

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická

Vliv proteinových doplňků stravy na lidské zdraví a metabolismus

Martina Chromá

Bakalářská práce

2021

University of Pardubice
Faculty of Chemical Technology

The effect of protein supplements on human health and metabolism

Martina Chromá

Bachelor thesis

2021

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická
Akademický rok: 2020/2021

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

Jméno a příjmení: **Martina Chromá**
Osobní číslo: **C18087**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Hodnocení a analýza potravin**
Téma práce: **Vliv proteinových doplňků stravy na lidské zdraví a metabolismus**
Zadávající katedra: **Katedra analytické chemie**

Zásady pro vypracování

1. V první části popsat základní strukturu a funkci aminokyselin a proteinů.
2. Uvést přehled tzv. vysokoproteinových doplňků stravy – jejich složení, zdroj.
3. Zaměřit se na princip vysokoproteinového stravování – uvést výhody a nevýhody, indikace k tomuto stravování.
4. Uvést přehled metod využívaných ke stanovení obsahu celkových proteinů, se zaměřením na ty, které jsou využívány v analýze potravin.

Rozsah pracovní zprávy:
Rozsah grafických prací:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam doporučené literatury:

Recentní literatura dostupná v databázi WoS, MEDLINE, Sciencedirect; odborné knihy.
Další dle pokynů vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **RNDr. Lucie Korecká, Ph.D.**
Katedra biologických a biochemických věd

Datum zadání bakalářské práce: **5. února 2021**
Termín odevzdání bakalářské práce: **2. července 2021**

L.S.

prof. Ing. Petr Kalenda, CSc.
děkan

prof. Ing. Karel Ventura, CSc.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 20. února 2021

Prohlašuji:

Práci s názvem Vliv proteinových doplňků stravy na lidské zdraví a metabolismus jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

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

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

V Pardubicích dne 02. 07. 2021

Martina Chromá

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych ráda poděkovala své vedoucí práce RNDr. Lucii Korecké, Ph.D. za možnost pracovat pod jejím dohledem, odborné vedení, cenné rady a ochotu, které mi pomohly při zpracování bakalářské práce.

Dále bych ráda poděkovala své rodině a nejbližším za jejich podporu při vypracovávání bakalářské práce, ale i během doby celého studia.

ANOTACE

Tato bakalářská práce se zabývá proteinovými doplňky stravy, které jsou dnes velmi vyhledávané. Proteinové suplementy jsou využívány především sportovci, ale dostávají se do podvědomí i u běžné populace. Tyto doplňky obsahují velké množství kvalitních bílkovin, esenciální aminokyseliny a další důležité živiny.

Dále se tato práce zabývá vlivem vysokého příjmu bílkovin ve stravě na metabolismus a lidské zdraví. Uvádí, pro koho toto stravování vhodné je a pro koho méně.

KLÍČOVÁ SLOVA

Proteiny, zdraví, potravinové doplňky, vysokoproteinová strava, výživa.

ANNOTATION

This bachelor thesis deals with protein supplements, which are very popular today. Protein supplements are used mainly by athletes, but they also enter the subconscious of the general population. These supplements contain a large amount of quality protein, essential amino acids and other important nutrients.

Furthermore, this work deals with the influence of high protein intake in the diet on metabolism and human health. It states for whom this diet is suitable and for whom less.

KEYWORDS

Proteins, health, dietary supplements, high protein food, nutrition.

OBSAH

ÚVOD	13
1. RACIONÁLNÍ STRAVA.....	14
1.1 Makroživiny	14
1.1.1 Bílkoviny	14
1.1.2 Sacharidy	15
1.1.3 Lipidy.....	15
1.1.4 Obecné zastoupení makroživin ve stravě.....	16
2. BÍLKOVINY	17
2.1 Struktura bílkovin.....	17
2.2 Funkce	19
2.3 Trávení bílkovin	19
2.3.1 Metabolismus AMK	20
2.4 Zdroje bílkovin v potravinách	20
2.4.1 Živočišné zdroje.....	21
2.4.2 Rostlinné zdroje	21
3. PROTEINOVÉ DOPLŇKY	23
3.1 Dělení proteinových doplňků podle zdroje bílkoviny	23
3.2 Rostlinné proteinové prášky	24
3.2.1 Rýžové proteiny	24
3.2.2 Luštěninové proteiny	25
3.3 Živočišné proteinové prášky.....	26
3.3.1 Mléčné proteiny	27
3.3.2 Hovězí proteiny.....	28
3.3.3 Vaječné proteiny	29
3.4 Vysokoproteinové potraviny	29

3.4.1	Proteinové tyčinky.....	30
3.4.2	Mléčné výrobky s vysokým obsahem proteinů	32
3.4.3	Proteinová ořechová másla	32
3.4.4	Těstoviny a chléb s vysokým obsahem proteinů	33
3.5	Rozklad a vstřebání bílkovin	33
3.6	Přínosy a rizika vysokého obsahu bílkovin ve stravě.....	33
4.	VYSOKOPROTEINOVÁ STRAVA	36
4.1	Zásady vysokoproteinové stravy	37
4.2	Vhodnost použití vysokoproteinové stravy	37
4.2.1	Termický efekt bílkovin.....	38
4.2.2	Vliv vysokoproteinové stravy na zdraví	40
5.	LABORATORNÍ METODY STANOVENÍ BÍLKOVIN	43
5.1	Stanovení celkových bílkovin dle Kjeldahla	43
5.2	Spektrofotometrické stanovení s Nesslerovým činidlem	43
6.	ZÁVĚR	44
7.	POUŽITÁ LITERATURA	45

SEZNAM ZKRATEK

AMK	aminokyselina
DNA	deoxyribonukleová kyselina
MK	mastná kyselina
ATP	adenosintrifosfát
NADH	redukovaný koenzym nikotinamidadenindinukleotid
SP	syrovátkový protein
DDD	doporučená denní dávka
BCAA	rozvětvené aminokyseliny (z ang. branched chain amino acid)
GF	glomerulární filtrace
TEF	termický efekt potravin
HP	vysokoproteinová strava (z ang. high – protein diet)
HC	vysokosacharidová strava (z ang. high – carb diet)
HF	vysokolipidová strava (z ang. high fat – diet)

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

Obrázky

Obrázek 1: struktura aminokyseliny (základní vzorec) [9]	18
Obrázek 2: závislost termického efektu jídel HP, HC, HF na čase [37].....	39
Obrázek 3: závislost pocitu plnosti od konzumace HP, HC, HF jídel na čase [37]	40
Obrázek 4: závislost chuti k jídlu od konzumace HP, HC, HF jídel na čase [37]	40

Tabulky

Tabulka 1: energetická hodnota živin [8]	14
Tabulka 2: rozložení makroživin v jídelníčku (obecný trojpoměr živin ve stravě) [4]	16
Tabulka 3: rostlinné zdroje bílkovin a jejich limitní AMK [12].....	22
Tabulka 4: nutriční hodnoty proteinové tyčinky "Nutrend Excelent Protein Bar" [28]	31
Tabulka 5: nutriční hodnoty proteinové tyčinky "Prom-in Essential Pure Bar" [28]	32

ÚVOD

Téma bakalářské práce vychází z mého vlastního zájmu o problematiku užívání proteinových doplňků stravy.

V dnešní době jsou proteinové suplementy vyhledávaným doplňkem stravy jako částečná náhrada běžně konzumovaných potravin. Obsahují velké množství bílkovin a určitý podíl sacharidů i tuků. Ve snaze získat ideální zásobu živin pro potřeby daného člověka se lidé s čím dál větší oblibou upínají k užívání těchto potravinových doplňků. Proteinové doplňky stravy přispívají k prevenci některých zdravotních problémů, ke zlepšení regenerace a podpoře fyzického výkonu. V úvodu práce je stručně uvedeno, jak by měla vyvážená strava vypadat a jsou popsány jednotlivé makroživiny se zaměřením na bílkoviny.

Další část již pojednává o samotných proteinových doplncích, které se dělí podle zdroje bílkoviny na rostlinné a živočišné nebo podle formy/typu produktu, ve které jsou konzumovány. Základními suplementy jsou proteinové prášky, které se připravují s vodou či mlékem jako nápoje, mohou být použity i při přípravě pokrmů jako je např. ovesná kaše či koláč. Mezi další proteinové doplňky stravy, které jsou detailně rozebrány lze uvést proteinové tyčinky, proteinové pečivo, či proteinová oříšková másla.

Při stravě s vysokým obsahem bílkovin je také důležité zohlednit vliv vysokého příjmu bílkovin na zdraví lidí. Ne vždy má užívání proteinových doplňků pozitivní efekt. Nevhodně zvolené doplňky či užívání v neadekvátním množství nebo při určitých onemocnění mohou ztrácet na účinnosti či dokonce zdraví poškodit.

V úplném závěru práce je stručně popsáno, jak a proč se bílkoviny v potravinách stanovují.

1. RACIONÁLNÍ STRAVA

Racionální stravu lze chápat jako obecná výživová doporučení, která odpovídají potřebám organismu, pro jeho správnou funkci. Hrají důležitou roli v prevenci řady závažných a dnes velmi častých onemocnění a jsou ovlivněna řadou faktorů. Jiná doporučení budou pro sportovce nebo jinak fyzicky vytižené osoby a jiná pro sedavé zaměstnání a méně aktivní jedince. Mezi další faktory můžeme zařadit zdravotní stav, věk i chuťové preference, protože jídlo není jen potřeba, ale i požitek. Je dokázáno, že strava má velký vliv na celkový zdravotní i psychický stav. Obecná výživová doporučení vychází z vědeckých poznatků a respektují zvyklosti zemí, náboženství, dostupnost potravin, politické i psychologické aspekty apod. Cílem je sestavit proto optimální složení stravy vyhovující kvantitou i kvalitou [1,2].

1.1 Makroživiny

Lidský organismus získává energii oxidací živin, tedy rozkladem chemických vazeb energeticky bohatých substrátů. Tato energie je poté přeměněna do formy fosfátových vazeb v makroergních sloučeninách jako je adenosintrifosfát (ATP), a následně využita podle potřeby těla [3,4].

Základní složky stravy se dělí na mikronutrienty (vitamíny, minerály), které nejsou zdrojem energie, a makronutrienty (bílkoviny, sacharidy, tuky, alkohol), které jsou zdrojem energie. V tabulce č. 1 jsou uvedeny jednotlivé makroživiny a jejich kalorická hodnota [4].

Tabulka 1: energetická hodnota živin [8]

MAKROŽIVINA	ENERGIE (kcal/1 g makroživiny)
Bílkoviny	4,1
Sacharidy	4,1
Tuky	9,3
Alkohol	7,1

1.1.1 Bílkoviny

Bílkoviny neboli proteiny jsou základními stavebními jednotkami všech organismů. Patří mezi organické sloučeniny – biopolymery. Jsou to molekuly složené ze stovek až tisíc základních jednotek aminokyselin (AMK), vzájemně spojených peptidovou vazbou. Jsou zcela zásadním zdrojem dusíku a AMK v naší stravě [3].

Přestože každý jedinec by se měl snažit o vyvážený příjem všech tří základních makronutrientů, ve srovnání s lipidy a sacharidy jsou bílkoviny makroživinou, jejíž příjem je často zanedbáván a představuje nejnižší podíl doporučeného denního příjmu. Je to především z důvodu, že se bílkoviny nachází jen v omezeném množství potravin a lidé ne vždy tyto potraviny zařazují do jídelníčku. Bílkoviny jsou ve stravě hojně zastoupeny v mase, mléčných výrobcích, vejcích, sóji a luštěninách [3].

Naopak množství tuků a sacharidů je v naší stravě vysoké. Ti, kdo si zakládají na správné skladbě svého jídelníčku a snaží se o co největší příjem bílkovin, jsou zejména sportovci, protože bílkoviny přispívají k regeneraci a tvorbě svalové hmoty [5].

V lidském organismu jsou bílkoviny neustále degradovány a resyntetizovány. Tento proces je označován jako proteinový obrat. Ukazatelem tohoto obratu je obrat dusíku, který tvoří až 16 % bílkovin. Hlavním dusíkatým odpadním produktem je močovina, která tvoří až 90 %, zbytek slouží k neutralizaci kyselin a je vylučován močí ve formě amonných iontů a nepatrného množství volného amoniaku. Tento poměr příjmu a ztrát dusíku by měl být u zdravých lidí vyrovnaný. Ovšem u dětí a silových sportovců může být tento obrat pozitivní, a to z důvodu růstu a vyšší tvorby svalových vláken – převládá anabolismus nad katabolismem. Naopak při patologických jevech, kdy dochází k převaze katabolismu nad anabolismem bude dusíkový obrat negativní [3,4,6].

1.1.2 Sacharidy

Sacharidy jsou polyhydroxyaldehydy (aldosy) a polyhydroxyketony (ketosy) se sumárním vzorcem $C_nH_{2n}O_n$ [4,6].

V lidském organismu mají sacharidy několik funkcí, hlavní je, že jsou základním a pohotovým zdrojem energie. Dále mají i zásobní (jaterní a svalový glykogen), stavební a strukturní funkci (glykoproteiny, glykolipidy). Sacharidy jako jediná živina nejsou pro člověka esenciální, tudíž nejsme odkázáni na jejich příjem v potravě. Lidský organismus je schopen vytvořit sacharidy a glukózu z bílkovin a tuků, toto je však pro tělo velmi neefektivní a dlouhodobě neudržitelné. Potraviny bohaté na sacharidy jsou např. brambory, rýže, těstoviny, obiloviny, zelenina a ovoce. Vyvarovat bychom se měli jednoduchým cukrům (med, stolní cukr, sladkosti) a sladidlům (Aspartam, Acesulfam-K, maltitol, sorbitol) [3,6,7].

1.1.3 Lipidy

Lipidy jsou širokou skupinou přírodních látek rostlinného i živočišného původu a třetí, neméně důležitou makroživinou v lidské stravě. Jsou nevhodnější živinou z hlediska

obsahu kalorií. Zastávají významné funkce jako je zásoba energie živočichů či jako nepostradatelná tepelná izolace. Dále jsou složkou buněčných membrán, substrát pro syntézu žlučových kyselin a steroidních hormonů, pomáhají vstřebání vitamínů rozpustných v tucích. Jedná se o nepolární látky omezeně rozpustné ve vodě, ale dobře rozpustné v nepolárních rozpouštědlech jako např. chloroform a benzen. Z chemického hlediska se jedná o estery vyšších karboxylových (mastných) kyselin [3,6].

1.1.4 Obecné zastoupení makroživin ve stravě

V současnosti lze najít celou řadu doporučení, jaké zastoupení jednotlivých makroživin ve stravě (bílkoviny, sacharidy, tuky), je pro člověka ideální. Obecné procentuální rozložení makroživin je uvedeno v tabulce č. 2. Důležitá je také energetická rovnováha v příjmu a výdeji energie. Příjem energie je příjmem živin potravou a výdej reflektuje energii potřebnou pro bazální metabolismus (tj. minimální množství energie nezbytné k zajištění základních životních funkcí), dále energii využitelnou na zpracování jednotlivých živin, pro termoregulaci a energii spotřebovanou při denních činnostech a fyzické aktivitě [4,8].

Tabulka 2: rozložení makroživin v jídelníčku (obecný trojpoměr živin ve stravě) [4]

MAKROŽIVINA	OBSAH V JÍDELNÍČKU [%]
Bílkoviny	10-15
Sacharidy	55-60
Tuky	25-30

Obecně by měly být živiny přijímány během celého dne bez hladovění. Rovněž je důležité jíst pomalu a potravu dostatečně žvýkat, jelikož trávení začíná už v ústech. Voda, soli, vitamíny a vláknina neobsahují energii. Ovšem každá z těchto složek potravy má pro náš organismus určitý význam. Voda je přirozenou součástí stravy každého z nás. Slouží jako základní rozpouštědlo a probíhají v ní všechny základní děje organismu. Soli a minerální látky spoluvytvářejí vnitřní prostředí v našem organismu. Vysoké množství se může spolupodílet na vzniku vysokého krevního tlaku. Vitamíny si tělo většinou nedokáže samo tvořit a je závislé na jejich přísunu v potravě. Vlákninu tvoří látky, které neumíme ve střevě rozštěpit, tzn., že obsahuje velmi málo využitelné energie v podstatě žádnou. Dokáže však navodit pocit sytosti, pozitivně působí na správnou peristaltiku střev, zpomaluje vstřebávání ostatních živin do krve a může tedy do určité míry ovlivnit hladinu glykémie brzy po jídle [4,8].

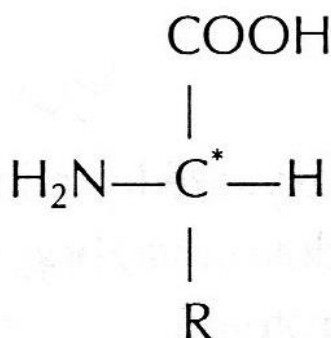
2. BÍLKOVINY

Bílkoviny jsou nenahraditelnou součástí lidské stravy, bez které by náš organismus nedokázal fungovat. Jsou nezbytné k růstu a udržování integrity všech tkání v těle od kostí a svalstva až k nehtům a vlasům. Účastní se tvorby enzymů, které nám umožňují trávení, jsou nutné pro tvorbu protilátek působících v reakci na infekci a jsou součástí hormonů. Neslouží jako primární zdroj energie, tím jsou sacharidy. Tělo je schopno využít až 90 % proteinů z přijaté potravy. Pro lepší pochopení, jak moc jsou pro nás bílkoviny ve stravě nepostradatelné, je důležité popsat si jejich strukturu, funkci a metabolismus [4].

2.1 Struktura bílkovin

Bílkoviny jsou vysokomolekulární látky tvořené řetězcem aminokyselin, kterých může být v jedné molekule až několik tisíc. Obsahují atomy uhlíku, vodíku, kyslíku, dusíku a některé i síru nebo fosfor. Žádná jiná skupina látek neplní v organismu tolik funkcí jako právě bílkoviny. Bílkoviny jsou základní složkou potravy, AMK získané jejich trávením slouží organismu k tvorbě vlastních bílkovin. Pro dospělého člověka je 8 z 20 AMK esenciálních tzn. organismus si je neumí sám vytvořit a musí je přijmout ve stravě. Struktura proteinu je klíčová pro jeho správnou funkci [3].

Dělí se do čtyř úrovní: struktura primární, sekundární, terciární a kvartérní. Primární struktura je dána sekvencí jednotlivých AMK v řetězci, která je pro funkci proteinu zcela zásadní. Základní vzorec AMK je znázorněn na obrázku č. 1. Záměna i jediné AMK v řetězci se promítne do funkce proteinu. Sekundární strukturou rozumíme prostorové uspořádání po sobě jdoucích několika AMK do pravidelných i nepravidelných tvarů. Terciární struktura popisuje trojrozměrné uspořádání celého peptidového řetězce. Tvar udržují slabé interakce: disulfidové vazby, vodíkové vazby, disperzní síly mezi nepolárními skupinami, elektrostatické přitažlivé síly, interakce polárních skupin s vodou okolního prostředí. Kvarterní struktura je uspořádání podjednotek bílkoviny, které jsou navzájem spojeny nekovalentními vazbami. Pokud má protein jen jedno polypeptidové vlákno nelze u něj o kvartérní struktuře hovořit [6].



Obrázek 1: struktura aminokyseliny (základní vzorec) [9]

Aminokyseliny jsou substituované deriváty karboxylových kyselin, ve kterých je vodík v uhlovodíkovém řetězci nahrazen aminoskupinou. Jednotlivé aminokyseliny jsou v proteinech spojeny amidovou (peptidovou) vazbou prostřednictvím karboxylové skupiny jedné a aminoskupiny následující aminokyseliny. V organismech existují stovky různých AMK, avšak pouze 20 jich je schopno tvořit proteiny. Nazývají se kyseliny kódované, protože o jejich zařazení do proteinu rozhoduje genetický kód. Jsou to α -aminokyseliny v L-konfiguraci [3,6].

Těchto 20 aminokyselin se podle schopnosti organismu je syntetizovat dělí do 3 skupin: esenciální, které organismus musí přijmout z potravy (valin, leucin, isoleucin, threonin, methionin, lysin, fenylalanin, tryptofan), semiesenciální: (arginin, histidin) a neesenciální, které si tělo dokáže syntetizovat z jiných AMK (glycin, alanin, prolin, serin, asparagin, glutamin, tyrosin, cystein, aspartát, glutamát) [6].

Všechny kódované aminokyseliny mají aminoskupinu vázanou na uhlíku sousedícím s karboxylovou skupinou, tzn. na α -uhlíku. Na α -uhlíku je vedle vodíku a karboxylové skupiny-COOH vázán zbytek, jímž se jednotlivé aminokyseliny a tím i jejich funkce liší. Aminokyseliny se řadí mezi amfoterní elektrolyty – amfolity. V závislosti na pH jsou schopny reagovat jako kyselina i jako zásada. Dochází totiž uvnitř molekuly k reakci zvané neutralizace. Karboxylová skupina aminokyseliny je schopna poskytnout proton (donor) a aminoskupina je ho schopna přijmout (akceptor). Produktem této reakce je sůl. V této podobě existují AMK ve vodném roztoku i krystalickém stavu tzn. reálná AMK obsahuje vždy nabitě skupiny. Ty jsou příčinou dobré rozpustnosti ve vodě, což je pro jejich distribuci velmi důležité [4,6].

Peptidy jsou látky vznikající spojením 2-100 aminokyselin peptidovými vazbami do řetězce. Typ řetězce může být lineární i cyklický.

Podle délky řetězce je můžeme dělit do dvou skupin: oligopeptidy – obsahují 2-10 AMK (2AMK-dipeptid, 3AMK-tripeptid atd.) a polypeptidy – obsahují 11-100 AMK [6].

2.2 Funkce

Bílkoviny zastávají v lidském organismu velké množství funkcí. Jsou stavebním prvkem i hybnou složkou biologických dějů [3].

Z funkcí proteinů lze uvést funkci stavební, kterou zastávají fibrilární proteiny (keratin-vlasy, chlupy, nehty), katalytickou a regulační, které zastupují enzymy a hormony, které regulují průběh dějů v organismu. Proteiny také fungují jako receptory, které jsou signálními molekulami. Další funkcí je funkce transportní, např. hemoglobin přenášející kyslík v krvi, lipoproteiny a lipidy. Proteiny jsou důležitou složkou imunitního systému, kdy plní obrannou funkci jsou důležité pro krevní srážlivost. Jednou z nejdůležitějších funkcí je pohybová a podpůrná, reprezentovaná svalovým vláknem (aktin, myosin) a pojivovou tkání (kolagen) [6].

2.3 Trávení bílkovin

Naše tělo obsahuje kolem 14 kg bílkovin (muž-70 kg). Soubor všech aminokyselin v organismu nazýváme aminokyselinový pool. Ten zohledňuje zastoupení AMK z potravy (70-100 g), biosyntézu neesenciálních AMK (30-40 g), degradaci proteinů (300-500 g) a z přibližně stejného množství AMK si tělo syntetizuje nové AMK (proteosyntéza) [6,10].

Podstatou degradace je hydrolýza proteinů (proteolýza), které se účastní enzymy proteázy a peptidázy. Ty se podle místa působení v řetězci dělí na exopeptidázy a endopeptidázy. Exopeptidázy štěpí peptidy na koncích řetězců a dělí se na aminopeptidázy (štěpení na N-konci) a karboxypeptidázy (štěpí na C-konci). Endopeptidázy pak štěpí peptidy uprostřed řetězce. Štěpení peptidů je dokončeno až uvnitř buněk enterocytů. Odtud jsou volné AMK vstřebávány do krve a portální žilou putují do jater, které metabolizují většinu z nich (upravují skladbu aminokyselin a uvolňují je do krve) kromě větvených AMK valinu, izoleucinu a leucinu (BCAA z ang. branched chain amino acid). Ty putují do organismu a jsou převážně využívány ve svalech a mozku. Proto se BCAA prodávají jako samostatný suplement a jsou hojně využívány zejména vytrvalostními sportovci. Transport do svalových buněk má aktivní charakter a závisí na inzulínu [3,11].

Hydrolýzu bílkovin lze usnadnit denaturací výchozího proteinu působením vysoké teploty, kyselinami, zásadami, organickými rozpouštědly nebo specifickými denaturačními činidly. V našem organismu tuto funkci zastává například silně kyselé prostředí žaludku [3,6].

2.3.1 Metabolismus AMK

Aminokyseliny nezastávají pouze funkci stavební, poskytují také dusík pro metabolismus dalších dusíkatých látek v organismu [3].

Prvním krokem katabolismu AMK je odbourání α -aminoskupiny transaminací nebo oxidační deaminací, kde je dusík převeden do anorganické sloučeniny. Jako oxidační činidlo je koenzym NAD^+ . Glutamát je jediná AMK v lidském těle, která deaminuje dostatečnou rychlostí. Katalyzátorem je glutamátdehydrogenáza uložená v matrix mitochondrií.



Vzniklý NH_4^+ jde do močovinového cyklu a α -ketoglutarát lze využít v transaminacích nebo Krebsově cyklu. Při transaminaci se uplatňují enzymy aminotransferázy, pro které je důležitý pyridoxin. Dochází k záměně aminoskupiny a kyslíku ketoskupiny [6].

Nadbytečný dusík je pro lidský organismus velmi toxický a musí být z těla vyloučen. Je vylučován v podobě močoviny, která vzniká v močovinovém cyklu. Ten probíhá z části v matrix mitochondrií a z části v cytoplazmě jaterních buněk. Celý proces je energeticky náročný a spotřebuje se při něm 3 ATP na jednu molekulu močoviny. Močovina z jater odchází krevním oběhem do ledvin odkud je vyloučena močí. Odbourání uhlíkové kostry vede k tvorbě těchto produktů: pyruvát, oxalacetát, acetyl-CoA, α -ketoglutarát, acetoacetyl-CoA, fumarát a suc-CoA. Podle konečného produktu, kterým můžou být molekuly lipidů nebo glukosy je dělíme do tří skupin: ketogenní – produkce mastných kyselin (leucin, lysin), glukogenní – tvorba glykogenu (glycin, serin, valin), glukogenní i ketogenní (izoleucin, threonin, tyrosin) [6].

2.4 Zdroje bílkovin v potravinách

Bílkoviny najdeme v rostlinných i živočišných produktech. Nutriční hodnota proteinů je dána obsahem esenciálních aminokyselin. Zdroje bílkovin, které neobsahují všechny esenciální aminokyseliny v dostatečném množství se nazývají neúplné neboli nekvalitní proteiny. Potraviny, které obsahují všech osm esenciálních aminokyselin v dostatečném množství jsou považovány za úplné neboli vysoce kvalitní bílkoviny. Z nutričního hlediska jsou kvalitnější živočišné zdroje, protože obsahují všechny důležité esenciální aminokyseliny. Rostlinné zdroje obsahují vždy pouze část esenciálních aminokyselin. K hodnocení kvality proteinů se využívá několik faktorů: biologická hodnota (udává kolik g tělesných bílkovin je vytvořeno ze 100 g bílkovin obsažených ve stravě), aminokyselinové skóre (Vypočítává se pro každou

aminokyselinu zvlášť. Určí se limitující esenciální aminokyselina a obsah se vyjádří procentuálně k obsahu téže aminokyseliny v ideální potravě). Limitující aminokyselina je taková, která se v bílkovině vyskytuje v nejmenším množství ve vztahu k potřebě lidského organismu. Bílkoviny nelze v těle uložit na později, proto je důležité dbát na dostatečný příjem esenciálních AMK každý den [3,6,12].

2.4.1 Živočišné zdroje

Živočišné zdroje bílkovin obsahují také velké množství mikronutrientů, vitamínů a minerálů např.: železo, vitamín B12, zinek. Omega-3 kyseliny. Příliš vysoký příjem živočišných bílkovin nese svá rizika jako je možné přetížení ledvin, hypertenze a onemocnění koronárních tepen, protože spolu s bílkovinami obsahují některé živočišné zdroje velké množství tuku. Výhodou oproti rostlinným zdrojům je lepší stravitelnost, vstřebávání a již zmíněný obsah všech esenciálních AMK, tudíž není nutné hlídat příjem jednotlivých AMK. Mezi nejvýznamnější zdroje řadíme: maso (hovězí, kuřecí, krůtí, vepřové, zvěřinu, ryby), masné výrobky (šunky, salámy, klobásy), mořské plody, mléko, mléčné výrobky (sýry, jogurty, tvarohy, vejce a v dnešní době velmi oblíbené syrovátkové produkty (syrůvkový koncentrát, izolát, hydrolyzát, micelární kasein) [12,13].

2.4.2 Rostlinné zdroje

Vhodnou kombinací více rostlinných zdrojů lze docílit kompletního spektra esenciálních AMK. V tabulce č. 3 jsou uvedeny významné rostlinné zdroje bílkovin, jejich limitní AMK, což jsou ty nejméně zastoupené AMK. Uvedeny jsou i příklady, s čím je vhodné tyto potraviny kombinovat, abychom docílili kompletního spektra esenciálních AMK. Výjimkou je quinoa a konopné semínko, ty obsahují, stejně jako živočišné zdroje, celé spektrum esenciálních AMK. Jako příklad rostlinných zdrojů můžeme dále uvést: luštěniny (hrášek, čočka, fazole, sójové boby, cizrnu), oříšky (arašídy, vlašské ořechy, para ořechy, kešu, lískové ořechy, mandle, pekanové ořechy), semínka (konopné, sezamové, chia, lněné, mák, dýňové, amarantové), spirulinu, rýži, brokolici, špenát [12,13].

Tabulka 3: rostlinné zdroje bílkovin a jejich limitní AMK [12]

ZDROJ	LIMITNÍ AMK	ZDROJ BOHATÝ NA LIMITNÍ AMK
luštěniny	methionin, cystein	obiloviny, ořechy, semena
obiloviny	lysin	luštěniny
zelenina	lysin, methionin, cystein	luštěniny, obiloviny, ořechy, semena
ořechy a semena	lysin, izoleucin	luštěniny

3. PROTEINOVÉ DOPLŇKY

Proteinové doplňky rozhodně nejsou na trhu nic nového, nebyly ale nikdy tak dostupné a známé jako dnes. Jedná se o doplňky výživy s vysokým podílem bílkovin. Existuje hned několik forem proteinových doplňků: proteinové prášky, koktejly, náhrady běžných potravin jako jsou proteinové tyčinky, těstoviny, pečivo, jogurty a další. První myšlenky o proteinových doplňcích vznikaly u výroby sýra, šlo o syrovátkové proteiny. Sirovátka vzniká při srážení mléka tedy jako vedlejší produkt výroby sýra a tvarohu. Už v roce 460 př.n.l. Hippokrates předpokládal, že syrovátka má zdravotní přínosy, a předepsal ji lidem na posílení imunitního systému. V 80. letech 20. století už byly proteinové prášky hojně využívány zejména mezi kulturisty, ale stále neměly dobrou chuť, správnou viskozitu a zároveň obsahovaly velké množství tuku a cukru (především laktózy). Postupem času se vyvíjela nová složení, zlepšila se chuť, struktura i viskozita proteinového prášku. Proteinové prášky jsou stále populárnější a užívají je téměř všechny segmenty populace. Sirovátkový protein není jediným proteinem, který je na trhu dostupný. Dalšími využívanými proteiny jsou kaseinové proteiny, vaječné proteiny, konopné proteiny, proteiny z hnědé rýže, a dokonce i proteiny na bázi masa, a to zejména toho hovězího [5].

Důvodem, proč se vůbec začaly tyto doplňky vyrábět a prodávat byl nedostatečný příjem bílkovin ve stravě. Není jednoduché přijmout tak velký objem stravy, aby pokryl potřebu bílkovin organismu na celodenní činnosti. Proteinové suplementy jsou doplňkem stravy, které napomáhají správnému příjmu bílkovin [14].

3.1 Dělení proteinových doplňků podle zdroje bílkoviny

Zdroje bílkovin jsou buď živočišného, nebo rostlinného původu. Každý zdroj bílkovin obsahuje jiné spektrum mikronutrientů i ostatních makronutrientů. Např. sója je považována za kompletní protein ale méně kvalitní, protože obsahuje nižší množství BCAA než hovězí nebo mléčná bílkovina. O pšeničných proteinech máme jen omezené výzkumy, nejsou příliš používány jako doplňky stravy. Pšeničný protein stimuluje významně méně svalovou tvorbu ve srovnání se stejnou dávkou (35 g) kaseinového proteinu, ale když je tato dávka zvýšena téměř dvojnásobně (60 g), je tento zdroj bílkovin schopný významně zvýšit rychlost syntézy myofibrilárních proteinů. Rýžový protein je středně až pomalu se vstřebávající protein. Leucin z rýžového proteinu vykazuje jedinečnou absorpční kinetiku, která probíhá rychleji než v případě leucinu ze syrovátkového proteinu [5,14,15].

Smíchání více zdrojů bílkovin může poskytnout další výhody. Zajistíme příjem kompletního spektra aminokyselin a dalších významných mikronutrientů [12,14].

3.2 Rostlinné proteinové prášky

Rostlinné bílkoviny se liší v kvalitě a obsahu bílkovin a tím i jednotlivých AMK. Obsah bílkovin například v rýži je kvalitativně dobře přizpůsoben lidské fyziologii, je považován za málo alergenní a je přítomen v množstvích, které umožňují jeho použití v průmyslových procesech. Jelikož rostlinné bílkoviny jsou méně bohaté na esenciální aminokyseliny než živočišné bílkoviny a mají výrazně nižší stravitelnost, je jejich nutriční kvalita obecně nižší [15].

3.2.1 Rýžové proteiny

Rýžová bílkovina je dobrým zdrojem proteinů zvláště pro alergiky. K usnadnění její rozpustnosti ve vodě a stravitelnosti je nutná enzymatická hydrolýza. Především díky nízké alergicitě rýže a absenci křížové alergie mezi mléčnými bílkovinami a rýžovými bílkovinami roste využití rýže v mnoha zemích světa. Dnes jsou na trhu vyvinuty receptury rýžových proteinů, které jsou perfektní rostlinnou alternativou bílkovinných suplementů z kravského mléka [16].

Rýže má čtyři typy proteinů klasifikovaných podle jejich rozpustnosti: albumin (rozpustný ve vodě), globulin (rozpustný ve slané vodě), glutelin (rozpustný v alkalickém prostředí) a prolamin (rozpustný v alkoholu). Rýžové proteiny pocházejí buď z rýžových otrub, nebo z rozbitých jader rýže. Rýžová jádra jsou bohatá na škrob a obsahují pouze zásobní proteiny endospermu [15,16].

Výživová hodnota proteinu závisí na jeho obsahu a složení aminokyselin. Přestože je rýžové zrnو bohaté na esenciální aminokyseliny, obsahuje omezené množství lysinu, threoninu a tryptofanu. Přidáním těchto tří aminokyselin do rýžového proteinu z jiného zdroje bílkovin se však složení AMK přiblíží ke složení AMK lidského mléčného proteinu [15,16].

Rýžové proteinové suplementy, zejména čisté proteinové prášky jsou vyhledávány lidmi alergickými nebo intolerantními na lepek, laktózu a mléčné bílkoviny. Chuťově ve srovnání s mléčnými proteinovými doplňky jsou na tom ty rýžové o něco hůře. Postrádají krémovou a nadýchanou konzistenci [15].

3.2.2 Luštěninové proteiny

Luštěniny jsou významnou potravinou, která obsahuje pro tělo důležité nutriční látky. Jsou jedním ze základních zdrojů bílkovin ve stravě. Obsahují dostatek téměř všech potřebných aminokyselin kromě methioninu. Je vhodná kombinace s obilovinami, které mají nedostatek lysinu (toho obsahují luštěniny mnoho) nebo se živočišnými zdroji. Mezi luštěniny, ze kterých se nejčastěji připravují proteinové suplementy, patří sója, čočka a hrách [12].

Sója

Sója obsahuje z výše zmíněných druhů nejvíce bílkovin na 100 g semen, a to 35-40 %. Mezi velké přednosti sóji patří pozitivní účinek na kardiovaskulární systém. Sója prokazatelně snižuje koncentraci cholesterolu v krvi, a proto je řazena mezi kvalitní zdroje bílkovin [17].

Sója obsahuje další složky jako jsou isoflavony, lecitin, saponiny a vláknina, které mohou nezávislými mechanismy zlepšit kardiovaskulární systém. Isoflavony a jejich metabolity snižují vysoký krevní tlak, mají pozitivní vliv na hodnotu glykemie, snižují riziko obezity a zánětu. Sójový protein dokáže zasytit a je dobře stravitelný. Celkově jsou sójové proteinové prášky mezi lidmi velmi kontroverzním tématem. Jedna skupina poukazuje na obsah fytoestrogenů, které mohou mít za následek pokles testosteronu a zvýšení hladiny estrogenu, což by vedlo ke zpomalení tvorby svalové hmoty a síly. Tato tvrzení však nebyla nikdy dostatečně prokázána a suplementace sójovými doplňky nemá žádné negativní účinky na budování svalů a síly [18].

Čočka

Semena čočky jsou skvělým zdrojem rostlinných proteinů a představují vhodnou alternativu k živočišným a sójovým proteinům. Velká zelená čočka je známá zejména v Evropě, v částech Středního východu a Jižní Ameriky. Semena čočky jsou bohatá na bílkoviny (22-26 %), vlákninu (3 %), komplexní sacharidy (74 %) a základní mikroživiny, jako je železo, zinek a komplex vitamínů. Čočka má také vysokou antioxidační aktivitu ve srovnání s jinými druhy luštěnin, zejména díky obsahu specifických fenolických sloučenin [3,19].

Převládajícími zásobními proteiny čočky, podobně jako u jiných druhů luštěnin, jsou globuliny rozpustné ve slané vodě a albuminy rozpustné ve vodě. Metabolické proteiny (enzymy a strukturální proteiny) jsou dalším hlavním typem bílkovin nacházejících se v čočkových semínkách. Stejně jako jiné luštěniny je čočka bohatá na arginin, kyselinu asparagovou, kyselinu glutamovou a leucin. Limitními AMK čočky jsou threonin, methionin, fenylalanin, tryptofan, histidin, valin, izoleucin a cystein. Kombinace rostlinných bílkovin,

kteřé obsahují méně lysinu a více methioninu (např. pšenice, rýže a konopí) s rostlinnými bílkovinami, které mají vyšší obsah lysinu a nižší methioninu (obilné luštěniny včetně čočky), může vyvážit anabolické vlastnosti rostlinného proteinu [19].

Nutriční hodnota rostlinného proteinu je dána především množstvím antinutričních látek a stravitelností. Odstranění těchto látek je nezbytné ke zlepšení kvality výživových doplňků. Čočka má relativně vysoký obsah taninu ve srovnání s jinými luštěninami. Taniny se primárně nacházejí v semenném obalu a lze je odstranit zpracováním (např. loupáním). Taniny mohou snížit stravitelnost bílkovin reakcí s lysinem a methioninem. Dále jsou přítomny inhibitory trypsinu, což jsou nízkomolekulární proteiny nacházející se v široké škále rostlin včetně luštěnin, které nevratně inhibují fyziologický enzym trypsin. Indukují hypersekreci pankreatických enzymů (trypsin), čímž stimulují hypertrofii pankreatu, což vede ke snížené rychlosti trávení a vstřebávání aminokyselin, a tím k jejich biologické dostupnosti. Inhibitory trypsinu lze výrazně snížit namočením, vařením a klíčením semen čočky [20].

Hrách

Hrách je další zástupce luštěnin s vysokým obsahem bílkovin, který se stále více dostává do popředí jako surovina na výrovu proteinových suplementů. Obsahuje také vitamíny skupiny B, minerální látky jako je fosfor, draslík, vápník a hořčík [3].

O hrachovém proteinu se dá říct, že jde o ideální rostlinnou verzi syrovátkového proteinu. Obsahuje velké množství kvalitních bílkovin, ale neobsahuje laktózu, lepek ani sóju a je tak vhodný pro jedince s alergiemi, intolerancemi, vegetariány i vegany. Protein je získáván ze semen žlutého hrachu a přesto, že jde o luštěninu, tak je hrachový protein lehce stravitelný. Hrachový proteinový prášek obsahuje více než 80 g bílkovin na 100 g výrobku, které přispívají k růstu a udržení svalové hmoty. Má také nízký obsah tuků 5,5 g / 100 g výrobku [21].

3.3 Živočišné proteinové prášky

Živočišné bílkoviny mají vyvážený poměr esenciálních aminokyselin, které si tělo neumí syntetizovat a musí je přijímat z potravy. Na rozdíl od rostlinných zdrojů, kterým některé esenciálních aminokyseliny chybí, nebo jich obsahují nedostatečné množství. Takovými aminokyselinami jsou například methionin, tryptofan, lysin, leucin a izoleucin. Z tohoto hlediska se jeví živočišná bílkovina jako lepší volba. Co se týče chuti a konzistence, živočišné

proteiny vykazují lepší sensorické vlastnosti než rostlinné. Vyznačují se lepší rozpustností, nedělají v ústech tzv. pískový pocit, a dají se sehnat v nepřeberném množství příchutí. Dnešní trh nabízí zákazníkům hned několik zdrojů živočišných bílkovin. Mezi nejžádanější se řadí mléčné bílkoviny. Podíváme se blíže i na proteiny z vajec nebo masa [4,14].

3.3.1 Mléčné proteiny

Mléčné bílkovinové doplňky stravy jsou nejčastěji používané a zkoumané ze všech na trhu dostupných. Mléčné bílkoviny lze rozdělit do dvou proteinových tříd, kaseinu a syrovátky. Surovátka i kasein obsahují nejvyšší obsah leucinu ze všech ostatních zdrojů bílkovin a to až 11 %. I když mají obě vysokou kvalitu, liší se v rychlosti trávení a také v dopadu na metabolismus bílkovin. Surovátkový protein (SP) je rozpustný ve vodě, snadno se mísí a rychle se tráví. Naproti tomu je kasein nerozpustný ve vodě, koaguluje ve střevě a je tráven pomaleji než SP [3,14].

Po požití obvyklé dávky SP (30 g) dojde po necelých dvou hodinách k velkému navýšení aminokyselin v krvi tzv. hyperaminoacidemii. Avšak o 5 hodin později se koncentrace aminokyselin vrátí na výchozí hodnotu. Oproti tomu po konzumaci obvyklé dávky kaseinu (40 g) dojde k pozvolnému navýšení aminokyselin v krvi, a i po 5 hodinách se drží nad počáteční hodnotou. SP je tedy vhodnější pro aktivní lidi pro doplnění bílkovin kdykoli během dne, nezatíží trávení a rychle se stráví. Kaseinový protein je nejvhodnější konzumovat v pozdních odpoledních hodinách nebo na noc. Zajistí během spánku dostatek AMK v krvi [14].

K obměně bílkovin kosterního svalstva dochází mnohem pomaleji než k obměně bílkovin plazmatických a střevních proteinů. Po požití kaseinu se rychlost syntézy proteinů celého těla nijak nezmění. Ale po konzumaci hydrolyzovaného syrovátkového proteinu je o 200 % vyšší koncentrace leucinu v krvi oproti konzumaci kaseinu. Suplementace syrovátkových bílkovin u trénovaných kulturistů vede ve srovnání s kaseinem k většímu přírůstku čisté svalové hmoty a síly. Rychlejší trávení SP je pro adaptaci kosterního svalstva prospěšnější než pomalejší trávení kaseinu. Pokud je ale kaseinový protein hydrolyzován, jeho trávicí a absorpční vlastnosti se podobají rychlejšímu stravitelnému proteinu [22].

Zásoby glykogenu v kosterním svalu jsou kritickým faktorem jak při dlouhodobém, tak při krátkém intenzivním cvičení. V kosterním svalu je aktivita glykogensyntázy považována za jeden ze zásadních regulačních faktorů pro syntézu glykogenu. Po přidání bílkovin ve formě syrovátkového bílkovinného izolátu (0,4 g / kg) k nápoji obsahujícímu sacharidy (0,8 g / kg)

je zvýšena rychlost doplňování svalového glykogenu po náročném tréninku [18]. Tyto účinky souvisejí s větší inzulínovou odpovědí po cvičení. Přidání mléčných bílkovin do jídla po tréninku proto může zlepšit regeneraci, rovnováhu bílkovin a urychlit doplňování glykogenu [14].

SP je považován za ideální proteinový doplněk pro obnovení a správné fungování kosterního svalstva, má i další zdravotní výhody. Syrovátková bílkovina má vysoký obsah β -laktoglobulinu a α -laktalbuminu, ale je také bohatá na esenciální aminokyseliny. α -laktalbumin je bohatý na aminokyselinu tryptofan, který zlepšuje výkon ve stresu, zlepšuje kvalitu spánku a může také urychlit hojení ran. Dále se v SP nachází laktoferin, který má antibakteriální, antivirové a antioxidační vlastnosti. Pomáhá při snížené imunitě, narušení metabolismu železa, onemocnění kůže, udržení psychické rovnováhy, zažívacích potíží a zánětlivých onemocněních trávicího traktu [10,14].

3.3.2 Hovězí proteiny

Hydrolyzovaná hovězí bílkovina je považována za jeden z nejkvalitnějších zdrojů bílkovin na trhu. Hovězí proteinové suplementy se připravují rozprašováním masového vývaru. Následuje sušení a hydrolyzace. Proteinové doplňky z hovězího masa obsahují nízkomolekulární peptidy, které jsou meziproducty proteolýzy. Glutamin je nejzastoupenější aminokyselinou v hovězí bílkovině, následuje taurin a alanin [23].

Jak už bylo uvedeno výše, živočišné bílkoviny obsahují všech 8 esenciálních aminokyselin. Červené maso je zdrojem hemového železa, které má vyšší biologickou dostupnost ve srovnání s nehemovým železem v rostlinách. Obsahuje také vitamíny, zejména vitamíny skupiny B, a minerální látky jako je měď, mangan a zinek [24].

Rozdílné bílkovinné zdroje jako jsou živočišné a rostlinné proteiny obsahují různé druhy železa (hemové, respektive nehemové) a ty mohou odlišně ovlivňovat mikrobiální profil. Zvýšený příjem hemového železa vede ke snížení bakterií rodu *Lactobacillus* a zvýšení *Proteobacteria*, zatímco bílkoviny extrahované z hovězího masa mají na *Lactobacillus* opačný účinek. *Lactobacillus* je považován za klíčový rod bakterií v energetickém metabolismu hostitele, při snižování zánětu a ochraně střevní bariéry [23].

Pokud jsou hovězí bílkoviny konzumovány ve vyšších dávkách současně s vysokým obsahem cukru nebo tuku, mají nepříznivé důsledky pro střevní mikroflóru. Je-li náš jídelníček vyvážený, nemusíme se obávat těchto nepříznivých dopadů na naše zdraví a můžeme zařadit tyto produkty jako doplněk stravy pro dosažení požadovaného příjmu bílkovin [25].

3.3.3 Vaječné proteiny

Nejen samotné bílkoviny z vaječného bílku, ale také jejich hydrolyzované produkty mají mnoho funkčních vlastností. Vaječný protein je často považován za ideální, protože jeho aminokyselinový profil je používán jako standard pro srovnání jiných proteinů ve stravě. Díky snadné stravitelnosti a obsahu všech esenciálních aminokyselin jsou vejce významným zdrojem bílkovin. Zatímco konzumace vajec byla dříve kritizována kvůli obsahu cholesterolu, rostoucí množství důkazů ukazuje na neexistenci vztahu mezi konzumací vajec a ischemickou chorobou srdeční, což zvyšuje popularitu vaječných produktů. Jedno velké celé vejce má 75 kcal, 6 g bílkovin a pouze 1,5 g nasycených tuků, zatímco samostatný bílek má 16 kcal s 3,5 g bílkovin a je bez tuku [14,26].

Vaječný bílek obsahuje funkčně důležité bílkoviny jako je ovalbumin (54 %), ovotransferrin (12 %), ovomukoid (11 %), ovomucin (3,5 %) a lysozym (3,5 %) [26].

Kromě vysoce kvalitního zdroje bílkovin bohatých na leucin (0,5g leucinu na 1 vejce) jsou vejce označována také jako funkční potravina. Funkční potraviny jsou definovány jako potraviny, které přítomností fyziologicky aktivních složek poskytují zdravotní přínos nad rámec základní výživy. Funkční potraviny měly být konzumovány jako součást pestré stravy pravidelně. Mezi důležité živiny poskytované vejci patří riboflavin (15 % DDD), selen (17 % DDD) a vitamin K (31 % DDD). Vejce jsou dále bohatá na cholin, živinu, která má pozitivní vliv na kognitivní funkce. Vejce jsou navíc významným zdrojem antioxidantů na bázi karotenoidů, luteinu a zeaxantinu [14].

3.4 Vysokoproteinové potraviny

Vysokoproteinové potraviny jsou na trhu poměrně krátkou dobu, ale získávají si velmi rychle na popularitě nejen mezi sportovci. Jejich největší předností je snadná příprava, která umožní rychle doplnit potřebné živiny. Zároveň se také jedná o zdravější alternativy sladkých i slaných pochutin, ve kterých je často přijímáno velké množství jednoduchých cukrů, tuků a soli. V následující části budou představeny nejčastější zástupci těchto potravin, mezi které patří zejména proteinové tyčinky, palačinky, ořechová másla, těstoviny, chleby, ovesné kaše, jogurty nebo pudinky [3].

3.4.1 Proteinové tyčinky

Tyčinky s vysokým obsahem bílkovin obsahují 20–60 % bílkovin a mohou účinně a rychle dodat tělu potřebnou energii. Jsou široce používány jako výživa ve sportu, fitness, zdravém životním stylu a armádě jako potraviny na doplnění nezbytných živin. Hlavní složka vysokoproteinových tyčinek je živočišný nebo rostlinný protein, přičemž většina obsahuje syrovátkovou bílkovinu, kasein nebo sójovou bílkovinu. Proteinové prášky jsou obvykle přidávány ve formě izolátů proteinů (obsah bílkovin > 90 %) nebo koncentrátů proteinů (obsah bílkovin < 90 %). Tyto tyčinky také obsahují přibližně 10–30 % sacharidů, včetně glukózy, fruktózy a maltózového sirupu. Kromě toho 5–20 % aditiv, jako je glycerin, polyhydroxy sloučeniny, zvlhčovače a změkčovadla. U tohoto druhu proteinových jídel je nejdůležitější dbát na složení surovin a nutriční hodnoty. V následující části je porovnáno složení proteinových tyčinek, které patří mezi nejprodávanější a nabízí je nejen český internetový obchod <https://www.kulturistika.com/eshop>. Byly vybrány dvě tyčinky pro detailnější popis složení a jejich porovnání [27].

První vybranou tyčinkou je „Nutrend Excelent Protein Bar“ příchut' čokoláda. Její složení je poměrně dlouhé a najdeme zde suroviny jako je např. glukózo-fruktózový sirup, cukr, palmový tuk a několik emulgátorů. Nutriční hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 4. Obsahují velké množství proteinů, ale i jednoduchých cukrů a tuků.

Složení: proteinová směs (sójový proteinový izolát, syrovátkový proteinový koncentrát, sójové vločky), glukózo-fruktózový sirup, mléčná čokoláda 14 % (cukr, kakaové máslo, kakaová hmota, sušené plnotučné mléko, emulgátory sójový lecitin a E 476, vanilkový extrakt), tekutý invertní cukr, rostlinný tuk (palmojádrový, palmový, bambucký), krém s lískovými oříšky (cukr, palmový a bambucký olej, sušená syrovátka, lískové ořechy, kakao, emulgátor sójový lecitin, aroma), pražené lískové ořechy 3 %, kokos (kokos, antioxidant oxid siřičitý), rýžový extrudát (rýže, emulgátor E 471), emulgátor řepkový lecitin, kakao, L-glutamin, aroma, zahušťovadlo guarová guma, antioxidant směs přírodních tokoferolů, nikotinamid, riboflavin [28].

Tabulka 4: nutriční hodnoty proteinové tyčinky "Nutrend Excelent Protein Bar" [28]

	ve 100g RHP	v 1 tyčince (85g)
Energetická hodnota	1849 kJ	1572 kJ
	441 kcal	375 kcal
Tuky	19 g	16,2 g
Z toho nasycené mastné kyseliny	11 g	9,4 g
Sacharidy	41,5 g	35,3 g
Z toho cukry	30,5 g	25,9 g
Bílkoviny	24,8 g	21,1 g
Sůl	0,5 g	0,4 g

Druhou vybranou tyčinkou je „Prom-in Essential Pure Bar“ příchut' kakao. Složení tohoto produktu je jednodušší. Obsahuje kvalitní suroviny např. přírodní sladidlo steviol glykosid a mandlové máslo. Obsahuje více bílkovin a méně sacharidů, jednoduchých cukrů, soli i tuků. Její nutriční hodnoty k porovnání jsou zobrazeny v tabulce č. 5.

Složení: protein komplex (mléčný ultra – a mikro-filtrovaný syrovátkový koncentrát, micelární kasein – z mléka), promitor® (rozpuštěná glukóza vláknina), mandlové máslo, glycerin, kokosový olej, kakaový prášek (emulgátor: sójový lecitin) 4 %, voda, antioxidant: tokoferol, sůl, steviol glykosidy (přírodní sladidlo z rostliny stevie), regulátor kyselosti: kyselina mléčná [28].

Tabulka 5: nutriční hodnoty proteinové tyčinky "Prom-in Essential Pure Bar" [28]

	ve 100g	v porci 65g
Energetická hodnota	1440 kJ	936 kJ
	343 kcal	223 kcal
Tuky	16,7 g	10,9 g
Z toho nasycené mastné kyseliny	9,1 g	5,9 g
Sacharidy	10,2 g	6,6 g
Z toho cukry	3,3 g	2,1 g
Bílkoviny	32,5 g	21,1 g
Sůl	0,2 g	0,1 g

Vysokoproteinové tyčinky jsou nutričně bohaté a ve většině případů obsahují mnoho kalorií na malou porci jídla. Jedna tyčinka má obvykle 40-65 g s obsahem až 400 kcal. To se může jevit jako výhoda, pokud je třeba rychle doplnit energii při práci nebo sportu. Jako riziko to může působit pro lidi, kteří trpí nadváhou nebo obezitou a snaží se svůj kalorický příjem snížit za účelem úbytku hmotnosti, protože přijmou relativně malé množství potravy s vysokou energetickou hodnotou. I přes to, že mají bílkoviny vysokou sytící schopnost, 45 g tyčinky není dostačující na zasyčení na delší dobu [29].

3.4.2 Mléčné výrobky s vysokým obsahem proteinů

Mezi vysokoproteinové výrobky z mléka patří přirozeně tvaroh, a to zejména ten polotučný a odtučněný. Ovšem velký zájem veřejnosti o fitness a zdravý životní styl vedlo spoustu obchodníků k výrobě řady produktů obohacených o bílkoviny bez zbytečných tuků a cukrů. Dnes je na trhu hned několik variant k tradičním výrobkům, jako příklad jsou uvedeny proteinové jogurty, pudinky, ochucená mléka, zmrzliny a další. Tyto produkty obsahují jako základ mléčnou kulturu a přidané bílkoviny ve formě kvalitního syrovátkového izolátu nebo koncentrátu, popřípadě kaseinu [3].

3.4.3 Proteinová ořechová másla

Ořechy a semena jsou potraviny bohaté na bílkoviny, vlákninu, esenciální mastné kyseliny a dalších živiny. Jsou pravidelnou součástí stravy lidstva již dlouhou dobu. Arašídové máslo bylo jedinou alternativou k mléčnému máslu, ale v průběhu let došlo k výrobě dalších variant másel obsahujících zejména ořechy a semena jako např. arašídové máslo, sójové máslo, mandlové máslo, pistáciové máslo, kešu máslo či máslo sezamové. Je však třeba pečlivě

sledovat složení a vybírat jen ořechová másla z čistých ořechů a bez zbytečných aditiv. Nevýhodou je velká kalorická hodnota a to okolo 500-600 kcal/100 g. Za účelem snížení kalorií a navýšení bílkovin přidává řada výrobců do svých produktů proteinové prášky. Lze tím docílit i různých variant příchutí. Tuk v kombinaci s bílkovinami zasytí na dlouhou dobu. Ořechy v kombinaci s bílkovinnými přípravky se staly velmi oblíbenou součástí jídelníčků [30].

3.4.4 Těstoviny a chléb s vysokým obsahem proteinů

Jedná se o náhražky běžných chlebů a těstovin s výrazně vyšším podílem bílkovin na úkor sacharidů a tuků. Bílkoviny u těstovin pochází zejména z rostlinných zdrojů, jako je hrách, čočka nebo sója. Tyto těstoviny mají zhruba o 60 % méně sacharidů než ty klasické. Proteinový chléb však není vhodný jako primární zdroj bílkovin a měl by být doplněn o další nejlépe živočišné proteiny [3].

3.5 Rozklad a vstřebání bílkovin

Trávení je fyziologický proces přeměny jídla na menší části, které umožňují asimilaci klíčových živin do tkání našeho těla. Přidávání trávicích enzymů do výrobků pro sportovní výživu se v posledních letech zvýšilo. Mnoho výrobků nyní obsahuje kombinaci proteáz a lipáz. Proteázy mohou hydrolyzovat proteiny na různé konfigurace peptidů nebo až na jednotlivé aminokyseliny. Schopnost a produkce trávicích enzymů s věkem klesá, což zvyšuje obtíže při trávení velkých jídel. Trávicí enzymy potenciálně působí na podporu optimálního trávení. Trávicí enzymy minimalizují rozdíly v kvalitě mezi různými zdroji bílkovin. Jedinci, kteří chtějí zvýšit maximální plazmatické koncentrace aminokyselin, mohou mít prospěch z hydrolyzovaných zdrojů bílkovin nebo bílkovin doplněných trávicími enzymy [14].

Rychlost syntézy svalových proteinů je přes noc překvapivě nízká a otázkou je, zda je omezena dostupností aminokyselin v plazmě přes noc. Po konzumaci 40 g kaseinu před spánkem dochází k normální kinetice trávení a absorpci bílkovin ze stravy, čímž se zvyšuje dostupnost aminokyselin v plazmě přes noc a zvyšuje se rychlost syntézy svalových proteinů. Střeva však fungují správně i v noci a bílkoviny konzumované před spánkem zvyšují rychlost syntézy svalových bílkovin po dobu, kdy spíme a zlepšují i celodenní rovnováhu bílkovin v celém těle. Čistá bílkovinná rovnováha organismu tak bude pozitivní [31].

3.6 Přínosy a rizika vysokého obsahu bílkovin ve stravě

Stále přetrvávají velké obavy ohledně zvýšeného příjmu bílkovin. Jejich bezpečnost je i přes nepřeborné množství studií prokazujících nezávadnost stále zpochybňována. Jde především o

klinické důsledky vlivu konzumace zvýšeného množství bílkovin na funkci ledvin a jater. Problémy s ledvinami a játry se objevují u pacientů s renálním selháním těchto orgánů. Lidé s nemocemi ledvin a jater mají tedy prospěch z diet s omezeným obsahem bílkovin. Zvýšený příjem bílkovin u zdravých a aktivních jedinců nezpůsobuje poškození jater či ledvin [11,32,33].

Je uváděno, že vysoký obsah bílkovin ve stravě „přetěžuje“ ledviny a může mít z dlouhodobého hlediska negativní vliv na funkci ledvin. Konzumace bílkovin ve stravě koresponduje s produkcí močoviny a její vylučování je kontrolováno ledvinami. Tyto procesy představují pro ledviny značné energetické náklady. Zvýšená tvorba močoviny způsobuje dehydrataci organismu a akumulaci dusíku v krvi. Pokud je však pojednáváno o zdravých jedincích, konzumace stravy s vysokým obsahem bílkovin ovlivňuje index hydratace jen minimálně. Na vyloučení 1 g močovinného dusíku je potřeba 40–60 ml vody, zvýšený příjem bílkovin se promítne do zvýšené potřeby vody. Tato zvýšená potřeba tekutin je specifická pro danou situaci a nemusí se nutně vztahovat na jednotlivce, jejichž příjem kalorií a vody je dostatečný. U zdravých lidí s normální funkcí ledvin nedochází vlivem vysokého příjmu bílkovin ve stravě k dehydrataci nebo škodlivému přetěžování ledvin [32].

Bílkoviny spolu s vlákninou mají účinky na snížení systolického krevního tlaku u hypertoniků. Zvýšený příjem bílkovin také vede ke zvýšené spotřebě určitých mikroživin, o nichž je známo, že ovlivňují krevní tlak jako např. draslík, hořčík a vápník [32].

Z těchto údajů vyplývá, že pravidelná konzumace stravy s vysokým obsahem bílkovin nemá žádné škodlivé účinky na funkci ledvin nebo jater pro zdravé jedince. Kromě toho nedochází ani k žádným změnám v klinických ukazatelích metabolismu a lipidů v krvi [34].

Obezřetnost je však na místě u lidí s potravinovou intolerancí a alergiemi. Alergie je reakce imunitního systému a intolerance je porucha metabolismu, většinou tělu chybí enzym zpracovávající určitou složku potravy nebo není dostatečně aktivní. Spousta lidí o svém problému s určitou potravinou nemusí z počátku vůbec vědět. Alergie na bílkoviny kravského mléka je nejčastější potravinovou alergií a často se projevuje již u malých dětí. Tato alergie je abnormální reakce imunitního systému těla na bílkoviny kravského mléka. U kojenců nelze kravské mléko nahradit ani mlékem od ovcí, koz nebo buvolů kvůli vysoké zkřížené reaktivitě mezi mléčnými bílkoviny savců. Příznaky alergie na mléko se mohou projevit ve formě mírných až těžkých zažívacích problémech, kožních vyrážek nebo ztíženého dýchání. Protože

mléko a výrobky z něj jsou významným zdrojem vápníku, fosforu a vitamínu D je třeba dbát na jejich doplňování [15].

V poslední řadě je třeba upozornit na používání tekuté a práškové stravy, ta by neměla zcela nahradit přirozenou tuhou stravu z kvalitních zdrojů, nejlépe vysoce průmyslově nezpracovanou. Jejich občasná konzumace může být ovšem velmi prospěšná. U některých lidí může velmi usnadnit dodržování zdravého stravování. Tyto potraviny ale nemohou být vyváženou stravou pro žádného člověka, protože neexistuje jedna dokonale vyvážená tekutá či prášková náhražka veškeré pevné stravy pro dva různé jedince [3].

4. VYSOKOPROTEINOVÁ STRAVA

Vysokoproteinová dieta je způsob stravování založený na vysokém příjmu bílkovin a nízkém příjmu sacharidů i tuků. Není zde jasně dáno kolik % má jaká makroživina zastupovat. Je zde zásadní navýšení bílkovin na 1,5-2,2 g na 1 kg váhy jedince za den. Každé jídlo by mělo obsahovat zhruba 20-50 g bílkovin doplněné o malé množství tuků a sacharidů. Je zde větší variabilita ve výběru potravin, než u diet jako je lowcarb (velmi nízký příjem sacharidů 30-50 g na den, dostatek bílkovin i tuků) nebo ketodieta (vysoký obsah tuků, malý příjem bílkovin a téměř žádné sacharidy – do 20 g na den). Při zvýšeném podílu bílkovin ve stravě klesá jejich fyziologická kalorická hodnota. Vysokoproteinovou stravou tedy zajistíme nižší příjem celkové energie za den než u klasického trojpoměru živin. Jídla a potraviny s vysokým obsahem bílkovin mají větší sytící účinek než potraviny s vysokým obsahem sacharidů nebo tuků. To znamená, že i když je tento směr stravování založený na poměrně nízkém příjmu kalorií, člověk nepocítuje hlad, omezená je i chuť na sladká nebo tučná jídla. Je ovšem velmi důležité, aby byl jídelníček správně sestaven a restrikce kalorií nebyla příliš velká [3,35].

Vysokoproteinové diety jsou využívány zejména s cílem navýšení čisté svalové hmoty nebo při hubnutí, ale za současného udržení svalové hmoty. Příjem bílkovin ve stravě je zkoumán již více než století. U lidí se doporučení týkající příjmu živočišných bílkovin mohou lišit v různých fázích jejich života. O optimálním příjmu bílkovin ve stravě se vedou obrovské kontroverze s protichůdnými názory o klinických a metabolických účincích příjmu bílkovin a skutečných potřebách lidského těla. Už v 19. století byly požadavky na bílkoviny vypočítány jednoduše odhadem průměrného příjmu bílkovin v populaci, což vedlo k doporučenému příjmu proteinů ve stravě na 118 g / d pro dospělé s průměrnou hmotností a střední úrovní aktivity. Později, během 20. století, byly tyto hodnoty pro příjem bílkovin zpochybňovány pomocí nové techniky dusíkové bilance. Vědci využívající tuto techniku dospěli k závěru, že ke splnění všech požadavků na bílkoviny v lidském těle stačí pouze polovina ze 118 g proteinu / den. Navíc bylo zjištěno, že lidem, kteří nevedou aktivní život, bude stačit i menší příjem bílkovin. Průměrná potřeba bílkovin by měla být stanovena na 0,8 g / (kg · d), bez rozdílů v doporučení pro muže a ženy. Pro seniory byly doporučeny ještě nižší dávky, protože využití bílkovin je u nich méně efektivní. U tohoto dávkování nebyly u zdravých jedinců prokázány žádné problémy s ledvinami, lidé s onemocněním ledvin by však měli snížit spotřebu bílkovin. Hodnoty příjmu bílkovin nad 25 % jsou už tedy považovány za vysokoproteinové diety. Důležitým aspektem je, že množství bílkovin, které by mělo být přijato, aby byly pokryty veškeré potřeby organismu a bylo dosaženo optimálního zdraví

svalů a kostí, je velmi odlišné u každého z nás ať už na základě věku, fyzické aktivity nebo zdravotního stavu. Jak již bylo uvedeno, proteiny kromě syntézy bílkovin v těle mají mnoho dalších funkcí. Hrají důležitou roli v buněčné signalizaci, termogenní a glykemické regulaci v těle. A je zajímavé, že tyto metabolické procesy jsou nejvíce patrné, když je příjem bílkovin nad rámec doporučeného denního příjmu. Ačkoli se předpokládá, že při konzumaci stravy s vysokým obsahem bílkovin neexistuje riziko nežádoucích účinků, je třeba vzít v úvahu nedostatek dlouhodobých studií [11,35].

Příjem bílkovin stimuluje metabolické hormony, které přenáší signál o energetickém stavu mozku. Tyto signály jsou často odpojeny od chuťového vnímání. Zahrnují také oblasti mozku ovlivňující odměny a motivaci, jako je limbický systém. Kromě stimulace center sytosti v hypothalamu se zdá, že příjem bílkovin snižuje také mechanismy v mozku zodpovědné za potřebu odměňování. Centrální limbický systém odměn generuje pocit potěšení a podporuje aktivaci motivace ke konzumaci jídla. Jeho inaktivace však snižuje pocit hladu. Mechanismy odměn jsou kromě organoleptických vlastností jídla ovlivněny také energetickým složením a obsahem bílkovin. Je tedy zřejmé, že vysokoproteinová dieta indukuje výraznější uvolňování hormonů snižujících hladinu glukózy v krvi a potlačuje hlad [35,36].

4.1 Zásady vysokoproteinové stravy

Proteinová dieta je založena na vyšším příjmu bílkovin na úkor zbylých dvou makroživin a to 20 % a více bílkovin z celkového denního příjmu. Nejméně zastoupené by měli jednoduché cukry a nasycené mastné kyseliny. Každé jídlo by mělo obsahovat dostatečné množství bílkovin. Nejvyšší míra proteinové syntézy nastává při přijetí 20 až 40 g proteinu v jednom jídle. Větší množství bílkovin už nezvyšuje míru proteinové syntézy, to ale neznamená, že bychom nemohli přijmout více gramů v jednom jídle. Horní hranice v podstatě neexistuje, protože díky velkému sytícímu efektu bílkovin jich nedokážeme přijmout příliš mnoho [3,35].

Kvalita přijatých bílkovin je také velmi důležitá. Nejlepším zdrojem bílkovin jsou živočišné produkty, což ale samozřejmě neznamená, že vegetariáni či vegani by vysokobílkovinou dietu nemohli praktikovat. Z této diety nemusí být vyloučeni ani lidé s potravinovou intolerancí.

4.2 Vhodnost použití vysokoproteinové stravy

Vysoký obsah bílkovin je vhodný zejména pro vysoce aktivní nebo naopak velmi obézní jedince. Před rozhodnutím o přechodu k tomuto stravovacímu režimu je potřeba zvážit konkrétní individuální potřeby, potenciální negativní důsledky, poradit se s lékařem o

zdravotním stavu a začít s opatrností postupně zvyšovat denní dávky bílkovin. Obsah bílkovin ve stravě lze měřit pomocí několika metod. Vzhledem k velké individuální variabilitě kalorických požadavků se měření příjmu na základě podílu bílkovin na celkovém energetickém příjmu jeví jako nejrealističtější metoda. Pro většinu populace není problém zahrnout do stravy mírný příjem bílkovin 1,5 g / (kg · d). Je důležité rozlišovat mezi množstvím bílkovin potřebných ke správné funkci kostí a svalů a množstvím nezbytným k životaschopnosti. [11,35].

Dlouhodobá konzumace stravy s vysokým obsahem bílkovin by mohla vést k problémům, jako je ztráta kostní hmoty a renální dysfunkce. Účinek diet s vysokým obsahem bílkovin na sytost zahrnuje několik metabolických cest. Příjem bílkovin indukuje komplexní signály, přičemž peptidové hormony se uvolňují z gastrointestinálního traktu a aminokyseliny v krvi, odvozené metabolity se uvolňují do krve. Příjem bílkovin také stimuluje metabolické hormony, které sdělují informace o energetickém stavu mozku. Z těchto údajů vyplývá, že dlouhodobý příjem většího množství bílkovin snižuje celkový příjem potravy, tělesnou hmotnost a tělesnou adipozitu (zmnožení tukové tkáně) [5,35].

Problémem ale je, že při nadměrném příjmu bílkovin, který je pro každého individuální, roste i produkce amoniaku. Ten vzniká při metabolizaci AMK a činností střevních bakterií při trávení bílkovin [3].

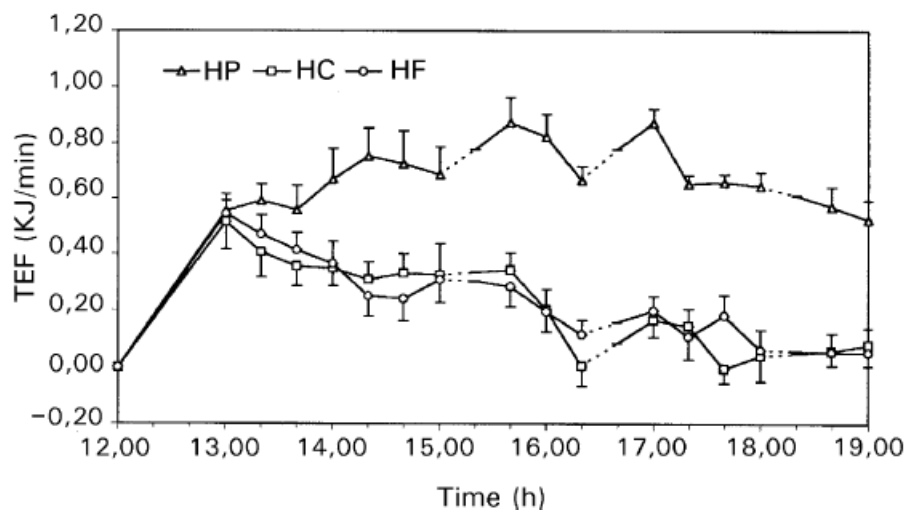
4.2.1 Termický efekt bílkovin

Termický efekt potravin (TEF) je definován jako zvýšení metabolické rychlosti (MR) po požití jídla. Termický efekt potravin (TEF) tedy představuje množství energie, která je potřebná na samotné zpracování jídla po jeho zkonsumování. Jde o určitý úbytek ze zkonsumované energie. Nejnižší TEF mají tuky (1-3 %), sacharidy jsou někde mezi (5-10 %) a nejvyšší hodnotu TEF mají bílkoviny (15-30 %). Na TEF mají vliv i parametry jako je věk a fyzická aktivita a načasování jídla [37].

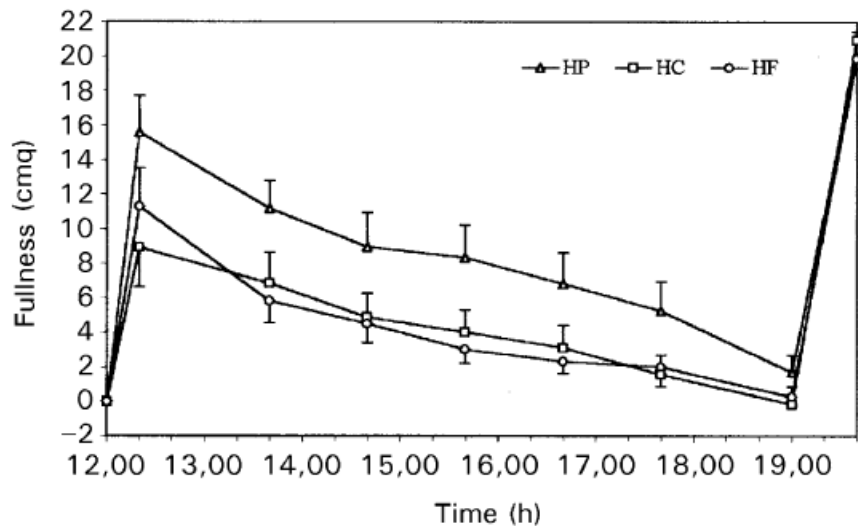
Jak již bylo zmíněno, efekt vyššího zasyčení je pozorován právě u stravy s obsahem bílkovin vyšším než 25 % z celkového denního příjmu. Při dietě je lepší jíst vizuálně větší a tužší porce než menší a řidší. Vyšší TEF bílkovin nám umožní sníst více oproti jiným zdrojům energie při současném zachování stejných kalorií. Zvýšené zasyčení může být i kontraproduktivní, a to zejména u lidí, kteří reálně mají problém přijmout dostatečné množství kalorií [37,38].

R. Crovetti a M. Porrini (1998) studovali účinky potravin bohatých na bílkoviny, sacharidy nebo tuky. Zabývali se termogenezí, následnou potřebou přijímat potravu a pocity sytosti. Sledovali, zda existuje souvislost mezi termogenezí a stravovacím chováním [38].

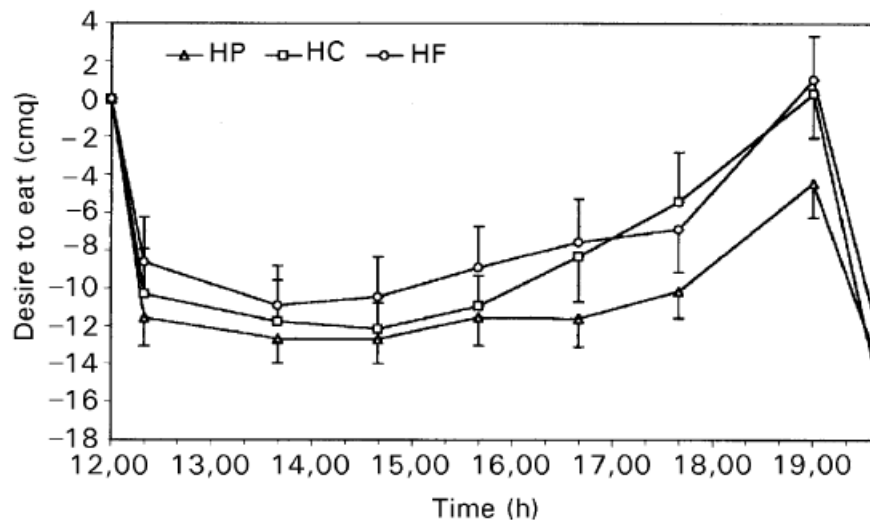
Zjistili, že energetický výdej vzrostl bezprostředně po konzumaci všech tří druhů jídel. Hodnoty po vysokoproteinovém (HP – z ang. high – protein diet) jídle zůstaly i po 7 h výrazně vyšší a nevrátily se na výchozí hodnotu, což je zobrazeno na obrázku č. 2. Zatímco hodnoty po vysokosacharidovém (HC – z ang. high – carb diet) a vysokolipidovém (HF – z ang. high – fat diet) jídle se snižují a před večeří se vrátili do stavu před jídlem, což je také zobrazeno na obrázku č. 2. Výsledky této studie ukazují korelaci mezi TEF a pocitem plnosti, což ukazuje obrázek č. 3 a potvrzuje hypotézu, že existuje souvislost mezi výdejem energie a stravovacím chováním, zobrazeno na obrázku č. 4 [38].



Obrázek 2: závislost termického efektu jídel HP, HC, HF na čase [38]



Obrázek 3: závislost pocitu plnosti od konzumace HP, HC, HF jídel na čase [38]



Obrázek 4: závislost chuti k jídlu od konzumace HP, HC, HF jídel na čase [38]

4.2.2 Vliv vysokoproteinové stravy na zdraví

Zdraví kostí

S věkem dochází k progresivnímu úbytku kostní hmoty, který může vést k osteoporóze. Je uváděno, že 1 ze 4 žen ve věku > 70 let má během života alespoň jednu zlomeninu. Celosvětový nárůst osob trpících osteoporózou znamená, že ovlivnitelné faktory, jako je výživa, mají zásadní význam. Zvýšení doporučeného množství bílkovin pro stárnoucí populaci může být prospěšný, protože využití bílkovin je u starších lidí méně efektivní a úbytek kostní hmoty související s věkem může vést k osteoporóze a zvýšenému riziku zlomenin. Vysokoproteinové diety pozitivně ovlivňují homeostázu vápníku. Při zvýšené konzumaci bílkovin se zvyšuje i absorpce vápníku ve střevě. Další vysvětlení pro tuto zvýšenou absorpci vápníku je, že protein indukují sekreci žaludeční kyseliny. Kyselé pH v

žaludku (pH = 1–3) umožňuje ionizaci vápníku a následnou absorpci. Protože se bílkoviny konzumují s každým jídlem rozdělených do celého dne, je dostatek času na neutralizaci kyseliny [11,35].

Poškození ledvin

Rychlost glomerulární filtrace (GF) stoupá po zvýšené konzumaci bílkovin. Při GF dochází k ultrafiltraci krevní plazmy. Glomerulární filtrát má podobné chemické a fyzikální vlastnosti jako krevní plazma, ale filtrát prakticky neobsahuje bílkoviny. Během jedné minuty proteče ledvinami kolem 1200 ml krve, což představuje 660 ml plazmy. Toto dlouhodobé zvýšení GF může být pro ledviny škodlivé. Doporučení Národní nadace pro nemoc ledvin pro nedialyzované jedince s chronickým onemocněním ledvin jsou nižší než doporučení pro celkovou populaci. Hyperfiltrace však může být jen adaptivním mechanismem vysoké spotřeby bílkovin a nemusí nutně souviset s poklesem funkce ledvin u jedinců s jinak normální funkcí. Pokud jde o funkci ledvin, je velmi důležité charakterizovat vztah mezi vysokým příjmem bílkovin a hydratací. V důsledku vysokého příjmu bílkovin dochází ke zvýšení vylučování látek, jako je močovina a další dusíkaté látky. Proto je zapotřebí zvýšený příjem vody, aby se zabránilo dehydrataci. U stravy s vysokým obsahem bílkovin je větší koncentrace dusíku močoviny v krvi než u stravy se středně vysokým nebo nízkým obsahem bílkovin. Výchozí osmolalita v plazmě je také vyšší při vyšší konzumaci bílkovin ve stravě než u stravy se středním nebo nízkým obsahem bílkovin. Není však znám žádný významný vliv zvýšeného množství bílkovin ve stravě na stav tekutin v těle. Závěrem je třeba zvážit i další riziková onemocnění jako je cukrovka, hypertenze nebo kardiovaskulární choroby, než nasadíme vysokoproteinovou dietu. Vysokoproteinové diety jsou také spojeny s rizikem tvorby ledvinových kamenů [11,33,35].

Zdraví střev

Negativem vyššího příjmu bílkovin, jsou možné potíže s trávením. Ve spojitosti s nedostatkem ovoce a zeleniny, tedy zdrojů vlákniny, je pravděpodobnost potíží ještě vyšší. Dostatečným množstvím vlákniny, tekutin a času na trávení lze těmto potížím předejít. Vysoký příjem živočišných bílkovin je také často spojován se zvýšeným výskytem zánětlivých onemocnění střev a relapsem. Předpokládá se, že u lidí strava (vegetariánská nebo všežravá) může ovlivnit metabolickou aktivitu mikrobiomu organismu ve vyšší míře než její taxonomické složení [34,39].

Obezita

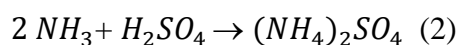
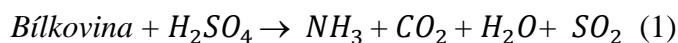
Prevalence obezity u dospělých je 20–30 %, což v posledních desetiletích dramaticky vzrostlo. Obezita u dospělých je vážným zdravotním problémem spojeným s chronickými zdravotními problémy, což může přispět ke snížení kvality života. Ani děti se tomuto problému nevyhýbají, naopak i počet dětí s nadváhou celosvětově roste. Na vině je zejména vysoký příjem sacharidů ve stravě. Jídelníček s vysokým obsahem tuku a cukru bez dostatečného množství důležitých živin vede k rychlému nárůstu váhy. Škodit mohou také polotovary, konzervované potraviny a slané pochutiny. Ve většině jídelníčků naprosto chybí kvalitní bílkoviny, netvoří ani minimální doporučený příjem. Úbytek hmotnosti vede k metabolickým a funkčním výhodám. Potenciální nevýhodou úbytku hmotnosti u starších dospělých je však doprovodný úbytek hmoty kosterního svalstva, což by zase mohlo urychlit rozvoj sarkopenie (pokles svalové hmoty a síly pod stanovenou hranici). Strategie snižování úbytku hmoty kosterního svalstva během hubnutí zahrnují silové cvičení a dostatečný příjem vysoce kvalitních bílkovin. Silové cvičení stimuluje syntézu svalových bílkovin, což podporuje zachování svalové hmoty a funkci svalů [30,37,38].

5. LABORATORNÍ METODY STANOVENÍ BÍLKOVIN

V analýze potravin i potravinových doplňků jsou častější metody pro stanovení bílkovin ve směsi s jinými složkami potravy. Důvodů, proč se bílkoviny v potravinách stanovují je hned několik, těmi hlavními jsou posouzení nutriční hodnoty (celkový obsah bílkovin, obsah čistých bílkovin, obsah stravitelných bílkovin), kontrola dodržení receptury a určení původu suroviny [41].

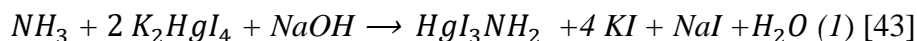
5.1 Stanovení celkových bílkovin dle Kjeldahla

Ke stanovení bílkovin v potravinách a potravinových doplňcích se nejčastěji používají metody založené na stanovení celkového množství přítomného dusíku podle Kjeldahla. Principem je mineralizace vzorku koncentrovanou H_2SO_4 při teplotě varu kyseliny (340-390 °C) podle rovnice (1). Přídavkem selenového katalyzátoru se reakce urychlí. Veškerý dusík v bílkovině se převede na $(NH_4)_2SO_4$ podle reakce (2). V alkalickém prostředí se uvolní amoniak, který se předestiluje do předlohy se standardizovanou $(NH_4)_2SO_4$ a její přebytek se stanoví alkalimetricky [42].



5.2 Spektrofotometrické stanovení s Nesslerovým činidlem

Dusík vázaný v bílkovinách se mineralizací kyselinou sírovou převede na amonnou sůl, která se stanoví po reakci s Nesslerovým činidlem spektrofotometricky při vlnové délce 436 nm v alkalickém prostředí. Stanovení probíhá podle reakce (1):



6. ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo shrnout informace o využití a roli proteinových doplňků stravy ve výživě, dále pak popsat jejich vliv na zdraví a vhodnost použití.

Doplňky stravy s vysokým obsahem bílkovin se stávají významným prvkem výživy, který nutričně obohacuje lidskou stravu. Hlavní složkou těchto doplňků jsou kvalitní živočišné nebo rostlinné bílkoviny. Využívány jsou zejména sportovci k podpoře tvorby svalové hmoty a regeneraci. Lidem trpícím obezitou pak pomáhá při redukci váhy. Běžné populaci slouží ke zpestření jídelníčku či k snadnému doplnění důležitých živin.

Vysokoproteinová strava je vhodná pro aktivní lidi bez onemocnění ledvin či jater. Doporučuje se i jako léčba některých chorob, jako je např. obezita nebo nízká hustota kostí. Pro obézní lidi je také výhodou zejména z důvodu vysoké sytící schopnosti bílkovin.

Bílkoviny se v potravinách stanovují z důvodu posouzení kvality produktu a dodržení receptury. Nejčastěji se používají metody založené na stanovení celkového množství přítomného dusíku v potravině podle Kjeldahla.

7. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Paulík K.: Psychologie lidské odolnosti, Vyd. 1, Praha: Grada, 2010, 240 s., ISBN 978-80-247-2959-6.
- [2] Trojan S. a kol.: Lékařská fyziologie, Vyd. 3, Praha: Grada, 1999, 612 s., ISBN 80-7169-788-5.
- [3] Roubík L., Šindelář M., Radomil R.: Moderní výživa ve fitness a silových sportech, Erasport s.r.o, Praha, 2018, ISBN 978-80-905685-5-6.
- [4] Zlatohlávek L.: Klinická dietologie a výživa, Vyd. 1, Current Media s.r.o., Praha, 2016, ISBN 978-80-88129-03-5.
- [5] Mariotti F.: Animal and Plant Protein Sources and Cardiometabolic Health, Adv. Nutr., 2019, 251-356.
- [6] prof. Ing. Velíšek J., DrSc., prof. Ing. Hajšlová J., Ing. Šedivý V.: Chemie potravin 1, Vyd. 3, Havlíčkův Brod, 2009, ISBN 978-80-86659-15-2.
- [7] Vitale K., Getzin A.: Nutrition and Supplement Update for the Endurance Athlete: Review and Recommendations. Nutrients, 11, 2019, 128.
- [8] Clarková N.: Sportovní výživa, Vyd. 3, Grada Publishing, spol. s.r.o., Praha, 2014, ISBN 978-80-247-4655-5.
- [9] Odstrčil J.: Biochemie, Vyd. 2, Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, Brno, 2010, ISBN 80-7013-425-9
- [10] Davies R. W., Carson B. P., Jakeman P. M.: The Effect of Whey Protein Supplementation on the Temporal Recovery of Muscle Function Following Resistance Training: A Systematic Review and Meta-Analysis. Nutrients, 2018, 221.
- [11] Soares J. D. P., Siqueira J. M., Oliveira I. C. L., Laviano A., Pimentel G. D.: A high-protein diet, not isolated BCAA, is associated with skeletal muscle mass index in patients with gastrointestinal cancer, Nutrition, 2020, 72.
- [12] Thompson, Janice, Marone M., Vaughan L. A.: The science of nutrition, Student ed. San Francisco, CA: Pearson Benjamin Cummings, 2, 2011, ISBN 978-0-321-64316-2, 219.

- [13] Chalvon-Demersay T., Azzout-Marniche D., Arfsten J., Egli L., Gaudichon C., Karagounis L. G., Tomé D.: A Systematic Review of the Effects of Plant Compared with Animal Protein Sources on Features of Metabolic Syndrome, *The Journal of Nutrition*, 2017, 281–292.
- [14] Jäger R., Kerksick C. M., Campbell B. I., Cribb P. J., Wells S. D., Skwiat T. M., Purpura M., Ziegenfuss T. N., Ferrando A. A., Arent S. M., Smith-Ryan A. E., Stout J. R., Arciero P. J., Ormsbee M. J., Taylor L. W., Wilborn C. D., Kalman D. S., Kreider R. B., Willoughby D. S., Hoffman J. R., Krzykowski J. L., Antonio J.: International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise., *J. Int. Soc. Sports Nutr.*, 20, 2017, 1550-2783.
- [15] Dupont C., Bocquet A., Tomé D., Bernard M., Campeotto F., Dumond P., Essex A., Frelut M.L., Guénard-Bilbault L., Lack G., Linglart A., Payot F., Taieb A., Kalach N.: Hydrolyzed Rice Protein-Based Formulas, a Vegetal Alternative in Cow's Milk Allergy. *Nutrients*, 12, 2020, 2654.
- [16] Joy J. M., Lowery R. P., Wilson J. M., Purpura M., De Souza E. O., Wilson S. M., Kalman D. S., Dudeck J. E., Jäger R.: The effects of 8 weeks of whey or rice protein supplementation on body composition and exercise performance, *Nutr. J.*, 12, 2013, 86.
- [17] Lin C. L., Lee M. C., Hsu Y. J., Huang W. C., Huang C. C., Huang S. W.: Isolated Soy Protein Supplementation and Exercise Improve Fatigue-Related Biomarker Levels and Bone Strength in Ovariectomized Mice, *Nutrients*, 10, 2018, 1792.
- [18] Ramdath D. D., Padhi E. M., Sarfaraz S., Renwick S., Duncan A. M.: Beyond the Cholesterol-Lowering Effect of Soy Protein: A Review of the Effects of Dietary Soy and Its Constituents on Risk Factors for Cardiovascular Disease, *Nutrients*, 9, 2017, 324.
- [19] Khazaei H., Subedi M., Nickerson M., Martínez-Villaluenga C., Frias J., Vandenberg A.: Seed Protein of Lentils: Current Status, Progress, and Food Applications. *Foods*, 8, 2019, 391.
- [20] Hossain M. I., Islam M. M., Wahed M. A., Khatun M., Kabir I.: Lentil-based high protein diet is comparable to animal-based diet in respect to nitrogen absorption and nitrogen balance in malnourished children recovering from shigellosis, *Asia Pac. J. Clin. Nutr.*, 18, 2009, 8-14.
- [21] Lam A. C. Y., Can Karaca A., Tyler R. T. & Nickerson M. T.: Pea protein isolates: Structure, extraction, and functionality, *Food Reviews International*, 2018, 126-147.

- [22] Cribb P. J., Williams A. D., Carey M. F., Hayes A.: The effect of whey isolate and resistance training on strength, body composition, and plasma glutamine., *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.*, 2006, 16, 2006, 494-509.
- [23] Albracht-Schulte K., Islam T., Johnson P., Moustaid-Moussa N.: Systematic Review of Beef Protein Effects on Gut Microbiota: Implications for Health. *Adv Nutr.*, 12, 2021, 102-114.
- [24] Moreno-Pérez D., Bressa C., Bailén M., Hamed-Bousdar S., Naclerio F., Carmona M., Pérez M., González-Soltero R., Montalvo-Lominchar MG., Carabaña C., Larrosa M.: Effect of a Protein Supplement on the Gut Microbiota of Endurance Athletes: A Randomized, Controlled, Double-Blind Pilot Study. *Nutrients.*, 10, 2018, 337.
- [25] Cross A. J., Pollock J. R., Bingham S. A.: Haem, not protein or inorganic iron, is responsible for endogenous intestinal N-nitrosation arising from red meat., *Cancer. Res.*, 63, 2003, 2358-2360.
- [26] Abeyrathne E. D., Lee H. Y., Ahn D. U.: Egg white proteins and their potential use in food processing or as nutraceutical and pharmaceutical agents, *Poult. Sci.*, 92, 2013, 3292-3299.
- [27] Jiang Z., Wang K., Zhao X., Li J., Yu R., Fu R., He Y., Zhao P., Oh K., Hou J.: High-protein nutrition bars: Hardening mechanisms and anti-hardening methods during storage, *Food Contro*, 2021, 127.
- [28] dostupné z: <https://www.kulturistika.com/eshop> [online 20.4.2021].
- [29] Trier C. M., Johnston C. S.: Ingestion of nutrition bars high in protein or carbohydrate does not impact 24-h energy intakes in healthy young adults, *Appetite*, 59, 2012, 778-781.
- [30] Gorrepati K., Balasubramanian S., Chandra P.: Plant based butters, *J. Food Sci. Technol.*, 52, 2015, 3965-3976.
- [31] Trommelen J., van Loon L. J.: Pre-Sleep Protein Ingestion to Improve the Skeletal Muscle Adaptive Response to Exercise Training, *Nutrients*, 8, 2016, 763.
- [32] Martin W. F., Armstrong L. E., Rodriguez N. R.: Dietary protein intake and renal function, *Nutr. Metab.*, London, 2005, 25.

- [33] Hahn D., Hodson E. M, Fouque D.: Low protein diets for non-diabetic adults with chronic kidney disease. *Cochrane Database Syst Rev.*, 10, 2020, 1892.
- [34] Kårlund A., Gómez-Gallego C., Turpeinen A. M., Palo-Oja O. M., El-Nezami H., Kolehmainen M.: Protein Supplements and Their Relation with Nutrition, Microbiota Composition and Health: Is More Protein Always Better for Sportspeople?, *Nutrients.*, 11, 2019, 829.
- [35] Cuenca-Sánchez M., Navas-Carrillo D., Orenes-Piñero E.: Controversies surrounding high-protein diet intake: satiating effect and kidney and bone health, *Adv. Nutr.*, 6, 2015, 260-266.
- [36] Stentz F. B., Mikhael A., Kineish O., Christman J., Sands C.: High protein diet leads to prediabetes remission and positive changes in incretins and cardiovascular risk factors, *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 31, 2021, 1227-1237.
- [37] Kinabo J. L., Durnin J. V.: Thermic effect of food in man: effect of meal composition, and energy content, *Br. J. Nutr.*, 64, 1990, 37-44.
- [38] Crovetti R., Porrini M., Santangelo A., Testolin G.: The influence of thermic effect of food on satiety, *Eur. J. Clin. Nutr.*, 52, 1998, 482-488.
- [39] Beaumont M., Portune K. J., Steuer N., Lan A., Cerrudo V., Audebert M., Dumont F., Mancano G., Khodorova N., Andriamihaja M., Airinei G., Tomé D., Benamouzig R., Davila A. M., Claus S. P., Sanz Y., Blachier F.: Quantity and source of dietary protein influence metabolite production by gut microbiota and rectal mucosa gene expression: a randomized, parallel, double-blind trial in overweight humans, *Am. J. Clin. Nutr.*, 106, 2017, 1005-1019.
- [40] Verreijen A. M., Engberink M. F., Memelink R. G., van der Plas S. E., Visser M., Weijjs P. J.: Effect of a high protein diet and/or resistance exercise on the preservation of fat free mass during weight loss in overweight and obese older adults: a randomized controlled trial, *Nutr. J.*, 2017, 1475-2891.
- [41] Davídek J., VELÍŠEK J.: *Analýza potravin*, Vyd. 1, Vysoká škola chemicko-technologická, Praha, 1988, 122.
- [42] Churáček J. a kolektiv: *Analytická separace látek*, – Nakladatelství technické literatury, Praha: SNTL, 1990, ISBN 80-03-00569-8, 276-277.

[43] Sommer L.: Základy analytické chemie II, Vyd. 1, Vutium, Brno, 2000, ISBN: 80-214-1742-0, 347.