

# Výživa sportovců v období vrcholové přípravy

Bc. Jindřich Zdráhal

---

Diplomová práce  
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav biochemie a analýzy potravin

akademický rok: 2009/2010

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jindřich ZDRÁHAL**  
Osobní číslo: **T08877**  
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Výživa sportovců v období vrcholové přípravy**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

Zpracovat literární rešerši k danému tématu.

Stanovit cíle práce.

### II. Praktická část

Vypracování materiálu a metodického postupu analýzy doplňků stravy pro sportovce v období vrcholové přípravy.

Analýzovat doplněk stravy na obsah nutričních ukazatelů.

Vyhodnotit dosažené výsledky a navrhnout závěry.

Závěry a doporučení pro praxi.



Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

- [1] MAUGHAN, R. J., BURKE, L. M. Výživa ve sportu, 1. vyd. Praha, Czech edition by Galén, 2006.
- [2] MANDELOVÁ, L., HRNČIŘÍKOVÁ, I. Základy výživy ve sportu. 1. vydání, Masarykova univerzita Brno 2007.
- [3] NANCY, C., Nancy Clark's sports nutrition guidebook, Human Kinetics Champaign 1997.
- [4] KONOPKA, P. Sportovní výživa, KOPP 2004, 1. vydání České Budějovice. 125s.

Vedoucí diplomové práce:

**prof. Ing. Stanislav Kráčmar, DrSc.**  
Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání diplomové práce:

**4. ledna 2010**

Termín odevzdání diplomové práce:

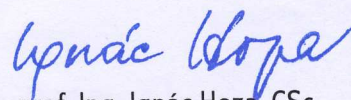
**19. května 2010**

Ve Zlíně dne 8. dubna 2010



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.  
*děkan*



  
prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.  
*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

Práce je zaměřena na výživu sportovců v období intenzivního tréninku. Posuzuje vhodnost použití potravinového doplňku ve výživě sportovce. Porovnává jednotlivé složky potravinového doplňku winner uváděné výrobcem se skutečně zjištěnými hodnotami po jednom roce skladování. Z uvedených výsledků vyplývá, že průměrná vlhkost potravního doplňku winner byla 5,69 %, obsah bílkovin byl 13,83 %, obsah tuku byl 3,46 %, obsah vlákniny byl 0,22 % a popela 3,16 %. Aminokyseliny alaninu, prolinu a cysteinu bylo méně, než uvádí výrobce na etiketě výrobku. Obsah aminokyselin valinu, tyrosinu, tryptofanu, treoninu, serinu, fenylalaninu, metioninu, lysinu, leucinu, isoleucinu, histidinu, glycinu, glutamové kyseliny, asparagové kyseliny a argininu bylo ve výrobku winner více.

**Klíčová slova:** výživa sportovců, potravinový doplněk, bílkovinný koncentrát, aminokyseliny, vitaminy, vláknina, energie.

## **ABSTRACT**

This dissertation is aimed on sportmens nutrition in period of the top performance preparation. Assess the appropriateness of using food supplement in sportsmen nutrition. Compares the different components specified by the manufacturer of food supplement winner with actually analyzed values after one year storage. The results show, that average humidity of food supplement winner was 5,69 %, protein content was 13,83 %, fat content was 3,46 %, fiber content was 0,22 % and ashes content was 3,16 %. Amino acids alanine, proline, cysteine was less in product than manufacturer presented at product label. Content of amino acids valine, tyrosine, tryptophan, threonine, serine, phenylalanine, methionine, lysine, leucine, isoleucine, histidine, glycine, glutamic acid, aspartic acid and arginine was higher in product winner.

**Keywords:** sportmens nutrition, food supplement, protein concentrate, amino acids, vitamins, fiber, energy

Děkuji panu prof. Ing. Stanislavu Kráčmarovi, DrSc. za pomoc, vedení, předané zkušenosti, trpělivost a drahocenný čas který mi při tvorbě této diplomové práce věnoval. Dále děkuji paní laborantce Ivoně Turečkové, Ing. Martě Severové a Ing. Ladislavě Mišurcové, Ph.D. za pomoc při práci v laboratoři a konzultace k tomuto tématu. Chtěl bych touto formou poděkovat také všem zaměstnancům ústavu technologie a mikrobiologie potravin a ústavu biochemie a analýzy potravin fakulty technologické za vědomosti a zkušenosti, které jsem za dobu studia na fakultě technologické získal.

**“Je dobré učit se i od nepřítele.”** *Ovidius Publius Naso*

Prohlašuji, že jsem na bakalářské/diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně

.....

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně .....

Podpis studenta.....

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

# OBSAH

ÚVOD.....	9
<b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>10</b>
<b>1 VÝŽIVA SPORTOVců .....</b>	<b>11</b>
1.1 DOPLŇKY STRAVY .....	11
1.1.1 Anabolické steroidy.....	13
1.1.2 Vitaminy.....	13
1.1.2.1 Vitamin B1 (tiamin).....	14
1.1.2.2 Vitamin B2 (riboflavin) .....	15
1.1.2.3 Vitamin B6 (pyridoxin).....	15
1.1.2.4 Vitamin B12 (kobalamin) .....	16
1.1.2.5 Kyselina listová.....	17
1.1.2.6 Biotin .....	17
1.1.2.7 Vitamin C (kyselina askorbová) .....	18
1.1.2.8 Vitamin E ( tokoferol).....	19
1.1.3 Bílkovinné koncentráty .....	19
1.1.3.1 Příjem bílkovin společně se sacharidy .....	20
1.1.3.2 Volné aminokyseliny v bílkovinných preparátech.....	20
1.1.3.3 Větvené esenciální aminokyseliny (BCAA) .....	21
1.1.3.4 Karnitin .....	22
1.1.3.5 Kreatin .....	22
1.1.3.6 Glutamin .....	23
1.1.3.7 Taurin.....	24
1.1.4 Další látky .....	24
1.1.4.1 Sodík .....	24
1.2 BÍLKOVINY .....	25
1.3 SACHARIDY .....	27
1.3.1 Glykemický index .....	28
1.3.2 Příjem sacharidů po zátěži .....	29
1.3.3 Vlákna .....	30
1.3.4 Inulin .....	30
1.4 TUKY.....	31
1.5 ENERGIE.....	32
1.6 ENERGIE POTŘEBNÁ NA FYZICKOU AKTIVITU (FA) .....	34
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>36</b>
<b>2 CÍLE PRÁCE .....</b>	<b>37</b>
<b>3 MATERIÁL A METODICKÝ POSTUP.....</b>	<b>38</b>
3.1 POUŽITÝ MATERIÁL .....	38
3.2 POPIS ANALYTICKÝCH METOD .....	39
3.2.1 Stanovení obsahu vlhkosti.....	39
3.2.2 Stanovení celkového obsahu dusíkatých látek .....	39
3.2.3 Stanovení obsahu vázaných aminokyselin .....	40



3.2.4	Stanovení obsahu vlákniny.....	42
3.2.5	Stanovení obsahu tuku .....	44
3.2.6	Stanovení obsahu popela.....	44
<b>4</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUZE .....</b>	<b>45</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>49</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>51</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>55</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>57</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>58</b>

## ÚVOD

Sportovci jsou skupina lidí, která má vyšší energetický výdej než běžná populace. Mnoho sportovců tvrdě pracuje každý den a ve svém volném čase se věnují sportu. Čas na regeneraci těla a ducha bývá minimální. Jejich tělesná a psychická stránka se velice často pohybují na hranicích svých možností, dokonce někdy bohužel tyto hranice překonává. Je velice důležité, aby jejich snažení bylo podpořeno kvalitní a vyváženou stravou, která pokryje energetický příjem nutný pro regeneraci a zároveň bude sportovci pomáhat v rozvoji a zlepšení jeho výkonů. Regenerace a sní spojená výživa je důležitá pro dobré zdraví a duševní pohodu jedince.

Podíváme-li se na skupinu lidí stejného věku a pohlaví provozující jeden druh sportovní aktivity, zjistíme, že je prakticky nemožné sestavit univerzální jídelníček a skladbu doplňků potravin, tak aby vyhovovala všem. Každý sportovec se musí sám pokusit nahlédnout do pravidel správné výživy, pochopit principy a správnost jejího dodržování. Poté je přizpůsobit své vlastní individualitě. K dispozici má řadu specialistů na výživu, nebo četnou literaturu.

Vezmeme-li v potaz, že ke správné výživě patří zásady: První jídlo by měl člověk konzumovat nejdříve hodinu po probuzení, hodinu před a po tréninku by neměl sportovec konzumovat velké porce, nebo těžké jídlo. Při dvoufázovém tréninku je pro sportovce velmi těžké dodržovat zásady správné výživy a zároveň pokrýt svůj energetický výdej. Jedna z cest, která sportovci tento problém usnadní, jsou potravinové doplňky. V dnešní době existuje široké spektrum těchto výrobků. Výrobky se odlišují svým složením a tedy svým účinkem v dlouhodobém plánu výživy, nebo okamžitým účinkem na sportovce. U vytrvalostních a aerobně založených sportů musí sportovec podpořit přísun rychlé, dobře stravitelné energie. Bude konzumovat více jednoduchých sacharidů, sníží množství přijímaných tuků a naopak přidá látky urychlující metabolismus tuků. Při silových sportech je naopak důležitý přísun kvalitních bílkovin nutný pro stavbu svalové hmoty a látky podporující jejich udržení. Zároveň si musí sportovec uvědomit, že jeden gram tuků obsahu dvojnásobek energie obsažené v sacharidech nebo bílkovinách.

# **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 VÝŽIVA SPORTOVCŮ

V současné době vrcholového sportu již k vítězství nestačí pouze talent. Význam je kladen na tvrdý speciální trénink, kvalitní vybavení, důležitost regenerace a výživy. Sportovci jsou zatěžováni na více než maximum svých možností, proto správně sestavený jídelníček, vhodně zvolená skladba a načasování doplňků stravy je nezbytnou součástí sportovní přípravy každého sportovce a jeho opomenutí by mohlo znamenat také prohru, zranění či nemoc. Výživa si v přípravě sportovců vydobývá silnou pozici [2].

Neexistuje specifická strava, která by podstatně zvýšila sportovní výkon. Strava energeticky nedostatečná, nebo deficitní na některé živiny dovede výkon snížit podstatně. Správnost a vyváženost stravy můžeme zhruba odhadnout vážením stravy a přepočítáváním v tabulkách. To je ovšem úkol pro specialistu, který má v této otázce zkušenosti a praxi. Sportovec znalý principů zdravé výživy to odhadne i ze složení denní stravy, a také bude-li se po každém sportovním výkonu druhý nebo třetí den cítit silný a schopný podat opět stejně silný výkon [25].

## 1.1 Doplnky stravy

Doplňky stravy jsou potraviny určené k přímé spotřebě, lišící se od potravin pro běžnou spotřebu vysokým obsahem vitaminů, minerálních látek nebo jiných látek s nutričním a fyziologickým účinkem. Jsou vyrobeny a konzumovány za účelem doplnění běžné stravy. Uvádí se do oběhu pouze s označením účelu jejich použití (dle zákona č. 456/2004 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích). Potravní doplňky jsou dle stejného zákona definovány jako nutriční faktory s významným biologickým účinkem. Vyhláška č. 446/2004 Sb., v souladu s právem Evropského společenství stanovuje požadavky na doplňky stravy a na obohacení potravin těmito doplňky. O jejich schvalování rozhoduje ministerstvo zdravotnictví. Obvykle se nekontroluje, zda obsah účinné látky odpovídá deklarovanému množství [2].

Efekt podávání potravinových doplňků spočívá ve zvýšení biologické hodnoty stravy, v podpoře přirozené schopnosti organismu bránit se nemocem při nadměrné fyzické, nebo i psychické zátěži. K prevenci přetížení a možného poškození, k rychlé regeneraci a kvalitnímu výkonu neohrožujícímu zdraví. Nelze od nich očekávat významný efekt během několika dní [50].

Nabídka doplňků výživy je v dnešní době tak obrovská, že je problém vybrat ty správné a vhodné produkty a z nich sestavit systém individuálního využití. Dobrý produkt, nebo celý systém nebude dostatečně účinný, nebude-li sportovec trénovat a regenerovat správným způsobem, nebude-li konzumovat kvalitní vyváženou stravu a především pokud celý tento systém nebude respektovat jeho individualitu sportujícího jedince. Dobrá strava s cíleným použitím speciálních doplňků urychlí regeneraci, což umožní kvalitněji a intenzivněji trénovat s menším rizikem přetížení nebo poškození [6].

Většina doplňků stravy nabízející přímý účinek na zvýšení výkonnosti je proti sportovním pravidlům. Do této kategorie patří léky a hormony. Většina nezakázaných látek je neúčinná, např. většina vitaminových přípravků s minerály i bylinné výrobky. V tomto zobecnění však existují určité výjimky jako kreatin, bikarbonát a antioxidační živiny. Existuje také oblast někdy nazývaná nutraceutika, kam patří látky jako je kofein, který je zařazován do kategorie potravin, ale je využíván pro svůj farmakologický účinek. Užívání doplňků stravy je ve sportu rozšířené. Sportovci užívají doplňky stravy asi v 50 %, běžná populace v 35–40 %. Vrcholoví sportovci uvádějí užívání doplňků stravy v 60 %. Všechny průzkumy zjistily, že prevalence a typ užívaných přípravků se liší podle druhu sportu, pohlaví sportovců a úrovně, na které soutěží [1].

Látky obsažené v doplňcích stravy jsou označovány jako ergogenní, protože potencionálně umožňují využívat pracovní kapacitu člověka (z řeckého „ergon” = „práce”). Vědecky fundované doklady o ergogenních látkách podporujících pracovní výkonnost, existují pouze pro několik málo živin. Subjektivní zkušenosti jednotlivých sportovců nemohou být použity jako jediné správné vodítko pro vytvoření obecných doporučení. Proto jsou tyto často diskutované a používané látky označovány potencionálně ergogenní. Do této skupiny patří ortomolekulární potravinové doplňky (vitaminy, minerální látky, stopové prvky), bílkovinné a sacharidové koncentráty (dostačující díky určitým aminokyselinám a karnitinu) a jednotlivé účinné látky jako je karnitin, kreatin, koenzym Q10, taurin, chrom [10].

Bohužel až v 30 % procentech doplňků stravy potvrdily namátkové analýzy obsah v profesionálním sportu zakázaných látek. Mohou tudíž být příčinou pozitivní dopingové zkoušky [37].

### **1.1.1 Anabolické steroidy**

Žádné látky spojené se sportem, neměli nikdy takovou pozornost veřejnosti jako anabolické steroidy. Od doby debaklu sprintera Bena Johnsona na Olympiádě roku 1988, až po prokazatelné užívání vzpěrači z WWF proběhlo jen velmi málo sportovních událostí, které by zůstaly těmito látkami nedotčeny. Na základě izolace testosteronových krystalů ve třicátých letech začali vědci pracovat na vývoji derivátů, které by mohli maximalizovat anabolické (růst podporující) účinky a minimalizovat efekty androgenické (maskulinizační). Fyziologický účinek je nárůst svalstva a síly, za poklesu tělesného tuku. První sportovci užívající anabolické steroidy jsou dnes mezi 60. až 70. rokem svého života, je tedy otázkou budoucnosti popsat negativní vlivy steroidů na člověka. Steroidy mohou způsobit nežádoucí abnormality jater, většinou jde účinky dočasné (po vysazení steroidů vymizí). Dále je to vysoký krevní tlak (prokázaný u většiny uživatelů), zvýšená hladina cholesterolu. Mezi výrazný vnější projev patří akné a gynekomastie. Gynekomastie budí dojem ženského poprsí u mužů vznikající rozkladem testosteronu na ženský hormon estrogen. U dospívajících jedinců mají steroidy negativní vliv na endokrinní systém a mohou ovlivnit vývoj kostí. U žen může vyvolat užívání steroidů prohloubení hlasu a růst vousů. Z psychologických rizik hrozí agrese, návyk na anabolika a deprese, které mohou skončit až sebevraždou [45].

### **1.1.2 Vitaminy**

Jsou nezbytnou látkou, kterou si tělo neumí samo vyrobit. Podílí se na řadě důležitých činností včetně přeměny potravy na energii. Sportovci většinou konzumují více energie, než nesportující osoby, s vyšším množstvím přirozené potravy konzumují i vyšší podíl vitamínů. Riziko nedostatku naopak může být u sportovců snižujících svoji hmotnost nebo u jedinců s nevyváženou stravou [39].

Potřeba vitamínů při sportu je obdobná jako při jiné fyzické zátěži. U některých vitamínů zůstává potřeba stejná, nebo je jen mírně vyšší a u jiných se zvyšuje úměrně s fyzickou zátěží. Je to kvůli jejich roli v energetickém metabolismu. Přirozená strava zajišťuje člověku dostatek vitamínů i při větší fyzické zátěži, protože s energetickým výdejem roste i množství konzumované potravy. U vrcholových sportovců je vhodné použití komplexních vitaminových preparátů [25].

Vitaminy ve vodě rozpustné nejsou v těle skladovány a jsou z těla vyplavovány. Vitaminy skupiny B a vitamin C jsou klasifikovány jako ve vodě rozpustné. Sportovci ztrácejí množ-

ství těchto vitaminů spolu s potem. Vitaminy rozpustné v tucích (A, D, E, K) neopouští snadno tělo a hrozí, že jejich množství v játrech překoná prospěšnou mez. Existuje mnoho studií o předávkování se sportovců v tucích rozpustnými vitaminy. Klasickými symptomy jsou bolest hlavy a ztráta váhy. Pokud by předávkování pokračovalo, mohlo by sportovce ohrozit na životě [35].

Vitaminy hrají klíčovou roli v optimalizaci zdraví a výkonnosti sportovce. V mnoha případech může být zvýšena potřeba vyplývající z pravidelné fyzické zátěže. Nicméně neexistují fixní doporučení pro příjem vitaminů a minerálních látek u sportovců. Spíše je naznačováno, že mírně zvýšený až vysoký příjem energie spojený s výběrem pestré stravy, bude umožňovat sportovci příjem vitaminů a minerálních látek v nadbytku ve srovnání s běžnou populací. Doposud však chybí studie dokazující, že by zvýšený příjem vedl ke zvýšení výkonnosti sportovce, s výjimkou již vyvinutého deficitu. Ukazuje se však zajímavá role antioxidantů v prevenci oxidačního poškození vyplývajícího z nadměrné tvorby reaktivních forem kyslíku a dusíku. Prevence či léčba již vzniklého deficitu patří do rukou odborníků [2,19,30].

### **1.1.2.1 Vitamin B<sub>1</sub> (tiamin)**

Potřeba vitaminu B<sub>1</sub> stoupá úměrně s vyšším energetickým metabolismem, tj. s tělesnou hmotností, výdejem energie a jejím příjmem potravou. Zúčastňuje se citrátového cyklu. Vzniká i jeho dosti velká ztráta potem. Potřeba vitaminu B<sub>1</sub> činí 0,11 mg na 1000 kJ. Vitamin je důležitý především jako koenzym metabolismu sacharidů, metabolické zásobení svalových a nervových buněk. Pro metabolismus sacharidů je důležitý zejména proto, že působí jako koenzym při přechodu anaerobní glykolýzy na aerobní glykolýzu. Při nedostatku vitaminu postačuje kyselina pyrohroznová a kyselina mléčná ve tkáních a tělesných tekutinách k tomu, aby se udržela tělesná i duševní výkonnost. Velké vyčerpání metabolismu sacharidů u sportovců, zvláště při intenzivních vytrvalostních zatíženích, má za následek zvýšenou potřebu příjmu tiaminu. Pro nesportující se pohybují doporučení denního příjmu mezi 1,2–1,4 mg. Sportovcům se z důvodů vyšších ztrát tiaminu v potu, doporučuje přijímat 2–4 mg denně. Je obsažen především v pšeničných klíčkách, obilných zrnech, celozrnných produktech, ovesných vločkách, přírodní rýži, luštěninách, bramborech, mléce a masu. Je nutné si ovšem uvědomit, že působením tepla se velká část vitaminu ztrácí. Příznaky nedostatečného příjmu se u sportovců projevují poruchami svalové a srdeční činnosti, stej-

ně jako nervového systému – únava, nechut' trénovat, svalové bolesti. Pokud budeme konzumovat příliš prázdných J v podobě cukru, sladkostí a bílého pečiva, může se projevit nedostatek tohoto vitamínu. Velká část vitamínu může být zničena teplenou úpravou, při varu až polovina [10,12,14,25,30,41].

Zdroj [11] uvádí obsah vitamínu B<sub>1</sub> ve vybraných potravinách v [mg/100 g]:

suché fazole	1,00	špek	0,60
suchý hrách	0,70	cibule	0,35
vepřové maso	0,80	rýže celozrnná	0,30
česnek	0,60	vaječný žloutek	0,30

### ***1.1.2.2 Vitamin B<sub>2</sub> (riboflavin)***

Je součástí žlutého dýchacího barviva, účastní se látkové výměny v mitochondriích, je důležitý pro aktivitu enzymů odbourávajících glykogen a glukózu, pro metabolismus aminokyselin (AMK) a pro neuromuskulární systém. Podílí se na obnově důležitých substancí antioxidantního systému člověka a přeměně sacharidů, proteinů a tuků na energii. Přestože podporuje řadu funkcí organismu, nejsou známy žádné projevy jeho nedostatku. Doporučená denní dávka se pohybuje okolo 0,6 mg na 419 J, což vychází na 1,2–1,6 mg denně. U vrcholových sportovců se hovoří o dávkách okolo 2–8 mg denně. Spotřeba roste s výdejem energie [10,12,21,30,41].

Zdroj [11] uvádí obsah vitamínu B<sub>2</sub> ve vybraných potravinách v [mg/100 g]:

hovězí játra	1,00	vepřové maso	0,60
sardinky	0,70	pšeničná mouka	0,35
sýr niva	0,80	med	0,30

### ***1.1.2.3 Vitamin B<sub>6</sub> (pyridoxin)***

Jeho potřeba závisí na fyzické zátěži a stoupá asi o 30 %. Má vztah k metabolismu tryptofanu. Potřeba činí podle intenzity 3–5 mg. Je dostatečně zajištěn zvýšením příjmu potravy.



Podílí se na metabolismu bílkovin, AMK a tuků. Bylo objeveno, že hraje důležitou roli při zvýšeném metabolismu bílkovin, například při silovém tréninku, vysoce intenzivních vytrvalostních zátěžích a při zvýšeném příjmu proteinů. Je potřebný k převedení mastných kyselin (MK) s více nenasycenými dvojnými vazbami, na jiné látky jako jsou prostaglandiny. Nedostatek vitamínu vede k poruchám metabolismu proteinů, poruchám růstu, ztrátě svalové hmoty, poškození brzlíku a pohlavních žláz, stejně jako poruchám imunitního systému. Nedostatečné krytí potřeby vitamínu bylo zjištěno u 13 % žen a u 10 % mužů ve věku mezi 20–50 lety. Doporučuje se na 1 g proteinu přijímat 0,016 mg vitamínu, což odpovídá příjmu od 1,4 do 1,6 mg denně. Tento příjem se může u silově zaměřených sportovců zvýšit na 2–12 mg denně. Velká část tohoto vitamínu je znehodnocena při přípravě a skladování potravin. U mražení a smažení je to až 70 %. Je velmi citlivý na světlo [10,21,25,30,41].

Zdroj [11] uvádí obsah vitamínu B<sub>6</sub> ve vybraných potravinách v [mg/100 g]:

citron	0,10	králíčí maso	0,80
banán	0,50	mléko	0,06
hruška	0,20	rybí jikry	2,20
špenát	0,30	sardinky	1,00

#### **1.1.2.4 Vitamin B<sub>12</sub> (kobalamin)**

Jeho spotřeba u běžného člověka je minimální. Pohybuje se okolo 1µg na 1 kg hmotnosti na 1 den. Zvýšená potřeba při fyzické zátěži může činit až 5 ti násobek. Doporučuje se jeho podávání při extrémních výkonech u horolezců a veslařů. Je velmi důležitý koenzym v metabolismu nukleových kyselin (NK) a má proto velký význam pro vytváření tělu vlastních proteinů, zejména ve svalech a při krvetvorbě. Kromě toho hraje i velmi důležitou roli v metabolismu AMK. Denní spotřeba není přesně známa. Protože v játrech je zásoba 2000–3000 mg vitamínu, která při denní spotřebě okolo 3 mg vystačí na velmi dlouhou dobu. Ve sportu je vitamín dodáván odhadem a slouží pro výstavbu svalů a pro zotavení po těžkém zatížení. Je důležitý pro dělení červených krvinek, má důležitou funkci v nervové soustavě. Je při vaření poměrně stálý. Ztráty jsou kolem 10 % [10,12,25,30,41].

Zdroj [11] uvádí obsah vitamínu B<sub>12</sub> ve vybraných potravinách v [µg/100 g]:

hovězí maso	2	skopové maso	30
žloutek	25	hovězí játra	25

#### **1.1.2.5 Kyselina listová**

Jako koenzym se podílí na metabolismu AMK a NK. Je důležitá pro růst a dělení buněk a hraje také důležitou úlohu při tvorbě krve v kostní dřeni. Je důležitým faktorem pro tvorbu i rozklad bílkovinných struktur a mimo jiné i pro rozklad homocysteinu, který je nebezpečným faktorem při vzniku onemocnění arteriosklerózy. Spoluvytváří tělu vlastní neurotransmitery serotonin, noradrenalin a dopamin. Důležitý je i pro imunitní systém. Doporučený denní příjem je okolo 400–600 µg, při sportovní aktivitě o něco vyšší. Toto množství není v běžné stravě obsaženo, protože velká část je zničena již během přípravy jídla. Během vaření a vystavení světlu je zničeno až 90 % [10,30,41].

Zdroj [11] uvádí obsah kyseliny listové ve vybraných potravinách v [µg/100 g]:

kukuřičné klíčky	110,00	rajčata	0,08
petržel	0,17	hovězí maso	0,06
špenát	0,15	vejce celé	0,01

#### **1.1.2.6 Biotin**

Je součástí mnoha enzymů v metabolismu sacharidů, tuků a rozvětvených řetězců AMK. Produkují ho mikroorganismy a kvasinky v dolní části tenkého střeva. Přeměna biotinu v aktivní koenzym záleží mimo jiné i na dostatečném přísunu hořčíku. Za dostatečné množství se považuje příjem okolo 30–60 µg denně. Pro sportovce nejsou v literatuře žádné informace. Příznaky nedostatku jsou ztráta chuti, nevolnost, zvracení, ztráta barvy, deprese, vypadávání vlasů a zvýšená hladina cholesterolu. Toxické působení nebylo pozorováno ani po suplementaci až 200 g biotinu [10,21,30,41,51].

Zdroj [11] uvádí obsah biotinu ve vybraných potravinách v [ $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ]:

houby	225	květák	17
vejce celé	100	mléko	5
brambory	20	hovězí maso	5

#### **1.1.2.7 Vitamin C (kyselina askorbová)**

Je potřebný při fyzické zátěži ve větším množství. Zvýšený výkon byl pozorován při podávání dávek do 200 mg/den. Vyšší dávky než 500 mg/den jsou sporné, protože se zvýší vylučování ledvinami. Je ve vodě rozpustný antioxidant. Působí u mnoha enzymatických reakcí a podílí se na výstavbě pojivové tkáně. Účastní se přeměny cholesterolu. Pomáhá při vytváření karnitinu. Umožňuje přijímat ve střevech železo a vytvářet některé hormony. Nejznámější je funkce vitamínu C v imunitním systému a obraně proti infekcím. Díky posilování imunitního systému a ničením volných radikálů působí preventivně proti vzniku rakoviny, vzniku srdečního infarktu. Prostřednictvím jednostranné stravy může přesto dojít spolu s intenzivním tělesným zatížením, ke stavu latentního nedostatku vitamínu C, který vede k pocitu únavy a snížené výkonnosti. Tento vitamin podporuje rychlost adaptace organismu na teplo a nadmořskou výšku. Této vlastnosti mohou využívat především sportovci připravující se na vytrvalostní závody v těchto podmínkách. Doporučený denní příjem je okolo 100 mg. Pro sportovce, kteří ztrácejí vitamin v potu, je doporučeno přijímat až 500 mg denně. Při vyrovnané bilanci příjmu vitamínu C nevedou další zvýšené dávky k žádnému dalšímu zvýšení výkonnosti. Zvětšení denní dávky o více než 4 mg vede, prostřednictvím změny redisoového potenciálu buněk k nežádoucímu zvýšenému příjmu kyslíku [10,14,16, 19,25,30].

Zdroj [11] uvádí obsah vitamínu C ve vybraných potravinách v [ $\text{mg}/100\text{ g}$ ]:

šípky	800	kiwi	55
červená paprika	200	pomeranč	55
petržel	200	citron	50
černý rybíz	180	brambory	7–30

### 1.1.2.8 Vitamin E (tokoferol)

Jeho potřeba stoupá s fyzickou zátěží. Zasahuje do buněčných oxidací a účastní se ukládání glykogenu do svalů. Mírně snižuje potřebu kyslíku. Optimální množství je zajištěno z přirozené stravy. Důležitý v tucích rozpustný antioxidant, chrání především buněčné membrány obsahující lipidy před oxidativním poškozením volnými radikály. Významná je interakce s kyselinou askorbovou. Kromě této funkce má vitamín E v rámci látkové výměny organismu mnoho dalších funkcí, které nejsou ještě zdaleka všechny prozkoumány. Chrání před oxidací také tuky, zejména nenasycené MK s jejich mnoha dvojnými vazbami. Proto se zvyšuje spotřeba vitamínu E spolu se zvýšeným příjmem tuků v potravě. Kromě toho se objevují studie poukazující na to, že může do určitého stupně chránit buňky v kyslíkovém deficitu. Nedostatek vitamínu způsobuje poruchy svalové funkce a schopnosti rozmnožování. U sportovců způsobuje jeho dostatek lepší zásobování kyslíkem a vědomou ochranu proti zvýšenému riziku zranění vazivových tkání. Odhady přiměřeného příjmu se pohybují mezi 12–15 mg denně. Další navýšení denních dávek však nepřináší žádné zvýšení výkonnosti. Dávkování do 100 mg denně se považuje ještě za fyziologické, přesto i dávkování od 100 do 300 mg denně nemá žádné vedlejší účinky. Vitamin E je ve srovnání s vitaminy A a D méně toxický. Příjem 200–800 mg/den je dospělými dobře tolerován. Při suplementaci vysokými dávkami tokoferolu se mohou objevit gastrointestinální potíže a snižuje se hladina tyroxinu v krvi. Při dávkách nad 800 mg se snižuje krevní srážlivost [14,18,19,25,30,51].

Zdroj [11] uvádí obsah vitamínu E ve vybraných potravinách v [mg/100 g]:

sojový olej	100,00	hovězí maso	4,00
ovesné vločky	15,00	žloutek	3,50
ledvinky	10,00	špek	2,30
rýže celozrnná	5,00	vepřové maso	0,60

### 1.1.3 Bílkovinné koncentráty

Dodávají důležité AMK pro výstavbu svalstva, enzymů a hormonů bez dalších nežádoucích látek jako je tuk, cholesterol a kyselina močová. Proteinové koncentráty jsou často

vyráběny kombinací plnohodnotných bílkovin a mohou být doplněny AMK ovlivňujícími mozkovou činnost (např. arginin, lysin, tryptofan, fenylalanin, glutamin) a jinými [10].

### ***1.1.3.1 Příjem bílkovin společně se sacharidy***

Přidání bílkovin do jídla bohatého na sacharidy vedlo k větší inzulinové odpovědi, což může stimulovat tvorbu glykogenu. Studie uvádí, že podání 40 g bílkovin a 112 g sacharidů po 2 hodinách zajistilo větší rychlost tvorby svalového glykogenu během 4 hodin odpočinku, než podávání samotných sacharidů. Nejde dokázat, je-li tento nárůst způsobem přidáním bílkovin, nebo větším energetickým obsahem přijaté potravin zapříčiněným bílkoviny [1].

### ***1.1.3.2 Volné aminokyseliny v bílkovinných preparátech***

Konzumace volných AMK je v poslední době atraktivní. AMK konzumované v čisté formě eliminují zvýšený nápor na ledviny a játra, při konzumaci nadměrného množství proteinů. AMK mohou být přímo absorbovány do krevního oběhu. Na druhou stranu není určeno prospěšné množství jednotlivých AMK. Samotné AMK jsou mnohem dražší a velké množství jednoho druhu AMK může být škodlivé pro organismus [9].

AMK se účastní základních pochodů v organismu. AMK s postraními rozvětvenými řetězci (valin, leucin, isoleucin) mají stimulační účinek na proteosyntézu ve svalové tkáni a podporují metabolismus. Cystein a metionin jsou hlavním zdrojem síry v potravě. Nedostatek i nadbytek metioninu vede k poruše jater. Z fenylalaninu vzniká například hormon adrenalin. Tryptofan je potřebný pro syntézu kyseliny nikotinové. Nedostatek Lysinu mají přísní vegetariáni, obilniny jej obsahují velmi málo. Fyziologické dávky kyseliny Glutamové oddalují svalovou únavu a zlepšují vyšší nervovou činnost. Histidin je nezbytný pro růst a obnovu tkání. Arginin je AMK malého Krebsova cyklu tvorby močoviny v játrech. Prolin a hydroxyprolin obsahují pyrolové jádro, které se objevuje též v hemoglobinu a cytochromech. Obě AMK jsou v kolagenu a v ostatních bílkovinách pojivové tkáně [2,17].

Arginin a Lysin jsou základními stavebními látkami pro růstový hormon, který je pokládán za studnici mládí, protože člověk vypadá a také se cítí mladší. Díky růstovému hormonu je kůže hladší a přibývá svalová hmota, snižuje se tělesný tuk, zlepšuje se proces spalování tuku a vnitřní orgány sílí. Tryptofan, fenylalanin, arginin a lysin ovlivňují přímo mozkovou

činnost tím, že se podílejí na látkové výměně v mozku a nepřímo tím, že podporují tvorbu hormonů [10].

Ke stimulaci tvorby růstového hormonu lze použít AMK: lysin, leucin, arginin, glycin, ornitin v čisté formě. Dlouhodobé předávkování přináší riziko AMK nerovnováhy. Nejlepší doba pro příjem volných AMK je před spaním, v tuto dobu dochází k nejvyššímu vylučování růstového hormonu [6,7,45].

Tryptofan má velmi úzký vztah k motivačnímu a emočnímu chování. Je prekurzorem serotoninu, což je důležitý metabolit, patřící mezi biogenní aminy. Angažuje se v regulaci spánku, základních emocí, ovlivňuje náladu a má antidepresivní účinek. Tyrosin je materiál pro syntézu dopaminu a noradrenalinu. Dopamin má důležitou regulační roli v činnosti vegetativního nervstva. Dopaminergní přenašeče nervových vzruchů, mají vztah k řízení hybnosti. Zvýšený obsah fenylalaninu vyvolává v dietě četné odchylky v činnosti organismu a vyvolává psychologické příznaky obdobné, jako je tomu při genetické poruše fenylketonurii. Nadbytek metioninu potlačuje vývoj a růst. U cysteinu byl prokázán nepříznivý vliv na centrální nervovou soustavu při deficienci a nadbytku. Lysin je důležitý pro růst. Nadbytek lysinu má škodlivý vliv na organismus [52].

Sedmdesátikilový sportovec má obvykle tělesný obsah AMK okolo 12 kg, přičemž jejich naprostá většina je ve formě bílkovin a asi jen okolo 200 g je ve volné formě [1].

Pokud sportovec nekonzumuje dostatečné množství energie ze sacharidů, tělo musí využít pro získání energie potřebné k výkonu AMK. To může tělo připravit o důležité stavební kameny, pro správný vývin organismu a stavbu svalové hmoty [35].

### ***1.1.3.3 Větvené esenciální aminokyseliny (BCAA)***

V posledních 20 letech byl velký zájem o leucin, izoleucin a valin, jako o možnou cestu ochrany proteinů ve svalu po zátěži. Byla simulována situace, kdy izolovaný zvířecí sval zásobený dostatečnou koncentrací BCAA, byl schopný zastavit úbytek bílkovin syntézou nových a potlačením degradace stávajících bílkovin ve svalu [33].

Tyto AMK tvoří až 35 % bílkovin svalstva, mají významnou funkci v průmyslově vyráběných AMK doplňcích [35].

#### **1.1.3.4 Karnitin**

Nepostradatelný v transportu mastných kyselin (MK) s dlouhým řetězcem přes membránu mitochondrií. Je důležitý pro vytrvalostně trénovaná svalová vlákna, stejně jako pro srdeční sval. Byl poprvé izolován v roce 1905 z masového extraktu. Je za určitých podmínek esenciální živinou. V těle člověka je syntetizován z AMK lysinu a metioninu. Na jeho biosyntéze se zúčastňuje vitamin C, niacin, vitamin B<sub>6</sub> a redukované železo. Deficit živin potřebných pro jeho syntézu vede také k porušení jeho distribuce v těle, např. deficit vitaminu C a lysinu působil nízkou koncentrací karnitinu v tkáních. Podávání karnitinu vzhledem k jeho roli při oxidaci tuků i sacharidů může vést k úbytku tělesného tuku. Je obsažen v červeném mase a mléčných výrobcích [1,10,24,33].

Karnitin je ve vodě rozpustný, nelze se jím předávkovat. Nemá inaktivovanou metabolicky, ale je vylučován močí. Velmi vysoké dávky mohou způsobit střevní problémy, žaludeční nevolnost, nebo specificky zápachající pot. Základním zdrojem je červené maso (hovězí, jehněčí). Jen málo karnitinu najdeme v rybách a kuřecím mase. Užívání karnitinu je doporučováno sportovcům ve vytrvalostním a silovém tréninku, lidem na redukční dietě, diabetikům a vegetariánům. Důležitý je při udržování výkonnosti sportovců. Může zabránit zužování cév, čímž podporuje krevní oběh a zásobování svalů kyslíkem. Pomáhá oddalovat únavu v průběhu fyzických výkonů, tím že brání hromadění kyseliny mléčné ve svalu [49].

Vzhledem k tomu, že má karnitin za sebou několik intenzivního výzkumu na poli biochemie, lze ho bez váhání doporučit jako kvalitního pomocníka při odbourávání tuků. Je nutné, aby byl tento efekt podpořen rozumnou a vyváženou stravou pro docílení požadovaného efektu [45].

#### **1.1.3.5 Kreatin**

Užívání kreatinu se stalo populární po olympijských hrách v Barceloně v roce 1992. V roce 1997 bylo jen v USA prodáno sportovcům 300 t kreatinu. 1 kg čerstvého masa obsahuje asi 5 g kreatinu. Normální denní příjem u běžného člověka je do 1 g za 1 den, ale odhadovaná spotřeba jsou 2 g za 1 den [1].

Je jednou z nejčastěji používaných látek ve sportu. Podává se s cílem podpory tvorby svalové hmoty a dosažení maximálního výkonu v disciplínách, vyžadující maximální výkon v trvání několika sekund. O kreatin se zajímá i klinická medicína. Je bezpečný, a to i v případě, že je používán řadu týdnů v dávkách kolem 10 g denně [37].

Tělo si jej dokáže syntetizovat z AMK argininu, glycinu a metioninu. Odhad takto syntetizovaného kreatinu za den je okolo jednoho gramu. Pro udržení vyrovnané kreatinové bilance je zapotřebí zhruba 2 gramů denně. Je nutný pro regeneraci krátkodobých zásob energie – adenosintrifosfátu (ATP) a kreatinfosfátu (CP) ve svalových vláknech. Studie potvrzují zvýšení výkonnosti u krátkodobých rychlostně-silových výkonů při podání kreatinu. U vytrvalostních výkonů se pozitivní výsledek nepotvrdil [10].

Zvyšuje prokazatelně novou tvorbu stažitelných svalových bílkovin (myosin). Přiměřené podávání kreatinu zvyšuje jeho obsah ve svalech o 50 %. Neutralizuje kyselinu mléčnou hromadící se ve svalech v průběhu cvičení. Je zdrojem energie v buňkách, kde tvoří rovnováhu s ATP. Dávky až 30 g kreatinu denně vyžadují kontrolu příjmu bílkovin, protože kreatin lze považovat za významný zdroj dusíku [6].

Výhodou kreatinu je, že může být zaměřen cíleně na určitou svalovou partii. Nevýhodou je zadržování (retence) vody v těle [9].

Dávku kreatinu je možné zvýšit na 20 g denně rozdělených do 4 dílčích dávek. Po dobu 5 ti dnů. Současný příjem sacharidů (zejména ribózy, ale i jiné) poněkud zvyšuje přechod kreatinu do cílové tkáně (rovněž ribóza významně usnadňuje znovu zásobení zásob nitrobuněčného ATP). Díky retenci vody hrozí váhový přírůstek. Nežádoucí svalové křeče a pocit zvýšeného svalového napětí [51].

Suplement s kreatinem se nejlépe absorbuje, pokud je užit na lačno s malou porcí sacharidického jídla obohaceného o AMK glycin, arginin a metionin. Sacharidy i AMK jsou v těle nutné k dostatečné syntéze a uskladnění kreatinu. Obsahuje-li jídlo po dávce kreatinu hodně proteinů, absorpce se sníží [45].

### ***1.1.3.6 Glutamin***

Je klasifikován jako neesenciální AMK. Kosterní svaly jsou hlavním producentem glutaminu. Není stálý v roztoku. Glutamin je anabolizující látka. Je průběžně transportován krví k oxidaci ve střevech. Hlavní část je přetvořena na CO<sub>2</sub>, amoniak a alanin [33].

Vzniká vazbou amoniaku na kyselinu glutamovou. To je důležité při odvodu amoniaku z těla, pro játra velmi toxické látky. Sval tvoří ve velkém množství glutamin (obsahuje ho 70–80 % ze všech zde přítomných volných AMK). V situacích nedostatečného příjmu bílkovin stravou a v stresových situacích, které vedou ke katabolizmu, dojde k nedostatku



kys. glutamové a v důsledku toho vážně i tvorba glutaminu v detoxikačním procesu odstraňování amoniaku. Glutamin je významným regulátorem rovnováhy bílkovin ve svalech. Čím je ho více, tím intenzivnější je tvorba bílkovin. Je klíčovou látkou udržení správné funkce střeva a jeho nedostatek se projevuje poklesem imunity. Na glutamin se váže velké množství amoniaku. Při jeho předávkování může dojít k intoxikaci jater. Je obsažen ve větším množství v pšenici, bílkovinách mléka, izolátech sójové bílkoviny [6].

#### ***1.1.3.7 Taurin***

Je za určitých podmínek esenciální živina. Je to jednoduchá sloučenina obsahující amino skupinu a vytvářející silně polární molekulu. Jeho důležitá biologická role spočívá v ochraně buněčných membrán před toxickými sloučeninami. Jako jsou oxidanty, sekundární žlučové kyseliny a určité škodlivé látky. Poškození buněčných membrán má za následek pronikání vody a osmotických iontů přes membránu. To vede k otoku (zduření) buňky a tkáně [24].

### **1.1.4 Další látky**

#### ***1.1.4.1 Sodík***

Sodík ovlivňuje osmotický tlak tělních tekutin, objem plazmy a mezibuněčných tekutin, acido-bazickou rovnováhu, udržení elektrické aktivity buněk a přenos nervových vzruchů, svalovou kontrakci, vstřebávání aminokyselin a působí jako aktivátor některých enzymů. Sodík spolu s draslíkem transportují AMK, přes koncentrační gradient do buněk. Tohoto aktivního transportu se účastní intracelulární draslík s extracelulárním sodíkem [24, 34].

Při nedostatku dochází ke svalovým křečím, při trvalém nadbytku hrozí vznik nefrózy a hypertenze. Ztráty potu činí 1,25 litrů za hodinu při namáhavé práci. U velkých pracovních výkonů ztrácí člověk 3–4 litry potu za hodinu. Takovou činnost však nelze vykonávat bez přestávky déle než 3 hodiny [42,48].

Denní příjem soli je okolo 10 až 12 gramů, což představuje 4 až 5 gramů sodíku. Při extrémních vedrech, může sportovec vypotit 10 l potu. S tímto potem odejde z těla okolo 5 g sodíku. Při hodinovém běhu se vyloučí přibližně 500 mg sodíku. Pokud je úbytek tělesné hmotnosti během výkonu 3–4 %, nebo sportovec vypotí více než 1 l potu za hodinu, měl by

příjmu sodíku věnovat zvýšenou pozornost. Vhodné zdroje jsou vytrvalostní sportovní nápoje, kuřecí vývar, okurky ve slaném nálevu, zeleninový džus apod. [10,39].

Zdroj [39] uvádí obsah sodíku v některých potravinách v [mg]:

sýr 30 g	220	jogurt 240 ml	125
chléb 1 krajíc	150	vývar 240 ml	900
vejce 1ks	60	hamburger	1300

## 1.2 Bílkoviny

Živočišné bílkoviny většinou obsahují všechny esenciální AMK, a proto mají vyšší biologickou hodnotu a mají i vyšší vstřebatelnost. Doporučené množství bílkovin je pro běžnou populaci minimálně 0,8–1,5 g.kg<sup>-1</sup> tělesné hmotnosti. U sportovců i 2 g.kg<sup>-1</sup>. Bílkoviny by měly tvořit cca 12–15 % z celkového energetického příjmu. Do problémů se mohou dostat sportovci snažící se snížit svoji tělesnou hmotnost. Dieta obsahující 12–15 % bílkovin je nedostatečná, pokud sportovci přijímají do 6300 kJ a sportovkyně do 5040 kJ. Potom je množství bílkovin nedostatečné a musí tvořit větší část celkového energetického příjmu [2,40].

Lidské tělo neukládá bílkoviny, a proto je důležité jejich doplnění vzhledem k tréninkovým intervalům ve správném čase. Zhruba dvě až tři hodiny před výkonem, nebo minimálně hodinu po zatížení. Bílkoviny jsou použity jako zdroj energie v případě, že v těle není dostatek glykogenu [8,10].

Doporučená dávka 0,8 g na 1 kg hmotnosti byla stanovena na základě sledování lidí se sedavým způsobem života, nebo s malou fyzickou aktivitou. Špičkový kulturista, který je podroben náročnému tréninku potřebuje 1,12 až 1,67 krát více proteinů, než člověk neaktivní. Hráči amerického fotbalu konzumují 2 g proteinů na 1 kg tělesné hmotnosti. Výzkumy z Rumunska prokázali, že olympijští vzpěrači konzumují 2,25 krát více proteinů, než je doporučená dávka pro běžnou populaci a nezdědka se tato dávka zvyšuje na 4,4 násobek [9].

Potřeba proteinů je větší během období intenzivního tréninku a při silových sportech, potom může obsah bílkovin být kolem 20 % z celkového příjmu kalorií [22].

Mimořádně vysoký příjem bílkovin vyžaduje neutralizaci vzniklých AMK, k tomu je používán především vápník. V případě jeho nedostatku je organismus nucen uvolnit ho z kostí. Vzrůstá tak riziko osteoporózy [37].

Zdroj [51] udává obsah bílkovin vybraných potravin [g/100 g] :

maso hovězí	21	tvářoh	19
maso vepřové	15	vejce slepičí	13
maso kuřecí	21	těstoviny	12
ryby	19	sojové boby	45

Syntéza a odbourávání bílkovin a enzymů spotřebuje až 20 % energie bazální metabolismu. Tento proces je významný zejména při opravě poškozených tkání a při hojení ran, ale probíhá i ve zdravé tkáni. Klasickým způsobem měření obratu bílkovin je sledování bilance přijatého a vyloučeného dusíku. Kosterní svaly mohou metabolizovat mnoho aminokyselin, zvláště rozvětvené aminokyseliny, jako je leucin, isoleucin a valin. Odbourávají rozvětvené aminokyseliny za vzniku chemických meziproduktů. I když většina energie při submaximální zátěži pochází z tuků a zásobních sacharidů, přispívají k celkové energii pro pokrytí potřeb při náhlé zátěži také bílkoviny (3–6 %). To lze sledovat přímo měřením oxidace Leucinu, nebo přímo měřením plazmatické koncentrace močoviny. Po jednorázové zátěži dochází ke zvýšení odbourávání a syntézy bílkovin. Když jedinec cvičí a nejlí, je výsledný efekt katabolický, ale není tak značný jako když hladoví. Silový trénink pomáhá zvýšit zásoby bílkovin a omezuje katabolické procesy. Ovšem pokud jedinec konzumuje kolem 7 g esenciálních aminokyselin, nebo kolem 20 g kvalitních bílkovin a významný zdroj sacharidů asi 50–100 g, dochází k anabolickým účinkům [1,17].

Některé AMK (např. alanin) jsou při snížení zásob sacharidů spotřebovávány k obnově glukózy. Stejně tak jsou i ve svazech spotřebovávány funkční bílkoviny ve svalových vláknech, hormonech a enzymech. Ty musí být po zatížení organismu opět dodány. Proto vede vytrvalostní trénink o vysoké intenzitě ke zmenšení svalových vláken, strukturálním změnám buněčných membrán a mitochondrií a ke snížené aktivitě hormonů a enzymů [10].

Za normálních okolností proteiny mají hlavní funkci v stavbě, opravě tělních tkání a v podstatně menší míře jako zdroj energie. Když jsou zásoby tělních sacharidů takřka vyčerpány, začíná syntéza glukózy z proteinů [44].

Další důležitá role proteinů je regulace acido-bazické rovnováhy v tělních tekutinách. Tato vyrovnávací funkce je důležitá během intenzivního cvičení, když je produkováno velké množství kyselých metabolitů. Jedná se o plazmatické proteiny albuminy a globuliny [47].

Na přesnější hodnocení látkové přeměny bílkovin se používá stanovení dusíkové bilance, sleduje se příjem dusíku v potravě a jeho výdej močí, stolicí a kůží v průběhu 3 až 5 dní. Pokud je příjem vyšší než výdej je bilance kladná, pokud je příjem nižší je bilance záporná. Vyšetření je velmi náročné, dělá se jen při závažných poruchách metabolismu bílkovin. Příjem dusíku v potravě se přesně přepočítá podle potravinových tabulek, výdej dusíku se stanoví  $[g/24 \text{ hodin}] : \text{urea v moči} [mmol/24 \text{ hodin}] \times 0,028 + 4 \text{ g (jiné ztráty)}$  [52].

### 1.3 Sacharidy

V minulosti měla sacharidy obsahující strava špatnou pověst u široké veřejnosti, hlavně u té části, která se snažila snížit svoji tělesnou hmotnost. V dnešní době jsou komplexní sacharidy jednou z hlavních složek zdravé a moderní výživy [46].

Sacharidy jsou nejdůležitější a nejpohotovější zdroj energie, který tvoří víc než polovinu energetické hodnoty potravy. Jejich metabolismus je jednodušší než metabolismus ostatních živin. Jsou rychleji energeticky využitelné, což má velký význam pro sportovce. Potraviny bohaté na sacharidy obsahují často i průvodní vitaminy, zejména vitamin C, vitaminy skupiny B. Nestravitelné sacharidy příznivě ovlivňují činnost střev. Sacharidy by měly tvořit 50–70 % z celkového příjmu energie. Obecné doporučení pro sportovce vyjádřené v gramech je 6–10 g sacharidů na kilogram tělesné hmotnosti, v závislosti na pohlaví a sportovním odvětví. Budou-li základ stravy tvořit obiloviny, ovoce a zelenina, budou sacharidy tvořit přibližně 55–65 % energetického příjmu. To odpovídá požadavkům pro vysokoenergetickou stravu. Takto vysoký podíl sacharidů ve stravě nezvyšuje tukové zásoby, to způsobuje nadměrný příjem energie [2,39].

Nevhodná struktura konzumace sacharidů má za následek negativní zdravotní účinky. Každodenní nadměrná spotřeba sacharózy představuje trvalé zvýšení nároků na slinivku

břišní, na tvorbu a výdej inzulínu z této žlázy. To může po čase vést k jejímu vyčerpání a posléze ke vzniku cukrovky se všemi dalšími nepříznivými zdravotními důsledky [3].

Monosacharidy glukóza a fruktóza jsou obsaženy hlavně v ovoci, medu a v některých druzích zeleniny. Velmi rozšířená je sacharóza, která se používá zejména jako sladidlo. V přírodě se vyskytují nejvíce cukry složené. Laktóza je disacharid nacházející se pouze v mléce. U živočichů se sacharidy vyskytují nejčastěji ve formě glykogenu. Hlavním zdrojem polysacharidů je škrob. V našich podmínkách je obsažen v obilninách, bramborách a v menší míře v luštěninách. Maltodextriny jsou enzymaticky štěpené škroby. Výhodou maltodextrinů je, že nejsou sladké a nezpůsobují lepivost v ústech a tělo je využívá postupně po celou dobu výkonu [2,15,23].

Centrální nervový systém, červené krvinky a dřeně nadledvin jsou po energetické stránce naprosto závislé na příjmu energie z glykogenu. Ostatní tkáně a orgány dovedou získávat energii i z tuků a bílkovin [10].

V období po tréninku se pohybuje hladina svalového glykogenu 2 až 3 krát pod svým normálem. Během tří dnů po zátěži konzumují sportovci pro doplnění hladiny glukózy v krvi a glykogenu ve svalech, velké množství sacharidů. Tři molekuly vody jsou uloženy v každé molekule glykogenu, proto sportovec lehce nabere na váze. To se může při tréninku projevit, nepravidelným tlukotem srdce a zažívacími potížemi. Opačným způsobem se dají zvýšit zásoby glykogenu do budoucna. Pokud bude sportovec konzumovat po zátěži dietu s vyšším obsahem tuků a bílkovin, a s minimem sacharidů. Okolo 1600 kJ sacharidů na 1 den, tak aby mozek a nervový systém měli dostatečné zásoby glukózy [35].

### **1.3.1 Glykemický index**

Index byl zaveden, aby pomohl navrhnout plán diety pro lidi s diabetes mellitus. Velikost molekul sacharidů je různá a tím je ovlivněna i rychlost jejich vstřebávání do krve, rychlost zvýšení hladiny krevního cukru a množství inzulínu, který musí být vyplaven kůrou nadledvinek, aby udržel hladinu krevního cukru. Čím rychleji se zvýší hladina glukózy v krvi, tím vyšším glykemickým indexem je potravina označena. Nejvyšší je u jednoduchých sacharidů, u komplexních je nižší. Glykemický index potravin ovlivňuje obsah vlákniny, úroveň technologického zpracování, obsah tuků, kyselin, obsah sacharózy a podobně [2,10,34].

Zdroj [10] uvádí tyto potraviny s vysokým glykemickým indexem:

pivo	110	brambory vařené	85
maltóza	105	brambory pečené	85
glukóza	100	hranolky smažené	75
bílý chléb	95	čokoláda	70

Zdroj [10] uvádí tyto potraviny s nízkým glykemickým indexem:

zelenina	15	jogurt bílý nízkotučný	33
sojové boby vařené	18	jablko	38
fruktóza	23	corn flakes neslazené	52

Platnost glykemického indexu je stále studována bez jasného závěru. Bylo zjištěno, že na hladinu krevního cukru nepůsobí pouze potraviny obsahující významné množství sacharidů, ale také jiné látky. Mléčné produkty, hydrolyzované proteiny a jednotlivé AMK používané především kulturisty. Tomuto fenoménu se říká inzulinový index. Jeho působením se vysvětlují reakce hladiny krevního cukru po požití potravin s velmi malým obsahem sacharidů [37].

Konzumace potravin s vysokým glykemickým indexem zvyšuje pravděpodobnost vzniku kardiovaskulárních chorob, diabetu II. Typu a některých druhů rakoviny. Vede k nadměrnému ukládání tukových zásob. Prudké zvýšení hladiny krevního cukru v krvi po jídle vede k poklesu HDL cholesterolu, zvýšení hladiny triglyceridů, stoupá tendence k tvorbě nebezpečných krevních sraženin [38].

### 1.3.2 Příjem sacharidů po zátěži

Hladina krevní glukózy se pohybuje mezi 80–120 mg/100 g. Pokles pod 80 mg vede ke snížení svalového výkonu. Tvorba zásob glykogenu probíhá nejrychleji během prvních několika hodin po zátěži. Aktivuje se enzym glykogensyntetáza. Zvyšuje se permeabilita buněčných membrán svalových vláken a senzitivita svalů k inzulinu. Konzumace sacharidů ihned po zátěži tyto účinky zesiluje zvýšením plazmatické koncentrace glukózy a inzulinu. Pokud k příjmu sacharidů nedojde do 2 hodin po zátěži je tato fáze promeškána [7,48].

### 1.3.3 Vlákna

Vlákna je pravidelnou součástí potravin rostlinného původu. Působení vlákniny na trávení je mnohostranné. V rostlinných potravinách vlákna obklopuje živiny a tím zpomaluje jejich trávení a vstřebávání, zejména sacharidů. Vlákna snižuje hladinu krevního cukru (vstřebávání cukrů). Vlákna zpomaluje vyprazdňování žaludku, a tím zvyšuje pocit sytosti. Snižuje celkový energetický příjem, a naopak zvyšuje ztrátu energie stolicí. Snižuje i vstřebávání tuků, koncentraci plazmových triacylglycerolů a cholesterolu. Celulosa může negativně ovlivnit bilanci vitamínů a minerálů. Vyšší příjem vlákniny může způsobit bolesti břicha, průjem a nadýmání [24,29].

Rozpustná vlákna (pektiny) ovlivňuje hladinu sacharidu v krvi a některé druhy vlákniny i hladinu krevního cholesterolu. Může zpomalovat trávení a absorpci sacharidů tvorbou viskózního roztoku v žaludku. Ten snižuje průchod tráveniny. Dochází k menším výkyvům v hladině krevní glukosy a menšímu množství uvolněného inzulínu [24,38].

Ner rozpustná vlákna (celulóza a lignin) brání vzniku zácpy. Zlepšuje střevní peristaltiku, protože urychluje průchod tráveniny zažívacím traktem. Podmínkou kladného působení vlákniny je dodržení pitného režimu. Vysoký obsah nerozpustné vlákniny obsahuje lněné semínko a pšeničné klíčky. Doporučený denní příjem vlákniny je v rozmezí 20–30 g za den. Průměrný příjem u většiny obyvatelstva činí okolo 10 g [38].

Zdroj [36] uvádí obsah nerozpustné vlákniny v zelenině a ovoci [g/100 g]:

ořechy	5,37	banán	1,19
hrušky	2,25	jahody	1,13
fazole	2,07	pomeranč	1,00
mrkev	1,64	švestky	0,91

### 1.3.4 Inulin

Inulin je polysacharid, který má obdobnou strukturu jako škrob, ale základem je fruktosa, nikoliv glukosa. Inulin se vyskytuje v mnoha druzích rostlin, kde slouží jako zásobárna energie. Neštěpí se amylázou, takže živočišný organismus ho neumí využít. Ve střevě se tedy chová jako rozpustná vlákna. Bakteriální enzymy ho rozštěpit dokážou, inulin je

zdrojem energie pro symbiotické střevní bakterie, má prebiotický efekt. Inulin se neštěpí v tenkém střevě, je jeho kalorická hodnota velmi nízká až nulová, nezvyšuje hladinu krevního cukru [31].

## 1.4 Tuky

Tuk je vydatný zdroj energie. Část tuku obaluje některé orgány a chrání je před poškozením, zbytek je uložený v tukové tkáni. Podkožní tuk chrání organismus před nadměrnou ztrátou tepla. Některé izoprenoidní lipidy jsou biokatalyzátory (vitaminy A a D). Jiné jsou pohlavní hormony a hormony kůry nadledvinek. Z tuku se uvolní přibližně 37 kJ/1 g, jsou tedy efektivní zásobárnou energie v těle. Během lehkého až středního aerobního cvičení je z uloženého tuku dodáno 50–60 % potřebné energie. Největší množství energie uložené v těle je v tuku ve formě triacylglycerolů (TAG). U dospělého muže s normální tukovou zásobou je v tělní tukové tkáni uloženo 42–334 kJ, mezi svalovými buňkami je v triacylglycerolech 10,5 kJ. V krvi je 293–333 J, z toho 29–33 J ve formě volných mastných kyselin [1,13,22].

Doporučované denní množství tuku ve stravě se pohybuje od 25 do 30 % z celkového množství přijímaných živin. Tuky usnadňují vstřebávání v tuku rozpustných vitaminů, snižují objem stravy bohaté na energii. Důležitá je skladba MK v tucích. Esenciální MK obsahují více nenasycených dvojných vazeb. Tělo si je nedokáže syntetizovat, proto musí být dodány v dostatečném množství v potravě [2,3].

Poměr stravy konzumované většinou populace ve vyspělých státech se značně liší v obsahu tuků oproti denním doporučeným dávkám. Je to 16,6 % proteinů, 40,4 % tuků a 43 % sacharidů. V Asii je příjem tuků 10 % v přepočtu na celkovou energii. Většina odborníků na výživu věří, že příjem tuků by neměl překročit 30 % v přepočtu na celkovou energii. Z toho by mělo být 70 % ve formě nenasycených mastných kyselin [37,44].

Potřeba tuků závisí na fyziologickém stavu organismu, na výši energetického výdeje a na výživových zvyklostech. U dětí je vyšší, u starých osob relativně nižší. Při zvýšeném energetickém výdeji při sportu, nebo pracovním zatížení se zvyšuje úměrně potřeba tuků až o 100 %. Rovněž se zvyšuje potřeba tuku při pobytu v chladném prostředí [48].

Tuky obsažené v potravě mají vliv na obsah cholesterolu v krvi. Celkový obsah cholesterolu v lidském těle je 130–150 g. Část si vyprodukuje tělo samo, 40 % je dodáno potravou.



Cholesterol je součástí buněčných membrán, lipoproteinů, žlučových kyselin a steroidních hormonů.

Zdroje [42,53] uvádí potraviny s obsahem cholesterolu [mg/100 g] :

telecí mozečky	2500	sýr	60
vaječný žloutek	1700	mléko	13
máslo	220	drůbeží maso	40–90
vepřové maso	40–60	hovězí maso	60–70

Pravidelný vytrvalostní trénink zvyšuje schopnost kosterního svalstva využívat tuky jako zdroj energie pro svalovou činnost. Relativně pomalu, ale po delší dobu bude metabolismus tuků upraven tak, aby bylo využíváno více tuků na úkor sacharidů. To trvá v průměru 30 minut od začátku tréninku, ale dalších 20 minut trvá, než se metabolismus tuků začne naplno fungovat. Strava sportovce musí obsahovat minimum tuků, protože jejich trávení snižuje výkonnost organismu. Je nutné upřednostňovat kvalitativně vysokohodnotné tuky a oleje, které mají vysoký podíl nenasycených mastných kyselin. U běžné populace dosahuje denní příjem tuku až 40 % z celkového příjmu energie [10,47].

Během prvních třech dnů po výkonu se snaží sportovec dodat tělu vyčerpanou zásobu glykogenu. Přijímá v potravě velké množství tuků. To může způsobit nevolnost a špatné trávení. Sportovci se cítí vyčerpaní během této fáze v důsledku nedostatku sacharidů. Problémy s trávením mohou zotavovací fázi po výkonu zkomplikovat [35].

## 1.5 Energie

Energie v potravě je vyjádřena v kilojoulech (kJ), ve starší literatuře se můžeme setkat s pojmem kilokalorie (kcal). Energetickou hodnotu potravin lze zjistit z tabulek a obalů potravin, nebo kalorimetrickým měřením. 1 kcal je 4,187kJ. Sacharidy stejně jako bílkoviny obsahují v 1 gramu 17 kJ (4 kcal), 1 gram tuků obsahuje 37 kJ (9 kcal) [2,3].

Rozsah doporučeného denního energetického příjmu u běžné populace je 142–147 kJ/1 kg, u redukční diety 105–113 kJ/1 kg, při zvýšené fyzické námaze 176–180kJ/1 kg. Pohybově málo aktivní muž – 10468 kJ a žena – 8374 kJ. U aktivních mužů 16748 kJ a u žen 14655 kJ [5].

Bílkoviny a tuk zasytí lépe než sacharidy, protože setrvávají v žaludku delší dobu. 10 % energie může pocházet z rafinovaných cukrů. 25 % energie může pocházet ze (zdraví prospěšných) tuků, tedy přibližně 50–85 g tuku denně [39].

Zdroj [52] uvádí rovnici pro výpočet bazálního metabolismu (BMR) podle Harrise Benedicta v [kJ].

Ženy  $65,5 + (9,6 \times TH) + (1,8 \times V) - (4,7 \times \text{věk}) \times 4,2$

Muži  $665 + (13,8 \times TH) + (5 \times V) - (6,8 \times \text{věk}) \times 4,2$

TH – aktuální tělesná hmotnost

V – výška v centimetrech

Hodnota BMR je energie vydaná organismem za podmínek spánku při teplotě okolí, která nevyžaduje zapojení termoregulace. BMR je základní pro výpočet příjmu celkově nutné energie. K BMR se musí připočítat výdej v závislosti na délce a intenzitě fyzické aktivity, roli hraje i intenzita stresu, teplota okolí a jiné. Při sedavém zaměstnání se hodnota BMR zvyšuje o 20 %, manuální práce zvýší hodnotu BMR o 35 % a vysoce fyzicky náročná práce o 50 %. Běžný pracovní stres zvýší hodnotu BMR o 10 %, mimořádný stres o 20–40 % [52].

Zdroj [40] zvyšuje hodnotu BMR u lehké práce o 40 %, u středně náročné práce o 60 % a u těžké o 100 %. V tabulce 1 a 3 je uveden energetický výdej při vybraných sportech.

Tabulka 1. přehled potřeby energie při některých sportech [v kJ/1 hod na 70 kg tělesné hmotnosti] [25].

vrh koulí	1214	stolní tenis	1407
skok vysoký	1214	odbíjená	1759
hod oštěpem	2994	kopaná	3182
skok do dálky	4564	košíková	3852
základní gymnastika	1591	hokej	7537
Kladina	1926	běh na lyžích	4396
bradla	2470	kanoistika	2303
přeskok	2638	box	4061
maratónský běh (celý)	12561	šerm	3517

## 1.6 Energie potřebná na fyzickou aktivitu (FA)

Energie je v těle ve formě ATP. Je to molekulární komplex, který je-li rozštěpen enzymatickou aktivitou, může uvolnit energii pro mnoho procesů odehrávajících se v těle, například pro svalovou kontrakci. ATP je vysokoenergetická sloučenina, která je uložena v tkáních ve velmi malém množství. ATP může vzniknout z tuků, proteinů a sacharidů, které projdou biochemickými změnami v těle [46].

Během sportovní aktivity s vysokou intenzitou (sprint, veslování), je rozklad adenosintri-fosfátu (ATP) a creatinfosfátu (CP) spolu s degradací glykogenu na kyselinu mléčnou hlavním zdrojem energie. Se zvyšující se délkou zátěže se zvýší i tlak ve svalech, který omezí proudění krve a přísun kyslíku. Metabolismus sacharidů a lipidů poskytuje převážnou většinu ATP potřebného pro svalovou kontrakci. Oxidace AMK během tréninku dochází jen v minimální míře. Produkce ATP během intenzivní svalové zátěže závisí na svalovém glykogenu a krevní glukóze. Svaly představují hlavní zásobárnu glykogenu (6,7 MJ), játra (1,2 MJ) a v krvi proudící glukóza (342 kJ) [7].

Energetická náročnost a síla závisí na intenzitě provádění a tréninkové náročnosti, než na samotném druhu sportu. Náročnost se může v závislosti na intenzitě značně zvýšit. Tato závislost je uvedena v tabulce 2 [25].

Tabulka 2. Závislost potřeby energie na rychlosti pohybu (kJ/70 kg hmotnosti těla) [25].

Chůze	(1,3-2 m/s)	879 -2573	Plavání	(0,2-1,2 m/s)	879-7537
Chůze do kopce	(2 m/s)	5108	Jízda na kole	(9-30 km/h)	1047-3517
Běh	(3,1-6,6 m/s)	1926-24955	Veslování	(0,8-1,6 m/s)	879-3182
Běh na lyžích	(2,2-4,2 m/s)	3517-5024	Kanoistika	(1,3-2,1 m/s)	712-2470
Rychlobruslení	(3,4-5,4 m/s)	2303-3685			

Tabulka 3. Výdej energie během vybraných sportovních aktivit (vyjádřeno v kJ za 1 minutu výkonu na 1 kg tělesné hmotnosti člověka) [3].

Druh činnosti	Energetický	Druh činnosti	Energetický
	výdej		výdej
	[kJ.min <sup>-1</sup> .kg <sup>-1</sup>		[kJ.min <sup>-1</sup> .kg <sup>-1</sup>
	]		]
Aerobik (střední)	0,428	Judo (utkáni)	1,484
Běh na lyžích (těžké)	0,654	Squash	0,891
Box (utkáni)	0,926	Volejbal (soutěžně)	0,515
Fotbal (utkáni)	0,650	Basketbal (soutěžně)	0,623
Lední hokej	1,243	Jízda na kole (10 km.h <sup>-1</sup> )	0,217
Horolezectví	0,527	Plavání (kraul 1,8 km.h <sup>-1</sup> )	0,506
Jízda na koni (cval)	0,535	Jízda na kole (19 km.h <sup>-1</sup> )	0,523

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## **2 CÍLE PRÁCE**

Cílem diplomové práce bylo ověřit deklarovaný obsah vybraných živin v potravinovém doplňku winner a zjistit jak se nutriční hodnota tohoto doplňku stravy změnila po jedno-ročním skladování.

### 3 MATERIÁL A METODICKÝ POSTUP

#### 3.1 Použitý materiál

Doplňek stravy winner je proteino-sacharidový práškový koncentrát od firmy Nutrend D. S.. Obsahuje syrovátkový protein, biologicky aktivní peptidy, směsi sacharidů s přídavkem vybraných volných aminokyselin a dalších nutričních látek, které jsou popsány výše. Přípravek má snížený obsah tuku. Sacharidy jsou zastoupeny převážně enzymaticky štěpenými škroby maltodextriny a malým množstvím jednoduchých sacharidů glukózy a fruktózy. Směs je koncipována tak, aby docházelo k rychlé a efektivní obnově energetických rezerv krátce po fyzickém výkonu. Je vyroben ze sušeného polotučného mléka. Deklarovaný obsah nutričních ukazatelů doplňku stravy winner je uveden v Tabulce 4.

Tabulka 4. Složení deklarované na obalu doplňku stravy winner.

		ve 100 g výrobku			ve 100 g výrobku
Energetická hodnota	KJ	1557,50	L-Metionin	mg	153
Bílkoviny	g	13,97	L-Lysin	mg	554
Sacharidy	g	69	L-Leucin	mg	762
Cukry	g	26,41	L--Isoleucin	mg	466
Tuky	g	3,97	L-Histidin	mg	131
Nas. mast. kyseliny	g	0,39	Glycin	mg	150
Vláknina	g	0,90	L-Glutamová kyselina	mg	1259
Sodík	mg	130	L-Cystein	mg	250
Koncentrát BCAA	mg	100	L-Asparagová kyselina	mg	601
Kreatin monohydrát	mg	100	L-Arginin	mg	237
L-glutamin	mg	100	L-Alanin	mg	3850
Taurin	mg	500	Vitaminy:		
L-karnitin	mg	10	Kyselina listová	μg	101
Bifidokultury	mg	500	C	mg	30,15
Inulin	mg	1000	B <sub>3</sub>	mg	9,05
L-Valin	mg	432	E	mg	5,03
L-Tyrosin	mg	230	B <sub>5</sub>	mg	3,02
L-Tryptofan	mg	113	B <sub>6</sub>	mg	1,12
L-Treonin	mg	522	B <sub>2</sub>	mg	0,80
L-Serin	mg	393	B <sub>1</sub>	mg	0,70
L-Prolin	mg	564	B <sub>12</sub>	μg	0,58
L-Fenylalanin	mg	222	Biotin	mg	0,08

Výrobce doporučuje konzumovat 40 g výrobku rozmíchaného v tekutině 20 minut po fyzické aktivitě jednou až dvakrát denně, podle intenzity fyzické zátěže.

## 3.2 Popis analytických metod

Popis analytických metod použitých pro kvantitativní stanovení.

### 3.2.1 Stanovení obsahu vlhkosti

Tato metoda umožňuje stanovení obsahu vody a těkavých látek. Do předem vysušené a zvážené misky z nekorodujícího kovu s uzávěrem se naváží 1 g vzorku na analytických vahách s přesností na 1 mg. Sušení do konstantní hmotnosti při 103 °C se používá elektrická laboratorní sušárna, která zaručuje rychlou regulaci teploty a je vybavena kvalitním větráním. Úbytek hmotnosti mezi dvěma po sobě následujícími váženími musí být maximálně 1 mg. Úbytek se stanoví vážkově. Po sušení se miska s vysušeným vzorkem umístí do exsikatoru se silnou perforovanou deskou z kovu nebo porcelánu, který obsahuje účinný vysoušecí prostředek. Po vychladnutí se vzorek s miskou opět zváží na analytických vahách [32].

Obsah vlhkosti se vypočte podle vzorce:

$$\% (W / W) = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \cdot 100$$

$m_0$  - hmotnost vysušené prázdné misky [g]

$m_1$  - hmotnost misky s navážkou vzorku před vysušením [g]

$m_2$  - hmotnost misky se vzorkem po vysušení [g]

### 3.2.2 Stanovení celkového obsahu dusíkatých látek

Podstatou destilačních metod je uvolnění dusíku z bílkovin po jejich hydrolyze ve formě amoniaku a jeho vytěsnění a oddělení destilací do předlohy s odměrným roztokem kyseliny sírové. Zpětnou titrací obsahu předlohy odměrným roztokem hydroxidu sodného se zjistí celkový obsah dusíku, který se přepočítá podle empirických vztahů na obsah bílkovin [27].

Celkový obsah dusíkatých látek byl stanoven Kjeldahlovou metodou s úpravou podle Winklera na Parnas-Wagnerově přístroji [26].



Je to rozhodčí metoda, při níž se analyzovaný vzorek mineralizuje koncentrovanou kyselinou sírovou, čímž se organicky vázaný dusík převede na síran amonný. Rozrušení a mineralizace organických látek varem v Kjeldahlově bance probíhá za působení koncentrované kyseliny sírové a za přítomnosti katalyzátoru, čímž se organické dusíkaté látky převedou na síran amonný. Zmineralizovaný produkt se zředí destilovanou vodou, doplní v odměrné baňce a z odpipetovaného podílu se vytěsňuje amoniak účinkem hydroxidu sodného v Parnas-Wagnerově přístroji. Uvolněný amoniak se předestiluje s vodní parou do předlohy se známým objemem odměrného roztoku kyseliny sírové. Nadbytek roztoku kyseliny sírové, který se nespoteboval na vázání předestilovaného amoniaku, se zjistí zpětnou titrací odměrným roztokem hydroxidu sodného [27].

Výpočet obsahu bílkovin [26] :

$$\% (W / W) = \frac{a \cdot 10^{-3} \cdot M_N \cdot f_t \cdot f_z \cdot f_{př} \cdot 100}{m}$$

$f_z$  – zředovací faktor 5

$f_t$  – titrační faktor 2

$f_{př}$  – přepočítací faktor podle druhu potravin (pro sušené mléko = 6,38)

$M_N$  – molární hmotnost dusíku (14,01 g.mol<sup>-1</sup>)

$m$  – navážka vzorku [g]

$c (H_2SO_4) = 0,02429 \text{ mol/l}$

### 3.2.3 Stanovení obsahu vázaných aminokyselin

Cystein a metionin musí být před hydrolyzou oxidovány na kyselinu cysteovou a metionin-sulfon. Tyrosin se musí stanovovat v hydrolyzátech neoxidovaných vzorků. Ostatní AMK mohou být stanoveny jak oxidované, tak neoxidované. Oxidace se provádí při 0 °C směsí kyseliny permravnčí a fenolu. Nadbytečné oxidační činidlo se rozloží dvojsíranem sodným. Oxidovaný a neoxidovaný vzorek se hydrolyzuje 23 hodin kyselinou chlorovodíkovou o  $c (HCl) = 6 \text{ mol/l}$  s přidavkem 1 g fenolu/l. Sírné AMK cystein a metionin byly před kyselou hydrolyzou oxidovány směsí HCOOH a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (9:1), protože při kyselé hydrolyze by docházelo k jejich rozkladu. Po ukončení hydrolyzy byla ze vzorků odpařena HCl, strupovitý odparek byl rozpuštěn v sodno-citrátovém pufru pH 2,2 a nakonec byl vzorek přefil-

trován přes 0,45µm filtr. Hydrolyzát se upraví na pH 2,2. AMK se separují latexovou chromatografií a stanovují se po reakci s ninhydrinem fotometrickou detekcí při 570 nm (440 nm pro prolin). Stanovení se provádí v analyzátoru AMK, nebo zařízení HPLC s katexovou kolonou, zařízením pro ninhydrinovou postkolonovou derivatizací a fotometrickým detektorem. Kolona se naplní polystyrenovou pryskyřicí, která umožňuje vzájemné oddělení AMK a oddělení od jiných ninhydrin-pozitivních látek. Průtok tlumivého roztoku a ninhydrinu zajišťují čerpadla se stálostí průtoku ±0,5 % po dobu zahrnující standardní kalibraci i zkoušku vzorku. Cystein a metionin byly stanoveny jako kys. cysteová a metioninsulfon.

Obrázek 1. Automatický analyzátor aminokyselin AAA 400, Ingos, Praha



Výpočet množství AMK X [g/kg]

$$X = \frac{A \cdot c \cdot M \cdot V}{B \cdot m \cdot 1000}$$

A – plocha píku hydrolyzátu nebo extraktu

B – ploch píku kalibračního standartu

M – molekulární hmotnost stanovované AMK

c – koncentrace standardu [ $\mu\text{mol/ml}$ ]

m – hmotnost navážky vzorku [g]

V – celkový objem hydrolyzátu [ml]

### 3.2.4 Stanovení obsahu vlákniny

Do filtračního sáčku vypraného v acetonu se po jeho odvětrání naváží vzorek s přesností na 0,0001 g. Jeden sáček bude prázdný pro stanovení korekcí. Extrakce tuku u vzorků s vyšším obsahem tuku, než 5 %. Sáčky se vzorky se ponoří do acetonu, protřepou se a nechají stát 10 krát. Po deseti opakováních s novým acetonem se sáčky nechají odvětrat v digestoři. Sáčky se umístí do analyzátoru. Do přístroje se odměří minimálně 1,5 l (100ml/1 sáček) roztoku kyseliny sírové o c ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) = 0,1275 mol/l, zapne se míchání a topení se nastaví. Časový spínač se nastaví na 45 minut. Zavře se přístroj, utěsní víko. Po uplynutí doby se vypne míchání a ohřev. Přístroj se 3 krát propláchne horkou vodou po dobu 5 minut. Do přístroje se odměří minimálně 1,5 l (100ml/1 sáček) roztoku hydroxidu sodného o c (NaOH) = 0,313 mol/l. Po 45 minutách se přístroj vypne a sáčky ponoří na 3 minuty do acetonu. Poté se nechají vysušit v sušárně při 105 °C 2–4 hodiny. Po vysušení a vychladnutí v exsikátoru se sáčky zváží s přesností na 0,0001 g a dají spálit do muflové pece při 550 °C po dobu 5 hodin. Po spálení se sáčky se vzorky uloží do exsikátoru a poté zváží s přesností na 0,0001 g .

Výpočet obsahu vlákniny ve vzorku:

$$V(\%) = \frac{(m_3 - m_1 c_1) - (m_4 - m_1 c_2)}{m_2} \cdot 100$$

$m_1$  – hmotnost sáčku [g]

$m_2$  – hmotnost navážky vzorku [g]

$m_3$  – hmotnost vysušeného sáčku s rezidui vzorku po hydrolýze [g]

$m_4$  – hmotnost popela po spálení vysušeného sáčku s rezidui vzorku po hydrolýze [g]

$c_1$  – korekce hmotnosti sáčku po hydrolýze

$c_2$  – korekce hmotnosti sáčku po spálení

Výpočet korekcí:

$$c_1 = \frac{m_s}{m_1}$$

$$c_2 = \frac{m_p}{m_1}$$

$m_s$  – hmotnost vysušeného sáčku po hydrolýze [g]

$m_p$  – hmotnost sáčku popela [g]

Obrázek 2. ANKOM analyzátor vlákniny



### 3.2.5 Stanovení obsahu tuku

Vzorek se extrahuje petroletherem. Rozpouštědlo se oddestiluje, zbytek se vysuší a zváží. Používá se petrolether s bromovým číslem menším než 1, bod varu 40–60 °C a zbytek po odpaření je menší než 2 mg/100 ml. Extrakční přístroj opatřen sifonem (typ Soxhlet), s rychlostí reflexu 10 přetoků za hodinu. Extrakční patrony neobsahují látky rozpustné v petroletheru. Do extrakční patrony se naváží 5 g vzorku s přesností na 0,0001 g a uzavře tukuprostou vatou. Patrona se umístí do extrakčního přístroje. Extrakce probíhá šest hodin petroletherem. Extrakt se jímá do suché, předem zvážené baňky s varnými kamínky. Rozpouštědlo se oddestiluje a baňka se umístí do horkovzdušné sušárny s teplotou 100 °C. po dobu 1,5 hodiny. Po vychladnutí v exsikátoru se zváží. Poté se suší dalších 30 minut, aby se zjistila konstantní hmotnost tuku (rozdíl mezi dvěma následujícími váženými musí být maximálně 1 mg).

Výpočet obsahu (v hmotnostních %):

$$X = \frac{a}{m} \cdot 100$$

m – navážka předsušeného vzorku

a – hmotnost vyextrahovaného tuku (g)

### 3.2.6 Stanovení obsahu popela

Do porcelánového kelímku, který byl předem zahřát na teplotu 550 °C, ochlazen v exsikátoru a zvážen se s přesností na 0,0001 g naváží 1 g vzorku. Vzorek se zpopelní při 550 °C v elektrické muflové peci s termostatem po dobu 5 hodin. Pokud je popel bílý, lehce šedý nebo načervenalý prostý zuhelnatělých černých částic vloží se do exsikátoru. Po zchladnutí se ihned zváží. Poté se spaluje ještě 30 minut, jestli hmotnost zůstane konstantní, proces se ukončí. Vypočítá se hmotnost zbytku po odečtení hmotnosti kelímku a výsledek se vyjádří jako procento vzorku [32].

## 4 VÝSLEDKY A DISKUZE

Na základě stanovených cílů a metodických postupů jsme dospěli k následujícím výsledkům.

*V tabulce 5 jsou uvedeny naměřené vstupní a výstupní hodnoty a výsledky stanovení vlhkosti.*

Tabulka 5. Stanovení obsahu vlhkosti.

	$m_o$ [g]	navážka[g]	$m_1$ [g]	$m_2$ [g]	Vlhkost [%]
1	22,3400	3,0099	25,3500	25,1775	5,65
2	23,6022	3,0038	26,6053	26,4339	5,71
3	23,4578	3,0368	26,4959	26,3222	5,72
4	23,7779	3,0300	26,8072	26,6349	5,69
5	22,9763	3,0056	25,9819	25,8109	5,69
6	23,7586	3,0005	26,7589	26,5883	5,69

Z uvedených výsledků vyplývá, že byla stanovena průměrná vlhkost potravního doplňku winner 5,69 %. Vlhkost výrobku není na etiketě uvedena, vlhkost hlavní suroviny sušeného mléka je do 5%. Jedná se o velmi důležitý údaj, který ovlivňuje kvalitu organických nutričních ukazatelů. Je třeba, aby ČZPI vyžadovala vyjádření této hodnoty na etiketách výrobků. Čím nižší je obsah vlhkosti ve výrobku, tím delší bude expirační doba. Vyšší vlhkost vede k možnému rozvoji mikroorganismů a možným nepříznivým nutričním změnám ve složení výrobku.

Do srpna roku 2009 byl uváděn obsah sušiny (namísto obsahu vlhkosti) uvádíme průměrný obsah sušiny zkoumaného vzorku 94,31 % [32].

*Tabulka 6 uvádí naměřené vstupní a výstupní hodnoty a výsledky stanovení obsahu bílkovin.*

Tabulka 6. Výsledky stanovení obsahu bílkovin ve vzorku:

	$m$ [g]	$a$ [ml]	(W/W) [%]
1	0,2541	1,66	14,18
2	0,2496	1,545	13,48

Obsah bílkoviny ve vzorku je 13,83 hmotnostních %. Výrobce udává hodnotu 13,97 %. Obsah uvedený na etiketě odpovídá obsahu výrobku. Lidské tělo neukládá bílkoviny, a

proto je důležité jejich doplnění vzhledem k tréninkovým intervalům ve správném čase. Zhruba dvě až tři hodiny před výkonem, nebo minimálně hodinu po zatížení [8,10].

*Tabulka 7 uvádí výstupní hodnoty, výsledky stanovení AMK, variační koeficient (CV) a směrodatnou odchylku (S.D.).*

Tabulka 7. Stanovení obsahu jednotlivých AMK.

	průměr ±S.D.	CV %	etiketa [mg/100g]	Stanovený obsah [mg/100g]
Asp	0,303	3,1	601	986
Thr*	0,196	3,2	522	616
Ser	0,184	4,0	393	464
Glu	0,431	2,9	1259	1500
Pro	0,201	3,8	564	533
Gly	0,046	2,7	150	170
Ala	0,124	2,8	3850	438
Val**	0,322	6,3	432	512
Ile**	0,36,0	4,6	466	513
Leu**	0,362	3,9	762	935
Tyr	0,158	5,8	230	272
Phe*	0,050	1,6	222	315
His	0,066	4,0	131	164
Lys*	0,257	3,3	554	768
Arg	0,096	3,9	237	253
Cys	0,021	1,0	250	204
Met*	0,046	2,4	153	193

\* jsou označeny esenciální aminokyseliny

\*\* jsou větvené esenciální aminokyseliny

Obsah AMK je ve 14 případech vyšší než uvádí výrobce. 3 AMK měly nižší obsah než uváděný výrobcem. V případě Alaninu byl rozdíl největší, této AMK bylo o 89 % méně. Prolinu bylo méně o 6 % a cysteinu o 18 %.

Alanin je součástí běžných proteinů jak kukuřičný zein nebo želatina. Přestože bílkoviny nejsou primárně přijímány za účelem získání energie, během zatížení a zvláště v případě snížení zásoby sacharidů, jsou některé AMK v krevní plazmě (např. alanin) spotřebovávány k obnově glukózy [10]. U výrobku určeného hlavně k obnově energie ihned po tréninku je malý obsah alaninu chybou.

Vstupní a výstupní naměřené hodnoty stanovení tuku klasickou metodou dle Soxhleta, jsou uvedeny v tabulce 8.

Tabulka 8. Výsledky stanovení obsahu tuku Soxhletovou metodou.

	m [g]	a [g]	X [%]
1	4,9304	0,1810	3,67
2	9,9624	0,3446	3,58
3	5,0358	0,1521	3,12

Průměrný obsah tuku ve vzorku stanovený Soxhletovou metodou je 3,46 %. Výrobce deklarovaný obsah tuku je 3,97 %. Obsah tuku je nižší než uvádí výrobce o 0,53 %. Při výrobě je použito sušené polotučné mléko. Obsah tuku odpovídá hodnotě uvedené na etiketě výrobku. Také se potvrdilo tvrzení výrobce, že jde o výrobek s nízkým obsahem tuku. Nízký obsah tuku napomáhá rychlému vstřebání energie po tréninku a dnešním dietologickým snahám snížit obsah tuku ve stravě.

V tabulce 9 jsou uvedeny vstupní, výstupní naměřené hodnoty a výsledky stanovení hrubé vlákniny.

Tabulka 9. Výsledky stanovení vlákniny.

	m <sub>1</sub> [g]	m <sub>2</sub> [g]	m <sub>3</sub> [g]	m <sub>4</sub> [g]	NDF [%]
1	0,5165	1,0035	0,5322	0,0151	0,25
2	0,4999	1,0020	0,5173	0,0168	0,24
3	0,4896	1,0031	0,5078	0,0183	0,17

$$c_1 = 1,0102; m_s = 0,5153; m_1 = 0,5101$$

$$c_3 = 0,0130; m_p = 0,0071; m_1 = 0,5101$$

Obsah vlákniny byl stanoven ve výrobku 0,22 %. Z etikety nelze rozlišit, jestli se údaj 0,9 mg vlákniny týká vlákniny nerozpustné či rozpustné. Výrobce udává celkový obsah vlákniny 0,9 %. Vedle vlákniny je na etiketě uveden obsah inulinu 1000 mg, inulin patří mezi vlákninu rozpustnou, krochází až do tlustého střeva, kde jej štěpí bakterie trávicího traktu a působí jako probiotikum.



Výsledky, naměřené vstupní a výstupní hodnoty stanovení popela jsou uvedeny v tabulce 10.

Tabulka 10. Výsledky stanovení obsahu popela

kelímek [g]	navážka + kelímek [g]	po pálení [g]	vzorek[g]	popel [g]	popel [%]
34,0236	35,1592	34,0611	1,1356	0,0375	3,30
36,9181	37,9013	36,9489	0,9832	0,0308	3,13
35,8765	36,9359	35,9101	1,0594	0,0336	3,17
33,9227	35,0602	33,9556	1,1375	0,0329	2,89
27,6097	28,6890	27,6442	1,0793	0,0345	3,20
34,0470	35,0905	34,0811	1,0435	0,0341	3,27
33,7888	34,8157	33,8212	1,0269	0,0324	3,16
35,0044	36,0457	35,0373	1,0413	0,0329	3,16

Průměrný obsah popela ve vzorku je 3,16 %. Délka skladování nemá na obsah popelovin vliv. Jedná se o anorganické látky odolávající vysokým teplotám. Údaj o obsahu popela není na etiketě uveden, běžného spotřebitele tento údaj nezajímá.

## ZÁVĚR

Během jednoho roku skladování nedošlo k žádným významným změnám ve složení výrobku. Stanovená průměrná vlhkost potravního doplňku winner je 5,69 %. Obsah bílkoviny ve vzorku stanovený Kjeldahlovou metodou je 13,83 %, výrobce udává obsah bílkovin 13,97 %. Tuk ve vzorku stanovený klasickou Soxhletovou metodou je 3,46 %, výrobcem deklarovaný obsah tuku je 3,97 %. Průměrný obsah popela ve vzorku je 3,16 % a obsah vlákniny ve výrobku je 0,22 %, na etiketě je uveden obsah vlákniny 0,9%.

Vlhkost výrobku byla ovlivněna délkou skladování výrobku, čím je výrobek déle skladován, tím je vlhkost vyšší. Nejvyšší nárůst vlhkosti při skladování je po otevření a špatném uzavření. Zvyšuje se rozvoj nežádoucí mikroflóry a dochází k mikrobiálnímu rozkladu a nežádoucím změnám nutričních činitelů.

Tuk ve výrobku pochází ze sušeného mléka, které je hlavní složkou výrobku. Doporučuji vyrábět tento doplněk výživy z nízkotučného, nebo odtučněného sušeného mléka. Vzhledem k specifikaci výrobku nehraje obsah tuku žádnou pozitivní roli pro sportovce, naopak může zbytečně zatěžovat trávicí trakt. Zjištěný obsah tuku odpovídá tvrzení výrobce, že jde o výrobek s nízkým obsahem tuku.

Skutečný obsah bílkovin odpovídá etiketě výrobku. Bílkoviny tvoří v doplňku výživy winner podstatnou část, která je pro sportovce velice důležitá. Převážná část konzumentů tohoto typu doplňku stravy je ze silově zaměřených sportů, kde je obsah bílkovin ve stravě daleko vyšší než u běžné populace. 15 % obsahu bílkovin je doporučená denní dávka z celkového příjmu energie. Bílkoviny podané ihned po tréninku budou spolu se sacharidy sloužit k obnově poškozené svalové tkáně.

V případě AMK ALA byl obsah o 89 % nižší, než uvádí výrobce, CYS bylo méně o 18 % a PRO o 6%, u všech ostatních analyzovaných AMK byl jejich skutečný obsah vyšší, u některých výrazně. V případě ASP byl skutečný obsah vyšší o 64 %, PHE o 42 %, LYS o 38 % MET o 26 %, HIS o 25 %, LEU o 23 %, GLU o 19 %, VAL o 19 %, THR o 18 %, SER o 18 %, TYR o 18 %, GLY o 13 %, ILE o 10 %, ARG o 7 %.

Vláknina může v nadměrném množství a v nevhodnou dobu působit záporně na vstřebávání a trávení, protože zaměstnává díky nestravitelným částem trávicí trakt. Vyšší obsah nestravitelné vlákniny by mohl nepříznivě působit na zažívání sportovce v době, kdy potřebuje rychlý přísun energie po výkonu. Většina sportovců doplňuje rychle stravitelné cukry

ovocem, které obsahuje velký podíl nestravitelné vlákniny. Velmi nízký obsah vlákniny může být jedna z výhod doplnění energie tímto potravinovým doplňkem. Tento typ výrobku dodávajících energii rychle po výkonu by neměli vlákninu obsahovat. Pro sportovce není důležité dodat vlákninu ihned po sportu, naopak to může být kontraproduktivní vzhledem k účelu výrobku, i když je při denní doporučené dávce 40 g obsah vlákniny zanedbatelný. Nerozpustná vláknina nabobtnává v žaludku a zpomalí průchod tráveniny, je rozložena až v tlustém střevě zdejší mikroflórou, takže nedodává tělu žádnou energii. Výrobce se snaží výrobek podat, jako komplexní doplněk výživy, proto doplňuje i vlákninu důležitou pro zdraví. Hlavním účelem výrobku je ale rychlé doplnění energie, vitamínů a jiných látek po výkonu. Přídavek vlákniny je tedy v rozporu s účelem výrobku a neměla by být ve výrobcích tohoto typu použita.

Výroba a prodej potravinových doplňků je velmi rozšířená. Mnoho lidí vynakládá na potravinové doplňky hodně finančních prostředků a očekává od nich pozitivní efekt na výkonnost a zdraví. Je důležité, aby byl obsah těchto doplňků výživy kontrolován, obsahují-li všechny složky deklarované výrobcem a v uvedeném množství. Sportovcovy pocity, o účinnosti přípravku mohou být zkresleny placebo efektem a dalšími faktory ovlivňujícími jeho úsudek (např. reklamou). Situace, kdy sportovec užívá dostatečné dávky vitamínů a minerálních látek převážně z těchto doplňků stravy, mohou být bez jejich časté kontroly nebezpečné pro zdraví.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MAUGHAN, R. J., BURKE, L. M. *Výživa ve sportu*. 1. vydání, Galén Praha, 2006, 311 s. ISBN 80-7262-318-4
- [2] MANDELOVÁ, L., HRNČÍŘÍKOVÁ, I. *Základy výživy ve sportu*. 1. vydání, Masarykova univerzita Brno, 2007, 71 s. ISBN 978-80-210-4281-0
- [3] NOVÁK, V., BUŇKA, F. *Základy ekonomiky výživy*. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 121 s. ISBN 80-7318-398-6
- [4] FOŘT, P. *Sport a správná výživa*. 1. vydání, Ikar Praha, 2002, 351 s. ISBN 80-249-0124-2
- [5] ŘEHOVÁ, I. *Přednáška z výživy sportovců*. Fakulta tělesné výchovy, Univerzita Palackého Olomouc, Olomouc 23. 10. 2008 – orální sdělení
- [6] FOŘT, P. *Výživa pro kulturistiku a fitness*. 1. vydání, Pardubice, 1998, 151 s. ISBN 978-80-902589-1-4
- [7] BURKE, L., DEAKIN, V. *Clinical sports nutrition*. McGraw-Hill Sydney, 1994c - xviii, 465 s. ISBN-0074700855
- [8] CLARK, N. *Nancy Clark's sports nutrition guidebook*, Human Kinetics Champaign, 1997, 461 s. ISBN 0-87322-730-1
- [9] THORNE, G., EMBLETON, P. *Encyklopedie kulturistiky*. 1. vydání, Pardubice, 1998, 635 s. ISBN 1-55210-001-4
- [10] KONOPKA, P. *Sportovní výživa*. 1. vydání, nakladatelství KOPP České Budějovice, 2004, 125 s. ISBN-80-7232-228-1
- [11] ŽAMBOCH, J. *Vitamíny*. 1. vydání, Grada publishing Praha, 1996, 80 s. ISBN 80-71-69-322-7
- [12] TUREK, B., HRUBÝ, S., ČERNÁ, M. *Nutriční toxikologie*. 1994, knižnice institutu pro další vzdělávání lékařů a farmaceutů v Praze, 123 s. ISBN 80-7013-177-2
- [13] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D. *Potravinářská biochemie I*. 1. vydání, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2005, 168 s. ISBN 80-7318-295-5

- [14]HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D., BUDÍNSKÝ, P. *Potravinářská biochemie II*. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 1. vydání, 103 s. ISBN 80-7318-395-1
- [15]FOŘT, P. *Výživa a sport*. 1. vydání, Olympia Praha, 1990, 143 s. ISBN 80-7033-026-0
- [16]JANČA, J. *Co nám chybí, kovy jiné prvky a vitamíny v lidském těle*. Eminent Praha, 132 s. ISBN 80-900176-2-2
- [17]VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1*. 1. vydání, Tábor Osis, 1999, 233 s. ISBN 80-90-2391-4-5.
- [18]VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 2*. 1. vydání, Tábor Osis, 1999, 193 s. ISBN 80-90-2391-4-5.
- [19]WILLIAMS, M. H. *Nutrition for fitness and sport*. 3. Vydání USA Brown Publisher, 1992, 430 s. ISBN 0-697-10145-2
- [20]THOMPSON, R. A., SHERMAN, R. T. *Helping athletes with eating disorders*. Human kinetic publishers England, 1993, 185 s. ISBN 0-87322-383-7
- [21]DUNNE, J. L. *Nutrition almanach*. 3. vydání, McGraw-Hill, 1990, 337 s. ISBN 0-07-034912-6
- [22]PETERSON, S. M. *Eat to compete*. 2. vydání, Mosby-Year Book, 1996, 361 s. ISBN 0-8151-6785-5
- [23]MANN, J., TRUSWELL, S. *Essentials of human nutrition*. oxford univerzity press, 1998, 637 s. ISBN-0192627562
- [24]STRATIL, P. *Abc zdravé výživy 1*. vydal autor, Brno, 1993, 345 s. ISBN 80-900029-8-6
- [25]STRATIL, P. *Abc zdravé výživy 2*. vydal autor, Brno, 1993, 235 s. ISBN 80-900029-8-6
- [26]DAVIDEK, J. *Laboratorní příručka analýzy potravin*. SNTL Praha, 1977
- [27]INDRA, Z., MIZERA, J. *Chemické kontrolní metody pro obor zpracování mléka*. 1. vydání, 1992
- [28]NÁMĚSTKOVÁ, P. [www.eamos.cz/amos/koz/externi/koz\\_539/metody\\_stanoveni/sacharidy.ppt](http://www.eamos.cz/amos/koz/externi/koz_539/metody_stanoveni/sacharidy.ppt)

- [29]ŽÁKOVÁ, P. *Význam vlákniny ve výživě člověka a metody jejího stanovení v mořských a sladkovodních řasách*. Diplomová práce, 2008, 71 s. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
- [30]ZDRÁHAL, J. *Výživa sportovců*. Bakalářská práce, 2008, 35 s. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
- [31]<http://cs.wikipedia.org/wiki/Inulin>
- [32]NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 152/2009 ze dne 27. ledna 2009, které stanoví metody odběru vzorků a laboratorního zkoušení pro úřední kontrolu krmiv
- [33]HEATLEY, R. V., GREEN, H., LOSOWSKY, S. M. *Consensus in clinical nutrition*. Cambridge University Press, 1994, 506 s. ISBN 0-521-44134-X
- [34]BERDANIER, C. D. *Desk reference for nutrition*. CRC press, 2006, 518 s. ISBN 0-8493-3835-2
- [35]EISENMAN, A. P., JOHNSON, S. C., BENSON, J. E. *Nutrition and weight kontrol*. Leisure press, 1990, 177 s. ISBN 0-88011-365-0
- [36]FRUHAUF, P. *Vláknina v dětské výživě*. [www.pediatrpropraxi.cz](http://www.pediatrpropraxi.cz), 2007, str. 12-16
- [37]FOŘT, P. *Výživa pro dokonalou kondici a zdraví*. 1. vydání, Grada publishing, 2005, 181 s. ISBN 80-247-1057-9
- [38]KUNOVÁ, V. *Zdravá výživa*. 1. vydání, Grada publishing, 2004, 136 s. ISBN 80-247-0736-5
- [39]CLARK, N. *Výživa pro běžce*. 1. vydání Grada publishing, 2009, 104 s. ISBN 978-80-247-3121-6
- [40]PETERSON, MARILYN, S. *Eat to compete*. 2. vydání, W. C. Brown communications, 1996, 364 s. ISBN 0-8151-6786-5
- [41]AGERBO, P., ANDERSEN, F. A. *Vitaminy a minerály pro život*. 1. vydání, Grada publishing, 1997, 146 s. ISBN 80-7169-489-4
- [42]MARTINÍK, K., KOMEŠTÍK, B. *Optimální působení tělesné zátěže a výživy*. 1. vydání, Univerzita Hradec Králové, 2001, 358 s. ISBN 80-85109-47-6
- [44]MCARDLE, D. W., KATCH, I. F., KATCH, L. V. *Exercise physiology energy nutrition and human performance*. 3. vydání, 1991, 853 s. ISBN 0-8121-1351-9

- [45]EMBLETON, P., THORNE, G. *Suplementy ve výživě*. 1. vydání, Východočeská tiskárna, 1999, 431 s. ISBN 80-902589-7-2
- [46]WILLIAMS, H. M. *Nutrition for fitness and sport*. 3. vydání, Wm. C. Brown Publishers, 1992, 430 s. ISBN 0-697-10145-2
- [47]MCARDLE, D. W., KATCH, I. F. *Introduction to nutrition exercise and health*. 4. vydání, Lea and Fibinger, 1993, 494 s. ISBN 0-8121-1555-4
- [48]WOLF, A., EMBERGER, O., HORÁČEK, J. *Hygienu výživy*. 1. vydání, Avicenum Praha, 1985, 384 s. 08-059-85
- [49]NOHÁLOVÁ, Z. *L-karnitin jako aditivum potravinových doplňků*. bakalářská práce, 2006, 50 s. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
- [50]FOŘT, P. *Sport a správná výživa*. 1. vydání, Ikar Praha, 2002, 352 s. ISBN 80-249-0124-2
- [51]SLÍVA, J., MINÁRIK, J. *Doplňky stravy*. 1. vydání, Triton Praha, 2009, 124 s. ISBN 978-80-7387-169-7
- [51]HLÚBIK, P., OPLTOVÁ, L. *Vitaminy*. 1. vydání, Grada publishing Praha, 2004, 232 s. ISBN 80-247-0373-4
- [52]BEŇO, I. *Náuka o výživě*. 2. vydání, Tlač P + M Turany, 145s. ISBN 80-8063-126-3
- [52]FRANĀKOVÁ, S. *Výživa a psychické zdraví*. 1. vydání, ISV Praha, 1996, 271 s. ISBN 80-85866-13-7
- [53]KOMPRDA, T. *Výživou ke zdraví*. TEMI CZ Velké Bílovice, 2009, 110 s. ISBN 978-80-87156-41-4

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

NK	Nukleová kyselina
BMR	Bazální metabolismus
AMK	Aminokyselina
MK	Mastná kyselina
BCAA	Větvené esenciální aminokyseliny
ATP	Adenosintrifosfát
HDL	High density lipoproteins
TAG	Triacylglycerol
kJ	Kilojoul
kcal	Kilokalorie
TH	Tělesná výška
V	Věk
MJ	Megajouly
CP	Creatinfosfát
HPLC	Kapalinová chromatografie
ČZPI	Česká zemědělská potravinářská inspekce
HCOOH	Kyselina mravenčí
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Peroxid vodíku
TAG	Triacylglyceroly
ASP	Asparagová kyselina
GLU	Glutamová kyselina
THR	Treonin
CYS	Cystein



MET	Metionin
SER	Serin
ARG	Arginin
LYS	Lysin
HIS	Histidin
PHE	Fenylalanin
LEU	Leucin
ILE	Isoleucin
VAL	Valin
ALA	Alanin
PRO	Prolin
GLY	Glycin
TYR	Tyrosin
CV	Variační koeficient
S.D.	Směrodatná odchylka

## **SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1. Automatický analyzátor aminokyselin AAA 400, Ingos, Praha

Obrázek 2. Ankom analyzátor vlákniny

## **SEZNAM TABULEK**

Tab. 1 Přehled potřeby energie při některých sportech

Tab. 2 Závislost potřeby energie na rychlosti pohybu

Tab. 3 Výdej energie během vybraných sportovních aktivit

Tab. 4 Složení deklarované na obalu doplňku stravy winner

Tab. 5 Výsledky stanovení obsahu vlhkosti

Tab. 6 Výsledky stanovení obsahu bílkovin

Tab. 7 Výsledky stanovení obsahu aminokyselin

Tab. 8 Výsledky stanovení obsahu tuku Soxhletovou metodou

Tab. 10 Výsledky stanovení obsahu popela