shrnuty i základní informace o jejich struktuře, zdrojích a kvalitě. Pozornost byla také věnována doporučeným denním dávkám bílkovin v různých etapách života a v neposlední řadě byla nastíněna problematika high protein potravin na trhu.

Tato diplomová práce se konkrétně zabývala příjmem bílkovin studentů vysokých škol v České republice. Bylo pozorováno množství a původ přijatých bílkovin, rozložení příjmu bílkovin během dne, jejich příjem v rámci jedné porce a procentuální zastoupení bílkovin v celkovém energetickém příjmu. Pozorován byl rovněž příjem bílkovin z potravin s označením high protein.

Cílem praktické části diplomové práce bylo zmapování denního příjmu živin s důrazem na bílkoviny. Zapojilo se 33 studentů vysokých škol, kteří poskytli své týdenní jídelníčky, do kterých byla zaznamenávána skladba a množství jednotlivých jídel během dne.

Na základě výsledků této práce bylo zjištěno, že příjem bílkovin převyšoval doporučené hodnoty a v jídelníčku významně převažovaly bílkoviny živočišného původu (70 %). Ačkoli existují studie, podle kterých je pro tělo mnohem výhodnější konzumovat více bílkovin ráno v době snídaně, nejvíce bílkovin z celého dne bylo konzumováno v rámci večeře. Průměrný obsah bílkovin jedné porce nepřevyšoval doporučené množství, které tělo dokáže využít z jednoho jídla a studie také ukázala, že procentuální zastoupení bílkovin v celkovém energetickém příjmu bylo u respondentů vyšší než doporučené hodnoty. Přestože tato studie měla menší počet respondentů, jídelníčky obsahovaly nezanedbatelné množství potravin s označením high protein.

Závěrem lze říct, že příjem bílkovin u studentů vysokých škol v České republice je dostačující. Vhodné by však bylo snížit spotřebu živočišných zdrojů bílkovin, a alespoň zčásti je nahradit bílkoviny rostlinného původu.

Klíčová slova: aminokyseliny, výživa, strava, doporučený příjem, jídelníček, výživová doporučení

Protein intake in the Czech Republic

Summary

An adequate supply of protein is essential for proper tissue development, growth and recovery. Proteins have also countless other functions in the human body. This work summarizes not only the importance of proteins but also basic information about their structure, sources and quality. Attention was also paid to recommended daily doses of protein at different stages of life and the issue of high protein foods on the market.

This thesis specifically looked at the protein intake of university students in the Czech Republic. The amount and origin of the received protein, the distribution of protein intake during the day, the intake per serving and the percentage of protein in the total energy intake were observed. Protein intake from foods labelled as high protein was also observed.

The goal of the practical part of the thesis was to map daily nutrient intake with focus on protein. 33 university students participated on this part and provided their weekly diet, which recorded the composition and quantity of individual meals during the day.

Based on the results of this thesis, it was found that the protein intake exceeded the recommended levels and that proteins of animal origin (70 %) predominated over those of plant origin. Although some studies suggest that it is much more convenient for the body to consume more protein during breakfast in the morning, the most protein in the day was consumed at dinner time. The average protein content of a single serving did not exceed the recommended amount that the body can make use of from a single meal and the study also showed that the percentage of protein in the total energy intake was higher than recommended levels for respondents. Although this study had fewer respondents, their diet contained considerable amount of high protein foods.

In conclusion, it can be stated that the protein intake by university students in the Czech Republic is sufficient. However, it would be advisable to reduce the consumption of animal protein sources and at least partially replace it with plant-based proteins.

Keywords: amino acids, nutrition, diet, recommended intake, dietary regimen, nutritive recommendation

Obsah

1 Úvod.....	9
2 Vědecká hypotéza a cíle práce.....	10
3 Literární rešerše.....	11
3.1 Co jsou to bílkoviny.....	11
3.1.1 Struktura	11
3.1.2 Funkce.....	14
3.1.3 Trávení a metabolismus.....	15
3.1.4 Změny bílkovin.....	17
3.2 Zdroje a kvalita bílkovin	17
3.2.1 Bílkoviny živočišného původu.....	17
3.2.1.1 Maso	18
3.2.1.2 Mléko	19
3.2.1.3 Ryby	21
3.2.1.4 Vejce	22
3.2.2 Bílkoviny rostlinného původu	22
3.2.2.1 Sójová bílkovina	22
3.2.2.2 Hrachová bílkovina	23
3.2.2.3 Konopná bílkovina	23
3.2.2.4 Pšeničná bílkovina	24
3.2.2.5 Rýžová bílkovina	25
3.2.3 Stanovení kvality.....	25
3.2.4 High protein potraviny na trhu.....	28
3.3 Doporučený příjem bílkovin	29
3.3.1 Děti.....	29
3.3.2 Dospívající a dospělí.....	31
3.3.3 Senioři	32
3.4 Problémy spojené s nadbytečným a nedostatečným příjmem bílkovin.....	33
3.4.1 Nadměrný příjem.....	33
3.4.2 Nedostatečný příjem	35
4 Metodika.....	37
4.1 Sběr dat.....	37
4.2 Tvorba dotazníkového formuláře	37
4.3 Respondenti	37
4.4 Vyhodnocování dotazníku a zpracování dat.....	39

5	Výsledky	40
5.1	Reálný a doporučený příjem bílkovin	40
5.2	Příjem živočišných a rostlinných bílkovin	40
5.3	Rozložení příjmu bílkovin během dne a v rámci jedné porce.....	42
5.4	Procentuální podíl bílkovin z celkového energetického příjmu	46
5.5	Příjem bílkovin z potravin s označením high protein.....	46
6	Diskuze	47
6.1	Reálný a doporučený příjem bílkovin	47
6.2	Příjem živočišných a rostlinných bílkovin	48
6.3	Rozložení příjmu bílkovin během dne	50
6.4	Procentuální zastoupení bílkovin v celkovém energetickém příjmu	51
6.5	Příjem bílkovin z potravin s označením high protein.....	51
6.6	Přínos, limitace a zlepšení studie	52
7	Závěr	53
8	Literatura.....	54
9	Samostatné přílohy	I

1 Úvod

Bílkoviny jsou jednou ze základních makroživin, kterou lidské tělo potřebuje k výkonu všech elementárních funkcí během dne. Jsou důležité například v rámci všech mechanismů přeměny živin, tvoří hlavní složku stavebních struktur našeho těla a jsou také nedílnou součástí imunitního systému.

Stejně jako všechny ostatní kategorie živin i bílkoviny mají své denní doporučené dávky, které byly stanoveny na základě referenčních hodnot pro příjem živin Společnosti pro výživu, která tyto hodnoty převzala z referenčních dávek společností pro výživu Německa, Rakouska a Švýcarska (DACH). Doporučené denní dávky jsou stanoveny také Evropským úřadem pro bezpečnost potravin (EFSA, European Food Safety Authority).

V případě nízkého či naopak nadměrného příjmu bílkovin může docházet k negativním změnám v organismu, které vedou k mnoha problémům. Ty často mohou vyústit například v nádorová onemocnění. Docházet může také k poškození glomerulů v ledvinách a následnému selhání ledvin.

Kromě přijímaného množství bílkovin je také stále častěji diskutován jejich původ. Je zdůrazňováno, že bychom měli dbát na příjem kvalitních živočišných bílkovin a náš jídelníček by měl zároveň obsahovat dostatečné množství bílkovin rostlinného původu, s kterými je spojována konzumace dalších tělu prospěšných látek, kterými jsou například vláknina a zdravé tuky. Bohužel se v jídelníčkách v České republice zatím stále setkáváme s převahou bílkovin živočišného původu. Společně s nimi je často konzumováno velké množství nezdravých tuků. Tato kombinace vede k mnoha chronickým neinfekčním onemocněním, též známým jako civilizační onemocnění. Mezi tato onemocnění řadíme například obezitu, rakovinu tlustého střeva a konečníku, ischemickou chorobu srdeční a diabetes mellitus 2. typu.

Důležitým parametrem pro hodnocení bílkovin v rámci lidské stravy je také jejich kvalita. Zdroje bílkovin, které obsahují veškeré esenciální aminokyseliny a splňují tak požadavky lidského těla na příjem aminokyselin, jsou označovány za zdroje vysoce kvalitní. Skutečnost, že jsou bílkoviny v posledních letech velmi diskutovaným společenským tématem, je také patrná z rozmachu vysokoproteinových potravin s označením high protein. Lidé mají často představu, že zařazením těchto potravin do jídelníčku žijí okamžitě zdravěji nebo dokonce, že jim tyto potraviny zaručí nárůst svalové hmoty. Ve skutečnosti však obvykle tyto potraviny obsahují podobné nebo dokonce stejné množství bílkovin jako jejich alternativa bez označení high protein a mnohdy obsahují i značné množství přídavných látek.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

Cílem teoretické části diplomové práce bylo shrnout aktuální poznatky o bílkovinách, jejich příjmu specifickou skupinou obyvatel České republiky a výživová doporučení. V praktické části bylo provedeno vyhodnocení jídelníčků vybrané skupiny obyvatel České republiky se zaměřením na množství přijatých bílkovin.

Byly stanoveny tři hlavní hypotézy:

- 1) Příjem bílkovin vybrané skupiny obyvatel České republiky neodpovídá výživovým doporučením DACH, EFSA.
- 2) U vybrané skupiny obyvatel převažují v jídelníčku potraviny živočišného původu.
- 3) Větší část vybrané skupiny obyvatel má nedostatečný příjem bílkovin.

3 Literární rešerše

3.1 Co jsou to bílkoviny

Bílkoviny neboli proteiny jsou základní stavební a funkční jednotkou všech živých organismů (Kunová 2020) a zároveň jednou ze základních živin. Tento fakt lze odvodit již z původu slova protein pocházejícího z řeckého slova „proteios“, základní (Vasudevan et al. 2011). Řadíme je společně s tuky a sacharidy mezi takzvané makroživiny, které tělo potřebuje ve větším množství než například vitamíny a minerální látky. Jejich dostatečný příjem je součástí vyvážené stravy, která nám zabezpečuje příjem všech živin, které tělo potřebuje k plnění každodenních životních funkcí (Ahmad et al. 2018).

Bílkoviny tvoří asi 14-16 % z celkové tělesné hmotnosti dospělého člověka (Duda et al. 2018), mají velmi zásadní význam pro všechny biologické systémy a veškeré strukturální a funkční mechanismy v těle jsou prováděny právě bílkovinnými molekulami (Vasudevan et al. 2011).

3.1.1 Struktura

Bílkoviny jsou přirozeně se vyskytující komplexní dusíkaté sloučeniny s velmi vysokou molekulovou hmotností skládající se z uhlíku, vodíku, kyslíku a především dusíku (Ahmad et al. 2018), díky kterému se struktura bílkovin liší od struktury sacharidů a tuků (Kostková 2015). Minoritními složkami molekul bílkovin jsou dále síra a fosfor (Vasudevan et al. 2011). Všechny tyto složky jsou spolu chemicky spojeny a tvoří různé typy bílkovin s různými vlastnostmi (Ahmad et al. 2018).

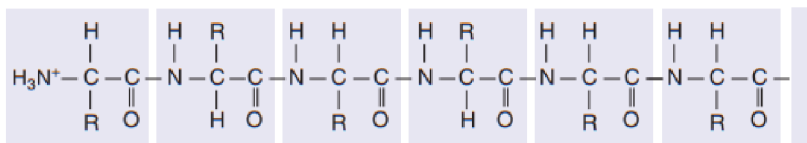
Již vyjmenované prvky tvoří aminokyseliny. Aminokyseliny jsou v různém pořadí (sekvenci), které je určeno geneticky, uspořádány do různě dlouhých řetězců (Vasudevan et al. 2011). Pospojovány jsou vazbou karboxylové skupiny (COOH) jedné aminokyseliny s aminovou skupinou (NH₂) druhé aminokyseliny. Tuto vazbu nazýváme vazbou peptidovou (Kasper 2009). Právě aminokyseliny slouží jako stavební kameny veškerých bílkovin, jejichž výživová hodnota se může lišit v závislosti na přítomnosti nebo nepřítomnosti určitých aminokyselin (Ahmad et al. 2018). Spojením dvou až desíti aminokyselin vzniká oligopeptid a spojením jedenácti až devadesáti devíti aminokyselin polypeptid (Vasudevan et al. 2011). Bílkovinou lze nazývat polypeptid, který je složený z více než sta aminokyselin (Kasper 2009).

Z výživového hlediska dělíme aminokyseliny do dvou hlavních skupin. První z nich jsou aminokyseliny neesenciální. Ty si lidské tělo dokáže syntetizovat samo, buď z esenciálních aminokyselin, nebo z procesu štěpení bílkovin. Druhou skupinou jsou aminokyseliny esenciální, které nemohou být v lidském těle syntetizovány a je nutné tyto aminokyseliny přijímat ve stravě. Řadíme sem devět aminokyselin: izoleucin, valín, leucin, lyzin, methionin, fenylalanin, treonin, tryptofan a histidin (Kostková 2015). Aminokyselina, která je přítomna v nedostatečném množství ve vztahu k lidské potřebě se nazývá limitující aminokyselina. Určuje výživovou hodnotu potraviny (de Castro Cardoso Pereira & dos Reis Baltazar Vicente 2013)

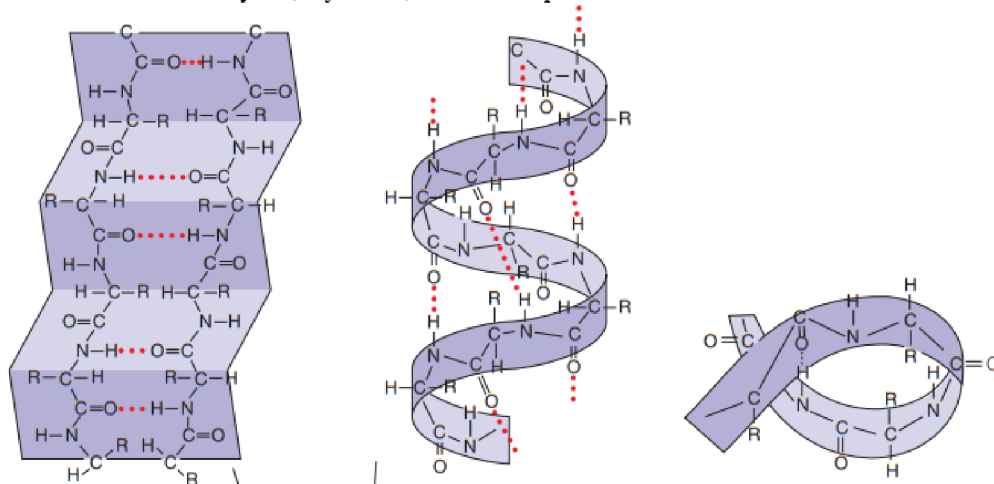
a syntézu bílkovin tělu vlastních (Kasper 2009). K zachování správné funkce organismu je nutné tuto limitující aminokyselinu získat z jiného zdroje. Příkladem je například lyzin v obilovinách. Množství a vzájemný poměr esenciálních aminokyselin určuje zároveň tzv. biologickou aktivitu bílkovin, která udává kolik gramů tělesného dusíku může být nahrazeno nebo vytvořeno přijetím 100 g dusíku resorbovaného z potravy. Hodnota biologické aktivity je poté velmi praktická při dietetické léčbě onemocnění se sníženou tolerancí bílkovin. Mezi tyto nemoci patří například pokročilá jaterní cirhóza nebo chronická insuficience ledvin (Kasper 2009). V období nemoci, kdy je narušena syntéza aminokyselin z vlastních zdrojů těla, se z některých neesenciálních aminokyselin stávají podmíněně esenciální. Do této skupiny řadíme například cystein, arginin, tyrozin a kyselinu glutamovou (Kostková 2015; Kasper 2009). Ačkoli existuje více než tři sta aminokyselin, pouze dvacet z nich je proteinogenních. Kromě dělení aminokyselin na esenciální a neesenciální můžeme aminokyseliny dělit dle polaritý postranního řetězce na kyselé, bazické a neutrální.

Strukturu bílkovinných řetězců dělíme na primární, sekundární, terciární a v některých složitějších případech také na kvarterní (viz Obrázek 1). Primární struktura zohledňuje počet a pořadí aminokyselin v polypeptidovém řetězci, které je v každém řetězci jedinečné. Je udržována kovalentními peptidovými vazbami. Vyšší úrovně organizace polypeptidového řetězce jsou závislé právě na primární struktuře. Sekundární struktura je geometrické uspořádání polypeptidového řetězce nejčastěji do α -šroubovice nebo skládaného listu. Terciární strukturou rozumíme trojrozměrné uspořádání celé bílkoviny. Kvarterní struktura vzniká, pokud se bílkovina skládá z více polypeptidových řetězců (polymerů). V závislosti na jejich počtu může být bílkovina označena za monomer (1 řetězec), dimer (2 řetězce), tetramer (4 řetězce) a tak dále. Sekundární, terciární i kvarterní struktury jsou udržovány nekovalentními interakcemi jako jsou například van der Waalsovy síly nebo elektrostatické či vodíkové vazby (Vasudevan et al. 2011).

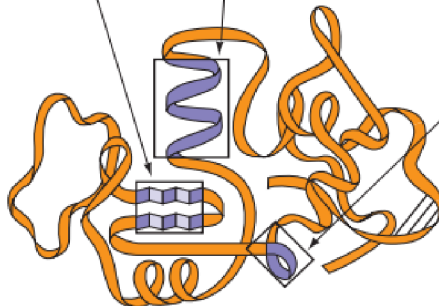
a) Primární struktura: polypeptidový řetězec z jednotlivých aminokyselin



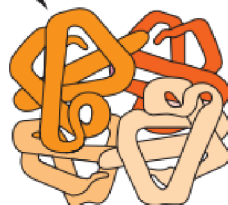
b) Sekundární struktura: *beta* skládaný list, *alfa* helix, náhodné uspořádání



c) Terciální struktura: trojrozměrné uspořádání



d) Kvarterní struktura: dva a více polypeptidových řetězců



Obrázek 1: Struktury bílkovin (Burton E. Tropp 1997; upraveno)

3.1.2 Funkce

Bílkoviny mají schopnost rozpoznávat a interagovat s nejrůznějšími molekulami. Mají tak v lidském těle velmi rozmanité funkce (Kostková 2015).

Jednou z nich je zajišťování růstu a obnovy tkání. Stavební bílkoviny jsou ve zvýšeném množství potřebné v období nemoci a po úrazu, v těhotenství a při kojení, ale také ve stáří a u sportovně aktivních jedinců. Bílkoviny jsou zároveň hlavní složkou tělesných struktur (Kunová 2020). Kolagen, elastin a keratin tvoří pojivové tkáně, kterými jsou chrupavky, šlachy, zuby, vlasy a nehty (Vasudevan et al. 2011). Další funkcí je transport a ukládání živin. Asi nejznámější transportní bílkovinou je přenašeč kyslíku metaloprotein hemoglobin. Bílkoviny aktin a myozin stojí za svalovou kontrakcí.

Bílkoviny se také podílejí na mnoha biochemických reakcích uvnitř a vně buňky. Tvoří enzymy, které jsou důležité například při trávení, a jsou součástí hormonů, které zajišťují komunikaci mezi buňkami, tkáněmi a orgány. Uvést lze například hormon inzulín, glukagon, antidiuretický hormon, testosteron a estrogeny. Velmi důležitou funkcí bílkovin je také funkce obranná. Bílkoviny tvoří imunoglobuliny (protilátky) jejichž rozdílná struktura umožňuje rozpoznat a zneškodnit viry, bakterie a jiné cizorodé látky (Kunová 2020). Mimo jiné se bílkoviny podílejí na přenosu nervových signálů (Kostková 2015).

Naše tělo potřebuje udržet acidobazickou rovnováhu. Bílkoviny fungují jako pufrovací systém, čímž pomáhají tuto rovnováhu (homeostázu) stabilizovat. Pokud je lidský organismus jakkoli oslaben, může se jednat například o zranění nebo nemoc, dochází k aktivaci imunitního systému a zvýšení syntézy bílkovin v centrálních orgánech (Kostková 2015). Bílkoviny také udržují pH žaludečních šťáv a jiných tělních tekutin (Kunová 2020).

Bílkoviny nejsou primárním zdrojem energie, ale v případě potřeby se dokážou během procesu zvaného glukoneogeneze na energii přeměnit (Řeřábková 2018). K této přeměně dochází při těžkém katabolismu, hladovění a jen v případě, kdy tělo nemá dostatečný příjem sacharidů a tuků. Jako zdroj energie jsou bílkoviny vždy využity na úkor růstu a údržby svalové tkáně a imunitních funkcí. Dochází k značnému vyčerpávání organismu a tento jev je tak nežádoucí (Kostková 2015).

Nelze opomenout ani účinek bílkovin na sytost a termogenezi. Bílkoviny mají vyšší sytící účinek než sacharidy a tuky. Tudíž mají schopnost snížit energetický příjem (Diepvens et al. 2008). Dokážou nás oproti sacharidům a tukům zvýšením hladiny hormonů sytosti a snížením orexigenních (vyvolávající chuť k jídlu) hormonů nasytit na mnohem delší dobu. Zajímavé je, že různé typy bílkovin mají odlišné sytící účinky, kterým bude věnováno více pozornosti v kapitole 3.2 Zdroje a kvalita bílkovin (Pesta & Varman 2014). Oproti sacharidům a tukům mají bílkoviny také vyšší termický efekt. Naše tělo tedy při trávení bílkovin spotřebuje více tepla a energetický výdej se navýší nad basální hodnoty.

Evropská multicentrická studie DioGenes zkoumala vliv diety se zvýšeným příjmem bílkovin, která vedla ke snížení příjmu sacharidů a nižšímu glykemickému indexu stravy. Vedla ke snížení množství tělesného tuku a prevalence nadváhy a obezity. Tato dieta měla také příznivé účinky na krevní tlak a složení krevních lipidů. Vyskytuje se tedy názor, že vyšší příjem

bílkovin ve stravě by mohl pomoci s prevencí a léčbou nemocí jako je obezita, metabolický syndrom, diabetes 2. typu, ateroskleróza a kardiovaskulární onemocnění (Astrup et al. 2015).

3.1.3 Trávení a metabolismus

Tělní bílkoviny nejsou neměnnou entitou těla, ale jsou neustále syntetizovány, degradovány a resyntetizovány. U dospělého člověka o hmotnosti 70 kg se každý den rozloží a znovu syntetizuje asi 200-400 gramů tělesných bílkovin. Štěpení bílkovin na menší jednotky a jejich následné vychytávání do enterocytů s uvolňováním aminokyselin do portální krve je vysoce integrovaný proces, který je velmi energeticky náročný (Moughan 2016).

K trávení bílkovin dochází v celém gastrointestinálním traktu. Po konzumaci jídla dochází k mechanickému rozkladu žvýkáním v ústech. Potrava se mísí se slinami a tekutinami, vzniká potravní bolus, který po polknutí putuje do žaludku. Pomocí žaludeční kyseliny chlorovodíkové a trávícího enzymu pepsinu dochází k denaturaci a hydrolýze bílkovin. Výsledkem žaludečního trávení je směs bílkovin, hlavně velkých polypeptidů a některých volných aminokyselin. Natrávená směs postupuje do tenkého střeva, kde dochází k další hydrolýze, která je katalyzována skupinou proteázových enzymů vylučovaných slinivkou břišní a střevními buňkami. Důležitá je také úprava pH žaludeční tráveniny pomocí trypsinu, chymotrypsinu, elastázy a karboxypeptidázy. Aminokyseliny jsou resorbovány převážně jako volné aminokyseliny (Moughan 2016) v oblasti jejunu (Kasper 2009) a přecházejí do portální krve (Moughan 2016). Fyziologické L-aminokyseliny se resorbují třemi odlišnými transportními systémy. První z nich transportuje do buněk pouze neutrální aminokyseliny, druhý systém transportuje pouze bazické aminokyseliny. V lumenu tenkého střeva se však nacházejí směsi rozdílných aminokyselin, které mají být resorbovány, a tak může dojít k vzájemnému kompetitivnímu vytěsňování aminokyselin při obsazování příslušných transportních systémů. Aminokyseliny, které byly vytěsněny, se mohou resorbovat třetím systémem, který transportuje například prolin a hydroxyprolin (Kasper 2009).

Velmi malá množství některých peptidů může do portální krve vstoupit neporušených a mohou mít specifické biologické funkce. Jakmile jsou di- a tripeptidy resorbovány, dochází v cytoplasmě enterocytů střevní sliznice k jejich hydrolýze pomocí peptidáz na volné aminokyseliny (Kasper 2009; Moughan 2016). Alergie na specifické bílkoviny svědčí také o tom, že střevní stěnou mohou proniknout celé bílkovinné molekuly, které jsou imunologicky aktivní (Kasper 2009).

Volné aminokyseliny se po transportu do intersticiálních tekutin v mezibuněčném prostoru přesouvají přes kapiláry klků do portální žíly. Následně přímo zásobují játra, kde mohou být aminokyseliny dále metabolizovány nebo transportovány do jiných orgánů a tkání (Moughan 2016). Pokud nebyly aminokyseliny využity pro syntézu bílkovin těla vlastních, dochází k jejich destrukci dekarboxylací, transaminací a oxidativní deaminací. Vznikají převážně α -ketokyseliny, biogenní aminy a amoniak. α -ketokyseliny vstupují do citrátového cyklu (cyklu kyseliny citronové) a jsou následně využity především jako zdroj energie. Biogenní aminy se stávají převážně prekurzory pro syntézu biologicky významných látek jako například

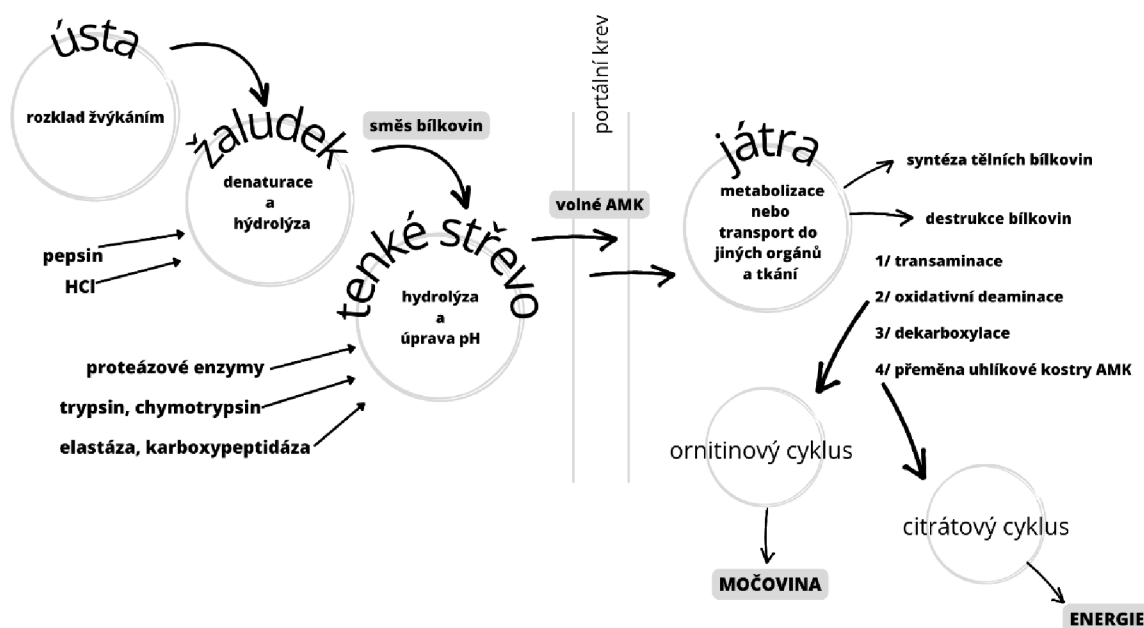
enzymů a hormonů. Amoniak je v metabolickém cyklu močoviny přeměněn na močovinu a vyloučen společně s močí (Kasper 2009).

Nestrávené bílkoviny a oligopeptidy přecházejí z tenkého střeva do střeva tlustého, kde dochází k jejich přeměně a využití střevními mikroorganismy. Volné aminokyseliny zde nejsou ve výživově významném množství absorbovány (Moughan 2016).

Obvykle se přibližně 85 % celkových bílkovin po konzumaci absorbuje před koncem tenkého střeva a zbytek bílkovin vstupuje do střeva tlustého. Dusík získaný rozkladem bílkovin je absorbován z tlustého střeva ve formě amoniaku a přibližně 10-20 gramů bílkovin se denně vyloučí ve formě fekálního dusíku. Celkové hodnoty stravitelnosti se tak pohybují mezi 90-95 %.

Jakmile jsou aminokyseliny absorbovány, mohou být použity pro syntézu tělesných bílkovin nebo v menší míře jako prekurzory pro řadu sloučenin obsahujících dusík. Mohou být také katabolizovány a dusík z nich je nakonec začleněn do močoviny a vyloučen močí. Po deaminaci je uhlíková kostra aminokyselin oxidována k poskytnutí energie, nebo je v závislosti na energetickém stavu těla použita k syntéze mastných kyselin, které jsou uloženy jako tělesný tuk.

V těle dochází také ke ztrátám aminokyselin. V malém množství je to v důsledku odlupování kožních buněk, stříhání nehtů a vlasů. Kvantitativně významnější ztráty se dějí přímo v gastrointestinálním traktu. Denně se do gastrointestinálního traktu dostává velké množství tělních bílkovin, které jsou částečně tráveny a resorbovány. Značné množství aminokyselin je však katabolizováno, nebo včleněno do mikrobiálních bílkovin, které odcházejí společně s některými nestrávenými endogenními bílkovinami stolicí z těla ven. Aby byla zachována tělní bílkovinná hmota, je potřeba tyto ztráty aminokyselin kompenzovat pomocí absorbovaných aminokyselin ze stravy (Moughan 2016). Přehledné schéma metabolismu bílkovin je znázorněno na Obrázku 2.



Obrázek 2: Metabolismus bílkovin (autorka práce)

3.1.4 Změny bílkovin

Na výživovou hodnotu, fyzikální a chemické změny bílkovin má vliv několik faktorů. Jedním z nich je příprava pokrmů. Tepelná úprava sebou obvykle přináší lepší stravitelnost a využitelnost některých aminokyselin. Působením tepla dochází k inaktivaci a odstranění antinutričních látek. Výhodou je také zlepšení sensorických vlastností.

Nadměrné působení tepla však může způsobit snížení výživové hodnoty vlivem oxidace aminokyselin, zhoršení stravitelnosti a využitelnosti. Mohou také vznikat škodlivé látky s karcinogenním účinkem (Řeřábková 2018), mezi které patří heterocyklické aminy (HCA) a polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) (Ministerstvo zemědělství 2012).

Pokud se společně silně ohřejí bílkoviny se sacharidy, důsledkem chemické reakce aminokyselin a sacharidů vzniká hnědé zbarvení. Tento proces nazýváme Maillardova reakce. Výsledkem je vznik nestravitelných a pravděpodobně toxických Millardových produktů a snížení dostupnosti aminokyselin. Pokud se společně s bílkovinami a sacharidy ohřívá při vysokých teplotách také tuk, vzniká akrylamid, který v rámci testů na zvířatech vykazoval karcinogenní účinky (Kasper 2009).

3.2 Zdroje a kvalita bílkovin

Bílkoviny dělíme dle původu na živočišné a rostlinné. Jejich poměr v jídelníčku by měl být vyvážený a neměli bychom opomíjet bílkoviny rostlinného původu s vysokým obsahem vlákniny, které najdeme například v luštěninách.

3.2.1 Bílkoviny živočišného původu

Živočišné bílkoviny hrají v našich životech roli již od doby před pěti miliony lety. Sehrály klíčovou roli pro vznik, vývoj a přežití lidského druhu. Maso a jiné zdroje živočišných bílkovin poskytují dostatek všech aminokyselin, které lidské tělo potřebuje. Zároveň jsou pro lidské tělo více biologicky dostupné než ty rostlinné. Rostlinné zdroje bílkovin mohou mít sice všechny esenciální aminokyseliny, ale množství jedné nebo více může být limitující.

Nadměrná konzumace bílkovin živočišného původu sebou však přináší vyšší příjem tuků, cholesterolu a purinů (Kostková 2015). Živočišná produkce je spojena také s produkcí skleníkových plynů, změnou klimatu a negativním vlivem na životní prostředí (Weibel et al. 2019). V důsledku výroby 1 kg hovězího masa je vyprodukováno 14-32 kg ekvivalentů oxidu uhličitého (de Vries & de Boer 2010). Zemědělství a zejména pak chov dobytka představuje zároveň velkou hrozbu pro biodiverzitu a fungování ekosystémů (Allen & Hof 2019). Zvířatům je potřeba zajistit také dostatek krmiva, která tvoří především obiloviny, sója a okopaniny. Zkrmeno je ročně dle Aiking (2011) 40 % celosvětově vypěstovaného obilí a 75 % sóji. Půda pro tyto účely je často získána odlesňováním, které právě ke ztrátě biodiverzity významně přispívá (Elferink et al. 2008).

3.2.1.1 Maso

Maso je v souladu s evropskou legislativou definováno jako všechny části zvířat, které jsou vhodné k lidské spotřebě, o jejichž použitelnosti bylo rozhodnuto podle zvláštního právního předpisu (Vyhláška 264/2003 Sb.). Řadíme ho mezi jednu z nejvýznamnějších a nejvýživnějších potravin, která pro lidské tělo splňuje většinu požadavků na bílkoviny. Hraje zásadní roli v lidské evoluci a je součástí zdravé vyvážené stravy důležité pro optimální růst a vývoj lidského těla (Ahmad et al. 2018). Nutno zdůraznit jeho roli ve vývoji mozku a intelektu (de Castro Cardoso Pereira & dos Reis Baltazar Vicente 2013).

Vysoká spotřeba masa v mnoha zemích na světě byla a je kritizována za to, že přispívá k celkové zátěži životního prostředí, vyšší produkci skleníkových plynů, změně klimatu a dalším environmentálním problémům. Souvisí také s rostoucími dodávkami krmiv (Xie et al. 2022; Wilson 2019) a výskytem chronických onemocnění (Smet & Vossen 2016). Několik epidemiologických studií poukázalo také na možnou souvislost mezi konzumací masa a zvýšeným rizikem metabolických poruch, kardiovaskulárních onemocnění a různých forem rakoviny (Ahmad et al. 2018). Tyto problémy se týkají především masa červeného (hovězí, vepřové, skopové, telecí, jehněčí) (Smet & Vossen 2016). Z těchto ekologických a zdravotních důvodů je nyní v zemích s vysokou konzumací masa podporováno snížení spotřeby této komodity. Je jasné, že dochází ke změně role masa ve výživě a do budoucna bude jeho konzumace ovlivněna ekonomickými, environmentálními, etickými i zdravotními aspekty (Smet & Vossen 2016).

Maso je bohatým zdrojem vysoce kvalitních bílkovin (Ahmad et al. 2018) se všemi esenciálními aminokyselinami (de Castro Cardoso Pereira & dos Reis Baltazar Vicente 2013), zároveň je zdrojem zinku, železa, selenu, draslíku, hořčíku, sodíku, fosforu, vitamínů A (vysoký obsah v játrech), B-komplexu, kyseliny listové a omega-3 polynenasycených mastných kyselin. Tuk obsažený v mase však obsahuje také mastné kyseliny, jejichž profil není z výživového hlediska ideální (Ahmad et al. 2018).

Každý druh masa je významný svou vlastní výživovou hodnotou s malými rozdíly ve složení (viz Tabulka 1) (Smet & Vossen 2016). Kvalitu masa ovlivňuje mnoho faktorů. Za faktor klíčového významu je považována genetika (Pospiech et al. 2007). Dále hrají roli faktory spojené s živočišnou produkcí jako je například plemeno, stáří, druh přijímaného krmiva (Ahmad et al. 2018), prostředí ve kterém zvíře žije, přeprava a porážka. Bezprostředně po porážce zvířete dochází k metabolickým změnám ve svalech, které mají také značný vliv na kvalitu masa. Vliv má také způsob zpracování jatečného těla a jeho chlazení (Pospiech et al. 2007). Zmínit lze také tepelné a ionizační záření, uzení a solení masa. Důležitá je rovněž část masa, která je konzumována. Ta přináší značný rozdíl v jeho výživových i sensorických vlastnostech (Ahmad et al. 2018).

Studie z roku 2022 porovnávala účinnost trávení živočišné a rostlinné bílkoviny. Porovnávalo bylo vepřové a hovězí maso s jejich rostlinnými náhražkami. Hlavními složkami rostlinné náhražky vepřového masa byla voda, sójová, rýžová a hrachová bílkovina, houby, palmový tuk a další složky, například maltodextrin a bramborový škrob. Rostlinnou alternativu

hovězího masa tvořila především voda, rýžová a hrachová bílkovina, bílkovina z fazole mungo, řepkový olej a kokosový tuk, další složky jako jsou bramborový škrob, sůl a přírodní barviva. Pravé vepřové a hovězí maso vykazovalo vyšší stravitelnost bílkovin a uvolnilo se z něho více bioaktivních peptidů než z jejich rostlinné varianty. Tyto rozdíly úzce souvisely se strukturou bílkovin a jejich fyzikálně-chemickými vlastnostmi během procesu trávení (Xie et al. 2022).

Tabulka 1: Výživové hodnoty různých druhů syrového masa (Ahmad et al. 2018)

Druh masa	Bílkoviny (g)	Nasycené tuky (g)	Tuky (g)	Energie (kcal)	Vitamín B12 (mcg)	Na (mg)	Zn (mg)	P (mg)	Fe (mg)
Kuřecí prsa	24,2	0,2	8,50	178	0,39	71	0,9	199	1,2
Kuřecí prsa bez kůže	23,8	0,4	1,28	109	0,40	59	0,7	218	0,4
Hovězí steak	21,0	1,9	4,50	123	1,90	59	1,7	167	1,3
Kuře celé	22,8	0,6	1,90	113	0,70	78	1,4	202	0,7
Telecí maso	20,0	3,4	7,30	146	1,10	22	3,0	193	0,1
Hovězí hřbet	20,9	1,5	3,20	115	2,00	59	3,7	142	1,6
Vepřová žebra	18,1	10,8	31,70	353	1,00	60	1,8	190	1,4
Vepřová kýta	20,8	2,8	7,80	155	1,20	84	2,6	164	0,8
Krůtí maso bez kůže	19,9	1,8	7,10	136	1,90	42	1,5	209	2,1
Krůtí prsa bez kůže	23,6	0,5	1,60	106	1,00	62	0,5	208	0,6
Kachní maso bez kůže	19,4	1,8	6,60	130	2,80	90	1,8	201	2,5
Skopové maso	20,0	2,4	4,80	122	2,00	63	3,6	221	1,9

3.2.1.2 Mléko

Mléko je základní potravou ihned po narození a díky svým vysokým výživovým hodnotám a množství bioaktivních látek hraje důležitou roli i ve výživě dětí a dospělých po celém světě. Je zdrojem bílkovin, tuků, sacharidů, minerálních látek a vitamínů. Bílkoviny v mléce tvoří přibližně 3,5 % a vyznačují se různou biologickou aktivitou, díky které se podílejí na prevenci a léčbě mnoha fyziologických a metabolických onemocnění. Bílkoviny mléka dělíme na dvě hlavní skupiny, kterými jsou kaseiny a syrovátkové bílkoviny. Obě skupiny poskytují zásadní aminokyseliny pro růst svalů a tkání (Ma et al. 2019).

Kaseiny dělíme na čtyři hlavní typy, které jsou známé jako α 1-, α 2-, β -, κ -kasein (Ma et al. 2019). Tvoří kolem 80 % celkových bílkovin mléka hospodářských zvířat (Ministerstvo zemědělství 2012) a mezi 20-40 % bílkovin mléka mateřského podle stáří kojeneho dítěte (Novotná 2009).

Kasein je tělem velmi pomalu tráven. Důvodem je kontakt s žaludeční kyselinou, která změní strukturu kaseinu na gelovou. Výhodou tohoto procesu je pomalé uvolňování aminokyselin a delší pocit sytosti. Obsahuje celé spektrum esenciálních aminokyselin, minerální látky, kterými jsou vápník a fosfor, a bioaktivní peptidy, které pozitivně ovlivňují náš imunitní systém. Kasein se sportovci nejčastěji konzumuje před spaním, aby tělo „nehladovělo“ a minimalizovaly se katabolické procesy (Rejl 2020).

Syrovátkové bílkoviny jsou směsí globulárních bílkovin a zahrnují α -laktalbumin (20-25 %), β -laktoglobulin (50 %), sérový albumin (10 %), laktoferin, imunoglobulin (1 %) a další bioaktivátory. Tvoří 20 % celkových bílkovin kravského mléka a jsou vysoce kvalitním zdrojem živočišných bílkovin. Obsahujících osm esenciálních aminokyselin v poměrech, které se těsně shodují s požadavky lidského těla (viz Tabulka 2). V syrovátkových bílkovinách nalezneme také velké množství methioninů a cysteinů, které jsou v těle důležitými antioxidanty (Ma et al. 2019). Syrovátkové bílkoviny v podobě prášku (dnes známé pod pojmem „proteiny“) jsou nejběžnějšími bílkovinami na trhu. Rozlišujeme tři typy těchto bílkovin: koncentrát, izolát a hydrolyzát. Syrovátkový bílkovinný koncentrát (WPC, whey protein concentrate) má obsah bílkovin kolem 60-80 %. Jedná se o základní variantu bílkovin vhodnou pro rekreační sportovce, kteří hledají způsob, jak ve svém jídelníčku navýšit příjem bílkovin. Nalezneme zde značné množství laktózy a lidé s laktózovou intolerancí by proto měli sáhnout po jiném typu produktu. Syrovátkový bílkovinný izolát (WPI, whey protein isolate) obsahuje až 90 % bílkovinné složky. Je zde sice snížen obsah laktózy, ale zároveň také minerálních látek a vitamínů. Tento druh bílkovin je vhodný jak pro sportovce, tak pro člověka držící redukční dietu. Syrovátkový bílkovinný izolát (WPH, whey protein hydrolysate) má díky svému zpracování nejlepší stravitelnost a je tak vhodný ke konzumaci v době kolem tréninku (Rejl 2020).

Hall et al. (2003) provedl studie na skupině šestnácti a deseti lidí, ve kterých měly syrovátkové bílkoviny vyšší sytící účinek než kaseiny. Všem subjektům bylo poskytnuto stejné množství tekutých vysokobílkovinných nápojů. V první studii bylo po devadesáti minutách od jejich vypití podáváno jídlo formou bufetu *ad libitum*, ve druhé studii byl servírován studený oběd. Sledována byla spotřeba jídla, chuť k jídlu, hlad, sytost a touha po jídle. Výsledky byly zaznamenány do bodových stupnic. Celkový energetický příjem byl po konzumaci syrovátkové bílkoviny nižší než po předchozím příjmu kaseinů. Tento rozdíl se projevil v příjmu všech tří makroživin (Hall et al. 2003). Protože je ale absorpce kaseinu pomalejší v důsledku tvorby sraženiny, devadesát minut může být příliš krátká doba k učinění závěru sytosti (Pesta & Varman 2014). Syrovátková bílkovina měla taktéž nejvyšší sytící účinek ve studii od Veldhorst et al. (2008). Zde byla porovnávána s kaseinem a sójovou bílkovinou, kdy nejnižší sytící účinek měla bílkovina sójová.

α -laktalbumin je jednou z mála bílkovin, jejíž struktura není narušena pasterací. Váže vápník, čímž podporuje jeho vstřebávání a je bohatým zdrojem lysinu, leucinu, threoninu, tryptofanu a cysteinu. Obsahuje až 63 % esenciálních aminokyselin a je tak jejich důležitým zdrojem. Zároveň je zdrojem aminokyselin s rozvětveným řetězcem. Nalezneme v něm velké množství tryptofanu, který je klíčovým pro funkci nervové soustavy. Souvisí také s regulací

spánku, laktace a snižuje krevní tlak. α -laktalbumin může být v těle přeměněn na bílkoviny, které jsou schopné indikovat apoptózu nádorových buněk. Kromě vápníku může vázat Mg^{2+} , Mn^{2+} , Na^{2+} a další kovové ionty, což má za následek strukturální změny vedoucí ke změně funkcí a vlastností α -laktalbuminu (Ma et al. 2019). Kromě pozitivních vlastností je ale u dětí častým alergenem. Alergie obvykle vymizí do tří až pěti let (Martin Fuchs 2016). Velmi hojně se však α -laktalbumin využívá v léčivech a kojenecké výživě (Ma et al. 2019).

Imunoglobuliny v mléce nalezneme především ve formě IgG (80 %), IgA a IgM. Nejvyšší obsah má kolostrum (až 59,8 mg/ml). V běžném kravském mléce je okolo 0,7-1,0 mg/l IgG. Imunoglobuliny hrají důležitou roli v imunitním systému. Kojencům umožňují bránit se proti mikrobiálnímu napadení. Dospělým pomáhají identifikovat a bránit se proti virům, bakteriím a jiným patogenům. Konzumace mléka bohatého na imunoglobuliny může zabránit vzniku střevních infekcí a popřípadě je také léčit (Ma et al. 2019).

Laktoferin je glykoprotein vázající železo a je důležitým bioaktivátorem v mléce (Hao et al. 2019). Primárně je přítomen ve slinách, slzách, spermatu a vaginálních tekutinách, žluči, gastrointestinálních tekutinách a moči. Významnou fyziologickou roli hraje také v krevní plazmě a plodové vodě (Giansanti et al. 2016). Jeho nejdůležitější funkcí je regulace vstřebávání železa. Mimo jiné má také antimikrobiální, antivirové, antioxidační a protizánětlivé účinky (Ma et al. 2019).

3.2.1.3 Ryby

Mezi širokou škálou zdrojů bílkovin hrají ryby důležitou roli a v posledních letech poptávka po této potravine stále roste. Jsou výživově velmi bohatým zdrojem živin, jejich maso je lehce stravitelné a nelze také opomenout jejich ekonomický a kulturní význam pro lidskou populaci. V rozvojových zemích je více než 60 miliónů lidí ekonomicky i výživově závislých právě na rybách a jejich vedlejších produktech (Khan et al. 2020). Přestože jsou vedlejší rybí produkty považovány za odpad, jsou bohatým zdrojem bílkovin (Zamora-sillero et al. 2018). Řadíme sem například játra, hlavy, kůže, jikry, ploutve a kosti. Tyto části bývají použity k výrobě mnoha bílkovinných hydrolyzátů. Rybí bílkovina disponuje také několika vlastnostmi, které zvyšují jejich význam ve vývoji funkčních potravin. Jsou to zadržování vody a vázání tuku, emulgační a želírující schopnost, rozpustnost (Khan et al. 2020).

Četné studie prokázaly, že rybí bílkovina má velký potenciál snižovat riziko rakoviny, diabetu a kardiovaskulárních onemocnění. Dále lze zmínit jejich protizánětlivé, antioxidační a antihypertenzní vlastnosti. Konzumace ryb je také doporučována pro regeneraci kosterního svalstva a posílení růstu buněk (Khan et al. 2020).

Množství bílkovin se liší dle druhu ryby a pohybuje se mezi 8,2-23,9 g/100 g. Nejvyšší množství bílkovin obsahuje tuňák žlutoploutvů (*Thunnus albacares*). Za nejlepší zdroje libového masa jsou považováni sumci, kteří taktéž obsahují vysoké množství bílkovin (Khan et al. 2020).

3.2.1.4 Vejce

Vaječná bílkovina je velmi kvalitní a patří mezi ty nejhodnotnější. Stejně jako jiné zdroje slouží k výrobě bílkovinného prášku (proteinu), který na rozdíl od celých vajec neobsahuje tuk ani cholesterol. Tento protein se velmi pomalu vstřebává a je tak vhodný do hlavních jídel, která nás mají mimo jiné za úkol nasytit (Rejl 2020).

3.2.2 Bílkoviny rostlinného původu

Díky aktuálním spotřebitelským trendům v potravinářském průmyslu (Lam et al. 2018) a růstu poptávky (Shen et al. 2021) se neustále hledají alternativní zdroje bílkovin, které by nahradily bílkoviny živočišného původu (např. syrovátku, kasein, želatinu a ovalbumin), bílkoviny na bázi lepku (např. pšenici) a v neposlední řadě také sóju, kterou se živočišné bílkoviny nahrazují nejčastěji (Lam et al. 2018), ale je velmi výrazným alergenem. K tomuto kroku vedou jak zdravotní, tak etické preference, snaha o ekologicky udržitelnější způsob života a cena (Lam et al. 2018). Zároveň je také čím dál tím náročnější, aby omezená nabídka tradičních živočišných bílkovin uspokojila poptávku stále rostoucí světové populace (Shen et al. 2021).

Protože je rostlinná bílkovina obalená v sacharidech a méně dostupná trávicím enzymům, je méně efektivní ve stavbě vlastních tělesných bílkovin než bílkovina živočišného původu (Řeřábková 2018). To znamená, že výživová hodnota i biologická dostupnost jsou do určité míry omezeny. I když je možné získat dostatek všech esenciálních aminokyselin správnou kombinací rostlinných zdrojů bílkovin, stravitelnost zůstává nižší (Xie et al. 2022). Některé rostliny obsahují enzymy, které zasahují nejen do trávení bílkovin, ale i do trávení všech ostatních živin. Před samotnou konzumací je potřeba tyto enzymy deaktivovat například fermentací, namáčením nebo tepelnou úpravou. Příkladem problematického enzymu je trypsináza v sójových bobech, která má schopnost deaktivovat trypsin, trávicí enzym štěpící peptidické vazby bílkovin (Řeřábková 2018). Kromě tohoto problému obsahuje celá řada analogů výrobků živočišného původu řadu přídatných látek, které by mohly mít vliv na trávení a absorpci živin (Xie et al. 2022). Je tedy důležité sledovat složení těchto výrobků a volit ty, které naše tělo dokáže nejlépe využít.

3.2.2.1 Sójová bílkovina

Sója luštinatá (*Glycine max*) je druhem luštěniny s vysokým obsahem kvalitních bílkovin s adekvátním množstvím esenciálních aminokyselin. Je tak nejvíce doporučovanou alternativou masa (Mudryj et al. 2015). Nejkoncentrovanější formou komerčně dostupné sójové bílkoviny je ISP, izolovaná sójová bílkovina, která obsahuje minimálně 90 % bílkovin (Thrane et al. 2017). Surové sójové boby jsou nestravitelné. Aby bylo lidské tělo schopné využít živiny v nich obsažené, včetně bílkovin, je potřeba sójové boby tepelně upravit, naklíčit nebo fermentovat (tempeh) (Thrane et al. 2017).

Kromě bílkovin je sója také bohatým zdrojem vápníku, železa, riboflavinu a vitamínu K. Za zmínku stojí také obsah isoflavanoidů a lecithinu, které se podílejí na snížení výskytu

chronických chorob. Existují studie, které říkají, že ženy s vysokým příjmem sójové bílkoviny mají nižší riziko vzniku karcinomu prsu než ženy s nižší konzumací této bílkoviny rostlinného původu (Mudryj et al. 2015).

Fytoestrogeny obsažené v sóji mají u žen v období po menopauze schopnost snižovat vylučování vápníku z kostí a významně zvyšovat hustotu kostních minerálů. Snižují tak u těchto žen úbytek kosterní hmoty a výskyt osteoporózy. Pro lepší objasnění tohoto jevu je však potřeba dalších studií (Mudryj et al. 2015).

Ukázalo se také, že nahrazení masa a mléčných výrobků sójovými výrobky může výrazně zlepšit kvalitu stravy. Tento krok přináší snížení příjmu tuku, nasycených mastných kyselin a cholesterolu. Zároveň se očekává zvýšený příjem vlákniny, folátu, vitamínu K, železa a hořčíku. Problematický je v tomto případě však příjem vitamínů skupiny B, jako je vitamin B₆ a B₁₂ (Mudryj et al. 2015).

3.2.2.2 Hrachová bílkovina

Hrách setý (*Pisum sativum*) je další luštěnina, která je kvalitním zdrojem rostlinných bílkovin a lze jí využít jako náhradu živočišné bílkoviny. Obsah bílkovin se pohybuje od 13 do 38 % a je ovlivněn environmentálními a genetickými faktory (Daba & Morris 2022). Hrachová bílkovina obsahuje významné hladiny lysinu (5,7 g/100 g). Nalezneme zde však malé množství methioninu (0,8 g/100 g) a tryptofanu (0,7 g/100 g) (Babault et al. 2015). Z tohoto důvodu se často konzumuje společně s obilninami, které profil esenciálních aminokyselin doplňují. Jelikož obilné bílkoviny mají obecně nedostatek lysinu a vyšší hladiny sirných aminokyselin (methionin, cystein) (Lam et al. 2018).

Hrachová bílkovina se používá v několika potravinářských a farmaceutických produktech (Daba & Morris 2022). Jejími výhodami jsou dostupnost, nízká cena a vysoká výživová hodnota. Jen vzácně figuruje jako alergen a neobsahuje lepek. Častými problémy při využití hrachové bílkoviny v potravinářství je její chuť a barva (Lam et al. 2018).

Sytící účinek hrachové bílkoviny byl sledován ve studii Diepvens et al. (2008) na základě *in vitro* analýzy a studii na potkanech. Hrachový hydrolyzát byl účinnější při potlačování hladu než syrovátkové bílkoviny a kasein. Tento jev však nekoreloval se změnami hormonů sytosti, které byly více stimulovány spíše mléčnou bílkovinou. Peptidová hormonální odpověď tak ne vždy koreluje s vnímáním sytosti.

3.2.2.3 Konopná bílkovina

Průmyslové konopí (*Cannabis sativa*) je jednoletá bylina vyznačující se vysoce kvalitními bílkovinami s vynikající výživovou hodnotou, dostatkem esenciálních aminokyselin a výbornou stravitelností (viz Tabulka 3), která je vyšší než například stravitelnost bílkovin z vařené rýže či hrachu. Za zmínku stojí také fakt, že profil esenciálních aminokyselin je srovnatelný s mnoha vysoce kvalitními bílkovinami, jako je bílkovina vaječného bílku, kasein a sójová bílkovina. Stravitelnost je ovlivněna mnoha faktory, jako je například molekulární struktura, přítomnost antinutričních látek a podmínky zpracování. Bylo tak provedeno několik

pokusů o zvýšení stravitelnosti konopné bílkoviny, a to odstraněním nestravitelné vlákniny nebo zahříváním (Shen et al. 2021).

Konopný bílkovinný hydrolyzát se vyznačuje antioxidační a antihypertenzní aktivitou, které jsou však závislé na několika faktorech. Jedním z nich jsou například podmínky hydrolyzy nebo také složení aminokyselin (Shen et al. 2021). Hydrolyzát má také schopnost tvořit komplex bílkovina-zinek a zlepšit tak biologickou dostupnost zinku (Wang & Xiong 2018).

Velkou nevýhodou pro aplikaci konopné bílkoviny v potravinářství je její nepříjemný, žluklý zápach (Lan et al. 2019) a nevábná barva způsobená pravděpodobně fenolickými sloučeninami a chlorofylem. Navzdory všem kladům konopné bílkoviny je stále za potřebí více studií se zaměřením na zlepšení funkčních vlastností a chuťového profilu s cílem rozšířit využití této bílkoviny jako hodnotné složky potravin (Shen et al. 2021).

3.2.2.4 Pšeničná bílkovina

Pšenice (*Triticum*) je především významným zdrojem energie ve formě sacharidů a obsahuje také vlákninu, vitamíny skupiny B, vápník, hořčík, fosfor, draslík, zinek a železo. Zároveň je jedním z primárních zdrojů živin pro většinu světové populace (Sabença et al. 2021).

Bílkoviny pšeničného zrna dělíme na lepkové a nelepkové (Ma et al. 2019) a jejich obsah závisí na podmínkách pěstování, typu pšenice a hnojení (zejména dusíkem) (Sabença et al. 2021). Nalezneme je především v pšeničném embryu, aleuronové vrstvě a endospermu (Ma et al. 2019). Lepkové bílkoviny udělují pšenici klíčové technologické vlastnosti, ale jsou také příčinou závažných autoimunitních onemocnění, mezi které patří celiakie (Sabença et al. 2021).

Lepek tvoří asi 85 % celkových bílkovin pšeničného zrna a je tvořen dvěma (Ma et al. 2019) ve vodě nerozpustnými (Sabença et al. 2021) bílkovinami, gluteninem a gliadinem v poměru 40:60. Jedinečnými vlastnostmi lepku je tažnost a pružnost. Těchto vlastností je hojně využíváno v potravinářském průmyslu. Lepek má vliv na celkovou kvalitu zpracované pšenice a také na kvalitu těsta (Ma et al. 2019). Nemoci spojené s touto bílkovinou mohou být autoimunitní (celiakie) nebo alergické. Nelepkové bílkoviny zastupují albuminy a globuliny (Ma et al. 2019), které jsou ve vodě rozpustné (Sabença et al. 2021).

Celiakie je autoimunitní onemocnění u geneticky predisponovaných jedinců. Může se projevit v jakémkoli věku s různými příznaky a projevy. V důsledku působení lepku dochází u nemocného jedince k zánětu sliznice tenkého střeva vedoucí k destrukci slizničních klků a mikrokloků. Povrch tenkého střeva se zmenšuje, snižuje se jeho schopnost trávení a vstřebávání živin. V současné době je jedinou léčbou celiakie bezlepková dieta, která dokáže zmírnit symptomy a zlepšit kvalitu života nemocného. Pozdní diagnóza může být riziková z hlediska vzniku rakoviny, kdy dochází ke vzniku střevního lymfomu, který se následně rozvíjí v nádorové onemocnění (Caio et al. 2019).

Alergie je způsobena alergeny pšenice a je jednou z nejčastějších potravinových alergií u dětí. V jejím důsledku dochází u některých jedinců k alergické reakci při kontaktu, vdechnutí, popřípadě příjmu potravou. Na rozdíl od celiakie přispívají k rozvoji tohoto onemocnění různé

složky pšenice. Může jimi být jak gliadin a glutenin, tak i albumin a globulin (Sabença et al. 2021).

3.2.2.5 Rýžová bílkovina

Rýže je hlavním zdrojem potravy pro téměř polovinu světové populace. Její konzumace je typická pro celou Afriku, Asii, Latinskou Ameriku a hraje také klíčovou roli v jídelníčku většiny rozvojových zemí. Odhaduje se, že rýže poskytuje až 50 % denního kalorického příjmu a podstatnou část bílkovin pro pět set dvacet miliónů asijských lidí žijících v chudobě.

Bílkoviny rýže jsou většinou ve vodě nerozpustné, avšak v rýžových otrubách nalezneme poměrně velké množství bílkovin ve vodě rozpustných. Rýžové zrno obsahuje albumin (4-22 %), globulin (5-13 %), prolamin (1-5 %) a většinu tvoří glutelin (60-80 %). Rýžové otruby obsahují kromě již zmíněných zásobních bílkovin také různé biologicky aktivní bílkoviny, především enzymy, například lipázy, amylázy a katalázy.

Albumin je snadno stravitelný a vstřebatelný. Globulinová frakce je bohatá na cystein a methionin, obsahuje však velmi málo lysinu. Prolaminy jsou zdrojem bohatého množství glutaminu, alaninu, glycinu a argininu. Opět je zde však nízký obsah lysinu. Gluteliny jsou složeny z vysokomolekulárních bílkovin a složení aminokyselin se příliš neliší od ostatních bílkovinných frakcí. Rozlišujeme glutelin A a B, přičemž glutelin B je bohatý na lysin a zvyšuje tak jeho obsah v rýži.

Většina bílkovinných produktů rýže se vyrábí z rýžových otrub a zbytků po extrakci rýžového škrobu. Tyto části jsou z ekonomického hlediska mnohem významnější než využití rýžového zrna. Hnědá nebo bílá rýže je drahým výchozím materiálem, a navíc obsahuje v porovnání s otrubami méně bílkovin. Rýžová mouka s vysokým obsahem bílkovin vzniká při výrobě sladidel z rýžového sirupu (Hoogenkamp et al. 2017).

3.2.3 Stanovení kvality

Bílkoviny v naší stravě si nejsou z výživového hlediska rovny. Liší se například původem, skladbou aminokyselin (Kostková 2015) a biologickou dostupností (Řeřábková 2018). Zdroje bílkovin se všemi esenciálními aminokyselinami, které splňují požadavky lidského těla (viz Tabulka 2), jsou označovány za zdroje vysoce kvalitní. Mezi tyto zdroje patří potraviny živočišného původu, ale i několik rostlinných. Řadíme sem například sóju, quinou a amarant (Řeřábková 2018).

Tabulka 2 Potřeba aminokyselin u dospělého člověka (Brestenský et al. 2018)

Aminokyselina	FAO (2013) mg/g bílkoviny
Histidin	16
Isoleucin	30
Leucin	61
Lysin	48
Methionin + cystin	23
Methionin	-
Cystin	-
Fenylalanin + tyrosin	41
Threonin	25
Tryptofan	6,6
Valin	40

K vyjádření kvality bílkovin se využívají různé indexy, které jsou vždy určitým zjednodušením skutečnosti. I potraviny s nízkým indexem kvality bílkovin mohou být nutričně bohaté a často nám poskytují důležité vitamíny, minerální látky a vlákninu. Kvalitě bílkovin je potřeba věnovat pozornost především v případě sportovců, dospívajících jedinců, nebo lidí v rekonvalescenci (Aktin 2021). Veškeré hodnoty indexů, které budou v této práci zmíněny jsou uvedeny v Tabulce 3.

Nejstarším, a ne zcela přesným indexem, který hodnotí kvalitu bílkovin je biologická hodnota (BV, biological value). Výpočet je založen na dusíkaté bilanci, která udává, jaká část z přijatých aminokyselin se do tkání organismu zabuduje. Nejvyšší kvalita bílkoviny má přidělené číslo 100, zatímco ta nejnižší kvalita číslo 0. Nejčastěji je BV srovnávána s hodnotou vaječné bílkoviny (100), ta už však v dnešní době není považována za nejvyšší kvalitu bílkoviny. Hodnoty BV se podle současných poznatků mohou dostat až přes 100 jako je tomu například v případě syrovátkové bílkoviny, která má hodnotu BV 104 (Aktin 2021).

Další variantou, jak zjistit kvalitu bílkovin je aminokyselinové skóre (AAS, amino acid score). Číselná škála AAS se pohybuje od 0 do 1 a zde vyšší číslo vyjadřuje kvalitnější bílkovinu (Aktin 2021). Bílkovina, která je limitující v jedné nebo více esenciálních aminokyselinách je méně vhodná pro syntézu tkáňových bílkovin než bílkovina, která poskytuje dostatek všech esenciálních aminokyselin. Limitující aminokyselina je ta, která je v určité potraviny zastoupena v nejmenším množství ve vztahu k denní potřebě pro úplnou utilizaci bílkoviny a následně syntézu tkáňové bílkoviny. Maso a luštěniny jsou limitovány obsahem sirných aminokyselin, tedy cystinem a methioninem. Naopak cereální bílkoviny jsou obecně limitovány obsahem lyzinu. Rostlinné bílkoviny mají ve srovnání s živočišnými nižší zastoupení methioninu, leucinu, lyzinu a tryptofanu. Pokud tedy konzumujeme jen určitou skupinu rostlinných potravin, nelze dosáhnout optimálního růstu, obnovy tkání a orgánů. Tento problém lze vyřešit kombinováním zdrojů bílkovin s rozdílnými limitujícími aminokyselinami. Kompletní spektrum aminokyselin nám poskytují kombinace obilovin a luštěnin, obilovin

a mléčných výrobků, luštěnin a olejnatých semen (Řeřábková 2018). AAS tedy porovnává zastoupení esenciálních aminokyselin v testované potravíně spolu s referenční bílkovinou, která byla definována Světovou zdravotnickou organizací a jedná se o modelovou bílkovinu s optimálním a vyrovnaným poměrem jednotlivých esenciálních aminokyselin (Gazárková 2015). Tato varianta indexu kvality bílkovin nezohledňuje samostatnou stravitelnost bílkovin v trávicím traktu (Aktin 2021).

Třetí metoda navazuje na AAS a je používána WHO (Světová zdravotnická organizace) od roku 1993. PDCAAS (Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score) je dnes hlavní využívanou metodou hodnocení kvality bílkovin. Společně s poměrem esenciálních aminokyselin bere v úvahu také stravitelnost bílkovin v celém trávicím traktu. Hodnota PDCAAS se pohybuje od 0 do 1, přičemž vyšší číslo značí kvalitnější a využitelnější bílkovinu (Aktin 2021).

V roce 2013 vznikl nový index DIAAS (Digestible Indispensable Amino Acid Score), který se zabývá stravitelností pouze v tenkém střevě. Očekává se, že pouze aminokyseliny vstřebané v této oblasti trávicího traktu jsou schopné zapojit se do výstavbového metabolismu a mohou být využity pro tvorbu vlastních tělesných bílkovin. Tento index není jako PDCAAS omezený horní hranicí 1. Dokáže tak lépe ilustrovat rozdíly mezi vysoce kvalitními bílkovinami. I když je tento index nejaktuálnější, stále nedokáže odrážet reálnou využitelnost. Nebere v potaz například tepelnou úpravu a je, jako všechny ostatní indexy, z etických důvodů studován pouze na myších a prasatech (Aktin 2021).

Tabulka 3: Indexy kvality bílkovin a stravitelnost bílkovin (Aktin 2021; Hoffman & Falvo 2004; Bailey & Stein 2019; Malunga et al. 2014; House 2007; upraveno)

POTRAVINY	BV	AAS	PDCAAS	DIAAS*
Vejce	100	1,27	1,00	1,13
Mléko	91	1,21	1,00	1,14
Hovězí maso	80	0,94	0,92	1,11
Kasein	77	1,19	1,00	1,13
Pšenice	64	0,47	0,25	0,40
Sója	74	0,96	0,98	0,90
Kuřecí maso	79	-	1,00	1,08
Syrovátková bílkovina	104	-	1,00	1,09
Quinoa	83	-	0,85	-
Amarant	-	-	0,70	-
Vařená rýže	83	-	0,62	0,59
Vařený hrách	65	-	0,60	0,58
Cizrna	35	-	-	0,83
Mandle	-	-	-	0,40
Konopné semínko	-	0,62	0,51	0,66

*Jednotlivé údaje se mohou mírně lišit na základě konkrétní studie

3.2.4 High protein potraviny na trhu

Čím dál častěji je zdůrazňována důležitost bílkovin přijatých během dne a lidé mají strach z jejich nedostatku. Přitom žijeme v době, kdy má průměrný člověk ve vyspělých zemích ve své stravě nadbytek bílkovin. Současná posedlost vysokým příjmem bílkovin vznikla částečně z důvodu, jak lidská společnost nahlíží na zbylé dvě makroživiny. Současné stravovací trendy omezují nebo dokonce zakazují sacharidy nebo tuky a bílkoviny tak zůstávají populární živinou pro hubnutí nebo udržení fyzické kondice. Tento trend nás nutí konzumovat vysoké množství masa, sóji, vysoce průmyslově zpracovaných potravin a sladkých tyčinek s obsahem umělých sladidel a barviv (Wilson 2019).

V obchodech se tak setkáváme s potravinami s označením protein nebo high protein, které spotřebiteli umožňují jednodušší navýšení bílkovin v jeho jídelníčku. Většina lidí má při nákupu často mylný pocit, že kupují výjimečnou potravinu, která musí být nedílnou součástí zdravého životního stylu a je ochotná za ně zaplatit i vyšší částky (Kunová 2020). Avšak běžný spotřebitel si není vždy schopen uvědomit, že někdy mají tyto produkty dokonce nižší obsah bílkovin než jiné minimálně průmyslově zpracované potraviny. Jako příklad si lze uvést high protein skyr natural za 19,90 Kč, který obsahuje 9,3 g bílkovin. Běžný skyr 0 % bílý obsahuje 12 g bílkovin při ceně 18,90 Kč. Na trh přišla také tvarohová zmrzlina v kelímku s označením Protein. Ta obsahuje 8,5 g bílkovin na 100 g výrobku. Přitom její varianta ve formě nanuku v kakaové polevě bez označení Protein obsahuje 7 g bílkovin na 100 g výrobku. Rozdíl tedy není velký a označení Protein se jeví spíše jako marketingový tah (Institut moderní výživy 2019). Mnohé značky tak vydělávají na lidské dychtivosti po bílkovinách (Wilson 2019), přičemž by stačilo koupit si kelímek polotučného tvarohu.

Kromě vysokobílkovinných pudinků a zmrzlin nalezneme na trhu také proteinové tyčinky, cereálie, koktejly a dnes již i těstoviny, pečivo, sušenky či kávu. Dokonce i potraviny, které mají vysoký obsah přirozeně se vyskytujících bílkovin, jako je sýr nebo jogurt, se vyrábějí ve variantě high protein. Zakoupit už lze i proteinovou vodu. Jedná se o čirý nápoj s ovocnou příchutí, která je prosycena syrovátkovou bílkovinou. Sirovátková bílkovina ve formě prášku („protein“) se stala významnou komoditou, která cestuje po světě ve 100 kg pytlích a generuje obrovské zisky, které pravděpodobně během roku 2023 dosáhnou 14,5 miliardy dolarů. Většinu konzumentů ale nezajímá výroba nebo důsledky produkce pro životní prostředí (Wilson 2019).

Paradoxem je, že jsme schopni zdravé potraviny s přirozeným obsahem bílkovin a dalších výživově zajímavých látek zaměnit za prášek k tvorbě proteinového nápoje s umělými sladidly a aromaty, který koupíme ve velké plastové nádobě. Britská novinářka ve svém běžném dni konzumovala 3-4 proteinové tyčinky, vejce natvrdo, maso, ryby, neškrobovou zeleninu a několik bílkovinných koktejlů. Jediné sacharidy, které konzumovala byly prakticky jen z proteinových tyčinek a koktejlů. Kvůli této stravě dospěla do bodu, kdy měla večer kvůli nedostatku kalorií tak málo energie, že přestala úplně chodit ven mezi lidi. Bílkoviny pro ni byly tak důležité, že kdykoli si mohla vybrat mezi jablkem a proteinovou tyčinkou, vždy zvolila proteinovou tyčinku. A to i přes vědomí, že kousek čerstvého ovoce s obsahem vlákniny a vitamínů je mnohem vhodnější svačina (Wilson 2019).

3.3 Doporučený příjem bílkovin

O doporučeném příjmu bílkovin ve stravě se hovoří již několik let. Nelze ho zaměnit s minimální potřebou bílkovin, kdy se jedná o množství, jehož konzumací je ještě vyrovnaná dusíková bilance. Jedná se tedy o dolní hranici příjmu bílkovin, při které jsou ještě přívod a ztráta dusíku v organismu v rovnováze. Tuto minimální potřebu dusíku vyjadřuje 54 mg/kg tělesné hmotnosti, což odpovídá zhruba 0,34 g bílkovin/kg tělesné hmotnosti. Pro větší názornost je to přibližně 24 g bílkovin denně pro dospělého osobu vážící 70 kg. Jakékoli změny v organismu, jako je například stres, zvyšují metabolismus bílkovin a tím zvyšují i jejich potřebu. Proto musí optimální dieta tělu poskytovat více bílkovin, než je jejich minimální potřeba. Toto navýšení je dle doporučení Komise expertů FAO/WHO o 30 % z minimální potřeby bílkovin. Dle tohoto doporučení je potřeba 0,44 g bílkovin/kg tělesné hmotnosti, zhruba 31 g denně pro dospělého muže o hmotnosti 70 kg (Kasper 2009).

Dle studie, kterou provedl Aoyama et al. (2021), je také důležité rozložení příjmu bílkovin v jednotlivých jídlech během dne. Načasování má vliv na růst a udržení svalové hmoty. Několik dietních průzkumů ukázalo, že lidé volí jídla bohatá na bílkoviny až v závěru dne. Studie však naznačuje, že vyšší příjem bílkovin v rámci snídaně může být pro tělo mnohem efektivnější. Experimentální studie na myších tuto hypotézu potvrdila. Myši byly krmeny dvakrát denně, a to v období snídaně a večeře. Myši s vyšším příjmem bílkovin v časovém úseku snídaně měly vyšší reakci svalové hypertrofie na přetížení než myši s vyšším příjmem bílkovin v časovém úseku večeře. Provedena byla také studie dvou skupin starších žen. První skupina konzumovala více bílkovin ke snídani a druhá skupina naopak více bílkovin k večeři. Porovnávány byly svalové funkce, jako je objem a síla. První skupina vykazovala větší objem svalové hmoty i větší sílu úchopu. Z molekulární i klinické studie vyplývá, že příjem bílkovin v době snídaně může být pro růst a udržení svalové hmoty účinnější než konzumace většího množství bílkovin ve večerních hodinách.

Mluví se také o maximálním množství bílkovin, které tělo dokáže využít z jednoho jídla. V odborných člancích se vyskytuje hodnota kolem 20-25 g vysoce kvalitních bílkovin na jednu porci. Při tomto množství je u mladých dospělých maximalizována syntéza svalových bílkovin. Vše nad toto množství je pravděpodobně oxidováno na energii nebo transaminováno na močovinu a další organické kyseliny. Jedná se však o rychle stravitelné bílkoviny bez přidání dalších makroživin, které mohou zpomalovat vstřebávání a mohou případně zvýšit využití jednotlivých aminokyselin. Těchto poznatků je možné využít například ve stravě kulturistů, kde je maximalizování syntézy svalových bílkovin velmi důležité a žádané (Schoenfeld & Aragon 2018).

3.3.1 Děti

U dětí je denní příjem bílkovin vyšší než u dospělého člověka. Důvodem je kromě udržení tělesných bílkovin (Kasper 2009) také zajištění správného růstu (Moughan 2016; Řeřábková 2018). Jelikož je příjem bílkovin v prvních měsících života klíčový, doporučení denních dávek je oproti dospělé populaci mnohem podrobněji rozděleno. Celková potřeba

bílkovin pro růst dle potřeby klesá z 60 % v prvních měsících života na 11 % ve věku 2-5 let (DACH 2019). Jednotlivé hodnoty doporučeného denního příjmu bílkovin u dětí jsou uvedeny v Tabulkách 4 a 5.

Potřeba bílkovin u dětí ve věku 6-12 měsíců byla stanovena na základě faktoriální metody pomocí experimentálně zjištěné dusíkové bilance. Faktoriální metoda je založena na zkoumání vlivu několika faktorů současně, a to včetně jejich synergických efektů. Na základě výsledků se předpokládá, že pro udržení potřeb organismu je denní potřeba bílkovin 0,56 g/kg tělesné hmotnosti. Dle věku a individuální potřeby k růstu a zachování dusíkové bilance je potřeba k této hodnotě přidat dalších 31-35 %. Toto doporučení však platí pro vysoce kvalitní bílkoviny, mezi které patří například mléčná bílkovina (DACH 2019).

Potřeba bílkovin u starších dětí a mladistvých byla také zjištěna faktoriální metodou. Pro zachování růstu a dusíkaté bilance je denní potřeba bílkovin stanovena na 0,63 g/kg tělesné hmotnosti. S ohledem na stravitelnost a různé využití bílkovin se přičítá 30 %. Odhaduje se, že se v tomto období života bílkoviny podílejí na celkovém energetickém příjmu z 8 % do konce čtvrtého roku věku a z 10 % od čtvrtého do třináctého roku věku (DACH 2019).

Tabulka 4: Doporučený denní příjem bílkovin (DACH 2019)

DACH (Referenční hodnoty pro příjem živin)				
Populační skupina	g/den		g/kg/den	
	muž	žena	muž	žena
Kojenci				
0–1 měsíce	12	12	2,7	
1 měsíc			2,0	
2–3 měsíce			1,5	
4–5 měsíců	10	10	1,3	
6–11 měsíců			1,1	
Děti				
1–3 roky	14	13	1,0	
4–6 let	18	17		
7–9 let	24	24		
10–12 let	34	35	0,9	
13–14 let	46	45		

Tabulka 5: Doporučený denní příjem bílkovin (EFSA 2012)

EFSA (Evropský úřad pro bezpečnost potravin)	
Populační skupina	Množství bílkovin/ den
Kojenci (0–11 měsíců)	
Děti (1–10 let)	0,83 – 1,31 g/kg tělesné hmotnosti dle věku
Adolescenti (11/13–21 let)	

3.3.2 Dospívající a dospělí

U dospělé populace jsou absorbované aminokyseliny z bílkovin obecně využity k nahrazení aminokyselin, které jsou z těla ztraceny během metabolismu. Těhotné a kojící ženy potřebují další aminokyseliny pro růst plodu a tvorbu mateřského mléka (Moughan 2016).

Na základě experimentálních metod byla stanovena průměrná denní potřeba vysoce kvalitních bílkovin (stravitelnost od 95 %) pro dospělého člověka 0,6 g bílkovin/kg tělesné hmotnosti. Na základě individuálních výkyvů se tato denní hodnota zvyšuje na 0,75 g bílkovin/kg tělesné hmotnosti. Nelze opomenout ani sníženou stravitelnost bílkovin ve smíšené stravě (DACH 2019). Doporučený denní příjem je tak pro dospělého člověka stanoven na 0,8 g/kg tělesné hmotnosti (Kasper 2009; Pesta & Varman 2014; Řeřábková 2018). To znamená, že dospělý člověk vážící 70 kg by měl každý den zkonzumovat 56 g bílkovin. Pokud vztáhneme množství bílkovin na celkový energetický příjem, měly by představovat 10-15 % (Kasper 2009). Jednotlivé hodnoty doporučeného denního příjmu bílkovin u dospívající a dospělé populace jsou uvedeny v Tabulkách 6 a 7.

Na zvýšený příjem by měly dbát těhotné a kojící ženy, a to především kvůli správnému vývoji dítěte a dostatečné tvorbě mateřského mléka (Řeřábková 2018). Těhotná žena potřebuje navýšit denní příjem bílkovin od čtvrtého měsíce gravidity o 10 g (DACH 2019; Kasper 2009). Příjem bílkovin kojících žen závisí na množství bílkovin vyloučených mlékem. Jedná se průměrně o 7-9 g za den a tělo tak vyžaduje denní navýšení bílkovin zhruba o 15 g (DACH 2019; Kasper 2009). Zvýšený příjem bílkovin je také potřeba u sportovců. Tyto skupiny by měly konzumovat kolem 1,5 gramu bílkovin/kg tělesné hmotnosti (Řeřábková 2018).

U sportovců je kladen důraz na regeneraci, kterou zajistí právě správný příjem bílkovin. Podle International Society of Sports Nutrition je pro sportovce, kteří trénují průměrně čtyřikrát týdně, k udržení či nabírání svalové hmoty bez snížení energetického příjmu doporučený příjem bílkovin 1,4-2 g/kg tělesné hmotnosti na den (Rejl 2020). Tato doporučení potvrzuje také Morton et al. (2018), který ve své studii uvádí, že zvýšený příjem bílkovin společně se silovým tréninkem výrazně zvyšuje nárůst svalové hmoty a nejlepších výsledků je dosaženo při množství 1,6 g/kg tělesné hmotnosti na den. Příjem bílkovin vyšší než 1,6 g/kg tělesné hmotnosti již neměl na zlepšení výsledků vliv. Řada studií také prokázala, že vyšší příjem bílkovin nad doporučené dávky (kolem 2,5 g/kg/den) neměl žádný vliv na celkový metabolismus bílkovin ani na netukovou tělesnou hmotu (DACH 2019).

3.3.3 Senioři

Z experimentálních šetření vyplývá, že potřeba bílkovin u lidí ve věku nad 65 let je o něco vyšší než u mladších dospělých. Z důvodu nedostačeného množství studií, které by srovnávaly mladé a starší dospělé však zůstává hodnota doporučeného denního příjmu bílkovin na hodnotě 0,8 g/kg tělesné hmotnosti (viz Tabulka 6) (DACH 2019). Důležité je podotknout, že adekvátní příjem bílkovin ve stáří může oddálit úbytek svalové hmoty a prodloužit tak kvalitu života. Lidé vyššího věku však mají často problém s finančním i sociálním zabezpečením. Mají potíže s nákupem i přípravou pokrmů, postupně ztrácí svalovou hmotu a klesá také chuť k jídlu. Míra podvýživy z nedostatku bílkovin je tak u seniorů přijatých do nemocnice znepokojivě vysoká (Wilson 2019).

Tabulka 6 Doporučený denní příjem bílkovin (DACH 2019)

Populační skupina	DACH			
	g/den		g/kg/den	
	muž	žena	muž	žena
Dospívající				
15–18 let	60	46	0,9	0,8
Dospělí				
19–24 let	59	48	0,8	
25–50 let	59	47	0,8	
51–64 let	58	46	0,8	
65 let a více	54	44	0,8	
Těhotné ženy	-	58	-	
Kojící ženy	-	63		

Tabulka 7 Doporučený denní příjem bílkovin (EFSA 2012)

EFSA	
Populační skupina	Množství bílkovin/ den
Dospělí, starší dospělí	0,83 g/ kg tělesné hmotnosti
Těhotné ženy	1. trimestr + 1 g na den 2. trimestr + 9 g na den 3. trimestr + 28 g na den
Kojící ženy	prvních 6 měsíců laktace + 19 g na den následující měsíce + 13 g na den

3.4 Problémy spojené s nadbytečným a nedostatečným příjmem bílkovin

3.4.1 Nadměrný příjem

Škodlivé účinky nadměrného příjmu bílkovin nebyly zatím experimentálně přímo prokázány. Zároveň ale nebyly zjištěny ani žádné pozitivní fyziologické účinky na lidský organismus. Víme, že je navýšeno množství vylučovaných produktů metabolismu bílkovin a zvyšuje se glomerulární filtrace ledvin (DACH 2019). V roce 2017 zemřela australská kulturistka po konzumaci velkého množství vysokobílkovinných nápojů a doplňků stravy. Žena trpěla poruchou cyklu močoviny a její tělo nedokázalo bílkoviny správně metabolizovat. Tento stav je velmi vzácný. Existuje však významná menšina populace s chronickým onemocněním ledvin, pro kterou není vysokobílkovinná dieta vhodná (Wilson 2019). Diskutuje se také o možnosti urychlení vzniku glomerulosklerózy, která se s přibývajícím věkem vyskytuje čím dál častěji. Jedná se o poškození glomerulů v ledvinách, které nejsou schopny filtrace krve a může tak dojít k selhání ledvin (Kasper 2009). Dochází zároveň ke zvýšené renální exkreci vápníku, která má negativní vliv na stav kostí a může být viníkem tvorby kalcium-oxalátových ledvinových kamenů. S nadbytečným příjmem bílkovin dochází v těle k mírné acidóze. V odborných textech se setkáme se vztahem nadměrného příjmu bílkovin a inzulínovou rezistencí a negativními důsledky v rámci uchování kosterní svaloviny (DACH 2019).

Ve společnosti se stále setkáváme s převažující konzumací živočišných zdrojů bílkovin nad rostlinnými zdroji. Přibývá důkazů o souvislostech konzumace červeného a zpracovaného masa s výskytem několika chronických onemocnění. Souvislosti nebyly prokázány u masa bílého. Mezi tato chronická onemocnění patří rakovina tlustého střeva a konečníku, ischemická choroba srdeční a diabetes mellitus 2. typu (Smet & Vossen 2016). Právě zvýšené riziko onemocnění diabetes mellitus 2. typu je spojeno se zvýšenou konzumací živočišných bílkovin, zatímco vyšší příjem rostlinných bílkovin je spojován s mírnějším rizikem výskytu této nemoci (Malik et al. 2016).

Největší obavy z nadměrné konzumace bílkovin se týkají nádorových onemocnění (Smet & Vossen 2016). To přivedlo Mezinárodní agenturu pro výzkum rakoviny (IARC) v roce 2015 ke zřízení skupiny odborníků, kteří se zaměřují na hodnocení karcinogenity konzumace masa. Z epidemiologických studií existuje dostatek důkazů o karcinogenitě konzumace zpracovaného masa, které vykazovalo pozitivní výsledky ve spojení s rakovinou tlustého střeva a žaludku. V některých studiích bylo spojeno s rakovinou tlustého střeva, slinivky a prostaty také maso červené (Bouvard et al. 2015). Levine et al. (2014) ve své studii uvádí, že zvýšený příjem bílkovin ve středním věku zvyšuje riziko vzniku rakoviny a celkovou mortalitu. Naopak vyšší příjem bílkovin u respondentů starších 65 let byl spojen se snížením rizika vzniku rakoviny a celkové mortality. Pokud jde o genotoxicitu, důkazy u konzumace červeného masa byly považovány za mírné. V současné době si ale veškeré hypotézy žádají nová testování (Smet & Vossen 2016). Vzhledem k tomu, že potraviny a diety mají často komplikované složení, je jasné, že nepříznivé účinky lze jen velmi zřídka přičíst jedné nebo omezenému počtu konkrétních živin nebo sloučenin (Jacobs 2014). Například ke zvýšenému riziku rakoviny tlustého střeva nepřispívá jen konzumace červeného a zpracovaného masa, ale také

konzumace alkoholu. Zbývá tedy objasnit roli dalších produktů fermentace v tlustém střevě, a to jak ochranných, tak prokarcinogenních (Smet & Vossen 2016).

Vyskytují se ale také názory, že diety s vysokým obsahem bílkovin mohou pomoci zachovat svalovou hmotu během hubnutí. Randomizované studie u dospělé populace prokázaly, že dieta se zvýšeným množstvím bílkovin umožňuje úbytek hmotnosti a také její následné udržení (Westerterp-Plantenga et al. 2009). Veldhorst et al. (2018) ve svém výzkumu pracoval s hypotézou, že vysokobílkovinná dieta u obézních dětí může mít podobně jako u dospělých příznivé účinky na příjem energie, energetický výdej a složení těla. Předpokládalo se, že doplnění běžné stravy o bílkoviny přinese zvýšení sytosti a následně nižší *ad libitní* příjem potravy. Porovnávány byly dvě skupiny obézních dětí s odlišnou dietou po dobu čtyř týdnů. První skupina přijímala svou běžnou stravu, zatímco běžná strava druhé skupina byla denně doplněna o dvě porce bílkovinného nápoje. Bez ohledu na typ stravy došlo v obou skupinách k významnému zvýšení tukové hmoty i BMI a mezi skupinami nebyly v těchto hodnotách žádné významné rozdíly. Obezita se tak zhoršila v obou případech. U obézních dětí s vysokobílkovinnou dietou došlo ke zvýšené produkci močoviny, negativnější fenylalaninové bilanci a navýšena byla také netuková hmota. Toto malé, ale významné zvýšení netukové hmoty může z dlouhodobého hlediska vést ke zvýšenému energetickému výdeji a menšímu množství metabolických poruch. Z krátkodobého hlediska však studie tento přínos neprokázala. Dalším poznatkem této studie je, že sytící účinek bílkovin nebyl v případě obézních dětí se stravou *ad libitum* natolik účinný.

Ukázalo se také, že vysoký příjem bílkovin u malých dětí je spojen s nadměrným přírůstkem hmotnosti a tělesného tuku. Studie, která se věnovala dětem ve věku 21 měsíců až 5 let hodnotila, že nejsilněji je v raném dětství spojen s přírůstkem hmotnosti a nárůstem indexu tělesné hmotnosti (BMI, body mass index) příjem mléčných výrobků. Dle modelů je do budoucna také vyšší příjem mléčných bílkovin na úkor jiných zdrojů spojen se zvýšeným rizikem nadváhy a obezity ve 3 letech, nikoli však ve věku 5 let. Strava s nízkým obsahem mléčných bílkovin a vysokým obsahem bílkovin rostlinných je naopak spojeno s nižším váhovým přírůstkem, nižším BMI a nižším rizikem nadváhy a obezity ve 3 letech věku (Pimpin et al. 2018). Vyšší příjem živočišných bílkovin vůči rostlinným byl také spojován s vyšší hmotností a BMI dětí v několika dalších studiích Switkowski et al. (2019), Jen et al. (2019), Günther et al. (2007) a Thorisdottir et al. (2014).

Ve sportu se můžeme setkat s extrémními případy, kdy je příjem bílkovin 3-4 × vyšší než je doporučená denní dávka. Antonio et al. (2016) ve své studii pozoroval účinky vysoké konzumace bílkovin na odolnost skupiny čtrnácti mladých trénovaných mužů. Tito muži střídali po dobu dvanácti měsíců v intervalech svou běžnou stravu, která již obsahovala vyšší zastoupení bílkovin, a stravu s vysokým obsahem bílkovin (> 3 g/kg/den). Měření stanovených parametrů během tohoto období podstoupili celkem čtyřikrát. Nebyly žádné statistické rozdíly těchto dvou diet na zdraví (hladina krevních lipidů, funkce ledvin a jater) a tělesné složení těchto dvou skupin po dobu celého jednoho roku. Nedošlo k žádné změně tělesné hmotnosti, tukové hmoty nebo netukové tělesné hmoty.

Nadměrný příjem bílkovin se také může stát poruchou příjmu potravy, které ohrožuje lidské zdraví. Americký psycholog studoval 200 aktivních mužů s nadměrným užíváním vysokobílkovinných prášků a dalších doplňků stravy, jako je například kofein. Tito muži byly pod velkým tlakem, aby dosáhli těla s ideálním poměrem tuku a svalů. V mnoha případech trpěli nízkým sebevědomím, nespokojeností s vlastním tělem a nejistotou ohledně vlastní mužnosti. V závěru studie byla 3 % mužů hospitalizována (Wilson 2019).

Dokud nemáme k dispozici finální údaje o míře negativních účinků nadměrného příjmu bílkovin na lidský organismus, je z bezpečnostních důvodů stanovena hranice doporučeného denního příjmu, při kterém se neočekává negativní účinek, na 2,0 g/kg tělesné hmotnosti, tedy 120 g pro ženy a 140 g pro muže (DACH 2019).

3.4.2 Nedostatečný příjem

Pokud tělo nemá dostatečný příjem bílkovin potřebných k udržení dusíkové bilance, nastává katabolismus vlastních bílkovin v těle. Tento jev je problematický především u starší populace se zvýšenou prevalencí sarkopenie, tedy úbytku svalové hmoty vedoucí ke snížení pohyblivosti (Astrup et al. 2015).

Stejně jako mnoho zvířat mají i lidé to, co biologové nazývají „dominantní chuť“ na bílkoviny. Například cvrček, který pociťuje nedostatek bílkovin, se uchýlí ke kanibalismu. Ve chvíli, kdy má člověk nízký obsah bílkovin a vysoký obsah sacharidů a tuku ve stravě, dochází velice často k přejídání. Naše tělo si tak říká o větší množství bílkovin, které jsou v průmyslově zpracovaných potravinách rafinovány pšenicí, oleji a cukry. Člověk tak může hladovět i když trpí obezitou (Wilson 2019).

U vegetariánů a veganů se setkáme s nedostatečným příjmem živočišných bílkovin. Důvody proč tento druh bílkovin nekonzumují jsou etické, ekologické, ekonomické, náboženské, ale může jimi být také zdravotní stav jedince. Omezení masa a potažmo také masných výrobků sebou přináší řadu zdravotních benefitů, včetně snížení hladiny cholesterolu v krvi, snížení rizika kardiovaskulárních onemocnění, hypertenze a diabetu mellitu 2. typu. Pokud je konzumováno dostatečně obsáhlé spektrum kvalitních rostlinných bílkovin, i na rostlinné stravě lze dosáhnout příjmu všech esenciálních aminokyselin.

Problematické by však mohly být omega-3 mastné kyseliny, jejichž obsah v rostlinné stravě není tak výrazný. Strava bez vajec, ryb a mořských řas neobsahuje dostatečné množství kyseliny eikosapentaenové (EPA) a dokosahexaenové (DHA), které jsou důležité pro vývoj mozku, očí a správnou funkci kardiovaskulární soustavy. Tento nedostatek pak může být obzvláště kritický u seniorů, těhotných a kojících žen. Tyto skupiny by měly zvážit konzumaci doplňků stravy. Rostlinná strava je zároveň chudá na železo, jód, vápník, vitamín D a B₁₂ (Kostková 2015). U dětí je také problémem nedostatek zinku, který je důležitý ke správnému růstu (Smet & Vossen 2016). Porovnání vegetariánské stravy a stravy s konzumací masa nalezneme v Tabulce 8.

Veganská strava u dospělých jedinců vyžaduje k dosažení dostatečného zásobení esenciálními aminokyselinami velmi pečlivé sestavení jídelníčku. U malých dětí je to však téměř nemožné (DACH 2019). Nedostatečný příjem kvalitních bílkovin u dětí v ranném období

života má zásadní vliv na růst, který je tímto omezen a dochází k určité míře zakrnění (Kittisakmontri et al. 2022). Nedostatek makroživiny se promítá také do psychického vývoje dítěte a přispívá k podvýživě. Podvyživené děti mladší pěti let mají výrazně oslabený imunitní systém, jsou náchylnější k běžným dětským onemocněním a mohou podlehnout i zdánlivě běžnému nachlazení nebo průjmů. K příznakům dětské podvýživy patří také porucha soustředění a zvýšená podrážděnost. V případě akutní formy podvýživy se mohou vyskytovat změny v pigmentaci kůže, otoky břicha a nohou (Lékaři bez hranic 2020).

V zemích s vysokou konzumací masa je naopak z ekologických a zdravotních důvodů snížení spotřeby této potraviny doporučováno. Opět je ale potřeba konzumované množství sledovat a předcházet problémům některých skupin populace s nedostatečným příjmem klíčových živin (Smet & Vossen 2016).

Tabulka 8 Porovnání vegetariánské stravy a stravy s konzumací masa (de Castro Cardoso Pereira & dos Reis Baltazar Vicente 2013)

Pozitiva vegetariánské stravy	Pozitiva stravy konzumací masa
Vysoký příjem vlákniny	Energeticky a nutričně bohatá strava
Nižší energetický příjem	Bílkoviny s vysokou biologickou hodnotou
Vyšší příjem antioxidantů	Nejlepší zdroj Fe, Zn, komplexních vitamínů B (především B12)
Vyšší příjem vody	
Nižší příjem nasycených mastných kyselin	
Negativa vegetariánské stravy	Negativa stravy s konzumací masa
Nižší biologická dostupnost železa	Příjem vysokého obsahu tuku
Riziko nedostatku zinku, vitamínu B12	Vysoký příjem sodíku (zpracované maso)
Nedostatek zdrojů EPA+DHA	Riziko příjmu některých kontaminantů a aditiv
Nižší biologická hodnota bílkovin	

4 Metodika

4.1 Sběr dat

Sběr dat probíhal pomocí dotazníkového formuláře, prostřednictvím kterého byly získávány týdenní jídelníčky. Respondenti měli za úkol zdokumentovat svou stravu během sedmi dnů včetně soboty a neděle, kdy se stravovací zvyklosti obvykle odlišují od těch ve všední dny. Zápis musel obsahovat jednotlivé komponenty pokrmu a jejich množství v gramech. Zároveň byli respondenti požádáni o doplňující informace, kterými byl věk a váha.

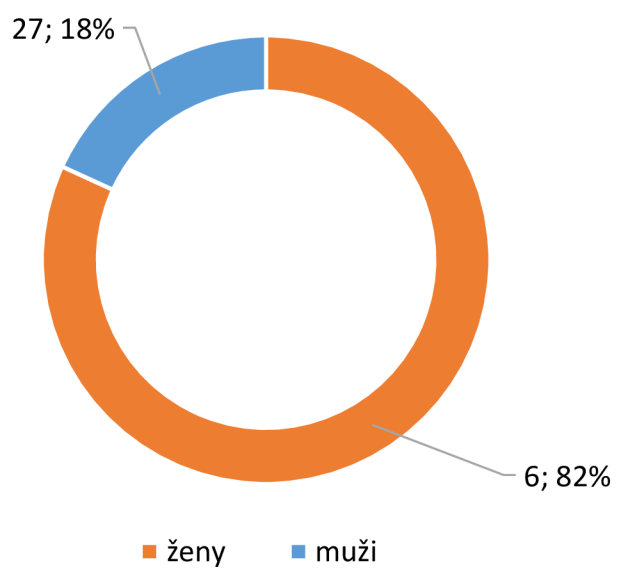
4.2 Tvorba dotazníkového formuláře

Dotazníkový formulář byl vytvořen v textovém procesoru Microsoft Word a následně exportován do formy pdf. V této podobě byl rozeslán mezi respondenty. Vzor celého dotazníkového formuláře je uveden v Příloze I.

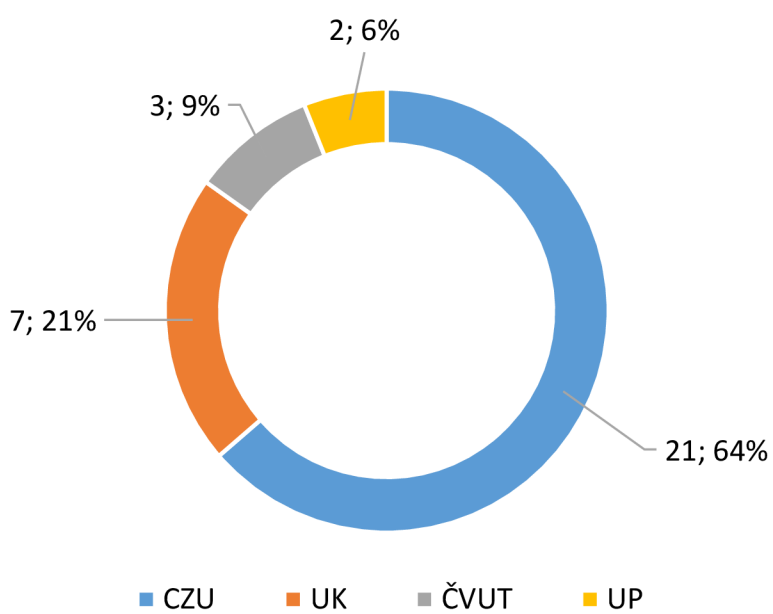
4.3 Respondenti

Dotazník byl mezi studenty vysokých škol rozeslán 21. října 2022 a sběr dat byl ukončen 27. prosince 2022. Celkově bylo pomocí skupin na sociálních sítí osloveno 120 studentů České zemědělské univerzity, 10 studentů Karlovy univerzity, 5 studentů z Českého vysokého učení technického v Praze a 5 studentů z Univerzity Palackého v Olomouci. Nastavené minimum 30 respondentů bylo splněno během počátku měsíce prosinec. Sběr dat probíhal v celkovém součtu dva měsíce, kdy bylo nasbíráno 33 správně vyplněných dotazníkových formulářů.

Průměrný věk respondentů byl $24 \pm 1,6$ a mezi kterými bylo 27 (82 %) žen a 6 (18 %) mužů (viz Graf 1). Více jak polovina respondentů (21; 64 %) pocházela z České zemědělské univerzity v Praze. Dále se výzkumu zúčastnilo 7 (21 %) studentů z Karlovy univerzity v Praze, 3 (9 %) studenti z Českého vysokého učení technického v Praze a 2 (6 %) studenti z Univerzity Palackého v Olomouci (viz Graf 2). Průměrná hmotnost respondentů byla 66 ± 10 kg.



Graf 1 Rozdělení respondentů dle pohlaví



Graf 2 Rozdělení respondentů dle univerzity

4.4 Vyhodnocování dotazníku a zpracování dat

Získaná data jednotlivých formulářů byla zapsána do nutričního softwaru Nutriservis (Forsapi s.r.o., Praha) a dále převedena do tabulkového procesoru Microsoft Excel (Microsoft, Redmond). K následnému statistickému zpracování byl použit statistický software STATISTICA 12 (StatSoft CR s.r.o., Praha). Pozorováno bylo několik skutečností, z nichž se hlavní týkala porovnání reálného příjmu bílkovin s doporučenou hodnotou DACH (2019) a EFSA (2012). Skutečnosti byly zkoumány jak v rámci všech 33 respondentů bez ohledu na pohlaví, tak u žen a mužů odděleně. Pozorován byl také rozdíl mezi ženami a muži.

Pro porovnání reálného příjmu bílkovin s doporučenou hodnotou byl použit t-test vůči referenční konstantě a t-test pro nezávislé výběry dle proměnných. Zda se liší příjem živočišných a rostlinných bílkovin bylo zjišťováno na základě t-testu pro závislé vzorky a t-testu pro nezávislé vzorky dle skupiny. Byla využita také ANOVA (Analysis of variance) pro opakovaná měření, a to k vyhodnocení rozložení příjmu bílkovin během dne. Srovnání procentuální zastoupení přijatých bílkovin v rámci energetického příjmu a doporučené hodnoty bylo provedeno opět t-testem vůči referenční konstantě. Hypotézy byly testovány na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

5 Výsledky

Výsledky šetření jsou tematicky rozděleny do několika oddílů. Prvním z nich je rozdíl mezi reálným příjmem bílkovin a doporučeným příjmem bílkovin dle doporučení DACH (2019) a EFSA (2012). Dalším oddílem je příjem živočišných a rostlinných bílkovin. Práce se věnuje také množství bílkovin přijatých v jednom jídle a rozložení bílkovin během dne v rámci snídaně, přesnídávky, oběda, svačiny a večeře. Hodnoty příjmu bílkovin v praktické části diplomové práce byly vypočítány jako průměrný příjem bílkovin za 7 dní.

V neposlední řadě je také uvedeno procentuální zastoupení bílkovin v celkovém energetickém příjmu a množství bílkovin přijatých z potravin s označením high protein.

5.1 Reálný a doporučený příjem bílkovin

Doporučený příjem bílkovin na základě tvrzení DACH (2019) byl 0,8 g/kg/den. Hodnota, která nám udávala doporučený příjem bílkovin podle EFSA (2012), byla 0,83 g/kg/den. Doporučené hodnoty jsou velice podobné a v této části výzkumu tak bylo pracováno pouze s hodnotou 0,8 g/kg/den. Z Tabulky 9 je patrné, že průměrné hodnoty bílkovin přijatých během dne byly u respondentů jak bez ohledu na pohlaví, tak i u žen a mužů významně vyšší, než byla doporučená hodnota. Konkrétně byl reálný příjem vyšší o 50 %. Dále bylo zjištěno, že reálný příjem bílkovin se u žen a mužů statisticky neliší ($p > 0,05$).

Tabulka 9 Reálný a doporučený příjem bílkovin

	Příjem bílkovin (g/den)	Příjem bílkovin (g/kg/den)	Doporučený příjem bílkovin DACH, EFSA (g/kg/den)
Společně	77 ± 20	1,2 ± 0,3 ^a	0,8 ^b
Ženy	73 ± 18 ^A	1,2 ± 0,3 ^{a, A}	0,8 ^b
Muži	93 ± 22 ^B	1,2 ± 0,3 ^{a, A}	0,8 ^b

Rozdílné indexy (^{a, b}) v řádku označují statistické rozdíly ($p < 0,05$)

Rozdílné indexy (^A) ve sloupci označují statistické rozdíly mezi muži a ženami ($p < 0,05$)

5.2 Příjem živočišných a rostlinných bílkovin

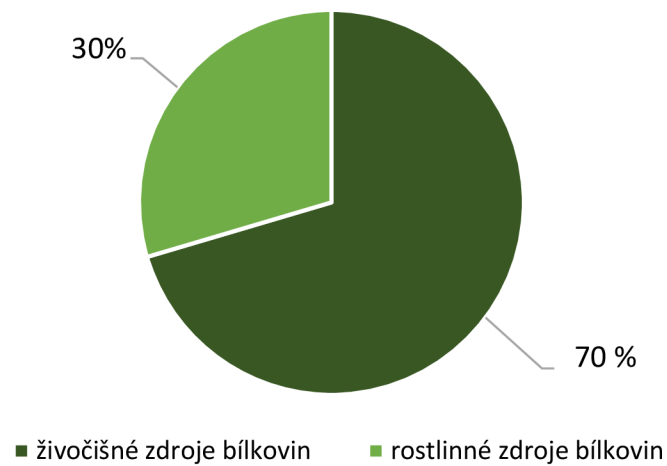
Tato kapitola byla zaměřena na srovnání příjmu živočišných a rostlinných bílkovin. Z dat zaznamenaných v Tabulce 10 vyplývá, že byl statistický rozdíl ($p < 0,05$) mezi příjmem živočišných a rostlinných bílkovin jak u respondentů bez ohledu na pohlaví, tak samostatně u žen i u mužů. Ve všech třech případech výrazně převažovaly bílkoviny živočišného původu a jejich procentuální zastoupení ve stravě je znázorněno v Grafech 3, 4 a 5. Zároveň byl srovnán příjem živočišných bílkovin mezi ženami a muži a příjem rostlinných bílkovin mezi ženami a muži. Zde nebyl zjištěn statistický rozdíl ($p > 0,05$) ani v příjmu živočišných bílkovin, ani v příjmu rostlinných bílkovin.

Tabulka 10 Příjem živočišných a rostlinných bílkovin

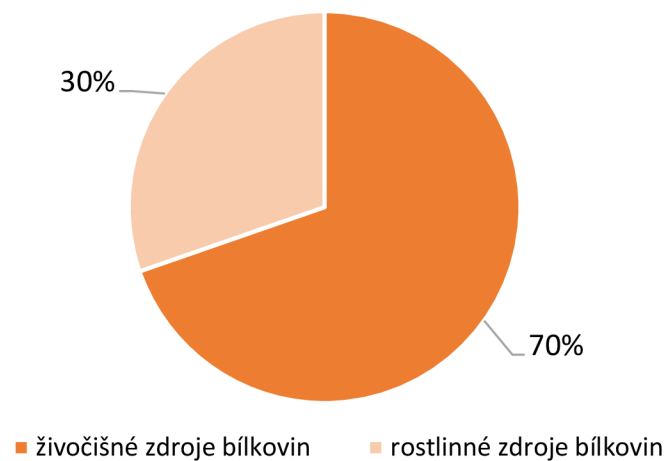
	Živočišné bílkoviny (g/den)	Rostlinné bílkoviny (g/den)
Společně	54 ± 20 ^a	23 ± 7,7 ^b
Ženy	51 ± 19 ^{a, A}	22 ± 8,1 ^{b, A}
Muži	68 ± 20 ^{a, A}	25 ± 5,4 ^{b, A}

Rozdílné indexy (^{a, b}) v řádku označují statistické rozdíly ($p < 0,05$)

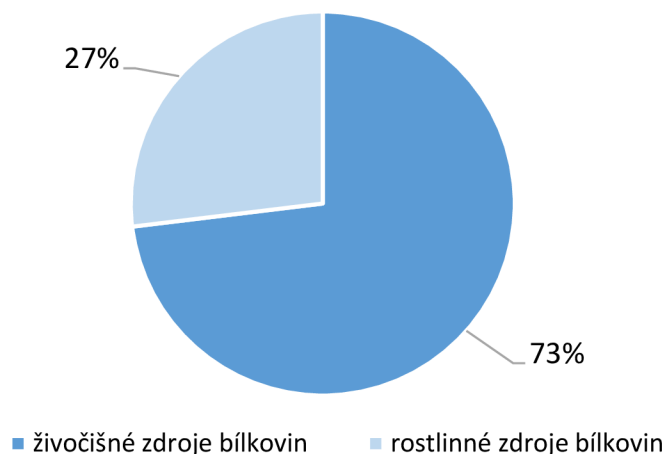
Rozdílné indexy (^A) ve sloupci označují statistické rozdíly mezi muži a ženami ($p < 0,05$)



Graf 3 Poměr příjmu živočišných a rostlinných bílkovin bez ohledu na pohlaví



Graf 4 Poměr příjmu živočišných a rostlinných bílkovin u žen



Graf 5 Poměr příjmu živočišných a rostlinných bílkovin u mužů

5.3 Rozložení příjmu bílkovin během dne a v rámci jedné porce

Zkoumáno bylo také rozložení bílkovin v jednotlivých jídlech během dne. Z jídelníčků byly zjištěny průměrné hodnoty příjmu bílkovin v rámci snídaně, přesnídávky, oběda, svačiny a večeře u respondentů bez ohledu na pohlaví, a také u žen a u mužů samostatně. Veškeré zjištěné hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 11.

U všech respondentů bez ohledu na pohlaví byl zjištěn statistický rozdíl ($p < 0,05$) v rozložení bílkovin během dne. Nejméně bílkovin bylo konzumováno během přesnídávky. Naopak nejvyšší množství bílkovin obsahovala večeře (viz Graf 6). Také u žen byl zjištěn statistický rozdíl ($p < 0,05$) v rozložení bílkovin během dne. Nejvíce bílkovin bylo zkonsumováno opět během večeře (viz Graf 7). I u mužů existoval statistický rozdíl ($p < 0,05$) v rozložení bílkovin během dne a nejvyšší hodnoty byly opět zaznamenány u večeře (viz Grafu 8). Zároveň existoval statistický rozdíl v příjmu bílkovin během dne mezi ženami a muži ($p < 0,05$).

Tabulka 11 Rozložení příjmu bílkovin během dne

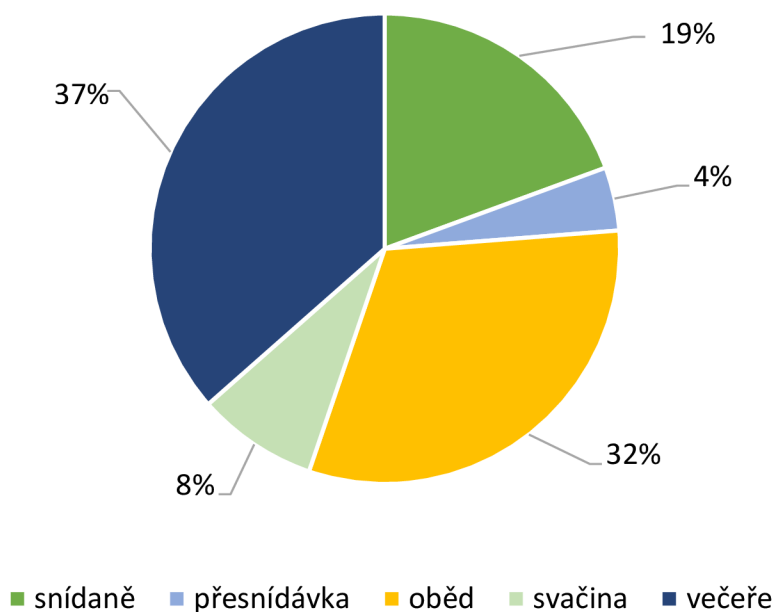
Jídlo dne	Průměrný denní příjem bílkovin (g)
Společně:	
Snídaně	$15 \pm 6,7^b$
Přesnídávka	$3,3 \pm 3,7^d$
Oběd	$24 \pm 7,9^b$
Svačina	$6,4 \pm 3,9^c$
Večeře	$28 \pm 9,6^a$

Tabulka 11 - pokračování

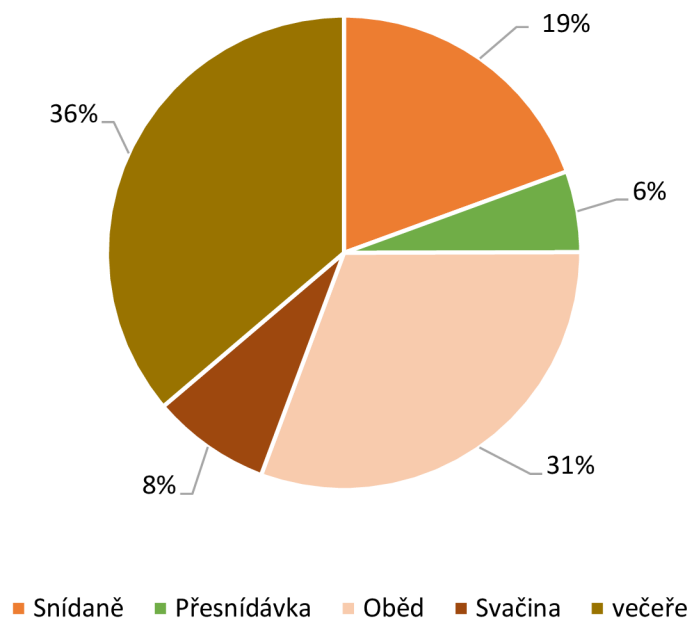
Jídlo dne	Průměrný denní příjem bílkovin (g)
Ženy:	
Snídaně	14 ± 4,7 ^{b, C, D}
Přesnídávka	4,0 ± 3,8 ^{c, D}
Oběd	22 ± 7,2 ^{a, B, C}
Svačina	5,9 ± 3,8 ^{c, C, D}
Večeře	26 ± 9,3 ^{a, A, B, C}
Muži:	
Snídaně	18 ± 11 ^{b, c, B, C, D}
Přesnídávka	0,3 ± 0,4 ^{c, D}
Oběd	32 ± 5,6 ^{a, A, B, C}
Svačina	8,4 ± 3,3 ^{b, c, C, D}
Večeře	35 ± 7,3 ^{a, A, B}

Rozdílné indexy (^{a-d}) v sloupci označují statistické rozdíly ($p < 0,05$)

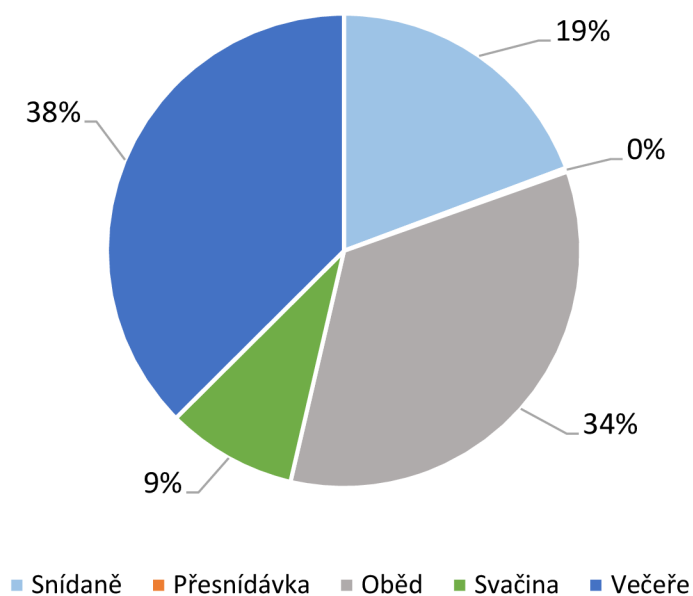
Rozdílné indexy (^{A-D}) ve sloupci označují statistické rozdíly mezi muži a ženami ($p < 0,05$)



Graf 6 Rozložení bílkovin během dne bez ohledu na pohlaví

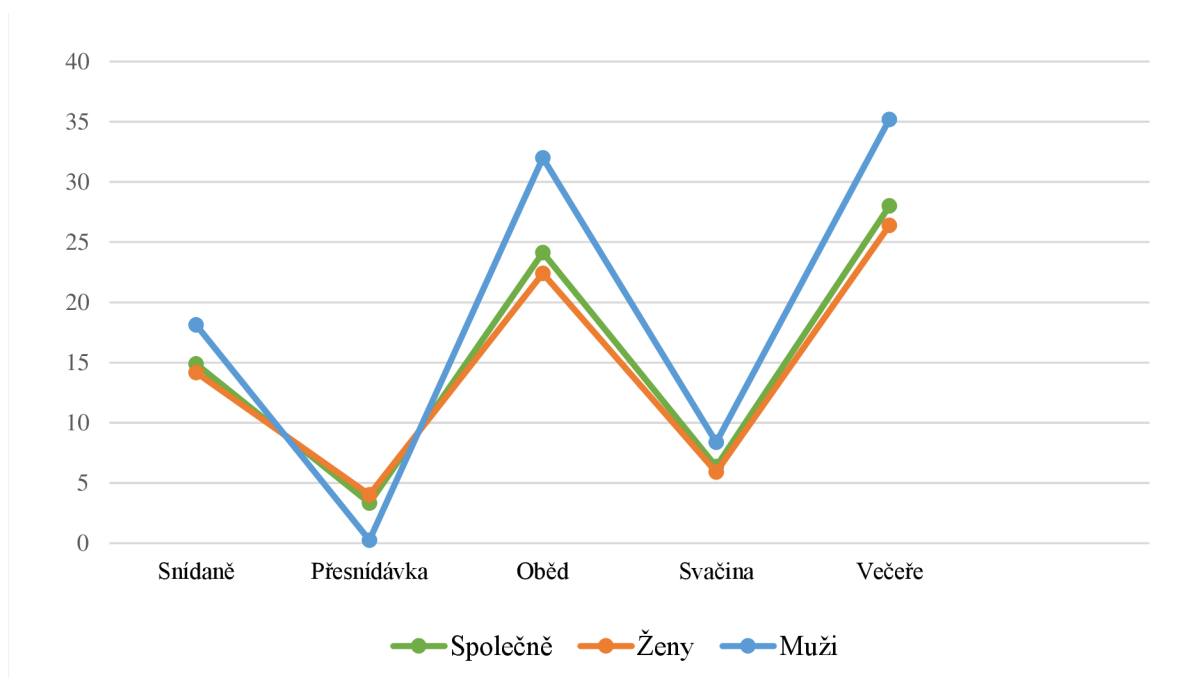


Graf 7 Rozložení bílkovin během dne – ženy



Graf 8 Rozložení bílkovin během dne – muži

V Grafu 9 je uvedeno srovnání obsahu bílkovin v jednotlivých jídlech během dne u všech respondentů bez ohledu na pohlaví, a také zvláště u žen a u mužů. Můžeme si všimnout, že křivky jsou ve všech třech případech stejného tvaru. Všichni respondenti bez ohledu na pohlaví, ženy i muži konzumovali nejméně bílkovin během přesnídávky a nejvíce během večeře. Z Grafu 9 je rovněž patrné, že muži konzumovali ve všech případech kromě přesnídávky, jídla s vyšším obsahem bílkovin než zbylé dvě skupiny.



Graf 9 Rozložení bílkovin během dne

Z jídelníčku byly rovněž získány data o příjmu bílkovin v rámci jedné porce. V Tabulce 12 jsou uvedeny hodnoty minimálního, maximálního a průměrného množství přijatých bílkovin v jedné porci jídla. Z tabulky je patrné, že minimální hodnoty příjmu bílkovin v rámci jedné porce jídla byly u všech tří skupin velmi podobné a nedosahovaly ani jednoho gramu. Maximální množství bílkovin bylo nejnižší u mužů.

Tabulka 12 Příjem bílkovin v rámci jedné porce

Příjem bílkovin v rámci jedné porce bez ohledu na pohlaví (g)	
min	0
max	55
průměr	15
Příjem bílkovin v rámci jedné porce – ženy (g)	
min	0,1
max	55
průměr	15
Příjem bílkovin v rámci jedné porce – muži (g)	
min	0
max	44
průměr	19

5.4 Procentuální podíl bílkovin z celkového energetického příjmu

V kapitole 3.3 je zmíněno, že bílkoviny by ideálně měly tvořit 10-15 % denního energetického příjmu. V literatuře se běžně setkáváme s hodnotou kolem 15 %, s kterou byly také porovnávány získaná data.

Z výsledků uvedených v Tabulce 13 plyne, že existoval statistický rozdíl mezi reálným procentuálním zastoupením bílkovin a doporučeným zastoupením bílkovin z celkové přijaté energie u respondentů bez ohledu na pohlaví ($p < 0,05$) a u žen ($p < 0,05$). U mužů nebyl v těchto hodnotách zjištěn statistický rozdíl ($p > 0,05$) a stejně tomu bylo při porovnání procentuálního zastoupení bílkovin v jídelníčku mužů a jídelníčku žen ($p > 0,05$).

Tabulka 13 Procentuální podíl bílkovin z celkového energetického příjmu

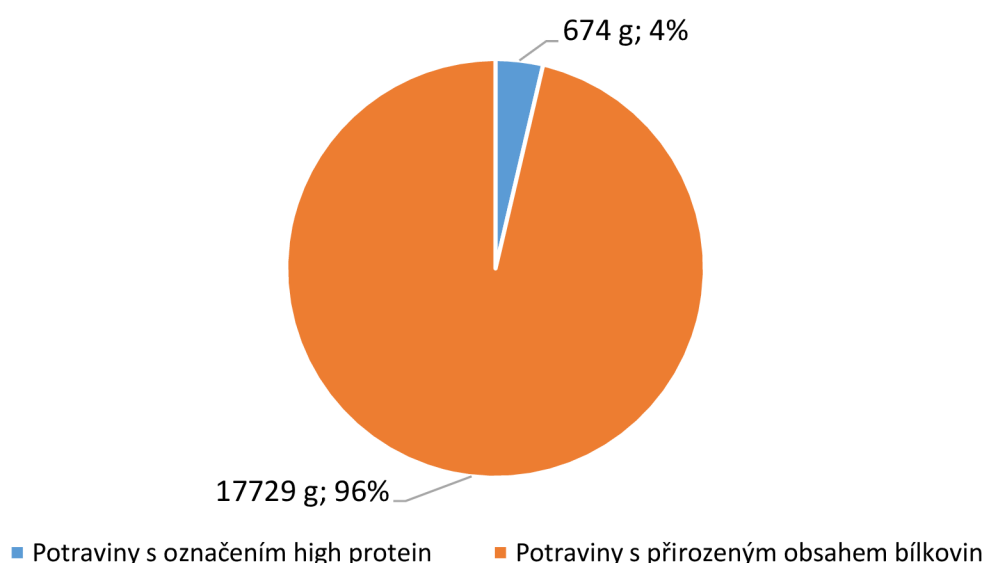
	Průměr (%)	Doporučená hodnota (%)
Společně	$16 \pm 2,5^a$	15^b
Ženy	$17 \pm 2,3^{a,A}$	15^b
Muži	$16 \pm 3,7^{a,A}$	15^a

Rozdílné indexy (^{a, b}) v řádku označují statistické rozdíly ($p < 0,05$)

Rozdílné indexy (^A) ve sloupci označují statistické rozdíly mezi muži a ženami ($p < 0,05$)

5.5 Příjem bílkovin z potravin s označením high protein

Přestože množství respondentů nebylo vysoké, u 24 % z nich se v jejich jídelníčku objevily potraviny s označením high protein. Z celkového množství přijatých bílkovin (17729 g) tvořily bílkoviny z těchto potravin 4 % (674 g) (viz Graf 10). Nejčastěji byly konzumovány vysokobílkovinné pudinky, proteinové tyčinky a syrovátkové bílkoviny v práškové formě.



Graf 10 Celkový týdenní příjem bílkovin z potravin s označením high protein

6 Diskuze

Období studia vysoké školy a mladší dospělosti jsou typická řadou nezdravých stravovacích návyků, které reprezentuje například vyšší spotřeba cukrů, alkoholu a rychlého občerstvení. Příčinou může být finanční nestabilita, která má vliv na zdroje a kvalitu potravin, nebo třeba nedostatek zkušeností s plánováním jídel. Vliv má samozřejmě také čas, který je student své stravě schopen a ochoten věnovat. Často se tak setkáme s nevhodnou skladbou pokrmů, která neobsahují dostatek makro- a mikroživin (Correa-Rodríguez et al. 2018).

6.1 Reálný a doporučený příjem bílkovin

Hlavním cílem této práce bylo zjistit, zda studenti vysokých škol v České republice přijímají v rámci svého jídelníčku dostatečné množství bílkovin v souladu s doporučenými hodnotami DACH (2019) a EFSA (2012).

Podle výsledků této studie je příjem bílkovin mezi mladšími dospělými, kteří studují vysokou školu v České republice dostačující a splňuje, respektive převyšuje doporučený příjem. Průměrný příjem bílkovin u všech respondentů bez ohledu na pohlaví během jednoho dne byl 77 ± 20 g. Ženy průměrně za jeden den zkonsumovaly 73 ± 18 g bílkovin a muži 93 ± 20 g. Pokud množství bílkovin za jeden den vztáhneme na gram bílkovin na kilogram tělesné hmotnosti, dostáváme se na hodnotu $1,2 \pm 0,3$ g/kg/den u všech respondentů bez ohledu na pohlaví, u žen i u mužů. Doporučený příjem dle DACH (2019) a Evropského úřadu pro bezpečnost potravin je 0,8 g/kg/den. Ve všech třech případech existoval statistický rozdíl mezi reálným a doporučeným příjmem bílkovin a lze vidět, že průměrný reálný příjem byl dokonce vyšší než doporučená hodnota.

Correa-Rodríguez et al. (2018) sledoval příjem bílkovin u 585 studentů španělských univerzit, které srovnával s národními doporučeními. Data byla získána osobním rozhovorem s respondenty, kteří museli popsat veškeré zkonsumované jídlo a jeho způsob přípravy za posledních 72 hodin. Na základě výsledků zjistil, že příjem bílkovin byl také vyšší než doporučené hodnoty, a to u obou pohlaví. Ženy denně průměrně přijímaly 79 ± 28 g bílkovin a muži 90 ± 35 g bílkovin. Ženy však měly podle referenčních hodnot pro španělskou populaci doporučeno denně konzumovat 46 g bílkovin a muži 56 g bílkovin. Studie zdůrazňuje, že typická španělská strava bývá bohatá na bílkoviny, zároveň ale také na nasycené tuky a chudá na sacharidy a vlákninu.

Soriano et al. (2000) se v podobné studii, věnoval příjmu všech živin španělskými studenty. Studie se zúčastnilo 918 studentů, z toho 384 mužů a 534 žen. Na základě vyplněných jídelníků zjistili, že průměrný příjem bílkovin u obou pohlaví byl vyšší než doporučený příjem ve Španělsku. Muži průměrně konzumovali 104 ± 29 g/den a ženy 89 ± 27 g/den. Doporučené denní dávky bílkovin však byly během této studie stanoveny na 54 g pro muže a 41 g pro ženy. Stejně jako u naší studie se tak dostáváme na hodnoty o dost vyšší, než je doporučená hodnota.

Příjmu bílkovin u mladších dospělých, kteří studovali vysokou školu, se věnoval také Šatalić et al. (2007). Ve své studii týkající se chorvatských studentů taktéž pozoroval vyšší

příjem bílkovin, než jsou doporučené denní dávky. Dotazník FFQ (Food frequency questionnaire) vyplnilo 663 studentů, z toho 480 žen a 183 mužů. V tomto případě byl průměrný příjem bílkovin vůči referenčním hodnotám více než dvojnásobný. Studenti bez ohledu na pohlaví denně průměrně zkonsumovali 127 ± 62 g, což odpovídalo $2,0 \pm 0,9$ g/kg tělesné hmotnosti. Průměrný denní příjem bílkovin u žen byl 113 ± 50 g a $1,9 \pm 0,9$ g/kg. Muži denně zkonsumovali průměrně 163 ± 74 g a $2,1 \pm 0,9$ g/kg.

Studie, které se věnoval Sakai et al. (2022) zkoumala příjem živin u studentů v Indonésii, kde se stravovací zvyklosti podstatně liší od těch v Evropě. Pětidenní dotazník správně vyplnilo 333 studentů. Stravovací doporučení této země doporučují konzumaci 19-21 g bílkovin na den. Jídelníčky všech studentů bez ohledu na pohlaví průměrně obsahovaly 46 ± 11 g, jídelníčky žen $41 \pm 7,2$ g a jídelníčky mužů 49 ± 12 g. Opět tedy byl reálný příjem bílkovin vyšší než doporučené hodnoty.

Bohužel nebyla v žádné z těchto studií, stejně jako v případě naší studie, do výzkumu zahrnuta míra fyzické aktivity, která by doporučené požadavky na denní příjem zvýšila. V České republice bychom se pohybovali kolem doporučené hodnoty 1,2 g/kg a naše výsledky by tak dosahovaly normy. Do budoucna by tedy bylo vhodné se na tento faktor zaměřit a individuálně mu přizpůsobit doporučené denní hodnoty příjmu bílkovin.

Důležité je také shrnout, že problematický může být jak nadměrný příjem bílkovin, tak jeho nedostatek. Smet & Vossen (2016) ve svém článku uvádí, že největší obavy z nadměrné konzumace bílkovin se týkají nádorových onemocnění. Antonio et al. (2016) naopak uvedl, že se vyskytují také názory, že diety s vysokým obsahem bílkovin mohou pomoci zachovat svalovou hmotu během hubnutí. Negativní i pozitivní účinky nadměrného příjmu bílkovin je stále nutné podrobit dalšímu výzkumu v oblasti jejich účinků na lidský organismus. Do té doby je na základě DACH (2019) z bezpečnostních důvodů stanovena hranice doporučeného denního příjmu, při kterém se neočekává negativní účinek, na 2,0 g/kg tělesné hmotnosti, tedy 120 g pro ženy a 140 g pro muže.

6.2 Příjem živočišných a rostlinných bílkovin

V další části této práce bylo zjišťováno, zda ve stravě respondentů převažují živočišné nebo rostlinné zdroje bílkovin. Bylo předpokládáno, že v jídelničkách mladších dospělých studujících vysokou školu v České republice převažují bílkoviny živočišného původu.

Výsledky naší studie ukázaly, že u všech respondentů bez ohledu na pohlaví existoval statistický rozdíl mezi příjmem živočišných a rostlinných bílkovin. Během dne průměrně zkonsumovali 54 ± 20 g živočišných bílkovin a $23 \pm 7,7$ g rostlinných bílkovin. Příjem živočišných a rostlinných bílkovin se významně lišil také u žen které zkonsumovaly denně v průměru 51 ± 19 g živočišných bílkovin a $22 \pm 8,1$ g rostlinných bílkovin. A podobně tomu bylo také u mužů, jejichž průměrný příjem živočišných bílkovin tvořilo 68 ± 20 g a rostlinné bílkoviny představovaly $25 \pm 5,4$ g.

Závěrečné zhodnocení nám poskytlo také procentuální zastoupení jednotlivých zdrojů bílkovin. U všech respondentů bez ohledu na pohlaví tvořily z celkového množství přijatých bílkovin živočišné zdroje 70 % a rostlinné zdroje byly zastoupeny jen z 30 %. Za standardní

doporučený poměr živočišných a rostlinných bílkovin je považován 1:1, avšak neexistují žádná oficiální doporučení (Vieux et al. 2022).

Výsledek této části studie nebyl překvapením. Důvodem bylo především celkové nastavení společnosti České republiky, kde velmi často většina obyvatel upřednostňuje živočišné zdroje bílkovin jako je maso, mléko a mléčné výrobky nad zdroji rostlinnými (Máková 2021). Luštěniny a obilniny se zajímavým obsahem bílkovin jsou u nás mnohdy opomíjeny. Důvodem mohou být obavy z nadýmání nebo například strach z časové náročnosti přípravy některých luštěnin. Dle Wilsona (2019) je problém také částečně v tom, že fazole a čočka obsahují přibližně 25 % bílkovin, ale také 25 % sacharidů, které už například v redukční dietě nejsou tak populární.

Soriano et al. (2000) ve své studii týkající se příjmu živin studentů španělských škol uvádí, že hlavními zdroji bílkovin byly mléko a maso. Mléko bylo dominantní potravinou tvořící 71-82 % snídaně a 79-87 % svačiny. Maso hrálo významnou roli během oběda, kde tvořilo 82-88 % jídla a u večeře, kde bylo zastoupeno z 72-83 %. I u španělských studentů tak převyšoval příjem živočišných bílkovin nad příjmem bílkovin rostlinných.

Šatalić et al. (2007) ve své studii sice nezmiňuje, rozdíl v příjmu živočišných a rostlinných zdrojů bílkovin, ale u chorvatských studentů byl zjištěn vysoký příjem cholesterolu, který byl dán do souvislosti s nadměrným příjmem bílkovin. Z této informace lze odvodit významný příjem živočišných bílkovin také u studentů vysokých škol v Chorvatsku.

Sakai et al. (2022) získal ve své studii v Indonésii data, která ukazují rozložení příjmu bílkovin na základě potravin, které byly jejich zdrojem. Muži konzumovali nejvíce bílkovin z rýže (19 %) a kuřecího masa (19 %). Dalšími výraznými komponenty stravy však byla vejce (12 %), hovězí maso (9 %) a následně také fazole (7 %). Ženy nejvíce bílkovin přijímaly z kuřecího masa (21 %), dále z rýže (16 %), instantních nudlů (10 %), vajec (9 %) a ryb (9 %). I v této studii převažovala konzumace bílkovin živočišného původu.

Ve všech výše zmíněných studiích výrazně převažovala konzumace živočišných zdrojů bílkovin nad zdroji rostlinnými. Víme, že nadměrná konzumace bílkovin živočišného původu sebou přináší vyšší příjem nezdravých tuků, cholesterolu a purinů. Přibývá také důkazů, že maso a mastné výrobky mohou být viníkem několik chronických onemocnění. Mezi tato chronická onemocnění patří rakovina tlustého střeva a konečníku, ischemická choroba srdeční a diabetes mellitus 2. typu (Smet & Vossen 2016). Právě zvýšené riziko onemocnění diabetes mellitus 2. typu je spojeno se zvýšenou konzumací živočišných bílkovin. Převaha rostlinných bílkovin v jídelníčku je naopak spojována s mírnějším rizikem výskytu této nemoci (Malik et al. 2016).

V souvislosti s převahou živočišných bílkovin je vhodné myslet také na ekologické aspekty živočišné produkce, která je spojena s produkcí skleníkových plynů a tím přispívá ke změně klimatu. Snížení živočišné produkce o 50 % by však mohlo vést ke snížení emisí skleníkových plynů až o 24-40 % (Weibel et al. 2019), bylo by tedy žádoucí soustředit pozornost na příjem bílkovin z rostlinných zdrojů.

6.3 Rozložení příjmu bílkovin během dne

Zajímavé byly výsledky v oblasti rozložení bílkovin během dne v rámci pěti jídel. Pozorován byl příjem bílkovin během snídaně, přesnídávky, oběda, svačiny a večeře. Nejvyšší hodnoty příjmu bílkovin se u respondentů bez ohledu na pohlaví vyskytovaly v rámci večeře, která obsahovala 37 % ($28 \pm 9,6$ g) bílkovin z celkového příjmu bílkovin během dne v rámci pěti jídel. Naopak jídlem s nejnižším množstvím bílkovin byla přesnídávka, která obsahovala pouze 4 % ($3,3 \pm 3,7$ g) denních bílkovin. Dále z veškerých bílkovin přijatých v rámci všech pěti jídel obsahovala snídaně průměrně 19 % ($15 \pm 6,7$ g), oběd 32 % ($24 \pm 7,9$ g) a svačina 8 % ($6,4 \pm 3,9$ g). Respondenti konzumovali více bílkovin k večeři než ke snídani.

Muži konzumovali v rámci každého jídla významně více bílkovin (v průměru o 6,4 g) než ženy. Výjimkou byla přesnídávka, kde byl u mužů průměrný týdenní příjem bílkovin roven nule. Průměrné rozložení bílkovin během dne u žen bylo: snídaně 19 % ($14 \pm 4,7$ g), přesnídávka 6 % ($4,0 \pm 3,8$ g), oběd 31 % ($22 \pm 7,2$ g), svačina 8 % ($5,9 \pm 3,8$ g). Nejvíce bílkovin bylo zkonsumováno opět během večeře, která obsahovala 36 % celkových přijatých bílkovin během dne ($26 \pm 9,3$ g). Průměrné rozložení bílkovin během dne u mužů bylo: snídaně 19 % (18 ± 11 g), přesnídávka 0 % ($0,3 \pm 0,4$ g), oběd 34 % ($32 \pm 5,6$ g), svačina 9 % ($8,4 \pm 3,3$ g) a nejvíce bílkovin obsahovala stejně jako u žen večeře, která obsahovala 38 % celkových přijatých bílkovin a průměrně obsahovala $35 \pm 7,3$ g bílkovin.

Soriano et al. (2000) sledoval příjem bílkovin u španělských studentů během snídaně, oběda, večeře a svačin. Ženy v této studii průměrně konzumovaly $6,9 \pm 4,8$ g bílkovin během snídaně, 33 ± 18 g během oběda, 25 ± 14 g během večeře a 15 ± 16 g bílkovin během svačin. Muži v této studii průměrně konzumovaly $13 \pm 6,9$ g bílkovin během snídaně, 44 ± 19 g během oběda, 31 ± 16 g během večeře a 21 ± 14 g bílkovin během svačin. V porovnání s naší studií se ve Španělsku nejvíce bílkovin během dne konzumovalo v čase oběda. Více bílkovin obsahovaly také svačiny, které však v tomto případě byly počítány v rámci jedné hodnoty, a tak nevíme, kolik jich během dne skutečně bylo.

Aoyama et al. (2021) uvádí, že rozložení příjmu bílkovin během dne má vliv na růst a udržení svalové hmoty a jeho studie naznačuje, že vyšší příjem bílkovin v rámci snídaně je pro tělo mnohem efektivnější než ve večerních hodinách v rámci večeře. Mnohé studie však stejně jako ta naše potvrzují, že většina lidí konzumuje více bílkovin k večeři. V závěru dne mají lidé čas zpomalit a více nad skladbou pokrmu přemýšlet. Zároveň jsou večeře v pracovní dny jednou z mála příležitostí, kdy se lidé mají možnost sejit s rodinou a přáteli. Při těchto příležitostech často konzumují největší porce jídle za celý den. Wilson (2019) ve svém článku uvádí, že jeho syn, který je velmi fyzicky aktivní měl často pocit hladu, a to i přes přísun dostatku makroživin. Zkoušel tedy zařadit více bílkovin během snídaně a po nějaké době pocit hladu ustoupil.

Naše studie se také zaměřila na maximální množství bílkovin v jedné porci jídla. Schoenfeld & Aragon (2018) uvádějí, že maximálním množstvím bílkovin, které tělo dokáže využít z jednoho jídla je kolem 20-25 g vysoce kvalitních bílkovin. Respondenti naší studie bez ohledu na pohlaví přijímali průměrně v jedné porci jídla 15 g. Hodnota 55 g vyjadřující

maximální obsah bílkovin v jedné porci se však pohybovala vysoko nad zmíněnými 20-25 g. Stejně tomu bylo v případě maximálních průměrných hodnot u žen a také u mužů.

6.4 Procentuální zastoupení bílkovin v celkovém energetickém příjmu

Dílčí část našeho výzkumu se zabývala otázkou, zda se reálné procentuální zastoupení bílkovin z celkové přijaté energie liší od doporučené hodnoty. Kasper (2009) ve své publikaci uvádí, že bílkoviny by měly tvořit 10-15 % z celkového energetického příjmu. Hodnotu kolem 15 % nalezneme i v dalších zdrojích (Kunová 2021; Institut moderní výživy 2018) a také v doporučeních DACH (2019).

V rámci této studie byl průměrný podíl bílkovin z celkového energetického příjmu respondentů bez ohledu na pohlaví $16 \pm 2,5$ %, což bylo významně odlišné od doporučené hodnoty. Statistický rozdíl byl shledán také u žen, jejichž procentuální zastoupení bílkovin z celkové přijaté energie činilo $17 \pm 2,3$ %. Z důvodu malého počtu mužských respondentů nebyl u mužů shledán statistický rozdíl mezi reálně zjištěnou hodnotou $16 \pm 3,7$ % a doporučenou hodnotou 15 %.

Sakai et al. (2022) se ve své práci věnoval příjmu živin studentů v Indonésii. Bílkoviny v jeho studii zaujímaly 12 % z celkové přijaté energie. Dle doporučených hodnot, které ve svém článku zmínil by měly tvořit 10-20 % celkového energetického příjmu a doporučení, i když na spodní hranici, tak splňují.

6.5 Příjem bílkovin z potravin s označením high protein

Wilson (2019) ve svém článku zdůrazňuje, že jsou bílkoviny v dnešní době velkým trendem, ve kterém konzumenti vidí cestu, jak zhubnout nebo stavět svalovou hmotu. Důvodem je především tabuizace sacharidů a tuku. Lidé jsou tak schopni vyměnit zdravé potraviny s přirozeným obsahem bílkovin a jiných výživově zajímavých látek za prášek k tvorbě proteinového nápoje s umělými sladidly a aromaty, který koupíme ve velké plastové nádobě.

Navzdory tomu, že se této studie zúčastnilo poměrně malé množství respondentů, u 24 % z nich se v jejich jídelníčku objevily potraviny s označením high protein. Z celkových přijatých bílkovin tvořily vysokoproteinové potraviny 4 %. Nejběžnějším typem těchto potravin byly vysokobílkovinné pudinky, proteinové tyčinky a syrovátkové bílkoviny v práškové formě.

Respondenti, kteří zařazovali tyto potraviny do svého jídelníčku, neměli dostatečně vyvážená jídla během dne, nebo dokonce vynechávali svá hlavní jídla. Zároveň přidání těchto potravin do jídelníčku nemělo často opodstatnění, kterým by mohla být například vyšší fyzická zátěž a podpora růstu svalové hmoty nebo velmi nízký příjem bílkovin z potravin s jejich přirozeným obsahem. Většina zmíněných vysokobílkovinných potravin navíc obsahovala zahušňovačla, barviva, aromata a náhradní sladidla.

Wilson (2019) ve svém článku uvádí, že jsou tyto potraviny čím dál více oblíbené z důvodu lidského strachu z nedostatku bílkovin. Žijeme však v době, kdy má průměrný člověk ve vyspělých zemích ve své stravě nadbytek bílkovin. Za současnu posedlost vysokým příjmem

bílkovin může pravděpodobně tabuizace zbylých dvou makroživin. Současné stravovací trendy omezují nebo dokonce zakazují sacharidy nebo tuky a bílkoviny tak zůstávají populární živinou pro hubnutí nebo udržení fyzické kondice. Tento trend nás tak nutí konzumovat vysoce průmyslově zpracované potraviny jako jsou například sladké tyčinky s obsahem náhradních sladidel a barviv.

6.6 Přínos, limitace a zlepšení studie

Tato studie poměrně detailně mapuje sedmidenní příjem bílkovin mladších dospělých studující vysokou školu. Získání kompletních jídelníčku nám umožnilo pozorovat velké množství aspektů. Získané hodnoty by mohly v návaznosti na tuto studii poskytnout také informace o příjmu všech makro- i mikroživin, celkového energetického příjmu, BMI a pitném režimu. Tyto hodnoty by se mohly stát předmětem dalších studií.

Limitací této studie je nízký počet respondentů, a zároveň fakt, že převážnou většinu tvořily ženy. Došlo tedy k nerovnoměrnému zastoupení respondentů z hlediska pohlaví, ale také z hlediska univerzit.

Pokud by bylo možné naši studii opakovat, bylo by vhodné oslovit více univerzit a pokusit se získat jídelníčky od více respondentů a zabezpečit rovnoměrné zastoupení obou pohlaví. Zároveň by bylo vhodné zohlednit ve výsledcích faktor fyzické aktivity a individuálně mu přizpůsobit doporučený denní příjem bílkovin každého respondenta.

7 Závěr

- Bylo zjištěno, že studenti vysokých škol přijímali vyšší množství bílkovin, než jsou doporučené denní dávky stanoveny v rámci referenčních hodnot příjmu živin DACH a EFSA. Byla tak potvrzena první hypotéza a vyvrácena třetí hypotéza, které byly stanoveny v počátku práce. V rámci hodnocení však nebyla započítána fyzická aktivita, která doporučené denní dávky zvýšila a veškeré reálné příjmy bílkovin by tak byly v normě.
- U studentů vysokých škol výrazně převažovaly zdroje bílkovin živočišného původu nad zdroji rostlinnými a byla tak potvrzena druhá hypotéza této práce. Na základě tohoto zjištění bychom měli při výživové edukaci a informování společnosti klást čím dál tím větší důraz na jednotlivé složky jídelníčku a více zdůrazňovat potraviny s obsahem jak rostlinných bílkovin, tak rostlinných tuků, vlákniny, vitaminů a minerálních látek, které rostlinná strava nabízí. Zároveň je potřeba upozornit na negativní vliv živočišné produkce na životní prostředí a klima.
- Bílkoviny se v jídelníčku studentů nejvíce objevovaly v rámci večeře. Na základě studií však bylo zjištěno, že zařazení většího množství bílkovin v ranních hodinách je pro lidské tělo mnohem efektivnější. Nejmenší zastoupení bílkovin bylo konzumováno během přesnídávky.
- Průměrně bylo studenty konzumováno 15 g bílkovin na jednu porci. Maximální příjem bílkovin v jednom jídle představovalo 55 g. V odborných článcích se setkáme s tvrzením, že maximálním množstvím bílkovin, které tělo dokáže využít z jednoho jídla je 20-25 g vysoce kvalitních bílkovin.
- Bílkoviny by měly dle běžného trojpoměru živin tvořit kolem 15 % celkového energetického příjmu. V případě naší studie respondenti přijímali průměrně $16 \pm 2,5$ % bílkovin z celkového energetického příjmu.
- Potraviny s označením high protein tvořily 4 % veškerých přijatých bílkovin. Nejčastěji byly konzumovány vysokobílkovinné pudinky, proteinové tyčinky a syrovátkové bílkoviny v práškové formě. Zařazení těchto potravin do jídelníčku však často nemělo opodstatnění, kterým by mohla být například vyšší fyzická zátěž a podpora růstu svalové hmoty nebo velmi nízký příjem bílkovin z potravin s jejich přirozeným obsahem.
- Na základě výsledků studie lze říct, že příjem bílkovin z hlediska množství u studentů vysokých škol v České republice není v rámci stravovacích návyků problematický. Bylo by však vhodné, aby byla snížena spotřeba živočišných zdrojů bílkovin, které je doporučeno alespoň z části nahradit bílkoviny rostlinného původu. V rámci dalších výzkumů by bylo vhodné zohlednit fyzickou aktivitu jednotlivých respondentů a individuálně tak přizpůsobit hodnoty doporučené denní dávky za využití faktoru aktivity. V ideálním případě by bylo žádoucí také do budoucna oslovit více respondentů napříč různými sociálními či věkovými skupinami.

8 Literatura

- Ahmad RS, Imran A, Hussain MB. 2018. Nutritional Composition of Meat. *Meat Science and Nutrition* DOI: 10.5772/INTECHOPEN.77045.
- Aiking H. 2011. Future protein supply. *Trends in Food Science and Technology* **22**:112–120.
- Allen AM, Hof AR. 2019. Paying the price for the meat we eat. *Environmental Science and Policy* **97**:90–94.
- Antonio J, Ellerbroek A, Silver T, Vargas L, Tamayo A, Buehn R, Peacock CA. 2016. A High Protein Diet Has No Harmful Effects: A One-Year Crossover Study in Resistance-Trained Males. *Journal of Nutrition and Metabolism* DOI: 10.1155/2016/9104792.
- Aoyama S et al. 2021. Distribution of dietary protein intake in daily meals influences skeletal muscle hypertrophy via the muscle clock. *Cell Reports* **36**:109336.
- Astrup A, Raben A, Geiker N. 2015. The role of higher protein diets in weight control and obesity-related comorbidities. *International Journal of Obesity* **39**:721–726.
- Babault N, Christos Païzis, Deley G, Laetitia Guérin-Deremaux, Marie-Hélène Saniez, Lefranc-Millot C, Allaert FA. 2015. Pea proteins oral supplementation promotes muscle thickness gains during resistance training: A double-blind, randomized, Placebo-controlled clinical trial vs. Whey protein. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* **12**:1–9.
- Bailey HM, Stein HH. 2019. Can the digestible indispensable amino acid score methodology decrease protein malnutrition. *Animal Frontiers* **9**:18–23.
- Bouvard V, Loomis D, Guyton KZ, Grosse Y, Ghissassi FE, Benbrahim-Tallaa L, Guha N, Mattock H, Straif K. 2015. Carcinogenicity of consumption of red and processed meat. *The Lancet Oncology* **2045**:1–2.
- Caio G, Volta U, Sapone A, Leffler DA, De Giorgio R, Catassi C, Fasano A. 2019. Celiac disease: A comprehensive current review. *BMC Medicine* **17**:1–20.
- Correa-Rodríguez M, Pocovi G, Schmidt-RioValle J, González-Jiménez E, Rueda-Medina B. 2018. Assessment of dietary intake in Spanish university students of health sciences. *Endocrinología, Diabetes y Nutrición* **65**:265–273.
- Daba SD, Morris CF. 2022. Pea proteins: Variation, composition, genetics, and functional properties. *Cereal Chemistry* **99**:8–20.
- DACH. 2019. Referenční hodnoty pro příjem živin. Výživaservis.s.r.o., Praha.
- de Castro Cardoso Pereira PM, dos Reis Baltazar Vicente AF. 2013. Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat Science* **93**:586–592.
- de Vries M, de Boer IJM. 2010. Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. *Livestock Science* **128**:1–11.
- Diepvens K, Häberer D, Westerterp-Plantenga M. 2008. Different proteins and biopeptides differently affect satiety and anorexigenic/orexigenic hormones in healthy humans. *International Journal of Obesity* **32**:510–518.
- Duda K, Majerczak J, Nieckarz Z, Heymsfield SB, Zoladz JA. 2019. Human Body Composition and Muscle Mass. *Muscle and Exercise Physiology* 3–26.
- EFSA. 2012. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for protein. *EFSA Journal* **10**:1–66.
- Elferink E V., Nonhebel S, Moll HC. 2008. Feeding livestock food residue and the consequences for the environmental impact of meat. *Journal of Cleaner Production* **16**:1227–1233.
- Gazárková E. 2015. Proteinový a aminokyselinový doplněk ve sportovních produktech [Bc. Thesis]. Masarykova univerzita, Brno.
- Giansanti F, Panella G, Leboffe L, Antonini G. 2016. Lactoferrin from Milk: Nutraceutical and Pharmacological Properties. *Pharmaceuticals* DOI: 10.3390/ph9040061.

- Günther ALB, Remer T, Kroke A, Buyken AE. 2007. Early protein intake and later obesity risk: Which protein sources at which time points throughout infancy and childhood are important for body mass index and body fat percentage at 7 y of age? *American Journal of Clinical Nutrition* **86**:1765–1772.
- Hall WL, Millward DJ, Long SJ, Morgan LM. 2003. Casein and whey exert different effects on plasma amino acid profiles, gastrointestinal hormone secretion and appetite. *British Journal of Nutrition* **89**:239–248.
- Hao L, Shan Q, Wei J, Sun P. 2019. Lactoferrin: Major Physiological Functions and Applications. *Current Protein & Peptide Science* **20**:139–144.
- Hoffman JR, Falvo MJ. 2004. Protein - Which is best? *Journal of Sports Science and Medicine* **3**:118–130.
- Hoogenkamp H, Kumagai H, Wanasundara JPD. 2017. Rice Protein and Rice Protein Products. *Sustainable Protein Sources* 47–65.
- House JD. 2007. Evaluating the Quality of Protein from Hemp Seed and Hemp Seed Products Through the use of the Protein Digestibility- Corrected Amino Acid Score Method. *Canadian Hemp Trade Alliance* **58**:1–58.
- Institut moderní výživy. 2018. Doporučené dávkování bílkovin. Institut moderní výživy, Praha. Available from <https://www.institutmodernivyzivy.cz/doporucene-davkovani-bilkovin/> (accessed February 2023).
- Institut moderní výživy. 2019. “Proteinové” potraviny. Institut moderní výživy, Praha. Available from <https://www.institutmodernivyzivy.cz/proteinove-potraviny/> (accessed February 2023).
- Jacobs DRJ. 2014. What Comes First: The Food or the Nutrient? Executive Summary of a Symposium 1–3. *The Journal of Nutrition* **144**:543–546.
- Jen V, Braun KVE, Karagounis LG, Nguyen AN, Jaddoe VWV, Schoufour JD, Franco OH, Voortman T. 2019. Longitudinal association of dietary protein intake in infancy and adiposity throughout childhood. *Clinical Nutrition* **38**:1296–1302.
- Kasper H. 2009. Výživa v medicíně a dietetika. GRADA, Mnichov.
- Khan S et al. 2020. Fish Protein and Its Derivatives: The Novel Applications, Bioactivities, and Their Functional Significance in Food Products. *Food Reviews International* **38**:1607–1634.
- Kittisakmontri K, Lanigan J, Wells JCK, Manowong S, Kaewarree S, Fewtrell M. 2022. Quantity and Source of Protein during Complementary Feeding and Infant Growth: Evidence from a Population Facing Double Burden of Malnutrition. *Nutrients* DOI: 10.3390/nu14193948.
- Kostková L. 2015. Potřebuje člověk jíst živočišné bílkoviny? [Bc. Thesis]. Masarykova univerzita, Brno.
- Kunová MV. 2020. Současný pohled na význam bílkovin ve zdravé výživě. Společnost pro výživu, z.s., Praha. Available from <https://www.vyzivaspol.cz/soucasny-pohled-na-vyznam-bilkovin-ve-zdrave-vyzive/> (accessed March 2023).
- Kunová MV. 2021. Bílkoviny a dosažení ideální váhy. Společnost pro výživu, z.s., Praha. Available from <https://www.vyzivaspol.cz/bilkoviny-a-dosazeni-idealni-vahy/> (accessed March 2023).
- Lam ACY, Can Karaca A, Tyler RT, Nickerson MT. 2018. Pea protein isolates: Structure, extraction, and functionality. *Food Reviews International* **34**:126–147.
- Lan Y, Xu M, Ohm JB, Chen B, Rao J. 2019. Solid dispersion-based spray-drying improves solubility and mitigates beany flavour of pea protein isolate. *Food Chemistry* **278**:665–673.

- Levine ME, Suarez JA, Brandhorst S, Balasubramanian P, Cheng CW, Madia F, Fontana L, Mirisola MG, Guevara-Aguirre J, Wan J, Passarino G, Kennedy BK, Wei M, Cohen P, Crimmins EM, Longo VD. 2014. Low protein intake is associated with a major reduction in IGF-1, cancer, and overall mortality in the 65 and younger but not older population. *Cell Metabolism* **19**:407–417.
- Ma W, Yu Z, She M, Zhao Y, Islam S. 2019. Wheat gluten protein and its impacts on wheat processing quality. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering* **6**:279–287.
- Máková M. 2021. Food Consumption and Availability in Czechia in the Years 1993–2019. *Statistika* **101**:436–444.
- Malik VS, Li Y, Tobias DK, Pan A, Hu FB. 2016. Dietary Protein Intake and Risk of Type 2 Diabetes in US Men and Women. *American Journal of Epidemiology* **183**:715–728.
- Malunga LN, Dadon SB, Zinal E, Berkovich Z, Abbo S, Reifen R. 2014. The potential use of chickpeas in development of infant follow-on formula. *Nutrition Journal* DOI: 10.1186/1475-2891-13-8.
- Ministerstvo zemědělství. 2012. Polycyklické aromatické uhlovodíky. Ministerstvo zemědělství. Praha. Available from <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76519.aspx> (accessed December 2022).
- Morton RW et al. 2018. A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. *British journal of sports medicine* **52**:376–384.
- Moughan PJ. 2016. Protein: Digestion, Absorption and Metabolism. *Encyclopedia of Food and Health* 524-529.
- Mudryj AN, Aukema HM, Yu N. 2015. Intake patterns and dietary associations of soya protein consumption in adults and children in the Canadian Community Health Survey, Cycle 2.2. *British Journal of Nutrition* **113**:299–309.
- Novotná I. 2009. Mateřské mléko versus jaho náhrady [Bc. Thesis]. Masarykova univerzita, Brno.
- Pesta D, Varman S. 2014. A high-protein diet for reducing body fat: mechanisms and possible caveats. *Nutrition and Metabolism* **11**:1–8.
- Pimpin L, Jebb SA, Johnson L, Llewellyn C, Ambrosini GL. 2018. Sources and pattern of protein intake and risk of overweight or obesity in young UK twins. *British Journal of Nutrition* **120**:820–829.
- Pospiech, Edward, Grześ, Bożena, Mikołajczak, Beata, Iwańska, Ewa, Łyczyński A. 2007. Proteins of meat as a potential indicator of its quality – a review* **57**:11–16.
- Ma F, Wei Jingya, Hao L, Shan Q, Li H, Gao D, Jin Y, Sun P. 2019. Bioactive Proteins and their Physiological Functions in Milk. *Current Protein & Peptide Science* **20**:759–765.
- Rejl BD. 2020. Význam a využití bílkovin ve sportu. Společnost pro výživu, z.s., Praha. Available from <https://www.vyzivaspol.cz/vyznam-a-vyuziti-bilkovin-ve-sportu/> (accessed February 2023).
- Řeřábková V. 2018. Alternativní strava v denním režimu studenta VŠ [Bc. Thesis]. Univerzita Karlova, Praha.
- Sabença C, Ribeiro M, Sousa T De, Bagulho AS, Igrejas G. 2021. Wheat/Gluten-Related Disorders and Gluten-Free Diet Misconceptions: A Review. *Foods* **10**:1–24.
- Sakai Y, Rahayu YYS, Araki T. 2022. Nutritional Value of Canteen Menus and Dietary Habits and Intakes of University Students in Indonesia. *Nutrients* **14**:1–18.
- Šatalić Z, Baric IC, Keser I. 2007. Diet quality in Croatian university students: Energy, macronutrient and micronutrient intakes according to gender. *International Journal of*

- Food Sciences and Nutrition **58**:398–410.
- Schoenfeld BJ, Aragon AA. 2018. How much protein can the body use in a single meal for muscle-building? Implications for daily protein distribution. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* **93**:460–464.
- Shen P, Gao Z, Fang B, Rao J, Chen B. 2021. Ferreting out the secrets of industrial hemp protein as emerging functional food ingredients. *Trends in Food Science and Technology* **112**:1-15.
- Smet S De, Vossen E. 2016. Meat: The balance between nutrition and health. A review. *Meat Science* **120**:145–156.
- Soriano J, Molto J, Manes J. 2000. Dietary Intake and Food Pattern Among University. *Nutrition Research* **20**:1249–1258.
- Switkowski KM, Jacques PF, Must A, Fleisch A, Oken E. 2019. Associations of protein intake in early childhood with body composition, height, and insulin-like growth factor i in mid-childhood and early adolescence. *American Journal of Clinical Nutrition* **109**:1154–1163.
- Thorisdottir B, Gunnarsdottir I, Palsson GI, Halldorsson TI, Thorsdottir I. 2014. Animal protein intake at 12 months is associated with growth factors at the age of six. *Acta Paediatrica, International Journal of Paediatrics* **103**:512–517.
- Thrane M, Paulsen P V., Orcutt MW, Krieger TM. 2017. Soy Protein: Impacts, Production, and Applications. *Sustainable Protein Sources* 23-45.
- Vasudevan DM, Sreekumari S, Vaidyanathan K. 2011. *Textbook of Biochemistry for Medical Students*. Jaypee Brothers, Nové Dillí.
- Veldhorst M, Smeets A, Soenen S, Hochstenbach-Waelen A, Hursel R, Diepvens K, Lejeune M, Luscombe-Marsh N, Westerterp-Plantenga M. 2008. Protein-induced satiety: Effects and mechanisms of different proteins. *Physiology and Behavior* **94**:300–307.
- Veldhorst MAB, Verbruggen SCAT, van Harskamp D, Vermes A, Schierbeek H, van Goudoever JB, van den Akker ELT. 2018. Effects of a high-protein intake on metabolic targets for weight loss in children with obesity: a randomized trial. *Obesity Science and Practice* **4**:347–356.
- Vieux F, Rémond D, Peyraud JL, Darmon N. 2022. Approximately Half of Total Protein Intake by Adults Must be Animal-Based to Meet Nonprotein, Nutrient-Based Recommendations, With Variations Due to Age and Sex. *Journal of Nutrition* **152**:2514–2525.
- Wang Q, Xiong YL. 2018. Zinc-binding behavior of hemp protein hydrolysates: Soluble versus insoluble zinc-peptide complexes. *Journal of Functional Foods* **49**:105–112.
- Weibel C, Ohnmacht T, Schaffner D, Kossmann K. 2019. Reducing individual meat consumption: An integrated phase model approach. *Food Quality and Preference* **73**:8–18.
- Westerterp-Plantenga MS, Nieuwenhuizen A, Tomé D, Soenen S, Westerterp KR. 2009. Dietary protein, weight loss, and weight maintenance. *Annual Review of Nutrition* **29**:21–41.
- Wilson B. 2019. Protein mania: the rich world's new diet obsession. *The Guardian*, Londýn. Available from <https://www.theguardian.com/news/2019/jan/04/protein-mania-the-rich-worlds-new-diet-obsession> (accesses March 2023).
- Xie Y, Cai L, Zhao D, Liu H, Xu X, Zhou G, Li C. 2022. Real meat and plant-based meat analogues have different in vitro protein digestibility properties. *Food Chemistry* **387**:132917.
- Zamora-sillero J, Gharsallaoui A, Prentice C, Prentice C. 2018. Peptides from Fish By-product Protein Hydrolysates and Its Functional Properties: an Overview. *Marine Biotechnology* **20**:118–130.

9 Samostatné přílohy

Příloha I. Dotazník k diplomové práci

Příjem bílkovin studentů vysokých škol v České republice

Jídelníček – formulář

Pozn.: Předepsaných šest jídel denně není striktně daných. Pokud například nemáte druhou svačinu, jednoduše ji vynechte. Zároveň není cílem zapsat perfektní jídelníček, ale **skutečnou** skladbu jídelníčku. Jen tak dosáhneme relevantních výsledků.

Jídelníčky jsou anonymní, iniciály mohou sloužit pouze k následné individuální konzultaci.

Děkuji Vám za spolupráci.

Bc. Dorota Horáčková

<i>Iniciály:</i>	AK		
<i>Pohlaví:</i>	žena		
<i>Věk:</i>	24 let	<i>Váha:</i>	64 kg
Sobota – VZOR			
<i>Snídaně:</i>	Jogurt bílý (150 g) + ovoce (cca 200 g) + vlašské ořechy (hrst) Černá káva bez cukru (200 ml)		
<i>Přesnídávka:</i>	-----		
<i>Oběd:</i>	Sekaná (1 plátek = 95 g) + vařený brambor (množství odpovídající přibližně dospělé pěsti) + tatarka (2 lžíce) Voda (300 ml)		
<i>Svačina I.:</i>	Bábovka (120 g) Cappuccino, voda (500 ml)		
<i>Večeře:</i>	Pizza quattro formaggi Bílé suché víno (0,3 l)		
<i>Svačina II.</i>	Slané tyčinky (cca ½ balení) Voda (400 ml)		
<i>Sportovní aktivita:</i>	pouze přesun pěšky do školy, ze školy, do práce, z práce nebo 2x týdně jóga + 1x týdně běh cca 5 km nebo 4x týdně práce na nohách v kavárně/ ve skladu		

Iniciály:			
Pohlaví:			
Věk:		Váha:	
Pondělí			
Snídaně:			
Přesnídávka:			
Oběd:			
Svačina I.:			
Večeře:			
Svačina II.:			
Úterý			
Snídaně:			
Přesnídávka:			
Oběd:			
Svačina I.:			
Večeře:			
Svačina II.:			

Středa	
Snídaně:	
Přesnídávka:	
Oběd:	
Svačina I.:	
Večeře:	
Svačina II.:	
Čtvrtek	
Snídaně:	
Přesnídávka:	
Oběd:	
Svačina I.:	
Večeře:	
Svačina II.:	

Pátek	
Snídaně:	
Přesnídávka:	
Oběd:	
Svačina I.:	
Večeře:	
Svačina II.:	
Sobota	
Snídaně:	
Přesnídávka:	
Oběd:	
Svačina I.:	
Večeře:	
Svačina II.:	

Neděle	
Snídaně:	
Přesnídávka:	
Oběd:	
Svačina I.:	
Večeře:	
Svačina II.:	
Sportovní aktivita:	