

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V
NITRE
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH
ZDROJOV**

1131926

**ÚLOHA AMINOKYSELÍN A BIELKOVÍN VO VÝŽIVE
ČLOVEKA**

2011

ANNA ZAKUCIOVÁ

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V
NITRE
FAKULTA AGROBIOLÓGIE A POTRAVINOVÝCH
ZDROJOV**

**ÚLOHA AMINOKYSELÍN A BIELKOVÍN VO VÝŽIVE
ČLOVEKA**

Bakalárska práca

Študijný program:	Výživa ľudí
Študijný odbor:	4188700 Výživa
Školiace pracovisko:	Katedra výživy ľudí
Školiteľ:	Prof. Ing. Ivan Turianica, DrSc.

NITRA, 2011

ANNA ZAKUCIOVÁ

Čestné vyhlásenie

Podpísaná Anna Zakuciová vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Úloha aminokyselín a bielkovín vo výžive človeka“ vypracovala samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomá zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Nitre 15. marca 2010

.....

Pod'akovanie

Týmto chcem poďakovať Prof. Ing. Ivanovi Turianicovi, DrSc. za odbornú pomoc, cenné rady, podporu a pripomienky, ktoré mi poskytoval počas vypracovania bakalárskej práce.

Abstrakt

Cieľom tejto práce bolo zistiť, aká dôležitá je úloha bielkovín a jednotlivých aminokyselín, v nich zastúpených. Bielkoviny predstavujú jednu z troch hlavných zložiek ľudskej výživy. Človek ich prijíma z rastlinných a živočíšnych zdrojov. Príjem bielkovín by mal predstavovať 10 až 15 % z celkového denného príjmu energie. Bielkoviny sa najprv rozkladajú v procese trávenia na aminokyseliny, a potom sa resorbujú. Existuje 20 typov aminokyselín, ktoré sa vzájomne ovplyvňujú, spájajú a kombinujú. Časť z nich si ľudská bunka dokáže sama syntetizovať (neesenciálne AMK), a časť z nich musí byť dodaná prostredníctvom potravy (esenciálne AMK). Bielkoviny podliehajú v tráviacom trakte tzv. proteolýze. Procesy začínajú v žalúdku, pokračujú trávením na základe pankreatických enzýmov a končia v tenkom čreve. Výsledkom je vznik voľných aminokyselín, ktoré sú pre ľudskú bunku ľahko dostupné. Tenké črevo uvoľňuje do krvi jednotlivé aminokyseliny, pričom najviac ich putuje do pečene, svalov a obličiek. Nepotrebné AMK prechádzajú do hrubého čreva, kde podliehajú hnilobnému rozkladu, čo spôsobuje tvorbu toxických metabolitov. Tie majú vo zvýšenej miere negatívny dopad na ľudský organizmus. Takáto situácia nastane pri nadmernom požití bielkovín organizmom, pričom môže vzniknúť široké spektrum ochorení. Napríklad kôrnatenie tepien, dna, neuróza, choroby obličiek, srdca, rakovina, osteoporóza a iné, pri nadmernom požití bielkovín živočíšneho pôvodu, keďže obsahujú veľa cholesterolu a nasýtených tukov. Preto je potrebné orientovať sa viac na rastlinné zdroje proteínov. Na druhej strane, pri nedostatočnom príjme bielkovín, dochádza k rozkladu vlastných telesných bielkovín (proteolýze).

Kľúčové slová: aminokyseliny, bielkoviny, trávenie, metabolizmus, nadmerný a nedostatočný príjem bielkovín

Abstract

The aim of this study was to evaluate the importance of the role of individual proteins and amino acids, represented in them. Proteins are one of three main components of human nutrition. Man taken from their plant and animal resources. Protein intake should represent 10 to 15 % of total daily energy intake. The proteins are first broken down in the process of digestion into amino acids and then absorbed. There are 20 types of amino acids to interact, connect and combine. Some of them have a human cell can synthesize itself (nonessential amino acids), and some of them must be supplied by food (essential amino acids). Proteins subject to the digestive tract so-called proteolysis. The process starts in the stomach continues to digest the pancreatic enzymes and end up in the small intestine. The result is the formation of free amino acids, which are readily available human cell. Small intestine into the blood releases the amino acids, while most of their travels through the liver, muscle and kidney. Unnecessary amino acids pass into the colon where they are subject rotting decay, which causes formation of toxic metabolites. They increasingly have a negative impact on the human body. This happens when excessive intake of protein organism, which can arise a wide range of diseases. For example, hardening of the arteries, gout, neurosis, diseases of the kidneys, heart, cancer, osteoporosis and other excessive ingestion of animal proteins, as they contain lots of cholesterol and saturated fat. It is therefore necessary to focus more on vegetable protein sources. On the other hand, due to inadequate protein intake, there is a decomposition of the body's own proteins (proteolysis).

Key words: amino acids, proteins, digestion, metabolism, excessive and insufficient protein intake

Zoznam skratiek a značiek

a pod.	a podobne
atd?	a tak ďalej
a i.	a iné
AMK	aminokyseliny
ATP	adenozíntrifosfát
BHB	biologická hodnota bielkovín
C	uhlík
Ca	vápnik
CoA	koenzým A
DNA	deoxyribonukleová kyselina
g	gram
kcal	kalória
kJ	kilojoule
kg	kilogram
l	liter
NaCl	chlorid sodný
NAD⁺	nikotínamidadenínukleotid
napr.	napríklad
pH	kyslosť, acidita
t. j.	to jest
tzv.	takzvaný
WHO	World health organisation

Obsah

Úvod.....	8
1. Cieľ práce.....	10
2. Metodika práce.....	11
3. Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky.....	12
3.1 Bielkoviny.....	12
3.1.1 Zloženie bielkovín.....	13
3.1.2 Rozdelenie bielkovín.....	13
3.1.3 Štruktúra bielkovín.....	16
3.1.4 Vlastnosti bielkovín.....	17
3.1.4.1 Disociácia a hydratácia.....	17
3.1.4.2 Denaturácia.....	18
3.1.5 Trávenie, vstrebávanie a metabolizmus bielkovín.....	18
3.2 Aminokyseliny.....	21
3.2.1 Delenie aminokyselín.....	22
3.2.2 Funkcie aminokyselín.....	27
3.2.3 Vlastnosti aminokyselín.....	27
3.3 Zdroje bielkovín.....	28
3.3.1 Rastlinné zdroje.....	28
3.3.2 Živočíšne zdroje.....	31
3.4 Potreba bielkovín.....	35
3.5 Riziká a následky nadmerného príjmu bielkovín.....	38
3.6 Riziká a následky nedostatočného príjmu bielkovín.....	41
4. Záver a návrh na využitie poznatkov.....	43
5. Použitá literatúra.....	46

Úvod

Človek predstavuje jedného z mnohých organizmov žijúcich na Zemi. Aby akýkoľvek organizmus fungoval tak ako má, musia v ňom prebiehať jednotlivé procesy podľa stanovených princípov.

Konzumácia potravy je druhou najčastejšie vykonávanou činnosťou človeka. V našom živote hrá významnú rolu, pretože ovplyvňuje rast a rozvoj, psychický a fyzický stav. Väčšine chorôb možno predchádzať správnou životosprávu a vzniknuté ochorenia je možné stravou liečiť. Tento fakt bol dlho zanedbávaný, avšak, v poslednej dobe sa venuje dostatok pozornosti zdravému životnému štýlu, ktorý kladie veľký dôraz najmä na pohyb a správnu výživu.

Správna výživa dodá telu bielkoviny, tuky, sacharidy, vitamíny, minerály, energiu a zbaví ho toxických látok. Všetko, čo skonzumujeme, by malo obsahovať vyvážené množstvo bielkovín, sacharidov a tukov. Sú to 3 základné nutričné zložky potravy nevyhnutné pre život, ktoré sa navzájom ovplyvňujú.

Bielkoviny potravín predstavujú zdroj AMK potrebných na tvorbu bielkovín vlastných tkanív, na udržiavanie svalov, kože, kostí a iných tkanív a orgánov v tele. Primárnou jednotkou bielkovín sú práve aminokyseliny, ktoré sa v tele uvoľnia z bielkovín vďaka tráviacim enzýmom, po skonzumovaní určitej potravy.

Výhodou bielkovín je, že sú prítomné v rastlinnej aj v živočíšnej potrave. Je mnoho štúdií hovoriacich o vysokom či nízkom zastúpení bielkovín v jednotlivom druhu. Ak vezmeme do úvahy oba tieto zdroje bielkovín, tak za vhodné môžeme určiť: mlieko, mäso, vajcia, syry, strukoviny, sója, semená a orechy.

Rastlinné bielkoviny majú menej esenciálnych aminokyselín ako živočíšne, preto je nutné kombinovať ich vo výžive. Nie je náhodou, že ideálnym pomerom živočíšnych a rastlinných bielkovín je 35 - 40 % k 60 - 65 % u ľudí v najaktívnejšom veku. Neprítomnosť čo i len jednej AMK znemožňuje syntézu bielkovín, vyvoláva degradáciu bielkovín svalov, krvi a iných orgánov, čo má potom za následok spomalenie až zastavenie rastu, poruchu centrálnnej nervovej sústavy, funkcií žliaz atď.

Hoci je táto škodlivosť nedostatku proteínov pomerne známa, v našich podmienkach sa stretávame skôr s ich nadbytkom. Ten spôsobuje v ľudskom organizme vážne poruchy, spojené s rozširovaním procesov hnitia bielkovín v hrubom čreve, jeho intoxikáciou amoniakom, indolom, skatolom, putrescínom, kadaverínom, benzolom, fenolom,

krezolom, sírovodíkom a inými látkami, čo spôsobuje rozvoj patologických procesov, akými sú, dna, ateroskleróza, rakovina hrubého čreva, zlyhanie detoxikačnej funkcie pečene, obličiek, poškodenie kardiovaskulárneho systému, migrény a ďalšie. Hoci bielkoviny predstavujú nenahraditeľné zložky výživy, ale aj tu platí, že všetkého veľa škodí, preto je veľmi dôležité v príjme bielkovín, tak ako aj v príjme tukov a sacharidov, správne množstvo a pomer jednotlivých živín, ktoré do organizmu dostávame. Nie je náhodou, že dnes sa odporúča príjem bielkovín v zrelom veku od 0,8 do 1,2 gramu a u rýchlorastúcich detí a v tehotenstve až do 2,4 gramu bielkovín na 1 kg váhy.

Z vyššie uvedeného vyplýva, že zdravá výživa človeka môže byť zabezpečená jednak prijatím pestrej stravy, a jednak príjmom živočíšnych a rastlinných bielkovín, ktoré garantujú dostatočný prísun esenciálnych, ako aj neesenciálnych aminokyselín potrebných na stavebné, reparačné a iné funkčné potreby organizmu.

1 Cieľ práce

Cieľom predloženej bakalárskej práce bolo poukázať na dôležitosť úlohy aminokyselín a bielkovín v ľudskom organizme, teda aj vo výžive. Pre splnenie vytýčeného cieľa sme sa zamerali hlavne na charakteristiku aminokyselín a bielkovín, ich zloženie, rozdelenie, vlastnosti a funkcie. Ďalej sme sa zamerali na trávenie, metabolizmus a potrebu bielkovín, na ich rastlinné a živočíšne zdroje, a napokon sme zisťovali riziká a následky nedostatočného, resp. nadmerného príjmu bielkovín.

2 Metodika práce

Vznik preloženej bakalárskej práce predchádzal preštudovaniu, prevzatiu domácej i zahraničnej literatúry, ďalej literatúry vedeckej, odbornej, knižnej a časopiseckej.

Práca celkovo pozostáva zo 5 častí, pričom rozsahovo aj obsahovo najväčšia časť je práve „Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky“.

Autori jednotlivých celkov boli citovaní ako v texte, tak aj v kapitole „Použitá literatúra“, podľa normy ISO 690.

3 Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky

3.1 Bielkoviny

Bielkoviny (proteíny) predstavujú základné zlúčeniny živej hmoty. Ich obsah tvorí asi 55 % uhlíka, 21 % kyslíka, 7 % vodíka, 17 % dusíka, menej síry a fosforu (Ferenčík et al., 2000). Názov je odvodený z gréckeho *protos* = prvý. Termín proteíny založil v roku 1939 holandský lekár a fyzik MULDER (Škárka, 1992).

Podľa Sharona (1994) sú bielkoviny po vode druhou najrozšírenejšou látkou v našom organizme. Tvoria zhruba jednu šestinú našej telesnej hmotnosti. Taktiež tvoria hlavnú časť tkanív svalov, kože, vlasov a nechtov (Hořejší a Prah, 1992). Koukal (2006) dokazuje, že len vlasy obsahujú 20 rozličných aminokyselín.

Spolu so sacharidmi a lipidmi sa zaraďujú k makroprvkom, ktoré sú vo veľkom množstve zastúpené v potrave, ktorú jeme. Vo výžive sa tieto 3 základné živiny navzájom prekrývajú, nakoľko bielkoviny môžu byť premenené na sacharidy, a sacharidy zase na tuky (Sharon, 1994). Rastliny majú schopnosť tvoriť bielkoviny zo základných substrátov (CO₂, voda, anorganické a dusíkaté zlúčeniny), zatiaľ čo človek a živočíchy ich musia prijímať v potrave. Prijaté bielkoviny nemôžu byť využité priamo, musia sa rozložiť na aminokyseliny, z ktorých organizmus vytvára bielkoviny podľa svojich potrieb (Zachar, 2004).

Bielkoviny sú polyméry skladajúce sa z L-aminokyselín, vzájomne pospájaných peptidovou väzbou do lineárnych reťazcov (Velíšek, 2002). Obsahujú karboxylovú skupinu – COOH a zároveň amínovú skupinu – NH₂ (Rameš, 1983). Sú špecifické svojou vysokou organizovanosťou a charakteristickým priestorovým usporiadaním, tzv. natívnou štruktúrou, ktorá je stabilná (Dostál, 2001). Sú nevyhnutné pre tvorbu ochranných látok, hormónov, enzýmov, plodu a zúčastňujú sa na všetkých biologických a fyziologických funkciách (Balch a Balch, 2000). Ak chýba čo i len jeden z tisícok enzýmov, môže to viesť k vzniku mnohých závažných ochorení (Nouza, 2003).

Pri procese hladovania sa využijú najskôr plazmatické bielkoviny (hlavne albumín), potom sa odburávajú bielkoviny z pečene, pankreasu a črevnej mukózy. Pomalšie sa odburávajú bielkoviny svalov, pretože práve svaly obsahujú až 60 %

všetkých bielkovín organizmu, z čoho vyplýva, že sú najväčším zdrojom bielkovín (Kyselovič, 2002).

3.1.1 Zloženie bielkovín

Najviac zastúpenými prvkami v bielkovinách sú: **C** (50 - 55 %), **O** (19 – 24 %), **H** (6,5 - 7,3 %), **N** (15 – 19 %), **S** (0,2 - 2,4%) a **P** (0,1 – 6 %) (Pavlov, 1980; Labuda et al., 1982). Niektoré bielkoviny obsahujú aj ďalšie prvky: Fe, I , Cu, Co, Zn, Mn, Mg a iné (Foster, 1996; Beňo, 2003). Zastúpenie prvkov v určitom type bielkovín je konštantné, môže kolísať iba v nepatrnom rozpätí, avšak najstabilnejšie je zastúpenie dusíka. Biologická špecifickosť bielkovín spočíva v tom, že ľudský organizmus si musí syntetizovať vlastné proteíny z aminokyselín, z ktorých sa potom tvoria aj iné nebielkovinové látky, napríklad nukleové kyseliny, kreatín a pod. (Pavlov, 1980).

Kreatín sa nachádza vo svalových tkanivách, a jeho najväčší príjem predstavuje konzumácia mäsa a rýb. Podľa výskumov zlepšuje pamäť a znižuje mentálnu únavu, a celkovo udržiava energiu v mozgu. Môže sa použiť pri ateroskleróze a rôznych neurologických ochoreniach (Mončilanová, 2005).

3.1.2 Rozdelenie bielkovín

Podľa štruktúry sa bielkoviny rozdeľujú (Ferenčík et al., 2000):

- **Fibrilárne (vláknité)** – majú pretiahnutý (paličkovitý) tvar, sú relatívne malou skupinou nerozpustnou vo vode, tvoria základ vnútornej štruktúry buniek, majú veľkú relatívnu molekulovú hmotnosť, ich funkcia je stavebná, podporná a krycia. Napr. α -keratín, kolagén, elastín (Táborská, 2003).
- **Globulárne** – rozpustné vo vode, menej symetrické, majú oblý až guľovitý tvar, polypeptidové reťazce sú na rôznych miestach mnohonásobne pozohýnané.

Podľa biologickej funkcie sa rozdeľujú (Žák, 2005):

- **Stavebné a ochranné** – uskutočňujú ich vláknité bielkoviny (kolagény v kostiach a spojivovom tkanive, elastíny v pružných častiach spojiva, napríklad koža a šľachy, keratíny vo vlasoch a nechtoch, fosfolipoproteíny ako súčasť bunčných membrán).
- **Transportné a skladovacie** – tvorba komplexmi bielkovín s inými nebielkovinovými látkami (transferín prenáša železo, ferritín predstavuje zásobáreň železa, albumíny sú nosičmi min. látok a niektorých chemikálií, lipoproteíny prenášajú tuky, hemoglobín).
- **Mechanicko-chemické** – tvorba väčšinou bielkovinami s vláknitou štruktúrou (aktín a myozín zabezpečujú mechanickú činnosť svalu, stavebné bielkoviny kosti a bielkoviny, ktoré sa podieľajú na zrážaní krvi).
- **Riadiace a regulačné** – tvorba bielkovinami, tvoriacimi hormóny.
- **Obranné a ochranné** – predstavujú napríklad protilátky, trvalo prítomné a vytvárajúce sa aj ako reakcia na určitú cudzorodú látku.

Podľa rozpustnosti sa rozdeľujú (Kyselovič, 2002; Rameš, 1983; Ferenčík, 2000):

- ❖ **Albumíny** – rozpustné vo vode, vysolujú sa pri vyššej koncentrácii soli (laktoalbumín, ovoalbumín, legumelín hrachu, leukozín pšenice)
- ❖ **Globulíny** – nerozpustné vo vode, len v 5 % roztoku NaCl (laktoglobulín, ovoglobulín, myozinogén svalu, legumín, tuberín zemiakov, amandín mandlí, excelzín brazílskych orechov).
- ❖ **Glutelíny** – rozpustné v zriedených roztokoch solí, kyselín a zásad (oryzenín ryže, glutenín pšenice)
- ❖ **Gliadíny (prolamíny)** – rozpustné v zriedených roztokoch solí, kyselín a zásad a v 70 – 80 % etanole (gliadín pšenice, zeín kukurice, hordeín jačmeňa)
- ❖ **Históny** – rozpustné vo vode, zriedených kyselinách a zásadách (globín hemoglobínu, históny týmusu, skombrín makrely)
- ❖ **Protamíny** – rozpustné vo vode, zriedených kyselinách a hydroxide amónnom (cyprimín kapra, slupeín slede, salmín lososa).

-
- ❖ **Skleroproteíny** – nerozpustné vo vode, tvoria podpornú hmotu bunky, patrí tu kolagén, elastín a keratín.

Podľa neproteínovej zložky sa rozdeľujú (Ferenčík et al., 2000; Vodrážka, 1998):

- a) **Jednoduché** – nemajú neproteínovú zložku (keratíny, kolagény)
- b) **Zložené** – môžu obsahovať neproteínové zložky, napríklad nukleotidy, sacharidy, ióny kovov a iné látky. Zahrňujú:
- ✓ **Glykoproteíny** – prostetickou skupinou sú sacharidy, a na základe toho ich rozdeľujeme na glykoproteíny s obsahom sacharidov menším ako 4 % (ovoalbumín, kazeín) a glykoproteíny s obsahom sacharidov nad 4 %, tiež mucíny, obsahujúce asi 8 - 20 % mukopolysacharidov (mucíny slín).
 - ✓ **Lipoproteíny** – na proteín je naviazaný neutrálny tuk alebo iné lipidy. Sú to dobré emulgátory, majúce veľký fyziologický význam v metabolizme pre transport tuku v krvi. Prítomné sú v krvnej plazme, bunkových membránach a mitochondriách. Sú tiež vo vaječnom žĺtku a mlieku.
 - ✓ **Fosfoproteíny** – obsahujú fosfor, avšak, nepatrí k fosfolipidom, ani k nukleovým kyselinám. Najdôležitejšou zložkou je kazeín, ktorý je prítomný v mlieku, nachádza sa v ňom ako rozpustná vápenatá soľ. Obsahuje aj rôzne sacharidy (glukóza, galaktóza, manóza).
 - ✓ **Nukleoproteíny** – predstavujú spojenie bielkovín protamínov alebo histónov s nukleovými kyselinami. Významú úlohu majú v procesoch dedičnosti - podieľajú sa na výmene energie, vzniká z nich kyselina močová, sú prítomné v bunkových jadrách rastlín a zvierat, najmä v tkanivách bohatých na jadrá (slezina, obličky).
 - ✓ **Chromoproteíny** – prostetickou skupinou sú farebné látky. Patria tu: hemoglobín ako krvné farbivo prenášajúce kyslík, myoglobín, nachádzajúci sa vo svaloch stavovcov, cytochrómy ako katalyzátory dýchacích pochodov, peroxidázy a katalázy ako enzýmy a chlorofyl ako zelené farbivo, podieľajúce sa na fotosyntéze.
 - ✓ **Metaloproteíny** – obsahujú kov, napr. Cu – ceruloplazmín a Fe – feritín.

Podľa stavu sa bielkoviny rozdeľujú (Ferenčík et al., 2000):

- a) **Prírodné** – majú plnú biologickú hodnotu
- b) **Denaturované** – väčšinou majú zmenenú alebo celkom deštruovanú pôvodnú aktivitu
- c) **Upravené** – obvykle majú chemicky viazané nízkomolekulové látky (konjugované antigény).

Podľa výživového hľadiska sa rozdeľujú (Kyselovič, 2002; Beňo, 2001):

- **Plnohodnotné** – obsahujú všetky esenciálne aminokyseliny (bielkoviny vajec, mlieka, mäsa či rýb)
- **Skoro plnohodnotné** – chýba niektorá esenciálna aminokyselina
- **Neplnohodnotné** – výrazný deficit aminokyselín (rastlinné bielkoviny)

3.1.3 Štruktúra bielkovín

Štruktúra sa zameriava na chemickú stavbu molekuly bielkovín. Sú známe 4 stupne štruktúry: primárna, sekundárna, terciárna a kvartérna (Kaplan, 2001).

Primárna štruktúra

Je geneticky podmienená a opisuje poradie aminokyselín v polypeptidovom reťazci. Sekvencia aminokyselín určuje vlastnosti danej bielkoviny a vedie sa vždy od N-konca ku C-koncu reťazca, v smere proteosyntézy (Vacík, 1999).

Sekundárna štruktúra

V tomto type ide o priestorové usporiadanie atómov v hlavnom peptidovom reťazci, bez ohľadu na postranné reťazce. Je daná primárnou štruktúrou (Dovalil, 2002).

Existuje viacero typov sekundárnej štruktúry, avšak najvýznamnejšie postavenie majú práve α -helix a β -štruktúra (Velíšek, 2002).

α -helix štruktúru majú bielkoviny, ktorých reťazce sú zvyčajne usporiadané do pravotočivej špirály. Závity špirály sú spájané vodíkovými väzbami a postranné reťazce majú smer mimo špirály.

β -štruktúra sa inak nazýva aj štruktúra skladaného listu, a to práve preto, lebo peptidové väzby sa v reťazci striedavo skláňajú hore a dole tak, ako keby reťazec prebiehal po papieri zloženom do pravidelných záhybov. Celý reťazec je tiež spájaný vodíkovými väzbami a postranné reťazce smerujú nad a pod úroveň skladaného listu (Velíšek, 2002).

Terciárna štruktúra

Opisuje priestorové usporiadanie atómov bielkovín, ich natívne štruktúry a vonkajší tvar. Na udržanie tejto štruktúry pôsobí vzájomná interakcia postranných reťazcov. Je teda výsledkom stabilizačných pôsobení medzi postrannými reťazcami s rôznou sekundárnou štruktúrou (Paulova, 2003).

Kvartérna štruktúra

Molekuly určitých bielkovín majú viac polypeptidových reťazcov, tzv. podjednotiek, ktoré majú svoju vlastnú terciárnu štruktúru a sú viazané iba nekovalentnými väzbami. Táto štruktúra teda opisuje priestorové usporiadanie podjednotiek a ich počet v molekule proteínu (Slanina, 2003).

3.1.4 Vlastnosti bielkovín

3.1.4.1 Disociácia a hydratácia

Bielkoviny predstavujú polyamfolyty, lebo v určitých roztokoch disociujú za vzniku makromolekulových polyiontov podobne ako peptidy a aminokyseliny. V závislosti od pH prostredia, sú v molekule prítomné kladné aj záporné ióny, ktoré vznikajú štiepením funkčných skupín rozličných aminokyselín. V polárnych rozpúšťadlách (voda, vodné roztoky kyselín a zásad), sú globulárne bielkoviny, na rozdiel od fibrilárnych, rozpustné (Velíšek, 2002).

To, či je bielkovina rozpustná alebo nie je, závisí od štruktúry bielkoviny, relatívnej permeability rozpúšťadla, hodnoty pH roztoku, jeho iónovej sily (čím vyššia koncentrácia solí, tým nižšia rozpustnosť, resp. naopak), teploty a iných faktorov (Velíšek, 2002).

3.1.4.2 Denaturácia

Ak dôjde k narušeniu natívnej štruktúry, vtedy nastáva denaturácia. Sekundárna a terciárna štruktúra sa uvoľní alebo poruší, a tým bielkoviny strácajú svoje biologické funkcie. Tento stav môže byť vratný, ale ak dôjde k zmene štruktúry bielkovín, zmeny sú zvyčajne ireverzibilné (Paulova, 2003).

Denaturáciu vyvolávajú fyzikálne faktory (zmena teploty a tlaku, pôsobenie ultrazvuku, prenikavé elektromagnetické žiarenie a pod.) alebo chemické prostriedky (zmena pH roztokov, či prítomnosť povrchovo aktívnych látok). Čo sa týka nutričného hľadiska, denaturácia je žiadúca, pretože denaturované bielkoviny sú prístupnejšie digestívnym enzýmom tráviaceho ústrojenstva ako natívne bielkoviny. Taktiež sa denaturáciou zvyšuje využiteľnosť bielkovín a zároveň dochádza k znehodnoteniu niektorých antinutričných faktorov, nežiadúcich enzýmov, toxických látok a mikroorganizmov (Velíšek, 2002).

3.1.5 Trávenie, vstrebávanie a metabolizmus bielkovín

Trávenie, inak digestia bielkovín, sa začína v žalúdku. Kyselina chlorovodíková, ktorá sa nachádza v žalúdočnej šťave, aktivuje enzým pepsinogén na pepsín, a ten následne štiepi peptidové väzby bielkovín. Potrava, ktorá je čiastočne natrávená, sa zo žalúdka premiestňuje do tenkého čreva, kde pokračuje štiepenie bielkovín na aminokyseliny. Trypsinogén a chymotrypsinogén sú aktivované enteropeptidázou z tenkého čreva v pankreatickej šťave na trypsín a chymotrypsín, ktoré štiepia bielkoviny na krátke reťazce AMK (dipeptidy a tripeptidy). Enzýmy karboxypeptidázy z pankreasu a amino-, a dipeptidázy z tenkého čreva, ukončujú štiepenie bielkovín na jednotlivé AMK. Vzniknuté voľné aminokyseliny sa následne z lúmenu čreva vstrebávajú (resorbujú) a prostredníctvom nosičov prechádzajú cez bunky sliznice čriev (enterocyty) do krvného obehu (Beňo, 2001).

Cez portálny obeh sa potom dané resorbované aminokyseliny dostávajú do pečene. Využívajú sa v intermediárnom metabolizme (látková premena) na syntézu telesných bielkovín a vytvoria sa z nich iné dusíkaté látky, napríklad puríny, pyrimidíny, kreatín, serotonín, rozličné peptidy, biogénne amíny. Určitá časť aminokyselín sa zoxидуje, na základe čoho vznikne oxid uhličitý a močovina, alebo glukóza, resp. mastné kyseliny. V zdravom ľudskom organizme je určitá stabilná aminokyselinová rezerva, tzv. pool, ktorá udržiava rovnováhu medzi prísunom a odsunom AMK. V tele človeka sa za 1 deň z AMK nasyntetizuje zhruba 250-300 g proteínov, pričom také isté množstvo podlieha aj degradácii (Beňo, 2001). Hlavnými komponentami intercelulárneho aminokyselinového poolu: glycín, prolín, alanín a kyselina glutámová (Franchi-Gazzola, 2006).

V celkovom metabolizme bielkovín má významnú úlohu pečeň, kde sa okrem iných proteínov syntetizuje aj albumín – najdôležitejšia bielkovina krvnej plazmy. Po procese degradácie bielkovín a iných dusíkatých látok, sú konečnými produktami: amoniak, keratín, kyselina močová a močovina (urea), pričom najväčším produktom je práve močovina, ktorá sa vytvorí v pečeni a následne sa krvným obehom dostane do obličiek, kde sa vylučuje močom (Beňo, 2001).

Metabolizmus bielkovín sa líši od metabolizmu lipidov a sacharidov, ktoré slúžia organizmu najmä ako zdroj energie, zatiaľ čo bielkoviny predstavujú stavebný materiál buniek a tkanív, čím sú v podstate nenahraditeľné. Zároveň sú jediným zdrojom dusíka pre heterotrofný organizmus (vrátane človeka). V ľudskom organizme neexistuje určitá bielkovinová zásoba, tak, ako to je u sacharidov a lipidov, pretože bielkoviny sa neustále odbúravajú a opäť syntetizujú. Taktiež aj biosyntéza bielkovín sa výrazne líši od syntézy sacharidov a lipidov. Bielkoviny sa v tráviacom trakte hydrolyzujú na krátke peptidy a aminokyseliny, ktoré sa resorbujú tkanivami (hlavne pečeňou), neuchovávajú sa teda v podstatnej miere ako rezerva. Aminokyseliny sa úplne odbúravajú na oxid uhličitý, vodu a amoniak a využívajú sa ako energetický zdroj, alebo slúžia na syntézu vlastných bielkovín (Suržin, 2002; Ledvina, 2002).

Proteosyntéza (tvorba) a proteolýza (rozklad), predstavujú základné procesy v látkovej premene. Pri proteosyntéze sa AMK využívajú na tvorbu plazmy a nových tkanív. Časť AMK sa premení na látky sacharidového charakteru (glukogenické AMK), ďalšie sa zas premienia na kyselinu acetoctovú, ktorá súčasne predstavuje konečný produkt v procese tukového metabolizmu (ketogenické AMK). Procesy v metabolizme

bielkovín sú: metylácia, tvorba esterov, dezaminácia, transaminácia, dekarboxylácia a tvorba peptidov (Kolesár, 1992).

Dusíková bilancia

Počas metabolizmu bielkovín sa 90 % N vylučuje vo forme močoviny, kyseliny močovej a kreatinínu, a zvyšok sa vylúči stolicou – 10 % (Mitro, 2003; Hulín et al., 2005). Priemerný príjem proteínov za deň je nevyhnutný ako náhrada strát bielkovín a aminokyselín. Straty bielkovín a ich derivátov sú za normálnych okolností pomerne malé. Preto dusík v moči predstavuje spoľahlivý indikátor intenzity nevratného rozpadu bielkovín a aminokyselín (Ganong, 1997).

Podľa množstva prijatého dusíka v potrave (P) a dusíka vylúčeného močom (M), stolicou (S), kožou (K) a iným spôsobom (X), môžeme dusíkovú bilanciu vypočítať (Beňo, 2001):

$$\mathbf{B = P - (M + S + K + X)}$$

Táto bilancia môže byť vyrovnaná, ak príjem a straty N sú rovnaké, pozitívna, ak príjem N je vyšší ako jeho straty, alebo negatívna, ak príjem N je nižší ako jeho straty. Množstvo dusíka na množstvo bielkovín sa prepočítava koeficientom 6,25; podľa vzorca: dusík (g) x 6,25 = proteíny (g) (Beňo, 2001).

Negatívna dusíková bilancia nastáva napríklad pri hladovaní, po namáhavej práci, pri obmedzenom príjme niektorých esenciálnych AMK a pri určitých chorobných stavoch. A pozitívna dusíková bilancia sa deje za okolností, keď organizmus prijme a zúžitkuje viac bielkovín ako ich vylúčil. Napríklad počas ontogenetického vývinu organizmov, pri zvýšenej sekrécii anabolických hormónov (somatotropný hormón), počas gravidity, pri rekonvalescencii, hojení rán, atď., teda vždy, keď sa tvorí nová živá hmota organizmu (Paulov, 1980; Schmidt, 1993; Ganong, 1997).

Na základe nášho literárneho prieskumu sa zistilo, že človek pre plnohodnotnú zdravú výživu potrebuje konzumáciu nielen rastlinných bielkovín, chudobných na esenciálne AMK, ale aj bielkoviny živočíšneho pôvodu, ktoré garantujú dostatočný potrebný príjem esenciálnych AMK pre permanentné zabezpečenie procesov biosyntézy

bielkovín orgánov, tkanív, enzýmov, hormónov, fyziologicky aktívnych látok, garantujúcich reprodukčné schopnosti, fyzickú výkonnosť a duševnú rovnováhu.

3.2 Aminokyseliny

Aminokyseliny sú základnou jednotkou bielkovín, navzájom sa spájajú peptidickými väzbami (Burnie, 1996). Obsahujú aspoň jednu aminoskupinu – NH₂ a zároveň aspoň jednu karboxylovú skupinu – COOH, čím predstavujú substituované karboxylové kyseliny (Velíšek, 2002). Rozštiepením peptidickej väzby sa uvoľní zhruba 15 kJ energie (Trojan et al., 2003). Skladajú sa z uhlíka, kyslíka, vodíka, dusíka, niektoré obsahujú aj síru (Beňo, 2001). Bolo preukázaných viac ako 700 rôznych aminokyselín, pričom niektoré sa nachádzajú iba v určitých rastlinách, živočíchoch alebo iných organizmoch. Majú rozmanité funkcie, ktoré sú všeobecne rozšírené, avšak, niektoré z nich ešte ani nepoznáme (Velíšek, 2002).

Najväčší význam majú AMK v polohe alfa voči karboxylovej skupine. Aminokyseliny, ktoré sa vyskytujú v prírode, sú opticky aktívne – ľavotočivé (forma L). Racemáty alebo DL-formy sú aminokyseliny získané chemickou syntézou, a v porovnaní s L-formami sú charakteristické svojou iba polovičnou aktivitou. Organizmus zvierat a ľudí si bielkoviny tvorí prakticky len L-aminokyselín (Labuda et al., 1982).

Telo človeka obsahuje 20 rozličných druhov aminokyselín, ktoré môžu vytvárať množstvo kombinácií. Z nich majú najväčší význam práve tie, ktoré si človek nevie vytvoriť sám, musí ich prijímať v potrave. Ide o esenciálne aminokyseliny a tvoria 10 z týchto druhov AMK (Burnie, 1996). Ich nedostatok brzdí celkový vývoj, spomaľuje až zastavuje rast, narúša imunitný systém, funkcie žliaz s vnútornou sekréciou, narúša centrálny nervový systém, funkcie pečene, srdcovo-cievneho systému, reprodukčný systém, zvyšuje chorobnosť, atď. (Zachar, 2004). Ďalšími sú neesenciálne aminokyseliny, ktoré sa buď prijímajú potravou, alebo sa syntetizujú v ľudskom organizme (Keller et al., 1993; Beňo, 2003).

3.2.1 Rozdelenie aminokyselín

Tak ako aminokyseliny predstavujú stavebné kmene, tak isto predstavujú aj produkty odbúravania bielkovín, sú východiskovými substanciami pre transmitery, hormóny, amíny, puríny, hem a mnohé iné látky a taktiež sú zdrojom energie (Silbernagl a Despopoulos, 2004).

Aminokyseliny sa všeobecne rozdeľujú podľa 2 hľadísk, a to chemického (podľa postranného reťazca) a nutričného.

Aminokyseliny podľa postranného reťazca rozdeľujú (Hudec et al., 2000):

- ❖ **Neutrálne alifatické AMK:** Glycín (Gly), Alanín (Ala), Valín (Val), Leucín (Leu), Izoleucín (Ile)
- ❖ **Alifatické hydroxykyseliny:** Serín (Ser), Treonín (Thr)
- ❖ **Sírne AMK:** Cysteín (Cys), Metionín (Met)
- ❖ **Kyslé AMK:** Kyselina asparágová (Asp), Kyselina glutámová (Glu), a ich amidy: Asparagín (Asn), Glutamín (Gln)
- ❖ **Zásadité AMK:** Lyzín (Lys), Arginín (Arg)
- ❖ **Aromatické AMK:** Fenylalanín (Phe), Tyrozín (Tyr)
- ❖ **Heterocyklické AMK:** Prolín (Pro), Histidín (His), Tryptofán (Trp)

Aminokyseliny sa z výživového hľadiska rozdeľujú na: esenciálne, semiesenciálne (poloesenciálne) a neesenciálne.

Esenciálne aminokyseliny

Valín – patrí medzi aminokyseliny s rozvetveným reťazcom, čím sa umožňuje jeho využitie ako energetického zdroja vo svalovom tkanive, kde je aj jeho najväčšia koncentrácia. Stimuluje regeneráciu tkanív, metabolizmus svalov a udržiava rovnováhu N-látok v organizme. V menšom množstve sa nachádza v živočíšnych bielkovinách a je dôležitý pre funkciu nervového systému a regeneráciu hemoglobínu.

Leucín – podporuje hojenie kostí, svalov a odporúča sa na rekonvalescenciu po operáciách. Znižuje hladinu cukru v krvi a podieľa sa na tvorbe rastového hormónu. V určitých bielkovinách sa nachádza vo vysokej koncentrácii (myoglobín 16 %, sérumalbumín 10 %). Jeho nadmerný príjem spôsobuje zvýšený obsah čpavku

v organizme, a tzv. pellagru (druh avitaminózy z nedostatku niacínu, vyznačujúci sa kožnými, gastrointestinálnymi a neurologickými príznakmi).

Izoleucín – metabolizuje sa vo svalovom tkanive, stabilizuje hladinu cukru v krvi, energetickú zásobu a podieľa sa na tvorbe hemoglobínu (Zachar, 2004).

Valín, leucín a izoleucín majú veľký význam pre športovcov, pretože zvyšujú ich vytrvalosť, pomáhajú pri hojení a regenerácii svalového tkaniva a podporujú zásobovanie energiou. Ich metabolické procesy začínajú reakciou, ktorá je katalyzovaná spoločnou transaminázou. Vznikajú oxokyseliny, ktoré sú aeróbnou dekarboxylázou premieňané na tioestery (Kyselovič, 2002; Zachar, 2004). Konečnými produktami potom sú: u valínu – metylmalonyl-CoA sa mení na sukcinyl-CoA, u leucínu - 3-hydroxy-metylglutaryl-CoA sa štiepi na acetoacetát a acetyl-CoA, u izoleucínu – propionyl-CoA a acetyl CoA (Schenk a Kolb, 1991).

Treonín – v malom množstve sa nachádza vo všetkých bielkovinách. Je dôležitou zložkou mliečnej bielkoviny (kazeínu) a spolu s izoleucínom je nenahraditeľný pre využívanie AMK z potravy. Je významný na tvorbu elastínu, kolagénu, na prenos informácií z mozgu do svalov a na normálnu činnosť kostrového svalstva, srdca a končatín. Taktiež podporuje tvorbu protilátok, činnosť imunitného systému a chráni pečeň pred stužnením, tzv. steatózou (Schenk a Kolb, 1991; Zachar, 2004).

Metionín – má dôležitú úlohu v syntéze bielkovín prenosom síry pre biosyntézu cysteínu a je základným prenášačom metylových skupín v biosyntézach organizmu. Jeho aktívna forma, vstupujúca do metylačných reakcií, vzniká naviazaním na ATP. Metylová skupina tejto AMK sa využíva pri syntéze adrenalínu, cholínu, kreatínu a karnitínu (Zadák, 2002; Šajter et al., 2002). Zúčastňuje sa na štiepení tukov, chráni pečeň pred stukovatením, pred aterosklerózou a podporuje zásobovanie buniek kyslíkom. Ďalej chráni pred otravami, podieľa sa na tvorbe hormónu estrogénu, chráni pred alergiami, schizofréniou a osteoporózou, blahodárne pôsobí pri reumatických horúčkach (Zachar, 2004). Vyskytuje sa v mlieku, mäse, chýba v strukovinách a zelenine (Sharon, 1994).

Lyzín – vo väčšom množstve sa nachádza v živočíšnych bielkovinách ako v rastlinných, okrem bielkovín sóje, v zelenine sa nenachádza. Má schopnosť efektívne potlačiť vírus, spôsobujúci tzv. opar (Herpes simplex). Vplýva na správny rast a vývoj kostí u detí, keďže podporuje absorpciu Ca. U dospelých udržiava rovnováhu N-látok,

pomáha pri tvorbe enzýmov, hormónov a protilátok, t. j. látok, ktoré urýchľujú metabolizmus a zvyšujú účinnosť imunitného systému. Nachádza sa predovšetkým v myoglobíne a taktiež znižuje hladinu triglyceridov v krvnom sére. Využíva sa na tvorbu bielkovín, peptidov a karnitínu (Sharon, 2004; Kyselovič, 2002; Schenk a Kolb, 1991; Zachar, 2004).

Fenylalanín – dôležitý na tvorbu krvi a na stavbu tyroxínu a adrenalínu. Je schopný meniť sa na tyrozín, ktorý je nahraditeľný na približne 70-75 %. V malom množstve je pravidelne zastúpený v bielkovinách. Blahodárne vplýva na duševný vývoj organizmu, ovplyvňuje náladu (preto sa ľudia chýlia napríklad k čokoláde, ak si ju chcú zlepšiť), podporuje pamäť a učenie. D-forma tlmí bolesť a L-forma sa podieľa na biosyntéze bielkovín v organizme. Je zastúpený v mäse a syroch (Sharon, 1994; Labuda et al., 1982a, b; Zachar, 2004).

Tryptofán – nachádza sa v mnohých bielkovinách, ale v malom množstve. V tele sa premieňa na serotonín, ktorý pôsobí v mozgu počas nervozity, teda ju potláča spolu s nespavosťou. Taktiež zvyšuje odolnosť voči depresii a celkovo stabilizuje duševné rozpoloženie. U detí reguluje hyperaktivitu, u dospelých obmedzuje stres, chuť do jedla a podporuje činnosť srdcového svalu. V živočíšnom organizme sa nemôže syntetizovať a odbúrava sa v reakčných sledoch, pričom vzniká skatol (indol), čo je toxický plyn. Taktiež predstavuje prekursor syntézy kyseliny nikotínovej a v epifýze je prekursorom v biosyntéze melatonínu (Zadák, 2002; Sharon, 1994; Labuda et al., 1982a, b; Zachar, 2004).

Semisenciálne aminokyseliny

Arginín – do tejto skupiny sa zaraďuje preto, lebo sa môže syntetizovať v ornitínovom cykle. V ňom vzniká z ornitínu cez citrulín. Je prítomný vo všetkých bielkovinách, jeho najväčšie množstvo je v sperme rýb (90 %). Má silno zásaditý charakter a má veľký význam v organizme, lebo dodáva amidínovú skupinu na biosyntézu kreatínu a podieľa sa na odstraňovaní amoniaku z organizmu. Je veľmi dôležitý pre rast a spolu s ornitínom sa nachádzajú v kuracom vývare (Sharon, 1994; Zadák, 2002).

Histidín – vo väčšom množstve je prítomný v bielkovine hemoglobínu. Z neho v organizme vzniká histamín, dôležitý neurotransmitter v nervových zakončeníach a v mozgu, ktorý je dôležitý pre kontrakcie hladkých svalov (hlavne čreva a bronchov).

Ľudská pečeň má schopnosť syntetizovať histidín, len dojča ju má spočiatku nedostatočne vyvinutú. Ale už v prvých mesiacoch sa táto schopnosť silne zvyšuje. Histidín taktiež zmierňuje alergie, pomáha predchádzať migrénom, uvoľňuje upchaté horné dýchacie cesty (Zadák, 2002; Labuda et al., 1982, Sharon 1994). Zúčastňuje sa na metabolizme medi (Czifrusz a Štefanovič, 2005).

Cysteín – je to AMK obsahujúca síru, ktorá sa do organizmu dostane na základe bielkovín potravy, alebo sa metabolizuje z metionínu a serínu (Brechtlová et al., 2001). Obsahuje voľnú skupinu (- SH), čím sa stáva významným endogénnym antioxidantom. Oxidáciou tejto skupiny v hepatocytoch a po jej dekarboxylácii, sa z neho vytvára taurín, ktorý predstavuje zložku žlčovej kyseliny taurocholovej (Pecháň a Kováč, 2003). Nachádza sa vo vajciach (Sharon, 1994).

Tyrozín – je prítomný takmer v každej bielkovine, je charakteristický zlou rozpustnosťou vo vode, čo je možné využiť na jej izoláciu z bielkovín. Vytvára sa z neho pigment „melanín“ (tvorba v koži a v dúhovke oka) a niektoré hormóny: adrenalín, noradrenalín, tyroxín. Podporuje činnosť nadobličiek, štítnej žľazy a hypofýzy (Schenk a Kolb, 1991; Zachar, 2004). Významný je určitý rozpadový produkt tyrozínu – tyramín, ktorý vyvoláva migrénu. Je prítomný v syroch (hlavne tvrdé a plesňové), v avokáde, pomarančoch, slivkách a malinách (Gardeon, 1976).

Neesenciálne aminokyseliny

Alanín – je AMK prítomná vo všetkých molekulách bielkovín. Najprv bola pripravená synteticky, až potom sa získala z fibroínu. V živočíšnom organizme sa syntetizuje z kyseliny pyrohroznovej alebo mliečnej.

Citrulín - má ochranný účinok pred toxikáciou čpavkom a nachádza sa najmä v pečeni, kde má podpornú funkciu energetického metabolizmu. Tiež stimuluje imunitný systém.

Glycín – je prítomný vo všetkých bielkovinách, využíva sa napríklad na syntézu DNA, RNA, porfyrínovej časti hemoglobínu, kreatínu, purínov, kolagénu, elastínu, či na tvorbu žľových kyselín. Je dôležitý pre normálnu funkciu centrálnej nervovej sústavy. Z glycínu, kyseliny glutámovej a cysteínu vzniká tripeptid glutatión, ktorý plní ochrannú funkciu pred oxidačnými látkami a regeneračnú funkciu pri obnove redukovaných foriem koenzýmov (Zachar, 2004; Brechtlová et al., 2001; Kyselovič, 2002).

Serín – je súčasťou takmer všetkých bielkovín, je prítomný v serínfosfatidoch a v sperme rýb a ošipáných. Využíva sa ako substrát na syntézu cholínu, etanolamínu a sfingozínu, ktoré majú význam pri tvorbe zložených lipidov. Taktiež podporuje tvorbu protilátok (imunoglobulínov) a pozitívne pôsobí na pružnosť pokožky (Zachar, 2004; Šajter et al., 2002).

Kyselina asparágová – je vo vode ťažko rozpustná, rozšírená v rastlinách, najmä vo forme asparagínu, ktorý vzniká prostredníctvom katalyzácie asparagínsyntetázou. Má výrazný význam pre normálny metabolizmus, odolnosť organizmu a tiež chráni pred únavou. Podporuje zdravie športovcov, a je užitočná pri odstraňovaní mozgových, nervových porúch a nádorových buniek (Zachar, 2004; Kyselovič, 2002).

Kyselina glutámová – aminokyselina kyslého charakteru, ktorá pri metabolických procesoch poskytuje kyselinu 2-oxoglutaróvu dvomi mechanizmami – transaminácia s aspartátom alebo alanínom, alebo pôsobením glutamátdehydrogenázy s koenzýmom NAD⁺. Tieto reakcie sú dôležité najmä v detoxikácii amoniaku a pri vzniku a zapojení 2-oxoglutarátu do metabolizmu cukrov. V reakcii katalyzovanej glutamínsyntetázou, vzniká ďalšia aminokyselina – glutamín. Táto reakcia má taktiež význam v procesoch detoxikácie amoniaku v bunkách ako transportná forma amoniaku z buniek krvou do pečene (95 %) a obličiek (5 %). Kyselina glutámová je taktiež súčasťou glutatiónu (Brechtlová et al., 2001).

Prolín – vo veľkom množstve sa vyskytuje v prolamínoch rastlín a bielkovinách spojivového väziva. Vzniká z glutamátu a má schopnosť sa opäť na glutamát metabolizovať. Spolu s hydroxyprolínom sú hlavnými zložkami kazeínu a kolagénu (Zadák, 2002; Šajter et al., 2002).

Taurín – tvorí základ mnohých bielkovín. Jeho veľké množstvo sa nachádza v kostrových svaloch, srdcovom svale a v centrálnej nervovej sústave. Jeho potreba spočíva v trávení tukov a v vstrebávaní mastných kyselín a v tuku rozpustných vitamínov. Má kladný vplyv na mozog (Mindell a Mundisová, 2006).

Karnitín – dôležitý pre transport mastných kyselín do mitochondrií, kde sa z tukov tvorí energia. Významný pri redukcii nadváhy a pri odstraňovaní únavy (Sharon, 1998).

Podľa schopností poskytnúť energiu sa AMK rozdeľujú (Brechtlová, 2001):

- **Glukogénne AMK:** alanín, arginín, cysteín, histidín, glycín, kys. asparágova, kys. glutámová, asparagín, glutamín, hydroxyprolín, metionín, prolín, serín, valín, treonín
- **Ketogénne AMK:** leucín
- **Gluko-ketogénne AMK:** izoleucín, lyzín, fenylalanín, tyrozín, tryptofán

3.2.2 Funkcie aminokyselín

Pre duševné zdravie majú najväčší význam metionín, tryptofán, fenylalanín a tyrozín, na 2. strane, pre telesnú silu sú to najmä valín, leucín, izoleucín a lyzín. Komplexný účinok majú aminokyseliny arginín a v mladom veku tiež taurín, ktorý, hoci nepatrí medzi kódované, ale súčasne s arginínom zasahuje vo veľkej miere do životných dejov.

Je potrebné si uvedomiť, že takmer polovica AMK, ktoré sú prijaté výživou vo forme bielkovín, je premenená pečeňou na glukózu, a tým pádom využitá ako energetický zdroj pre bunky organizmu. Tento proces úzko súvisí s tvorbou čpavku, ktorý je toxický, a práve preto ho pečeň premieňa na močovinu, ktorá sa krvou prenáša do obličiek, kde je filtrovaná a následne vylúčená z organizmu močom (Zachar, 2004).

3.2.3 Vlastnosti aminokyselín

Bez ohľadu na štruktúru postranného reťazca, predstavujú aminokyseliny polárne kryštalické látky, väčšinou dobre rozpustné vo vode a v alkohole (Dostál, 2001).

Rozpustnosť je však veľmi diferentná, napríklad cysteín a tyrozín sú málo rozpustnými (cysteín - vznik dehydrogenáciou z 2 molekúl cysteínu), a veľmi dobre rozpustnými sú prolín a lyzín. Táto rozpustnosť závisí na polarite postranného reťazca a na hodnote pH prostredia. Ale napríklad v krvnej plazme sú rozpustné všetky AMK. Štandardnou vlastnosťou AMK je ich amfolytický charakter. To značí, že akákoľvek AMK sa môže vyskytovať vo forme katiónu, aj vo forme aniónu, či amfiontu. Katiónom sa AMK stáva v silne kyslom prostredí, aniónom v silne alkalickom prostredí, a amfiontom vtedy, ak sú obidve skupiny polarizované. Hodnota pH prostredia,

v ktorom sa AMK nachádza v roztoku ako amfiont a javí sa navonok ako elektroneutrálna, sa označuje ako izoelektrický bod (Dostál, 2001).

Niektoré aminokyseliny majú schopnosť ovplyvňovať organoleptické vlastnosti potravín. A podľa tohto vplyvu ich teda delíme na sladké (napr. alanín, glycín), kyslé (kyselina asparágová a glutámová), horké (izoleucín, leucín) a indiferentné (ostatné AMK) (Velíšek, 2002).

Ako sa zistilo, najvhodnejšími výživovými prostriedkami pre formovanie aminokyselinového poolu krvi aj iných tkanív, sú bielkoviny živočíšneho aj rastlinného pôvodu v kombinácii. Len táto kombinácia dodáva taký sortiment voľných aminokyselín, a v takom množstve, ktorý umožňuje sformovať aminokyselinový pool organizmu nielen s pevnými množstvami AMK, ale aj dodržať potrebné pomery medzi nimi.

3.3 Zdroje bielkovín

Bielkoviny sú prítomné takmer vo všetkých potravinách, pričom sa od seba odlišujú obsahom bielkovín, aminokyselinovým zložením a biologickou hodnotou. Obsah bielkovín sa pohybuje v rozmedzí 0 – 100 % v sušine (Kubicová et al., 2004; Velíšek, 2002). Pre výživu ľudí sa používajú bielkoviny živočíšneho pôvodu, ktoré pokrývajú 50 - 60 % (mlieko, mäso, vajcia) a bielkoviny rastlinného pôvodu, ktoré predstavujú 40 - 50 %. Z nich sú najlepším zdrojom strukoviny a olejniný, menej hodnotnými sú obilniny a obilné výrobky a najnižší obsah má zelenina, ovocie a okopaniny. Žiadne bielkoviny neobsahujú cukor, ocot a rastlinné oleje. Potenciálny zdroj bielkovín vo výžive ľudí predstavujú aj bielkoviny, tzv. netradičné, napríklad riasy, mikroorganizmy a pod. (Velíšek, 2002; Kyselovič, 2002).

3.3.1 Živočíšne zdroje

Mlieko – je výborným zdrojom výživovo kvalitných a ľahko stráviteľných bielkovín. Sú najcennejšou zložkou mlieka a obsahujú veľké množstvo esenciálnych AMK. Kravské mlieko obsahuje zhruba 3,2 % bielkovín, ovčie 4,6 %, kozie 3,2 % a ľudské 0,9 % (dojčením obsah proteínov rastie na 1,6 %). Mliečne bielkoviny tvoria

zmes 2 hlavných typov proteínov, a to: kazeínov (80 %) a srvátkových bielkovín (20 %), ktoré zahrňujú albumíny a globulíny.

Kazeíny obsahujú všetky nepostrádateľné aminokyseliny. Sú zvlášť cenné pre vysoký obsah lyzínu, avšak, obsah cystínu a tryptofánu je nízky.

Srvátkové bielkoviny (laktalbumíny, laktoglobulíny) – zložením sú najvhodnejšie bielkoviny vôbec. Obsah všetkých nepostrádateľných AMK je vyšší ako v kazeíne (okrem metionínu). Sú cenné pre svoj vysoký obsah cystínu a tryptofánu, kdežto kazeín ich má nedostatok. Preto pri konzumácii mlieka dochádza k veľmi vhodnej zmesi 2 skupín bielkovín, ktorá umožňuje dokonalé využitie všetkých AMK (Bulková, 1999; Grieger, 1990).

Črevá a žalúdok sú trávením týchto bielkovín tak málo zaťažované, že všade tam, kde sa vyžaduje zvýšený príjem bielkovín do organizmu, sa odporúča konzumácia mlieka a mliečnych výrobkov (Gorner, 1994). Avšak, veľký problém predstavuje nízka spotreba týchto produktov. Priemerná spotreba mliečnych výrobkov vo vyspelých štátoch EÚ je 290 kg na osobu na rok, no u nás spotreba klesla z 253 kg z roku 1900, na hranicu 161 kg v súčasnosti. Tento stav je veľmi vzdialený od odporúčaní lekárov, ktorí odporúčajú 220 kg na osobu na rok. Pri porovnaní SR a krajinami EÚ, zaostávame najmä v spotrebe kyslomliečnych výrobkov a syrov, pretože sa ich u nás skonzumuje menej ako polovica (Herian, 2001).

Vajcia – predstavujú významný zdroj bielkovín s vysokou biologickou hodnotou. Bielkoviny obsiahnuté v nich, majú všetky dôležité aminokyseliny v optimálnom množstve a ideálnom pomere. Obsahujú najmä veľa cysteínu, metionínu a izoleucínu, žĺtok obsahuje cenný lecitín, ktorý priaznivo pôsobí na metabolizmus cholesterolu a jeho odbúravanie zo stien ciev (Stratil, 1993; Velišek, 2002).

Simonová et al. (2002) uvádzajú, že bielok tvorí 58 % hmotnosti vajca s obsahom bielkovín 10 - 12 %, pričom 70 % pripadá na vajcový albumín. Bielkoviny žĺtka tvoria fosfoproteíny – livetín, fosfovitín a najviac zastúpený vitelín (80 %).

Veľkým, a zároveň jediným negatívom vajec je vysoké množstvo cholesterolu v žĺtku (takmer 300 mg), preto sa neodporúča konzumovať viac ako 3 - 4 vaječné žĺtky týždenne. Bielky je možné konzumovať v neobmedzenom množstve. Najčastejšie konzumovanými vajcami sú slepačie, prepeličie, husacie, kačacie a morčacie.

Denaturácia bielkovín bielka začína pri tepelnom spracovaní pri teplote okolo 57 °C. Pri teplote 60 - 65 °C denaturuje väčšina bielkovín bielka a väčšina bielkovín žltka pri teplote 65 - 70 °C. Vaječné bielkoviny sa vo veľkej miere podieľajú na tvorbe charakteristickej arómy varených a vyprážených vajec (Velíšek, 2002).

Mäso – bielkoviny mäsa sa vyznačujú vysokou biologickou hodnotou a ich využiteľnosť v organizme je veľmi vysoká. Ich obsah dosahuje asi 18 - 22 %. Obsahuje celý rad esenciálnych AMK. Na základe svojej štruktúry a zloženia sú tieto bielkoviny blízke bielkovinám tkanív človeka, čo je pre metabolizmus veľkou výhodou (Staruch, 2001).

Mäsá poznáme bravčové, hovädzie, konské, klokanie, mäsa z hydiny, oviec, králikov, zveriny, holubov, rýb, zo sladkovodných a morských živočíchov. Najviac využívané časti pre konzumáciu sú priečne pruhované kostrové svaly, srdcový sval, a menej potom hladké svaly tráviacej sústavy a vnútorné orgány.

Benková (1999) tvrdí, že bielkoviny morčacieho a kuracieho mäsa obsahujú v porovnaní s bravčovým a hovädzím mäsom viac leucínu, izoleucínu, arginínu, valínu a metionínu, čo má priaznivý vplyv pre zdravý vývoj človeka.

Čo sa týka zloženia bielkovín hovädzieho a bravčového mäsa, hoci je podobné, no bravčové mäso obsahuje viac tuku s vyšším podielom nasýtených mastných kyselín, čo podporuje ukladanie cholesterolu v cievach, a tým vznik aterosklerózy. Vzhľadom na väčšie množstvo tuku sa stáva aj ťažšie stráviteľným, v žalúdku pretrváva 3 - 3,5 hodiny. BHB hovädzieho mäsa je okolo 80 %, bravčového 70 % (Stratil, 1993).

Hydinové mäso (kurčatá, morky) je výhodné vzhľadom na vysoký obsah bielkovín, predovšetkým esenciálnych AMK. Významné je aj z toho hľadiska, že má relatívne nízky obsah spojivových tkanív a útvarov s vyšším obsahom kolagénu, z čoho tiež vyplýva jeho vyššia hodnota bielkovín. Obsah cholesterolu je 3 až 5-krát nižší ako v hovädzom mäse a 3 až 4-krát nižší ako v mäse bravčovom (Strašík, 1999).

Rybie mäso je obsahom bielkovín (16 - 20 %) porovnateľné s mäsom jatočných zvierat, avšak ich kvalita a aminokyselinové zloženie je oveľa priaznivejšie. Jeho jednoduchá stráviteľnosť je daná štruktúrou. Obsahuje krátke svalové vlákna a malé množstvo nestráviteľného väziva, ktoré tvorí len asi 2 - 5 %, zatiaľ čo v kvalitnom hovädzom mäse je ho približne 4-násobok (Vácha a Moudrá, 1994).

3.3.2 Rastlinné zdroje

Obilniny – v našich podmienkach predstavujú najrozšírenejší zdroj rastlinných bielkovín (Prugar, 1999). Najpriaznivejšie aminokyselinové zloženie má ovos, pšenica, raž, jačmeň a ryža (Maľa a Dudríková, 2000). Určité cereálne bielkoviny (okrem ovsa) neumožňujú dostatočný prívod esenciálnych AMK, najmä lyzínu, metionínu a izoleucínu (Mórová, 1993). Nato, aby sa zvýšil obsah niektorých aminokyselín, sa vyrábajú cereálne výrobky použitím rozličných aditív, pseudoobilnín (napr. láskavec), strukovín, ktoré obsahujú vyšší podiel lyzínu a iných AMK ako základná obilnina pšenica (Dodok, 1998).

Strukoviny – významný zdroj, obsahujúci najviac bielkovín z rastlinných potravín, konkrétne v 100 g jedlého podielu v priemere je vo fazuli 22,1 g; v hrachu 22,5 g, v šošovici 24,2 g a v sóji 38 - 42 g bielkovín. 100 gramov strukoviny denne, zaistí potrebu všetkých nezbytných AMK s výnimkou metionínu, kde sa zaistí asi len polovica dennej spotreby (Stratil, 1993). Biologická hodnota bielkovín v bežných strukovinách nie je taká vysoká ako v potravinách živočíšneho pôvodu, avšak, výnimkou je sója, ktorá má najvýhodnejšie aminokyselinové zloženie, aj keď je o 30 % nižšie ako u mäsa (Maľa a Dudríková, 2000; Stratil, 1993).

Sója – okrem vysokého obsahu bielkovín (40 %) a esenciálnych AMK, je výživná hodnota sóje daná aj vyšším obsahom tukov (17 - 27 %), vitamínov (B1, B2, PP, E), vlákniny (5 %), a taktiež i anorganických látok (hlavne K, P, Mg, Ca, Fe). Preto patrí sója medzi biologicky plnohodnotné potraviny. Pôsobí preventívne na onkologické a kardiovaskulárne choroby, na obezitu, cukrovku a osteoporózu (Bóna, 1999).

Zemiaková bielkovina – predstavuje najvýhodnejšiu bielkovinu rastlinného pôvodu vôbec. Svojou hodnotou je priradená k vaječnej bielkovine. Hlavnou zložkou je tuberín, tvoriaci dve tretiny bielkovinových látok zemiakov, s vyšším obsahom leucínu (13 %) (Mórová, 1993; Stratil, 1993).

Kubicová et al. (2004) pokladajú za jediný zdroj plnohodnotných bielkovín potraviny živočíšneho pôvodu. Rastlinné bielkoviny (okrem zemiakovej bielkoviny a sóji) sa pokladajú za menej hodnotné, práve pre kvalitatívny a kvantitatívny nedostatok, až úplnú absenciu esenciálnych aminokyselín. Diehl et al. (2000) sa s týmto názorom nestotožňujú, tvrdia, že rozdeľovať bielkoviny na rastlinné (neplnohodnotné)

a živočišne (plnohodnotné), je nepravdivé a zavádzajúce. Konzumáciou rôznych kombinácií jedál rastlinného pôvodu, sa zlepšuje celková BHB a výsledkom je kompletne spektrum nepostrádateľných aminokyselín. Bielkoviny z obilnín majú nižšiu hladinu AMK lyzínu a tryptofánu a strukoviny zase nižšiu hladinu AMK, obsahujúcich síru. Avšak, pri ich kombinácii sa tieto rozdiely rušia, takže zmes strukovín a obilnín nám v konečnom dôsledku poskytnú úplný rozsah aminokyselín, ktoré umožnia rásť rovnako ako keď je hlavným zdrojom bielkovín mäso. Navyše, rastlinné proteíny obsahujú málo tukov, veľa vlákniny a žiadny cholesterol (Diehl et al., 2000; Kunová, 2004; Bukovský, 1992; Gillie, 2001). Okrem strukovín a obilnín existujú aj ďalšie vhodné kombinácie. Napríklad zmes obilnín, jadier a semien alebo zmes obilnín a zeleniny. Takto získaný aminokyselinový komplex bielkovín rastlinného pôvodu, môže byť kritériom dostatočnosti vegetariánskej stravy (Beňo, 2001). Moncriefová (2005) vegetariánom odporúča, aby mali minimálne 2 rôzne druhy rastlinných bielkovín denne. Jarošová (1995) vyzdvihuje napríklad výhodnú obilninu Láskavec (*Amarantus*), ktorý má na rozdiel od ostatných obilnín vyšší obsah bielkovín, hlavne esenciálnych AMK, kde vyniká obsah lyzínu, ktorého je až trojnásobne viac. Günter (1995) uvádza, že spomedzi obilnín je najbohatším zdrojom bielkovín ovos, ktorý obsahuje 15 % bielkovín. Paulinyová (2004) odporúča ako výhodnú náhradu za živočišne bielkoviny práve cestoviny, ktoré obsahujú veľa rastlinných proteínov. Krkošková (2004) zas vyzdvihuje význam pohánky. Jej bielkovina má podľa nej jedinečné zloženie AMK (zvlášť bohatá na lyzín a arginín) so špecifickým biologickým účinkom na zníženie cholesterolu s antihyperterzným pôsobením. Tiež priaznivo pôsobí proti zápche, krčovým žilám, hemoroidom, potencii, atď.

Okrem rastlinných a živočišných bielkovín existuje ešte 1 zdroj, ktorý slúži ľudskému organizmu ako subjekt, vytvárajúci bielkoviny a aminokyseliny. Ide o vzduch, ktorý vdychujeme. Vzduch je zložený asi z 80 % dusíka a 20 % kyslíka, pričom dusík je hlavnou súčasťou všetkých bielkovín a aminokyselín. Dostáva sa krvou do pečene, kde sa mení na jednu z hlavných atomárnych, či molekulárnych častí, ktoré sú potrebné na vybudovanie nových aminokyselín (Walker, 1994).

Tab. 1 Biologická hodnota rôznych zdrojov bielkovín (Konopka, 2004)

BHB	
Živočíšne bielkoviny	
Celé vajce	100
mäso	92 - 96
ryby	94 - 96
mlieko	88
syry	82 - 85
Rastlinné bielkoviny	
sója	84
zelené riasy	81
raž	76
fazuľa	72
ryža	70
zemiaky	70
chlieb	70
šošovica	60
pšenica	56
hrach	56
kukurica	54

Tab. 2 Biologická hodnota proteínových zmesí bielkovín pre človeka (Konopka, 2004)

BH proteínových zmesí		
Proteínová zmes	Pomer zmesí	BH
Vajce a zemiaky	35 % a 65 %	137
Vajce a mlieko	71 % a 29 %	122
Vajce a pšenica	68 % a 32 %	18
Mlieko a pšenica	75 % a 25 %	105
Fazuľa a kukurica	52 % a 48 %	101

Tab. 3 Najvhodnejšia kombinácia potravín, ktoré sa prostredníctvom kombinácie plnohodnotných bielkovín vzájomne dopĺňajú (Konopka, 2004)

Najvhodnejšia kombinácia potravín pre doplnenie bielkovín
Zemiaky a Vajce alebo mlieko
Napr. zemiaky a vajce, mlieko, tvaroh, smotanový syr, jogurt, plnotučné mlieko, syr
Obilie a Vajce
Napr. ryža, pšenica, pohánka, ovos, raž, jačmeň a vajce
Obilie a Mlieko
Napr. ryža, pšenica, pohánka, ovos, raž, jačmeň a mlieko, syry, tvaroh, smotanový syr, plnotučné mlieko, jogurt
Obilie a Strukoviny
Napr. ryža, pšenica, pohánka, ovos, raž, jačmeň a fazuľa, hrach, šošovica, sójové bôby

Na základe získaných poznatkov môžeme konštatovať, že hoci pri vhodnej kombinácii rastlinných bielkovín môžeme dosiahnuť priaznivú aminokyselinovú skladbu, a teda dostatočný príjem kompletných proteínov (napr. kombinácia obilnín chudobných na lyzín a strukovín chudobných na metionín), ale aj tak stále ostávajú menej plnohodnotnými ako živočíšne bielkoviny, ktorých hlavnými zdrojmi sú mlieko, mäso a vajcia. Avšak, o to viac je potrebné dbať na správne množstvo a pomery týchto druhov proteínov. Napríklad pri konzumácii vajec je potrebné dať si pozor na odporúčané dávky cholesterolu, ktoré predstavujú max. 300 mg denne. Preto nie je vhodné konzumovať viac ako 3 – 4 vajcia týždenne, keďže len 1 žĺtok obsahuje 300 mg cholesterolu. Čo sa týka mäsa, najvhodnejšími druhmi sú mäsa teľacie, jahňacie, z rýb a hydiny. V porovnaní s hovädzím a bravčovým obsahujú viac leucínu, izlroleucínu, arginínu, valínu, metionínu, majú relatívne nízky obsah spojivových tkanív, nízky obsah cholesterolu, sú ľahšie stráviteľnejšie. Navyše, pri hydinovom mäse treba rozlišovať, či ide o morčacie a kuracie alebo o husacie a kačacie mäso. Totiž mäso husí a kačíc obsahuje zvýšené množstvo tuku aj v mäsitých častiach, preto nie je vhodné napríklad v diétnom stravovaní.

3.4 Potreba bielkovín

Kubicová et al. (2004) považujú za optimálny príjem bielkovín u dospelého zdravého človeka s normálnou hmotnosťou $0,8 \text{ g.kg}^{-1}$ na deň. Za bezpečný pokladáme príjem 1 g.kg^{-1} na deň. Toto množstvo označuje Schmidt (1993), Trojan et al. (2003) a Mitro (2002) ako bielkovinové optimum (inak funkčné bielkovinové optimum), ktoré je potrebné na udržanie rovnovážnej dusíkovej bilancie, pričom musí ísť o biologicky plnohodnotné bielkoviny. Ako bilančné minimum uvádza Schmidt (1993) také minimálne množstvo bielkovín prijaté za deň, pri ktorom je spotreba bielkovín v rovnováhe s príjmom bielkovín. Ide približne o množstvo 30 - 40 g na deň ($0,5 \text{ g.kg}^{-1}$ telesnej hmotnosti na deň). Hoci je s týmto množstvom bielkovín zaručené prežitie, nie však plná telesná výkonnosť.

Odporúčaná denná dávka bielkovín predstavuje 10 - 15 % z celkovej dennej spotreby energie, pričom energetická hodnota 1 g bielkovín je 17 kJ (Beňo, 2003). Avšak, pre jednotlivé populačné skupiny je odporúčaný denný príjem bielkovín rôzny. Závisí od viacerých faktorov ako je vek, pohlavie a pracovná náročnosť (Simonová et al., 2002).

Deti potrebujú viac bielkovín ako dospelí, pretože ide o obdobie života, kedy je fáza rastu najintenzívnejšia. Novorodenci potrebujú v prvých mesiacoch dávku bielkovín $2,5 \text{ g.kg}^{-1}$ na deň. Ak energetický príjem nie je dostatočný, tak nie sú všetky bielkoviny použité pre rast. Nedostatok proteínov v strave je u detí nebezpečný z dôvodu zvýšeného rizika výskytu infekcií (Latham, 1997). Dospelý človek bielkoviny využíva k náhrade a k udržovaniu jednotlivých funkcií organizmu a dieťa ich potrebuje ako stavebný materiál, nakoľko sa vyvíja (Walker, 1994).

Ak je potrava, ktorú skonzumujeme, ľahko stráviteľná a dobre sa vstrebáva, môže sa potrebné množstvo bielkovín na deň stanoviť minimálne na 60 - 80 g pre ťažko pracujúcich a 20 - 30 g pre ľahko pracujúcich (Walker, 1994).

Denná potreba bielkovín podľa Kyseloviča (2002), je nasledovná:

Minimálna dávka: 0,5 - 0,6 g na 1 kg telesnej hmotnosti

Bezpečná dávka: 0,6 - 0,8 g na 1 kg telesnej hmotnosti

Odporúčaná dávka: 1,0 – 1,2 g na 1 kg telesnej hmotnosti

Deti vo fáze rastu: 2,4 g na 1 kg telesnej hmotnosti

Denná spotreba bielkovín by podľa Dostálovej (1991) nemala klesnúť pod hranicu $0,8 \text{ g.kg}^{-1}$, a naopak, nemala by prekročiť hodnotu $1,6 \text{ g.kg}^{-1}$ u dospelého človeka.

Špecifickou skupinou, pri ktorej sa detailne prihliada na príjem bielkovín, sú športovci. Tí potrebujú výrazne viac bielkovín, okolo $1,6 - 3 \text{ g.kg}^{-1}$ telesnej hmotnosti, s ohľadom na špecializáciu a typ tréningu. Zariadenie takého množstva si vyžaduje aj príjem špecifických doplnkov stravy, tzv. proteínových koncentrátov (Fořt, 2005).

Kleinwächterová (2005) rozdeľuje športovcov do 2 skupín. Do 1. skupiny sa zaraďujú športovci silových športov (kulturisti, vzpierači, guliari, ...), ktorých optimálny príjem bielkovín je v rozmedzí $1,4 - 1,8 \text{ g.kg}^{-1}$ telesnej hmotnosti za deň, a v 2. skupine sú vytrvalostní športovci (bežci, triatlonisti, tanečníci, ...), ktorých denný príjem bielkovín sa pohybuje na hranici $1,2 - 1,4 \text{ g}$ na 1 kg telesnej hmotnosti.

Davis (1992) ďalej porovnáva príjem nízko bielkovinovej a vysoko bielkovinovej stravy u pacientov s výskytom infekcie. Ak pacienti prijímali stravu s vysokým obsahom bielkovín, stúpila u nich tvorba protilátok, potrebných na liečenie, 100-násobne za niekoľko hodín.

Fořt (2005) uvádza, že prežiť je možné aj pri konzumácii stravy obsahujúcej len $0,5 \text{ g.kg}^{-1}$ telesnej hmotnosti bielkovín. Tu však ide o skupiny ľudí žijúcich v Afrike a Ázii, kde je celkový príjem potravy nedostatočný.

Celosvetový priemer v spotrebe bielkovín jedného človeka za 1 deň, sa odhaduje na 68 g , ktoré sú najmä rastlinného pôvodu. V strave Austráľčanov alebo obyvateľov Nového Zélandu, ktorá je kaloricky bohatá, predstavoval podiel živočíšnych bielkovín 2-násobok celosvetového priemeru (Martiš, 1980).

Foster (1996) poznamenáva, že organizmus človeka v skutočnosti spracováva približne 300 g bielkovín denne. Bunky stále odumierajú, hormóny vznikajú a zanikajú, striháme si nechty a vlasy. Pozoruhodné na procesoch v našom tele je, že na zachovanie telesných bielkovín sa asi 260 g z nich opäť využíva. Bielkovinové straty sú potom nahrádzané z aminokyselín, obsiahnutých v strave.

Významným faktorom, ktorý určuje potrebu bielkovín, je zdravie jednotlivca. Pri rôznych ochoreniach dochádza k strate telesných tkanív, pričom tieto straty musia byť v priebehu uzdravovania nahradené (Walker, 1994). Sharon (1994) uvádza, že niektorí ľudia potrebujú až 4-krát viac bielkovín ako iní individualisti, nakoľko stresové podmienky, či už fyzické alebo mentálne, môžu zvýšiť túto potrebu až o 30% .

Fořt (2005) konštatuje, že stravovanie žien by sa malo líšiť od stravovacích návykov u mužov, lebo žena nemá schopnosť budovať si svalovú hmotu z veľkého množstva mäsa ako muž. Ak má žena prebytok bielkovín, tak po prvé priberá na váhe a po druhé, starne. Starnutie je výsledkom toho, že vysokoproteínová diéta zhoršuje činnosť antioxidantov v boji proti vytvoreným voľným radikálom. Určitá časť prebytočných proteínov sa mení na glukózu a tá sa následne môže meniť na tuk.

Tab. 4 Denná potreba bielkovín podľa veku jedinca (podľa WHO) (Roger, 2002)

Vek	Denná dávka v g/kg telesnej hmotnosti
0 – 6 mesiacov	1, 85
6 – 9 mesiacov	1, 65
9 – 12 mesiacov	1, 50
1 – 2 roky	1, 20
2 – 3 roky	1, 15
3 – 5 rokov	1, 10
5 – 14 rokov	1, 00
14 – 16 rokov	0, 95
16 – 18 rokov	0, 90
dospelí	0, 75

Tab. 5 Príjem energie a bielkovín u dospelých osôb v závislosti od pohlavia a veku (Beňo, 2001)

Pohlavie	Príjem energie		Príjem bielkovín	
	kJ/deň	kJ/kg/deň	g/deň	g/kg/deň
Muži				
19 – 34 rokov	11 500	165	66	0, 95
35 – 54 rokov	11 000	155	64	0, 90
55 – 74 rokov	9 500	145	62	0, 85
Ženy				
19 – 34 rokov	9 500	160	52	0, 90
35 – 54 rokov	9 000	153	51	0, 85
5 – 74 rokov	8 500	145	50	0, 80

Na základe nášeho literárneho prieskumu sa zistilo, že optimálny príjem bielkovín u dospelého zdravého človeka s normálnou hmotnosťou je $0,8 \text{ g.kg}^{-1}$ na deň, čo predstavuje zhruba 10 – 15 % z celkovej dennej energie. Avšak, tieto hodnoty závisia od rôznych faktorov, akými sú napríklad vek, pohlavie a fyzická aktivita. V súvislosti s vekom, deti musia prijímať väčšie množstvo proteínov ako dospelý človek, vzhľadom na potrebu rastu a vývoja organizmu. Odporúčaná dávka pre novorodencov je $2,5 \text{ g.kg}^{-1}$ na deň. S pribúdajúcim vekom tieto hodnoty klesajú. V súvislosti s pohlavím sa konštatuje, že dávky bielkovín pre ženy by mali byť o niečo menšie ako pre mužov vzhľadom na neschopnosť ženského organizmu vybudovať si svalovú hmotu z veľkého množstva mäsa, čo má potom za následok zvýšenie telesnej hmotnosti a starnutie. A v súvislosti s fyzickou aktivitou je zrejmé, že ľudia so zvýšenou aktivitou musia prijať väčšie množstvo bielkovín. Ide napríklad o športovcov, ktorých potreba závisí od špecializácie a typu tréningu, ale vo všeobecnosti sa táto potreba pohybuje v rozmedzí od 1,2 do $1,8 \text{ g.kg}^{-1}$ na deň.

3.5 Riziká a následky nadmerného príjmu bielkovín

Pret'aženie a poškodenie pečene

Spôsobené prebytkom amoniaku a zaplavením ketogénnymi kyselinami. Pečeň je ničená ukladaným tukom, a tým preťažená nutnosťou likvidovať prebytočné množstvo neprirodzených chemikálií prijímaných potravou, čím nezvláda svoje základné úlohy telesnej čističky (likvidovanie čpavku a tvorba močoviny ako netoxickej odpadovej látky) a producenta ďalších potrebných bielkovín (Fořt, 1998).

Ak nedôjde k nadmernému príjmu bielkovín, pečeň funguje normálne a čpavok je neutralizovaný hneď po svojom vzniku, čo nespôsobuje žiadne škody. Ak však dochádza k nadmernému príjmu bielkovín, bielkoviny sa netrávia dostatočne, pečeň je poškodená a močovina sa hromadí vo veľkej miere, čo môže byť toxické. Na hromadení čpavku sa podieľa aj veľká fyzická aktivita, čím vzniká nebezpečenstvo zdravotných problémov ako sú napríklad encefalopatia (mozgová choroba) a pečenevová kóma (Zachar, 2004).

Pret'azenie až poškodenie obličiek

Obličky prestávajú plniť svoju funkciu regulačného orgánu na základe pret'azenia nadmerným množstvom splodín, vznikajúcich v dôsledku fyzickej aktivity a zároveň z prebytku bielkovín, ničenia nedostatkom tekutín a nadbytkom kuchynskej soli. Riziko vzniku tzv. pseudouremického syndrómu (Fořt, 1998).

Vysoká hladina močoviny môže spôsobiť bolesti chrbta a zápal obličiek (Zachar, 2004).

Ateroskleróza

Ochorenie vyvolané zvýšenou hladinou cholesterolu v krvi, v prípade nadmernej konzumácie bielkovín živočísného pôvodu (Fořt, 1998). Ide o zmeny stien veľkých tepien, ktoré sa prejavujú pretvarovaním, stvrdnutím, zväpenatením a tvorbou vredov. Môže byť príčinou oslabenej výkonnosti, bolesti hlavy, srdcového infarktu, útlmu mozgovej činnosti a ďalších symptómov (Künzel, 1990).

Za podporné faktory sa pokladajú genetické predispozície (vek, pohlavie, vrodené poruchy metabolizmu), a samozrejme aj faktory vonkajšieho prostredia (fyzická aktivita, fajčenie, výživa a i.) (Mariányi, 1988).

Tráviace ťažkosti

Hnilobná dyspepsia – pochádza z poruchy tráviacich ústrojov (poruchy stolice, meteorizmus, nechut' do jedla atď.) (Mariányi, 1988).

Z aminokyselín sú hnilobnými baktériami vytvárané látky, ktoré organizmus nepriaznivo ovplyvňujú. Ide najmä o sírovodík, amoniak, fenol, skatol, indol, tramín, ktoré ovplyvňujú črevnú sekréciu a hladkú svalovinu ciev. U zdravého jedinca sú po vstrebaní tieto látky zachytené a detoxikované pečeňou. Avšak, pri jej ochorení je detoxikačný mechanizmus nedostatočný, čím môžu mať látky vzniknuté pri hnilobnom kvasení nepriaznivý účinok na organizmus (Trojan et al., 1987).

Nádory hrubého čreva – kolorektálny karcinóm – všetky karcinómy hrubého čreva prerastajú postupne cez črevnú stenu do okolitých štruktúr a infiltrujú lymfatické a krvné cievy. Kolorektálny karcinóm sa zaraďuje medzi tie malígne procesy, u ktorých

je predpoklad pomerne nízkeho vzťahu k výžive – až 90 %. Dokonca je preukázané, že vznik tohto karcinómu, je ovplyvniteľný druhom výživy. Epidemiologické štúdie ukazujú, že v krajinách, kde obyvatelia konzumujú veľa ovocia a zeleniny a potravu s minimálnym podielom živočíšnych tukov a červeného mäsa, je výskyt kolorektálneho karcinómu najnižší.

Riziko kolorektálneho karcinómu je významne vyššie pri dennej konzumácii hovädzieho, bravčového a jahňacieho mäsa než pri konzumácií raz za mesiac. Červené mäso môže obsahovať heterocyklické amíny (karcinogény), preto sa za zvýšené riziko karcinómu pokladá práve vysoká konzumácia proteínu červeného mäsa. Riziko sa znižuje predovšetkým konzumáciou proteínov bieleho mäsa (Jablonská et al., 2000).

Špecificko – dynamický efekt

Preto, že bielkoviny majú tzv. špecificko-dynamický efekt, spracovanie nadmerného objemu bielkovín ochudobňuje organizmus o energiu. Tento efekt je daný dôsledkom nutnosti vynaložiť energiu na spracovanie a hlavne zabudovanie stravou prijatých bielkovín, kde nastane vznik nevyužiteľného tepla. Ľudia, ktorí konzumujú veľké množstvo bielkovín, majú dostatok energie na udržanie telesnej teploty, čo má pozitívny vplyv len v situácií, keď je teplota nízka. V lete dochádza naopak ľahko k prehrievaniu. To je ale jediný prípad, kedy je nadmerná konzumácia bielkovín ako tak užitočná (Fořt, 1996).

Dna

Ide o metabolické choroby kĺbov. Kyselina močová sa nachádza v krvi vo zvýšenej koncentrácii (hyperurikémia) a tvoria sa kryštály urátov v medzikĺbových štrbinách. Človeka postihujú silné bolesti obmedzujúce jeho pohyb a výrazne znižujú kvalitu života. U mužov je výskyt tohto ochorenia asi 20-krát častejšie. Existuje aj dna podmienená geneticky (poruchy metabolizmu purínov), ale najčastejšími príčinami sú aj tak dlhotrvajúce nesprávne návyky vo výžive.

Záchvaty dny zvyčajne vyvoláva nadmerné prijímanie potravy bohatej na puríny (ryby, čokoláda, vnútornosti, zabíjačkové produkty) a požívanie alkoholických nápojov. Preto je potrebné v rámci prevencie tejto choroby dodržiavať diétu s obmedzeným množstvom purínov. V horších prípadoch je nutné podvať lieky, ktoré

buď brzdia tvorbu purínov a kyseliny močovej, alebo zabezpečujú zvýšené vylučovanie tejto kyseliny, čo vedie k zníženiu jej hladiny v organizme (Magula et al., 2001).

Osteoporóza

Ochorenie podmienené znížením kvality a množstva kostnej hmoty (organickej aj anorganickej zložky), čo má za následok porušenie mikroštruktúry a funkcie kosti a následné zvýšenie rizika zlomenín. Toto riziko výrazne zvyšuje nadbytočný dlhodobý príjem bielkovín u nešportujúcej populácie, kde nie je vynaložená ťažká fyzická práca. Ide najmä o ženy okolo prechodu a po ňom (30 %) (Fořt, 1996).

Podľa Broulíka (1999) je maximum kostnej hmoty vo veku 25 rokov, ktoré je dané z 80 % genetickými predispozíciami a zvyšok sa získava zdravým spôsobom života (dostatok telesného pohybu a strava bohatá na Ca). Čím je kostná hmota väčšia, tým je riziko vzniku osteoporózy po 30. roku života menšie, pričom stav tejto kostnej hmoty ovplyvňuje aj výživa, t. j. správne zastúpenie bielkovín, tukov a sacharidov. Nedostatok bielkovín spôsobuje osteoporózu, ale nadmerné množstvo vedie k hyperkalciúrii a k aminoacidúrii, a tým vlastne opäť k osteoporóze.

Primeraný prísun Ca a vitamínu D v potrave sa spája s nižším výskytom straty kostnej hmoty a kostných zlomenín. Odporúčaná dávka vápnika na deň je minimálne 800 mg. Rozvoj osteoporózy sa v niektorých štúdiách dáva do súvislosti so zvýšenou konzumáciou kofeínu, ktorý zvyšuje straty vápnika močom. Taktiež vysoký príjem sodíka (kuchynskej soli) prispieva ku strate kostnej hmoty na základe zvýšenia vylučovania Ca, a nedá sa obísť ani zvýšená spotreba alkoholu a cigariet, ktorá sa tiež podieľa na vzniku tohto ochorenia (Magula et al., 2001).

3.6 Riziká a následky nedostatočného príjmu bielkovín

Kwashiorkor – prevažne proteínová malnutrícia vyvolaná dlhodobou stravou s kritickým nedostatkom bielkovín (najmä živočíšneho pôvodu) a relatívnym dostatkom energie, ktorej sú hlavným zdrojom sacharidy. Vytvára sa predovšetkým u detí, a to v priebehu niekoľkých týždňov. Hlavnými príznakmi sú napríklad: extrémne malá hmotnosť, svalová atrofia, otoky, výška je ovplyvnená menej. Prítomné sú aj psychomotorické zmeny, ktoré sa prejavujú tým, že dieťa je apatické a nemá chuť na

jedlo. Ide o mimoriadne ťažký stav, ktorý sa končí buď nenapraviteľnými škodami na zdraví, alebo až smrťou (Müllerová, 2003; Teplan, 2000).

Marazmus – proteínovo-energetická malnutrícia – vyskytuje sa najmä v rozvojových krajinách. Charakterizuje sa negatívnou energetickou bilanciou, ide o tzv. stav extrémneho vyhladovania. Nastáva poškodenie imunitného systému (väčší sklon k infekciám), strata rezervného tuku a tukových zásob v pečeni a obličkách, slabosť, slepota, apatia, spomalenie až zastavenie rastu, extrémne nízka váha, svalová atrofia. Zvyčajne sa pridávajú aj príznaky ako A-avitaminóza a nedostatok minerálnych látok, ktorý vedie k vzniku krivice a chudokrvnosti (Teplan, 2000; Müllerová, 2003).

Jednostranná výživa založená len na rastlinných či živočíšnych zdrojoch bielkovín, nie je v súlade so zásadami správnej výživy. Bielkovinové minimum zodpovedá dávke 15 g vysokohodnotnej bielkoviny za deň. Dusíkatá bilancia sa dosiahne ale až pri dávke približne 30 g. Za podmienok výživy rastlinnými a živočíšnymi bielkovinami v pomere 1 : 1, táto hodnota predstavuje 35 – 50 g proteínov denne. Avšak, optimálne dávky sú 70 – 80 g. Pri pomere 5 : 1 vzniká podvýživa, ktorá je spôsobená deficitom esenciálnych AMK, a je typická pre niektoré krajiny Afriky a Ázie (Michalík, 1998).

Predchádzajúca kapitola nás oboznámila s odporúčanými dávkami bielkovín. Človek je však tvor, ktorý tieto hodnoty nie vždy dodržiava. A to buď z hľadiska nevedomosti a nedostatočnej vzdelanosti, alebo z hľadiska zámerného porušovania týchto zásad. Či už je to tak alebo onak, v konečnom dôsledku to má za následok zmeny v organizme, vzniknuté nedostatočným alebo nadmerným príjmom bielkovín, a teda zmeny spôsobujúce rôzne ochorenia. Pri nadmernom množstve ide o preťaženie a poškodenie pečene a obličiek, aterosklerózu, rôzne tráviace ťažkosti, dnu, osteoporózu a naopak, nedostatočný príjem bielkovín spôsobuje kwashiorkor a marazmus. Kým pri marazme ide o nedostatočný príjem energie, bielkovín a ostatných výživových faktorov, kwashiorkor je dôsledkom kvantitatívneho a kvalitatívneho nedostatku bielkovín s relatívnym alebo absolútnym nadbytkom sacharidov, pričom energetický príjem môže byť i dostatočný.

4 Záver a návrh na využitie poznatkov

Na základe získaných poznatkov môžeme odvodiť návrhy týkajúce sa využívania rastlinných či živočíšnych bielkovinových zdrojov v ľudskej výžive.

- Bielkoviny sú jednou z najhlavnejších častí ľudského organizmu, ich obsah je nenahraditeľný
- Ak je v potrave vynechaná čo i len jedna esenciálna aminokyselina, potrebná na vytvorenie konkrétnej bielkoviny, je proteosyntéza tejto bielkoviny pozastavená. Potrava musí obsahovať všetky esenciálne aminokyseliny
- Tak ako v rastlinnej, tak aj v živočíšnej potrave sú prítomné oba druhy aminokyselín (esenciálne a neesenciálne)
- Za plnohodnotný zdroj esenciálnych AMK sa pokladá potrava živočíšneho pôvodu, túto funkciu môžu čiastočne plniť aj rastlinné zdroje, a síce, pri ich vhodnej kombinácii
- Živočíšnu potravu je potrebné konzumovať v striedmosti, nakoľko má vo svojom nutričnom zložení väčšie zastúpenie bielkovín. Ideálnymi živočíšnymi zdrojmi sú chudé mäsa (hydina) a ryby. Tento druh mäsa má v porovnaní s bravčovým a hovädzím mäsom vyššiu hodnotu bielkovín, viac esenciálnych aminokyselín, svalovinu chudobnú na tuk a nízky obsah cholesterolu. Mäso rýb obsahuje množstvo látok, ktoré posilňujú a ochraňujú zdravie človeka. Sú zdrojom vitamínov A, D a významných minerálnych látok. Navyše rybí tuk sa vyznačuje vysokou biologickou hodnotou. Ďalšími vhodnými živočíšnymi zdrojmi sú nízkotučné mlieká a mliečne výrobky, termizované sýry a jogurty
- Podľa odborníkov by sme sa mali orientovať viac na stravu rastlinného pôvodu, pretože obsahujú viac zdraviu prospešných látok. Okrem menšieho množstva tukov a cholesterolu, obsahujú vlákninu, vitamíny, minerálne látky a stovky rôznych fytochemikálií
- Aby sme prijali vhodné množstvo bielkovín rastlinného pôvodu, je potrebné poznať ich bielkovinové zloženie. Nízkoproteínovými rastlinnými

potravinami sú jablká, strednoproteínové potraviny zahŕňajú napríklad zemiaky, ryžu, cibuľu, kukuricu, celozrnný chlieb a za vysokoproteínové sa pokladajú fazuľa, zeler, sója, šošovica, hrach, huby a špenát

- Existuje široké spektrum rastlinných bielkovinových zdrojov, a preto je dôležité kombinovať v jedálnom lístku viac druhov, nielen tie, ktoré ľudia poznajú najviac
- Proteíny v organizme podliehajú metabolickým zmenám, čo pôsobí vo väčšom množstve toxicky. Ich nadmerné množstvo v potrave spôsobuje vznik rôznych ochorení. Väčšina ľudí na Slovensku konzumuje dvakrát až trikrát viac proteínov ako sa odporúča. Navyše ide o proteíny živočíšneho pôvodu, čo v praxi znamená, že obsahujú tiež veľké množstvo cholesterolu a nasýtených tukov. Takáto strava spôsobuje poruchy sprevádzané intoxikáciou organizmu, nadmernou záťažou obličiek a pečene, predčasným kôrnatím tepien, poruchy v minerálovom hospodárení, na základe ktorých tak vznikajú spomínané choroby ako napríklad dna, osteoporóza, rakovina a podobne
- Prijímanie vyššieho množstva proteínov s úmyslom vytvárania zásob do budúcnosti nie je možný, keďže kapacita organizmu ukladať či zadržiavať bielkoviny, je minimálna
- Je dôležité zvoliť vhodnú technologickú úpravu potravín. Pri vysokých teplotách nastáva vznik toxických látok z aminokyselín
- Na území, kde žijeme, nehrozí nedostatok bielkovín v potrave, reálne ale deficit proteínov vo výžive spôsobuje vážne poruchy organizmu. Najviac sú týmto deficitom ohrozené deti v Afrike, či v Južnej Ázii. Formy podvýživy (malnutrií), ktoré sa tu vyskytujú, sú marasmus a kwashiorkor
- Je potrebné si uvedomiť a vedieť pracovať s myšlienkou, že potreba bielkovín je v jednotlivých fázach života rôzna. Najväčšia pozornosť sa v tomto smere prikladá obdobiu od najútlejšieho veku po začiatok dospelosti, tehotným a dojčiacim ženám a samozrejme starým ľuďom. V týchto životných obdobiach je vhodná kombinácia oboch proteínových zdrojov potravín
- Potrebné je taktiež vyhovieť metabolickým potrebám organizmu a prijímať ľahšie stráviteľné bielkovinové zdroje. Tým sa apeluje nato, aby človek

nebol pasívny pri výbere potravín, ale aby si všímal, ako mu ktorá potravina prospieva.

5 Použitá literatúra

1. BALCH, P. A.; BALCH, J. F. 2000. *Prescription for nutritional healing*. 3. edition. New York : Avery, 2000. 777 s. ISBN 80-6382-356-3.
2. BENKOVÁ, J. 1999. Hydinové mäso – neoddeliteľná súčasť racionálnej výživy obyvateľstva. In *Možnosti a perspektívy zvyšovania produkcie v chove hydiny a malých hospodárskych zvierat*. Nitra : SPU, 1999, s. 35-46.
3. BEŇO, I. 1996. Tradičná stredozemná strava – alternatíva správnej výživy? In *Výživa a zdravie*, roč. 41, 1996, č. 2, s. 28-39.
4. BEŇO, I. 2001. *Náuka o výžive : fyziologická a liečebná výživa*. Martin: Osveta, 2001, s. 157, ISBN 80-8063-089-5.
5. BEŇO, I. 2003. *Náuka o výžive*. Martin : Osveta, 2003. 157 s. ISBN 80-8063-126-3.
6. BÓNA, V. 1999. Význam sóje a sójových výrobkov vo výžive človeka. In *Výživa a zdravie*, roč. 44, 1999, č. 2, 39-40 s.
7. BRECHTLOVÁ, M. et al. 2001. *Lekárska biochémia I. – Intermediárny metabolizmus*. Bratislava : Univerzita Komenského, 2001. 242 s. ISBN 80-223-1603-2.
8. BROULÍK, P. 1999. *Osteoporóza, osteomalácie, osteodystrofie*. Praha: Maxdorf, 1999, 172 s. ISBN 80-85800-93-4.
9. BUKOVSKÝ, I. 1992. *Vegetariánske diéta*. Martin : Nový život Turca, 1992. 132 s. ISBN 80-900554-0-0.
10. BULKOVÁ, V. 1999. *Náuka o poživatinách: prví část*. 1. vyd. Brno : Institutu pro další vzdělávání pracovníku ve zdravotnictví v Brně, 1999. 204 s. ISBN 80-7013-293-0.
11. BURNIE, D. 1996. *Malá encyklopédia ľudského tela*. Bratislava : Talentum, 1996. 160 s. ISBN 80-967390-3-4.
12. CZIFRUSZ, A.; ŠTEFANOVIČ, J. 2005. Intolerancia k histamínu. In *Medicínsky monitor*, roč. 9, 2005, č. 1, s. 31.
13. DAVIS, A. 1992. *Čo jesť, aby ste boli fit. Liečenie plnohodnotnou výživou*. Bratislava : Eko – konzultant, 1992. 149 s.

-
14. DIEHL, H. – LUDINGTONOVÁ, A. – PRIBIŠ, P. et al. 2000. *Dynamický život, Program NEW START v praxi*. Vrútky : Advent-Orion, 2000. 287 s. ISBN 80-88960-39-8.
 15. DODOK, L. 1998. Obilniny – zdroj základných živín v ľudskej výžive. In *Výživa a zdravie*, roč. 43, 1998, č. 4, 83-84 s.
 16. DOSTÁL, J.; KAPLAN, P. a kol. 2001. *Lekárska chemie II: bioorganická chemie*. 1. vyd. Brno : Masarykova univerzita v Brně, 2001. 223 s. ISBN 80-210-2731-2.
 17. DOSTÁL, J.; PAULOVA, H.; SLANINA, J.; TÁBORSKÁ, E. 2003. *Biochemie pro bakaláře*. 1. vyd. Brno : Masarykova univerzita v Brně, 2003. 174 s. ISBN 80-210-3232-4.
 18. DOSTÁLOVÁ, J. 1991. *Výživa a potraviny*. Praha : ÚVTIZ, 1991. 52 s. ISSN 0862-3562.
 19. DOVALIL, J. a kol. 2002. *Výkon a trénink ve sportu*. 1. vyd. Praha : Olympia, 2002. 336 s.
 20. FERENČÍK, M. – ŠKÁRA, B. – NOVÁK, M. 2000. *Biochémiá*. Bratislava : Slovak Academic Press, 2000. 928 s. ISBN 80-88908-58-2.
 21. FOŘT, P. 1996. *Výživa nejen pro kulturisty*. Pardubice : Svět kulturistiky, 1996. 253 s.
 22. FOŘT, P. 1998. *Výživa hlavně pro kulturistiku a fitness*. Pardubice : Svět kulturistiky, 1998. 151 s. ISBN 978-80-902589-1-4.
 23. FOŘT, P. 1999. *Zdravá výživa nejen pro ženy*. Praha : Pragma, 1999, 394 s. ISBN 80-7205-722-7.
 24. FOŘT, P. 2005. *Výživa pro dokonalou kondici a zdraví*. Praha : Grada Publishong, 2005. 184 s. ISBN 80-247-1057-9.
 25. FOSTER, V., W. 1996. *New start. Kniha o zdravom životnom štýle*. 2. vyd. Martin : Advent-Orion, 1996. 236 s. ISBN 80-88719-50-X.
 26. FRANCHI-GAZZOLA , R. et al. 2006. The role of the neutral amino acid transporter SNAT2 in cell volume regulation. In *Acta Psychologica*, roč. 187, 2006, č. 1-2, 273-283 s.
 27. GANONG, W., F. 1997. *Přehled lékařské fyziologie*. Jinočany : H a H, 1997. 681 s. ISBN 80-85787-36-9.
-

-
28. GARDEON, J. 1976. *The people's pharmacy*. New York : St. Martin's Press, 1976. 100 s.
29. GILLIE, O. 2001. *Zdravou výživou proti rakovině*. Praha : Pragma, 2001. 204 s. ISBN 80-7205-742-1.
30. GORNER, F. 1994. Mlieko – univerzálna potravina. In *Výživa a zdravie*, roč. 39, 1994, č. 11, s. 225.
31. GRIEGER, C. – HOLEC, J. et al. 1990. *Hygienu mlieka a mliečnych výrobkov*. Bratislava : Príroda, 1990, 397 s. ISBN 80-07-00253-7.
32. GÜNTER, E. 1995. *Tajomstvo zdravia a dlhého života*. Bratislava : Fórum zdravej výživy, 1995. s. 56. ISBN 80-7114-034-1.
33. HERIAN, K. 2001. Poslanie svetového dňa mlieka – náš zväzok k plneniu odkazu lekárov a výživárov. In *Výživa a zdravie*, roč. 46. 2001, č. 3, 68-69 s.
34. HOŘEJŠÍ, J.; PRAHL, R. 1992. *Lidské tělo*. 2. vyd. Bratislava : Gemini, 1992. 336 s. ISBN 80-85265-59-1.
35. HUDEC, J. – TOMÁŠ, J. – HRUŠKOVIČOVÁ, A. 2000. *Organická chémia pre štúdium poľnohospodárskeho inžinierstva*. Nitra : SPU, 2000. 150 s. ISBN 80-7137-664-7.
36. HULÍN, I. et al. 2005. *Patofyziológia a klinická fyziológia*. Bratislava : SAP, 2005. 593 s. ISBN 80-89104-66-5.
37. JABLONSKÁ, M. et al. 2000. *Kolorektální karcinóm – včasná diagnóza a prevence*. Praha : Grada, 2000. 458 s. ISBN 80-7169-777-X.
38. JAROŠOVÁ, J. 1995. Laskavec, starobylá úžitková rastlina s novodobou perspektívou využitia. In *Výživa a potraviny*, roč. 50, 1995, č. 3, s. 83.
39. KELLER, U. et al. 2003. *Klinická výživa*. Praha : Scientia medica, 1993. 240 s. ISBN 80-85526-08-5.
40. KLEINWÄCHTEROVÁ, H.; BRÁZDOVÁ, Z. 2005. *Výživový stav človeka a zpusoby jeho zjišťování*. Brno : Národní centrum ošetrovatelství, nelekárských a zdravotníckých oborů v Brně, 2005. 102 s.
41. KOLESÁR, P. 1992. *Diabetológia pre zdravotné a diétne sastry*. Martin : Osveta, 1992. 159 s. ISBN 80-217-0335-0.
42. KONOPKA, P. 2004. *Sportovní výživa*. 1. české vyd. České Budějovice : KOPP, 2004. 125 s. ISBN 80-7232-228-1.
-

-
43. KOUKAL, M. 2006. Co to na nás roste? In *21. století*, roč.1, 2006, č. 3, s. 72. ISSN 1214-1094.
44. KRKOŠKOVÁ, B. 2004. Pohánka ako potravina. In *Trendy v potravinárstve*, roč. 11, 2004, č. 4-5, s. 10.
45. KUBICOVÁ, D. et al. 2004. *Náuka o požívatinách*. Martin : Osveta, 2004. 159 s. ISBN 80-8063-165-4.
46. KUNOVÁ, V. 2004. *Zdravá výživa*. Praha : Grada Publishing, 2004. 136 s. ISBN 80-247-0736-5.
47. KÜNZEL, D. 1990. *Lidský organizmus ve zdraví a nemoci*. Praha : Avicenum, 1990. 376 s. ISBN 08-001-90.
48. KYSELOVIČ, J. 2002. *Biochémia výživy*. Nitra : SPU, 2002. 121 s. ISBN 80-8069-096-0.
49. LABUDA, J. et al. 1982. a. *Výživa a kŕmenie hospodárskych zvierat*. Bratislava: Príroda, 1982, 488 s.
50. LABUDA, J. et al. 1982. b. *Náučný slovník z výživy kŕmenia hospodárskych zvierat*. Bratislava : Príroda. 1982, 287 s.
51. LATHAM, M., C. 1997. *Human nutrition in the developing world*. Rome : FAO of the united nations, 1997. 602 s. ISBN 92-5-103818-X.
52. MAGULA, D. et al 2001. *Výživa a zdravie*. Nitra : SPU, 2001. 159 s. ISBN 80-7137-948-4.
53. MAĽA, P. – DUDRÍKOVÁ, E. 2000. *Správna výživa ľudí*. Košice : ÚVL, 2000. 232 s. ISBN 80-88985-27-7.
54. MARIÁNYI, J. 1988. *Vademékum*. Martin : Osveta, 1988. 632 s. ISBN 70-031-88.
55. MARTIŠ, F. 1980. *Výživa a jej súčasné premeny*. Bratislava : Príroda, 1980. 364 s.
56. MICHALÍK, I. 1998. O výživnej kvalite rastlinných bielkovín, predovšetkým sóje. In *Výživa a zdravie*, roč. 43, 1998, č. 4, s. 88-90.
57. MINDELL, E. - MUNDISOVÁ, H. 2006. *Nová vitamínová bible*. 2. vyd. Praha: Ikar, 2006. 576 s. ISBN 80-249-0744-5.
-

-
58. MITRO, A. 2002. *Fyziológia*. Bratislava : Slovak Academic Press, 2002. 92 s. ISBN 80-89104-07-X.
59. MITRO, A. 2003. *Fyziológia*. Bratislava : SAP, 2003. ISBN 80-89104-07-X.
60. MONCRIEFOVÁ, S., CH. 2005. *Detox v službách mysle, tela a duše*. Bratislava : Ikar, a. s., 2005. 128 s. ISBN 80-551-0787-4.
61. MONČILANOVÁ, M. 2005. Kreatín ako výživový doplnok. In *Infoservis v potravinárstve*, roč. 12, 2005, č. 51, s. 10.
62. MÓROVÁ, E. 1993. Uplatnenie pohánky vo výžive. In *Výživa a zdravie*, roč. 38, 1993, č. 7-8, s. 97-98.
63. MÜLLEROVÁ, D. 2003. *Zdravá výživa a prevence civilizačních nemocí v schématech*. Praha : Triton, 2003. 97 s. ISBN 80-7254-421-7.
64. NOUZA, K. 2003. Antibiotika a biotika. In *Alegro*, roč. 4, č. 3, s. 8. ISSN 1335-6194.
65. PAULINYOVÁ, M. 2004. Z cestovín sa nepriberá. In *Zdravie*, roč. 60, 2004, č. 9, s. 26.
66. PAVLOV, Š. 1980. *Fyziológia živočíchov a človeka*. 2. vyd. MŠSSR, 1980. 185 s.
67. PRUGAR, J. 1999. Nutriční hodnota obilovín a jejich význam v lidské výživě. In *Výživa a potraviny*, roč. 54, 1999, č. 1, s. 22-23.
68. RAMEŠ, I. 1983. *Fyziologie výživy*. Praha : Avicenum, 1983. 224 s. ISBN 08-029-83.
69. ROGER, J., D. P; UHRIN, R. 2002. *S chutí za zdravím*. 1. vyd. Praha : Advent-Orion, 2002. 68 s. ISBN 80-86320-23-5.
70. SCHENCK, M.; KOLB, E. 1991. *Základy fyziologickej chémie*. Bratislava : Príroda, 1991. 647 s. ISBN 80-07-00418-1.
71. SCHMIDT, R. F. 1993. *Memorix*. Praha : Scientia Medica, 1993. 336 s. ISBN 80-85526-18-1.
72. SHARON, M. 1994. *Komplexní výživa*. Praha : Pragma, 1994, 200 s. ISBN 80-85213-54-0.
73. SILBERNAGL, S. - DESPOPOULUS, A. 2004. *Atlas fyziologie člověka*. 3. vyd. Praha : Grada Publishing, 2004. 448 s. ISBN 80-247-0030-X.
-

-
74. SIMONOVÁ, E. et al. 2002. *Pokrmý meals a dishes*. Bratislava : Výskumný ústav potravinársky, 2002. 235 . ISBN 80-89088-18-X.
75. STARUCH, L. 2001. Hovädzie mäso. In *Výživa a zdravie*, roč. 46, 2001, č. 3, s. 58-61.
76. STRAŠÍK, A. 1999. Význam hydiny vo výžive. In *Výživa a zdravie*, roč. 44, 1999, č. 2, s. 49.
77. STRATIL, P. 1993. *ABC zdravé výživy 2*. Brno : vydal autor, 1993. 245 s. ISBN 80-900029-8-6.
78. SURŽIN, J. - LEDVINA, M. 2002. *Lekárska biochémia 1*. Prešov : Michal Vaško, 2002. 368 s. ISBN 80-7165-326-8
79. ŠAJTER, V. et al. 2002. *Biofyzika, biochémia a radiológia*. Martin : Osveta, 2002. 275 s. ISBN 80-806390-9.
80. ŠKÁRKA, B. – FERENČÍK, M. 1992. *Biochémia*. Bratislava : Alfa, 1992. 848 s. ISBN 80-05-01076-1.
81. TEPLAN, V. 2000. *Metabolizmus a ledviny*. Praha : Grada Publishing, 2000. 800-100 s.. ISBN 80-7169-731-1.
82. TROJAN, S. et al. 1987. *Fyziologie I. časť*. Praha : Avicentrum, 1987. 565 s. ISBN 80-027-87.
83. TROJAN, S. – LANGMEIER, M. et al. 2003. *Lekárska fyziologie*. 4. vyd. Praha : Grada Publishing, 2003. 772 s. ISBN 80-7169-788-5.
84. VÁCHA, F. - MOUDRÁ, J. 1994. Sladkovodní ryby ve výživě. In *Výživa a zdravie*, roč. 40, 1994, š. 6, 168-169 s.
85. VELÍŠEK, J. 2002. *Chemie potravin 1*. 2. rozšírené vyd. Tábor : OSSIS, 2002. 344 s. ISBN 80-86659-00-3.
86. VODRÁŽKA, Z. 1998. *Biochemie*. 1. vyd. Praha : Scientia, 1998. 161 s. ISBN 80-7183-083-6.
87. WALKER, N. 1994. *Zářící zdraví*. Olomouc : FIN, 1994. 192 s. ISBN 80-85572-78-8.
88. WINSTON, R. 2005. *Človek. Unikátna obrazová encyklopédia*. Bratislava : Ikar, 2005. 512 s. ISBN 80-551-1062-X.
-

-
89. ZACHAR, D. 2004. *Humánna výživa II*. Zvolen : Technická univerzita, 2004. 159, 194 s. ISBN 80-228-1293-5.
90. ZADÁK, Z. 2002. *Výživa v intenzívni péči*. Praha : Grada Publishing, 2002. 487 s. ISBN 80-247-0320-3.
91. ŽÁK, F. 2005. *Výživa pre výkon a zdravie*. Bratislava : ICM AGENCY, 2005. 132 s. ISBN 80-969268-2-9.