

Sportovní výživa a její dostupnost na českém trhu

Šimon Pavlík

Bakalářská práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav chemie

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Šimon Pavlík
Osobní číslo:	T22600
Studijní program:	B0721A210002 Technologie a hodnocení potravin
Specializace:	Chemie a analýza potravin
Forma studia:	Kombinovaná
Téma práce:	Sportovní výživa a její dostupnost na českém trhu

Zásady pro vypracování

Zpracujte rešeršní práci na níže uvedená témata:

- 1) sacharidy, aminokyseliny, proteiny: vybraní zástupci, možnosti chemických přeměn a jejich metabolismus
- 2) sportovní výživa určená pro konzumaci před, během a po výkonu
- 3) srovnání vybraných parametrů chemického složení ve vybraných výrobcích dostupných na českém trhu

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

Seznam doporučené literatury:

- 1) L. Bian, X. Wang, D. Liu: Enhanced detection of vitamin C in sports beverages using electrochemical sensors with nano-gold particles. J. Food Meas. Charact. 2024, 18, 3820.
- 2) H. Li, D. Wei: Electrochemical detection of caffeine in sports drinks based on molecular imprinting technology. J. Food Meas. Charact. 2024, 18, 3577.
- 3) D. Kadian, C. Dularia, M. Chander: Potential Aspects of Whey Proteins in Dairy Products: Chemistry, Bio-Functional Characteristics, and Their Applications: The Chemistry of Milk and Milk Products, 1st Edition, 2023 Apple Academic Press
- 4) s využitím databází SciFinder a Scopus

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Michal Rouchal, Ph.D.**
Ústav chemie

Datum zadání bakalářské práce: **2. ledna 2025**
Termín odevzdání bakalářské práce: **16. května 2025**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. Ing. Michal Rouchal, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 20. února 2025

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji 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;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – 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);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem 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.

Prohlašuji, že

- jsem na bakalářské práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Předložená bakalářská práce se zabývá problematikou sportovní výživy a její dostupností na českém trhu. Cílem bylo analyzovat sortiment dostupných produktů, jejich složení, vlastnosti a využití. Součástí práce je srovnání vybraných distributorů působících v České republice (např. Nutrend, Enervit, Isostar) a hodnocení jejich produktových řad určených pro konzumaci před, během a po sportovním výkonu. Získané výsledky poukazují na širokou nabídku dostupných produktů. Nelze říci, že by existoval jeden ideální produkt pro všechny, naopak současný trh nabízí v podstatě nepřeborné množství, ze kterých si cílový zákazník vybírá dle vlastních požadavků a preferencí. Rozmanitost nabízených produktů má i své benefity, jelikož v každé fázi sportovního výkonu potřebuje lidské tělo jiné živiny, a proto je během nich vhodné používat specifické doplňky stravy.

Klíčová slova: sportovní výživa, metabolismus, makroživiny, mikroživiny, nutriční časování, suplementy

ABSTRACT

The submitted bachelor's thesis deals with the issue of sports nutrition and its availability on the Czech market. The aim was to analyse the range of available products, their composition, properties, and uses. The thesis includes a comparison of selected distributors operating in the Czech Republic (e.g., Nutrend, Enervit, Isostar) and an evaluation of their product lines intended for consumption before, during, and after physical activity. The results obtained point to a wide range of available products. It cannot be said that there is one ideal product for everyone; on the contrary, the current market offers an almost endless variety from which the target customer can choose based on their own needs and preferences. The diversity of available products also has its benefits, as the human body requires different nutrients at each stage of physical activity, and it is therefore appropriate to use specific dietary supplements during each of them.

Keywords: sports nutrition, metabolism, macronutrients, micronutrients, nutrition timing, supplements

OBSAH

ÚVOD	9
1 MAKROŽIVINY	10
1.1 SACHARIDY	10
1.1.1 Monosacharidy – struktura a vybraní zástupci	11
1.1.2 Oligosacharidy – struktura a vybraní zástupci	14
1.1.3 Polysacharidy – struktura a vybraní zástupci	17
1.1.4 Metabolismus a možnosti chemických přeměn sacharidů	18
1.2 LIPIDY	20
1.2.1 Struktura a vybraní zástupci lipidů	21
1.2.2 Metabolismus a možnost chemických přeměn lipidů	23
1.3 PROTEINY	23
1.3.1 Struktura a vybraní zástupci proteinů a aminokyselin	23
1.3.2 Metabolismus a možnost chemických přeměn proteinů a aminokyselin	25
2 MIKROŽIVINY	27
2.1 VITAMÍNY	27
2.2 MINERÁLNÍ LÁTKY	31
3 SPORTOVNÍ VÝŽIVA URČENÁ KE KONZUMACI PŘED, BĚHEM A PO VÝKONU	34
3.1 PŘED VÝKONEM	35
3.2 BĚHEM VÝKONU	37
3.3 PO VÝKONU	40
4 DOSTUPNOST SPORTOVNÍ VÝŽIVY NA ČESKÉM TRHU	43
ZÁVĚR	47
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	48
SEZNAM OBRÁZKŮ	61
SEZNAM TABULEK	62
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	63

ÚVOD

Sport a pohybová aktivita obecně se v posledních letech staly důležitou součástí životního stylu stále většího počtu lidí. Ať už se jedná o výkonnostní, rekreační nebo vrcholový sport, cílem většiny aktivních jedinců je zlepšení fyzické kondice, podpora regenerace, prevence zranění a dosažení konkrétních výkonnostních cílů. S rostoucími nároky na trénink a výkon však stoupá i zájem o efektivní podporu organismu prostřednictvím vhodné výživy. Kromě běžné stravy hrají důležitou roli také specializované doplňky sportovní výživy, které mohou významně ovlivnit jak výkon samotný, tak i proces regenerace po zátěži.

Sportovní výživa zahrnuje široké spektrum přípravků, které jsou navrženy tak, aby odpovídaly různým fázím sportovní aktivity – od přípravné fáze před výkonem, přes podporu během výkonu, až po regeneraci po jeho skončení. V každé z těchto fází tělo potřebuje jiný typ živin a podpory: před výkonem se často využívají stimulanty, sacharidové nápoje nebo tzv. „nakopávače“ pro zvýšení energie a soustředění. Během výkonu jsou běžné iontové nápoje, gely a BCAA (z angl. Branched Chain Amino Acids) pro udržení výkonu a oddálení únavy. Po výkonu pak sportovci sahají nejčastěji po proteinech, sacharidových směsích nebo dalších regeneračních produktech, které napomáhají obnově svalové hmoty a doplnění vyčerpaných zásob.

Na českém trhu je dostupné široké spektrum přípravků sportovní výživy od domácích i zahraničních výrobců. Nabídka se neustále rozšiřuje a zahrnuje různé formy (prášky, tablety, gely, nápoje) i složení přizpůsobené specifickým potřebám jednotlivců i sportovních disciplín. Jejich správné užívání může výrazně ovlivnit sportovní výkon i kvalitu zotavení. Spotřebitelé tak mají možnost vybírat z mnoha variant, což však zároveň klade vyšší nároky na jejich informovanost a schopnost orientovat se v nabídce.

Cílem této práce bylo zmapovat aktuální nabídku sportovní výživy dostupné na českém trhu, přiblížit funkci jednotlivých typů doplňků a zhodnotit jejich roli v různých fázích fyzické aktivity.

1 MAKROŽIVINY

Makroživiny lze v obecném měřítku definovat jako látky, které potřebuje lidské tělo přijímat potravou v takovém množství, aby mělo dostatek energie k udržování tělesných funkcí a provádění každodenních činností. Obecně se dělí na sacharidy, lipidy a proteiny. U každé z těchto složek bude přiblížena jejich struktura, zmínění vybraní zástupci, možnosti chemických přeměn a jejich metabolismus. Význam makroživin zdůraznila studie týkající se příjmu v době rekonvalescence [1].

1.1 Sacharidy

Jedním ze základních prvků živých organismů a nejrozšířenější třídou organických látek jsou sacharidy, jejichž název je odvozen od latinského slova *saccharum*, což znamená cukr. Fototrofní organismy je mohou prostřednictvím fotosyntézy získávat za využití oxidu uhličitého, vody a slunečního záření, zatímco vyšší organismy, včetně živočichů, jsou na příjmu energie závislé v potravě.

V lidském organismu mají sacharidy mnoho funkcí, především jako zdroj energie. D-glukóza je základní složkou celého metabolismu. Důležitost sacharidů pouze potvrzuje skutečnost, že v případě potřeby si je zvládne tělo samo vyrábět z různých necukerných zdrojů. Jedním z takových procesů je například glukoneogeneze.

Stejně důležitou funkcí jako zdroj energie je její skladování. Sacharidy se ukládají ve svalech a játrech ve formě glykogenu, kdy ve svalech jsou jeho zásoby několikanásobně vyšší [2]. U sportující populace je jeho obsah ve svalech zvýšený. Sacharidy jsou nezbytné pro udržení stabilní hladiny glukózy v krvi. Další jejich funkcí je strukturální, protože společně s bílkovinami tvoří glykoproteiny, které jsou součástí chrupavčitých tkání a kloubů, a společně s tuky tvoří glykolipidy, které jsou důležitou složkou všech buněčných membrán v organismu [3]. Kromě toho jsou sacharidy součástí například nukleových kyselin a koenzymů.

Je zřejmé, že sacharidy jsou pro sportovce nezbytné. Glykogen hraje klíčovou roli při určování objemu a plnosti svalů tím, že na sebe váže minerální látky a vodu. Při požadavcích na vysokou míru vytrvalosti a výkonnosti během silového i vytrvalostního tréninku hraje glykogen zásadní roli. Důvodem je skutečnost, že během fyzické aktivity jsou sacharidy jediným zdrojem energie, který lze využít „bez přítomnosti“ kyslíku.

Molekuly sacharidů totiž nepotřebují k oxidaci takové množství kyslíku jako molekuly bílkovin nebo lipidů [4].

Sacharidy jsou látky obsahující ve svém řetězci atomy uhlíku a vodíku, které jsou doplněny o hydroxylové (-OH) a karbonylové (C=O) skupiny. Na počtu monosacharidových jednotek závisí jejich rozdělení na monosacharidy, oligosacharidy a polysacharidy. Oligosacharidy mají ve své struktuře 2–10 monosacharidových jednotek, polysacharidy pak od 10 a více, většinou se však jedná o několik stovek jednotek.

Tabulka 1 Rozdělení sacharidů [5].

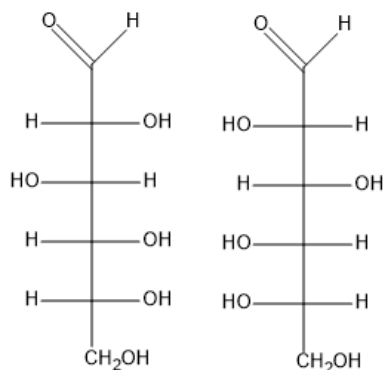
Skupina sacharidů	Vybraní zástupci
Monosacharidy	glukóza, fruktóza, galaktóza
Disacharidy	sacharóza, laktóza, maltóza
Polysacharidy	zásobní – škrob, glykogen, inulin stavební – celulóza, chitin

1.1.1 Monosacharidy – struktura a vybraní zástupci

Nejjednoduššími sacharidy jsou monosacharidy, které lze definovat jako polyhydroxyderiváty karbonylových sloučenin. V jejich struktuře je přítomna karbonylová skupina, přičemž jedná-li se o aldehydovou skupinu (CHO) řadí se sloučenina mezi aldózy, v případě přítomnosti oxo skupiny (C=O) se jedná o ketózu [6]. Monosacharidy se vyskytují jako látky s volnou karbonylovou skupinou (acyklické) nebo jako energeticky výhodnější cyklické poloacetalý vznikající spontánně intramolekulární adicí jedné z hydroxylových skupin na skupinu karbonylovou [7]. Sloučeniny s šestičlenným cyklem se nazývají pyranózy, s pětičlenným pak furanózy. V řetězci monosacharidů se nachází 3–7 atomů uhlíku a v přírodě se vyskytují převážně v D-konfiguraci. Nejznámějšími zástupci jsou glukóza (hroznový cukr) a fruktóza (ovocný cukr), mezi další monosacharidy náleží galaktóza, manóza a ribóza.

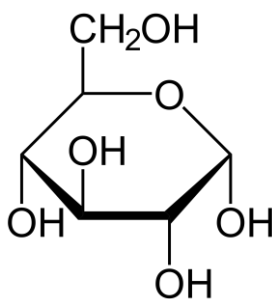
Glukóza

Glukóza představuje jeden z nejdůležitějších zdrojů energie pro živé organismy. Je klíčovým stavebním kamenem pro různé polysacharidy, jako jsou škrob, glykogen a celulóza. Vyskytuje se v podobě dvou enantiomerů, označovaných jako D- a L-glukóza (Obrázek 1). V Haworthově projekci se D-glukóza zobrazuje jako α -D-glukopyranosa nebo β -D-glukopyranosa (Obrázek 2).



Obrázek 1 Strukturní vzorec D-glukózy (vlevo) a L-glukózy (vpravo).

V lidském těle hraje glukóza klíčovou roli jako primární zdroj energie, zejména pro mozek a svaly, respektive pro správnou funkci buněk. U živočichů se ukládá ve formě glykogenu, zatímco u rostlin se nachází ve formě škrobu. Je nezbytná pro proces buněčného dýchání, při kterém dochází k její oxidaci za vzniku ATP. Kromě toho je glukóza jedním z hlavních produktů fotosyntézy a hraje zásadní roli v metabolismu sacharidů.



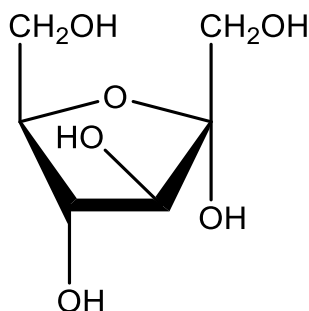
Obrázek 2 Strukturní vzorec α -D-glukopyranosy.

Glukóza se přirozeně nachází v ovoci, medu a rostlinné míze. V lidském těle vzniká také při trávení složitějších sacharidů, které jsou složeny z glukózových jednotek (sacharóza, škrob, aj.). Normální hladina glukózy v krvi se u zdravého člověka nalačno pohybuje v rozmezí 3,9–5,6 mmol/l. Poruchy metabolismu glukózy mohou vést k různým zdravotním problémům, například k diabetu, který je charakterizován zvýšenou

(hyperglykémie) nebo sníženou (hypoglykémie) hladinou cukru v krvi. Dále glukóza ovlivňuje kvalitu spánku [8] a její regulace je závislá na střevní mikroflóře [9][10]. Glukóza má glykemický index 100, což znamená, že velmi rychle zvyšuje hladinu cukru v krvi. Díky tomu se často používá jako rychlý zdroj energie, například ve sportovní výživě nebo právě při léčbě již zmíněné hypoglykémie.

Fruktóza

Fruktóza má stejný sumární vzorec ($C_6H_{12}O_6$) jako glukóza, liší se však přítomností oxo skupiny (namísto skupiny aldehydové), čímž se řadí v obecné rovině mezi ketózy, v poloacetálové formě pak mezi furanózy (Obrázek 3). Jedná se o přírodní monosacharid, který se vyskytuje v ovoci, medu, sirupech a některých druzích zeleniny. Společně s glukózou tvoří strukturu disacharidu sacharózy. Má vysoký glykemický index, ale je méně inzulínově aktivní, což ovlivňuje její vliv na hladinu cukru v krvi. Nadměrná konzumace, zejména z přidaných sladidel, může přispět k metabolickým problémům [11], jako je obezita a inzulínová rezistence.



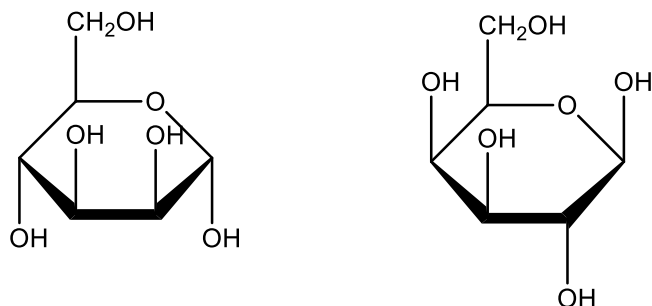
Obrázek 3 Strukturní vzorec α -D-fruktofuranosy.

Manóza

D-manóza je monosacharid, který se nachází především v některých rostlinách a ovoci. Má podobnou strukturu jako glukóza, kdy manóza obsahuje hydroxylovou skupinu na C2 ve Fischerově projekci orientovanou doleva, zatímco glukóza doprava. Tento rozdíl z nich dělá tzv. C2 epimery [12]. Manóza se používá se v doplňcích výživy pro podporu zdraví močového systému, zejména v prevenci infekcí močových cest. V lidském těle je důležitá pro syntézu glykoproteinů a v případě potřeby může být v játrech a ledvinách enzymaticky přeměněna na glukózu [12].

Galaktóza

Galaktóza také patří mezi monosacharidy. Obvykle se vyskytuje v kombinaci s ostatními cukry, například v laktóze společně s glukózou. Nachází se také v polysacharidech a v glykolipidech, které jsou součástí nervových tkání, kupříkladu v mozku. V těle se metabolizuje na glukózu a je důležitá pro syntézu různých biomolekul [11].



Obrázek 4 Strukturní vzorec α -D-mannopyranosy (vlevo) a β -D-galaktopyranosy (vpravo).

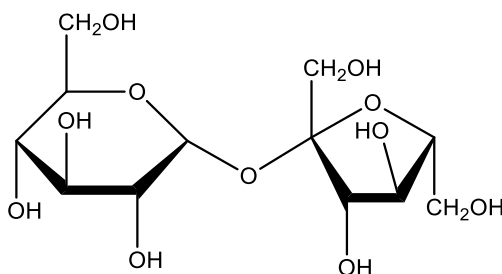
1.1.2 Oligosacharidy – struktura a vybraní zástupci

Další skupinou jsou oligosacharidy, sloučeniny obsahující 2–10 monosacharidových jednotek v řetězci, vzájemně spojených *O*-glykosidickou vazbou. Nejmenšími zástupci patřícími do skupiny oligosacharidů jsou disacharidy tvořené dvěma cukernými jednotkami. Sacharóza (třtinový cukr) je tvořena molekulami glukózy a fruktózy, laktóza (mléčný cukr) sestává z glukózy a galaktózy, maltóza (sladový cukr) ze dvou molekul glukózy. Dále se mezi oligosacharidy mohou zařadit maltodextriny a cyklické dextriny.

Sacharóza

Sacharóza je disacharid složený z glukózy a fruktózy, které jsou spojeny $\alpha(1\rightarrow2)$ glykosidickou vazbou (Obrázek 5). Je hlavní složkou řepného a třtinového cukru, přirozeně se nachází v ovoci, zelenině a medu. Běžně se používá jako sladidlo v potravinách a nápojích nebo při výrobě alkoholu. V lidském těle se štěpí na jednotlivé monosacharidy díky enzymu sacharáza (invertáza), což umožňuje jejich absorpci a metabolismus. Sacharóza poskytuje rychlý zdroj energie, ale její nadměrná konzumace může přispět k rozvoji obezity a dalším zdravotním problémům.

Se sacharózou je často spojován pojem invertní cukr. Jedná se o směs glukózy a fruktózy, která vznikla hydrolýzou sacharózy. Ta totiž mění směr stáčení polarizovaného světla z pravotočivého na levotočivý. Proto se procesu rozkladu sacharózy říká inverze.

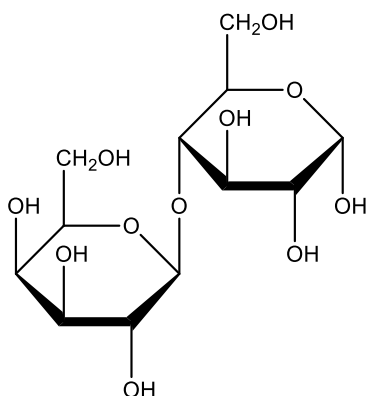


Obrázek 5 Strukturní vzorec sacharózy.

Laktóza

Laktóza je disacharid složený z glukózy a galaktózy (Obrázek 6) spojených β -glykosidickou vazbou. Nachází se v mléce a mléčných produktech, obvykle v koncentracích od 2 do 8 %, což z ní dělá hlavní sacharidovou složku mléka.

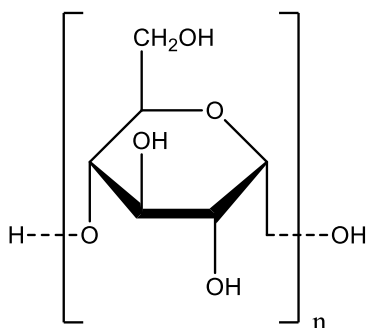
V lidském těle se štěpí za vzniku výše uvedených monosacharidů pomocí enzymu laktázy [13]. Nedostatek tohoto enzymu může vést k laktózové intoleranci, což způsobuje trávicí problémy při konzumaci mléčných výrobků. Obvykle se jedná o zažívací potíže, jako jsou nadýmání, průjem nebo bolesti břicha. V dnešní době existuje mnoho alternativ pro osoby trpící laktózovou intolerancí. Na trhu jsou dostupné bezlaktózové mléčné výrobky, u kterých je enzym laktáza přidán během výroby, dále třeba rostlinné alternativy mléka, jako jsou mandlové, sójové a ovesné mléko, a v neposlední řadě fermentované mléčné výrobky, tedy kefir a jogurt, které obsahují méně laktózy. Vznik intolerance je vysvětlován kulturně-historickou hypotézou, která říká, že populace, které chovaly mléčný skot a pravidelně konzumovaly mléčné výrobky, se postupně začala zvyšovat schopnost produkovat laktázu. [14] U ostatních docházelo k častým zažívacím potížím, což mohla být zbytečná zátěž pro organismus obzvláště v období cholery. Lidé bez tolerance navíc dokázali lépe vstřebávat živiny a vitamíny z mléka. Jako další možný původce vzniku laktózové intolerance je uváděn nedostatek vitamínu D [15].



Obrázek 6 Strukturní vzorec laktózy.

Maltodextriny a cyklodextriny

Maltodextriny (Obrázek 7) a cyklické dextriny (tzv. cyklodextriny)¹ se svojí strukturou řadí mezi oligosacharidy, maltodextriny také mezi polysacharidy. Proměnlivá struktura maltodextrinů obsahuje 3–17 molekul glukózy v řetězci spojených $\alpha(1\rightarrow4)$ glykosidickou vazbou. U cyklických dextrinů existují tři základní typy: α -cyklodextrin (šest glukózových jednotek v kruhu), β -cyklodextrin (sedm glukózových jednotek v kruhu) a γ -cyklodextrin (osm glukózových jednotek v kruhu). Maltodextrin se používá jako potravinářské aditivum, např. jako plnivo, zahušřovadlo či konzervant [16]. Vyskytuje se také v energetických nápojích, proteinových prášcích a dalších doplňcích stravy. Je lehce stravitelný a štěpí se na molekuly glukózy dodávající energii. Strava bohatá na maltodextrin negativně ovlivňuje složení střevních bakterií [16], usnadňuje růst bakteriím jako *E. coli* či *Salmonella* [17], [18].



Obrázek 7 Obecná struktura maltodextrinu.

¹ Pojmenovávají také jako tzv. „Cluster dextriny“ [19]

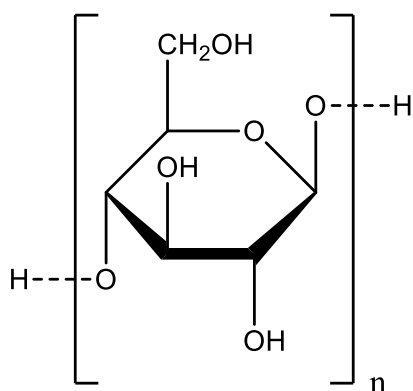
1.1.3 Polysacharidy – struktura a vybraní zástupci

Největší molekulovou hmotností se pyšní polysacharidy obsahující několik stovek až tisíců cukerných jednotek. V praxi se společně s oligosacharidy označují jako komplexní sacharidy. Dle funkce se dělí na zásobní a stavební, kdy mezi zásobní patří rostlinný škrob a živočišný glykogen, zatímco stavebními jsou celulóza a chitin. Celulóza je základní složkou buněčných stěn a pletiv rostlin, chitin je součástí exoskelet členovců² a buněčných stěn hub.

Škrob a celulóza

Škrob a celulóza jsou polysacharidy složené z glukózových jednotek lišící se svou strukturou a vlastnostmi.

Škrob je polysacharid složený z α -D-glukózy, která se vyskytuje v podobě amylozy a amylopektinu. Obsahuje $\alpha(1\rightarrow4)$ glykosidické vazby (u lineární složky amylozy) a $\alpha(1\rightarrow6)$ glykosidické vazby (u větvené složky amylopektinu). Díky kombinaci lineární a větvené složky má spirálovitou strukturu [20]. Slouží jako zásobní sacharid v rostlinách, u člověka stejnou roli plní glykogen. V těle je škrob štěpen enzymem amylázou na glukózu, která je využívána jako zdroj energie. Škrob je hlavní složkou potravin, jako jsou brambory, rýže a pšenice. Je důležitý pro energetický metabolismus a má široké použití v potravinářství.



Obrázek 8 Obecná struktura celulózy.

Celulóza (Obrázek 8) sestává z β -D-glukózových jednotek vzájemně spojených $\beta(1\rightarrow4)$ glykosidickou vazbou. Oproti škrobu má lineární strukturu a je nerozpustná ve

² Např. hmyz, rak, krab

vodě. Člověk ji nedokáže strávit kvůli absenci enzymu celulózy. Celulóza je hlavní složkou buněčných stěn rostlin, zajišťuje pevnost a odolnost rostlinných tkání.

Zatímco škrob slouží jako zásobní polysacharid, celulóza je polysacharidem strukturním. Rozdíl v typech vazeb mezi glukózovými jednotkami, jimiž jsou oba polysacharidy tvořeny, způsobuje u škrobu jeho stravitelnost pro člověka a rozpustnost ve vodě, zatímco u celulózy je tomu naopak.

Glykogen

Glykogen je polysacharid, který slouží jako zásobní forma glukózy v těle. Nachází se ve svalech a v játrech. Ve svalech slouží jako lokální zdroj energie, v játrech napomáhá regulaci krevní glukózy. Jedná se o polysacharid sestávající z glukózových jednotek spojených $\alpha(1\rightarrow4)$ glykosidickou vazbou, který v případě potřeby štěpí na glukózu poskytující lidskému tělu okamžitý zdroj energie.

Hladina glykogenu je u sportovců obecně vyšší než u běžné populace. Zatímco nesportující lidé mají obvykle mezi 300–500 g glykogenových zásob v těle, aktivní část populace může disponovat až dvojnásobným množstvím [5]. Kapacitu glykogenu v lidském těle tedy lze zvýšit pravidelným tréninkem. Jako významné se tedy jeví, aby bylo stravou přijímáno dostatečné množství sacharidů, a tím docházelo k rychlejší obnově glykogenu, a díky tomu lepšímu zotavení po zátěži [21].

1.1.4 Metabolismus a možnosti chemických přeměn sacharidů

Metabolismus sacharidů se dělí na dva procesy, které se vzájemně doplňují – anabolismus a katabolismus. Zatímco při katabolismu dochází ke štěpení glykogenu na glukózu, při anabolismu se děje proces opačný. Sacharidy regulují celý metabolismus v játrech, přičemž na stavu hladiny krevní glukózy závisí, zdali se přijaté živiny v potravě budou ukládat v podobě „tuků“, nebo budou využívány jako zdroj energie i necukerné zdroje.

Katabolismus

Katabolismus sacharidů představuje v organismu dva základní procesy. Prvním je trávení (štěpení) sacharidů přijatých potravou s následnou glykolýzou, což je hlavní proces, při kterém je získávána energie. Dalším významným procesem je glykogenolýza, tedy štěpení glykogenu na glukózu.

V trávicí soustavě se nachází hydrolytické enzymy štěpící sacharidy. Jedná se o amylázy zabezpečující štěpení škrobu, respektive glykosidázy štěpící glykosidické vazby spojující jednotlivé monosacharidové jednotky daného polysacharidu [22]. Nejprve přichází do hry v ústní dutině enzym Ptyalin, což je v podstatě slinná α -amyláza, která zajišťuje štěpení škrobu a glykogenu. Společně s α -amylázou se v ústní dutině nachází enzym lysozym, který má spíše ochrannou a imunitní funkci. Dokáže totiž štěpit β -1,4-glykosidické vazby a tím narušit peptidoglykanové stěny grampozitivních bakterií [23]. Hlavní část trávení sacharidů se odehrává v tenkém střevě, kde jsou enzymy pro trávení všech živin. U sacharidů je nejvýznamnější enzym pankreatická α -amyláza, která je, díky optimálnímu pH ve střevě, výkonnější než ta v ústech [5]. Dalším místem trávení sacharidů je dvanáctník, ve kterém se zpracovávají disacharidy (např. sacharóza a laktóza) a nestravitelné polysacharidy (např. celulóza). Trávení sacharidů se dokončuje ve střevní sliznici, kam sacharidy přicházejí v podobě oligosacharidů a disacharidů. Tam jsou tráveny pomocí enzymů, jako jsou například glykosidázy, sacharáza (štěpí sacharózu), laktáza (štěpí laktózu) nebo glukooamyláza, která štěpí nestrávené zbytky polysacharidů (škroby a dextriny) [22].

Anabolismus

Hlavními cestami anabolismu je syntéza glykogenu a glukoneogeneze. Jak již bylo zmíněno, jedná se o procesy opačné ke katabolismu.

Syntéza glykogenu se odehrává jak v játrech, tak i ve svazech, a její rychlost je závislá na inzulínu. Sportovci po tréninkových jednotkách doplňují jednoduché sacharidy, aby se zvýšila sekrece inzulínu do krve a tím i zrychlil transport glukózy do svalových buněk. Roli antagonistů mají hormony, ve svazech je nejdůležitější inzulín (zrychluje) a adrenalin (tlumí), zatímco v játrech vysoký obsah glukózy syntézu zvyšuje a glukagon tlumí.

Glukoneogeneze neboli syntéza glukózy z necukerných zdrojů probíhá převážně v játrech, ale při hladovění nebo špatně nastaveném jídelníčku se zvyšuje její aktivita v ledvinách. Mezi skupiny látek, ze kterých organismus dokáže získat glukózu, patří glukogenní AK (zejména alanin a glutamin), lipidy (glycerol) a látky vznikající katabolismem sacharidů (laktát, pyruvát). Energetická bilance glukoneogeneze je ztrátová, na syntézu 1 molekuly glukózy se spotřebuje 6 ATP/GTP. Glukoneogenezi zvyšují glukokortikoidy (např. kortizol) a katecholaminy (např. adrenalin). Naopak inzulín má na tyto hormony antagonistický účinek.

Glykemický index

Glykemický index (GI) vyjadřuje míru vzestupu krevní glukózy po konzumaci dané potraviny. Jedná se o bezrozměrnou veličinu, která srovnává nárůst glukózy po požití dané potraviny, s nárůstem hladiny po požití stejného množství sacharidů ve formě čisté glukózy. GI čisté glukózy je roven 100. Pokud má potravina GI 50, tak se obsažené sacharidy budou trávit, vstřebávat a uvolňovat do krve dvakrát pomaleji než po požití stejného množství čisté glukózy. GI je tedy ukazatelem rychlosti trávení a vstřebání sacharidů do krve.

Pro vyjádření GI se používá glykemická křivka znázorňující průběh glykémie po požití dané potraviny v čase. Vrcholu dosahuje po cca 30 minutách a následně se postupně snižuje až do dosažení stejné hodnoty jako před konzumací potraviny, což trvá zhruba dvě hodiny. V případě sněžení samotné potraviny s vysokým GI dochází ke stavu hypoglykémie, který je doprovázen pocitem podrážděnosti a chuti na sladké. Glykemický index je ovlivněn tepelnými úpravami potravin, kombinací jednotlivých potravin a živin a dobou konzumace. Čím méně potravinu vaříme, pečeme nebo smažíme, tím rychleji se sacharidy zpracovávají a tím vyšší je GI. Bílkoviny, tuky či vláknina v jídle zpomalují proces trávení sacharidů a tím snižují GI. V Tabulka 2 jsou uvedeny hodnoty GI u různých kombinací potravin.

Tabulka 2 Glykemický index jednotlivých potravin [5].

Kombinace potravin	GI
Samotná rýže (bílá, vařená)	96
Rýže s listovou zeleninou	82
Rýže s kuřecím prsem	73
Rýže vařená s olejem	67
Rýže s kuřecím prsem, olejem a zeleninou	50

1.2 Lipidy

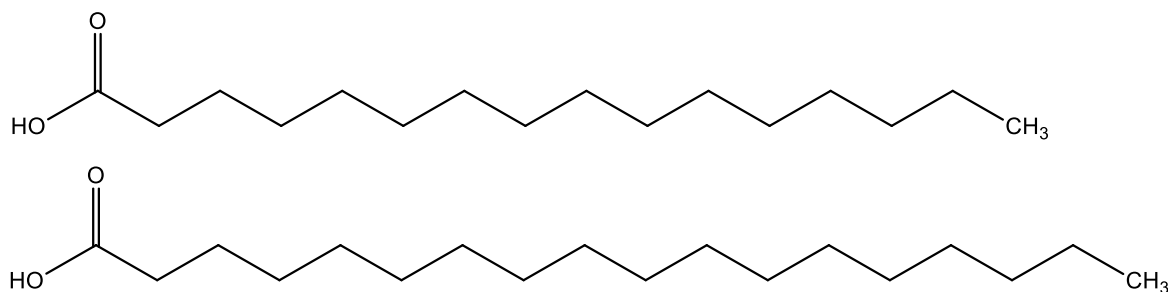
V přírodě se vyskytují dva typy lipidů – rostlinné a živočišné. Pro člověka představují lipidy zdroj energie. Uvádí se, že obsahují cca 9,1 kcal/g [5], což je dvojnásobné množství

oproti sacharidům a bílkovinám. Kromě energie je tělo potřebuje pro rozpouštění lipofilních vitamínů a pro jejich strukturální a stavební funkce. Lipidy jsou, ve formě cholesterolu a fosfolipidů, součástí všech buněčných membrán v organismu. Ve srovnání se sacharidy není ukládání lipidů v lidském těle omezeno, což lze pozorovat u osob trpících obezitou. Důležitá je také ochranná funkce, kdy tuky představují mechanickou ochranu orgánů proti nárazům a zároveň se starají o jejich tepelnou izolaci [24]. Konečně, lipidy jsou výchozími látkami pro syntézu steroidních hormonů, žlučových kyselin, fosfolipidů a dalších.

1.2.1 Struktura a vybraní zástupci lipidů

Ze strukturního hlediska se jedná o estery vyšších mastných kyselin (MK) a vyšších jednosytných alkoholů. Z hlediska sportovní výživy jsou nejvýznamnější triacylglyceroly (TAG), což jsou vyšší mastné kyseliny navázané esterovou vazbou na tři hydroxylové skupiny glycerolu (propan-1,2,3-triol). Mastné kyseliny mohou obsahovat jednu nebo více násobných (dvojných) vazeb, mohou mít různý počet atomů uhlíku a jsou to právě ony, kdo udává kvalitu lipidů. Přehled vybraných mastných kyselin je uveden v Tabulka 3. Sloupec omega série značí polohu první dvojně vazby v molekule ve směru od methylového konce.

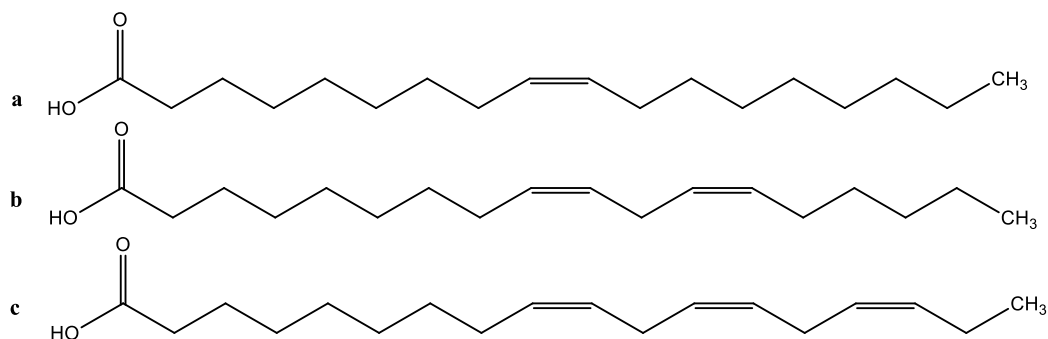
Nasycené mastné kyseliny, známé také jako saturevané (z angl. Saturated Fatty Acids, SFA), neobsahují v molekule dvojně vazby. Tělo si je dokáže samo syntetizovat a tvoří největší podíl v tukových zásobách. Nejvíce zastoupeny ve výživě, jak v rostlinné, tak i živočišné stravě, jsou kyseliny palmitová a stearová (Obrázek 9).



Obrázek 9 Strukturní vzorec kyseliny palmitové (nahore) a stearové (dole)

Nenasycené mastné kyseliny mají ve své struktuře minimálně jednu dvojnou vazbu. Podle počtu dvojných vazeb se dělí na mononenasycené (z angl. Monosaturated fatty acids, MUFA) a polynenasycené mastné kyseliny (z angl. Polyunsaturated fatty acids, PUFA).

MUFA obsahují v molekule právě jednu dvojnou vazbu, přičemž ve stravě je nejvíce zastoupena kyselina olejová (např. v olivovém oleji), která má dvojnou vazbu na devátém atomu uhlíku (Obrázek 10). Organismus si dokáže MUFA syntetizovat přeměnou ze stejně dlouhých nasycených MK. PUFA mají v molekule více dvojných vazeb a dělí se podle jejich polohy na Ω -6 a Ω -3 MK.



Obrázek 10 Strukturní vzorce kyseliny olejové (a), linolové (b) a α -linolenové (c).

Tabulka 3 Vybrané vyšší mastné kyseliny [5].

Vybrané vyšší MK	Počet atomů uhlíku a dvojných vazeb	Ω -série
nasycené (SFA)		
kyselina palmitová	C16:0	0
kyselina stearová	C18:0	0
mononenasycené (MUFA)		
kyselina palmitoolejová	C16:1	Ω 7
kyselina olejová	C18:1	Ω 9
polynenasycené (PUFA)		
kyselina linolová (CLA)	C18:2	Ω 6
kyselina arachidonová (ARA)	C20:4	Ω 6
kyselina α -linolenová (ALA)	C18:3	Ω 3
kyselina eikosapentaenová (EPA)	C20:5	Ω 3
kyselina dokosaheptaenová (DHA)	C22:6	Ω 3

1.2.2 Metabolismus a možnost chemických přeměn lipidů

V tukové tkáni neustále dochází ke dvěma protichůdným procesům, anabolické syntéze TAG a katabolické lipolýze TAG. Při vyrovnaném příjmu a výdeji energie je podíl obou procesů vyrovnaný. Pokud ale dojde k navýšení energetický příjem, který bude převyšovat energetický výdej, bude převažovat syntéza TAG, což se projeví postupným přibýváním na váze daného jedince. Za syntézu nových TAG je zodpovědný enzym lipoproteinová lipáza [25]. Inzulin a vysoká koncentrace glukózy v krvi zvyšují její aktivitu a dávají podnět k ukládání nových MK do zásob tuku. Katabolismus představuje odbourávání tuku uloženého v tukových buňkách neboli lipolýza. Lipolýzu zvyšují hladovění, kofein nebo také stresové situace. Samotná přeměna mastných kyselin na energii probíhá v procesu β -oxidace mastných kyselin a je snižována přítomností inzulinu. Naopak adrenalin a glukagon spalování mastných kyselin zvyšují [5]. Opačným procesem k β -oxidaci mastných kyselin je syntéza mastných kyselin a TAG. Syntéza mastných kyselin probíhá v cytosolu buněk (MK o délce do 16 atomů uhlíku) nebo v mitochondriích a endoplazmatickém retikulu³ (MK o délce 18 a více atomů uhlíku). Syntéza TAG probíhá převážně v tukové tkáni. V ER tukových a jaterních buněk se pomocí enzymatické katalýzy naváží na glycerol tři MK, čímž vzniká TAG.

1.3 Proteiny

Proteiny jsou biomakromolekuly disponující mnoha různými funkcemi: strukturní, enzymatickou, hormonální, transportní nebo i ochrannou. Jsou také jediným zdrojem dusíku a esenciálních aminokyselin v potravě. V případě potřeby je tělo může využít jako zdroj energie. Mají schopnost ovlivnit vstřebávání lipofilních vitamínů, karotenoidů a kurkuminu [26].

1.3.1 Struktura a vybraní zástupci proteinů a aminokyselin

Ze všech funkcí proteinů hledí sportovci zejména na jejich strukturální funkce, protože tvoří všechny pojivové tkáně (šlachy, vazy, klouby, kosti) a samotná svalová vlákna (myofibrila). Vlákna jsou tvořena fibrilárními proteinovými komplexy aktinem a myozinem.

Základní stavení jednotkou proteinů jsou aminokyseliny (AK), vzájemně spojené amidovou (peptidovou) vazbou. Podle počtu AK jednotek se rozlišují oligopeptidy (2–10

³ ER

AK), polypeptidy (11–100 AK) a proteiny (100 a více AK jednotek). V lidském těle se vyskytuje pouze 21 proteinogenních aminokyselin. To znamená, že jakýkoliv protein v těle je tvořen pouze kombinací těchto 21 AK. Jejich zastoupení (spektrum), pořadí (sekvence) a prostorové uspořádání (konformace) mají za následek rozdílné vlastnosti proteinů.

Struktura proteinů se dělí na primární, sekundární, terciární a kvartérní. Primární struktura je dána sekvencí aminokyselin v řetězci a udává chemické vlastnosti proteinu. Sekundární struktura je geometrické uspořádání řetězce mezi několika po sobě jdoucími aminokyselinami, které je určené prostorovým uspořádáním amidových vazeb a vznikem vodíkových vazeb mezi protilehlými sekundárními amino (NH) a oxo (CO) skupinami. Podle prostorového uspořádání se rozdělují na α -helix (šroubovice) a β -skládaný list. Terciární struktura pak označuje trojrozměrné prostorové uspořádání celého řetězce aminokyselin. Globulární struktury (např. albumin) jsou rozpustné ve vodě, fibrilární (např. myozin) nikoliv. Prostorovou strukturu, u AK obsahujících atomy síry, určují sulfidové vazby mezi postranními skupinami AK z různých částí řetězce. Jako poslední je kvartérní struktura. Ta znamená prostorové uspořádání různých proteinových podjednotek, tedy samotných terciárních struktur, které dohromady tvoří jeden protein.

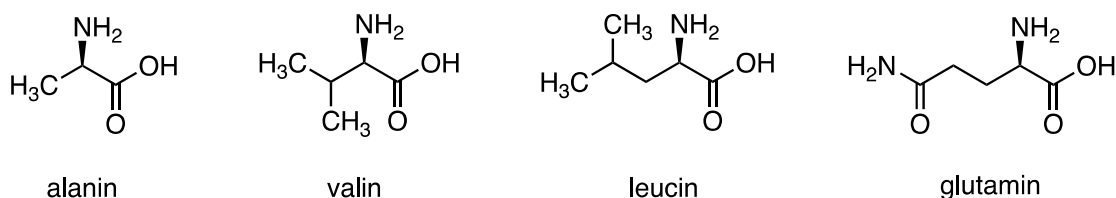
V lidském těle se vyskytuje 21 proteinogenních AK dělících se na esenciální a neesenciální. Esenciální AK jsou ty, které si tělo nedokáže samo vytvořit a musíme je přijímat v potravě. Patří mezi ně valin, leucin, izoleucin, arginin, lysin, methionin, fenylalanin, histidin, tryptofan a threonin. Konkrétně arginin a histidin spadají do skupiny semiesenciálních AK, což znamená, že si je lidské tělo dokáže samo syntetizovat, ale tyto reakce mohou být příliš pomalé na to, aby dodaly dostatek AK pro tvorbu tělesných proteinů.

V doplňcích stravy se často setkáme se složkou zvanou BCAA (větvené AK). V produktech se nejvíce hledí na poměr leucinu, izoleucinu a valinu (obvykle 2:1:1 nebo 4:1:1), ale obvykle obsahují širší spektrum AK pro podporu syntézy proteinů [27]. BCAA jsou kritické pro anabolismus a energetickou homeostázu [28] a mohou pomoci s prevencí a léčbou obezity a diabetu [29] [30].

Tabulka 4 Rozdělení aminokyselin [5].

Aminokyseliny	Zástupci
s alifatickým postranním řetězcem	glycin, alanin, valin*, leucin*, izoleucin*
s karboxylovou nebo amidovou skupinou v postranním řetězci	kyselina asparagová, asparagin, kyselina glutamová, glutamin
s aminovou skupinou v postranním řetězci	arginin [#] , lysin
obsahující atom síry v postranním řetězci	methionin*, cystein
s aromatickým jádrem nebo hydroxylovou skupinou v postranním řetězci	fenylalanin*, histidin [#] , tyrosin, tryptofan*, serin, threonin*, prolin

*esenciální AK, [#]semiesenciální AK



Obrázek 11 Vzorce vybraných aminokyselin.

1.3.2 Metabolismus a možnost chemických přeměn proteinů a aminokyselin

Stejně jak tomu bylo u lipidů a sacharidů, také u proteinů dochází k anabolismu a katabolismu. Zatímco katabolismus proteinů představují štěpení bílkovin přijatých v potravě a štěpení tkáňových bílkovin, tak anabolismus je tvořen dvěma procesy – transkripce a translace. Vztah anabolismu a katabolismu popisuje dusíková bilance. Při anabolismu je pozitivní, u katabolismu negativní.

Proteiny přijaté v potravě se tráví pomocí hydrolytických enzymů v žaludku a tenkém střevě. Dlouhé řetězce bílkovin jsou štěpeny na krátké peptidy a AK. Mezi nejznámější enzymy štěpící proteiny patří pepsin v žaludku a trypsin ve dvanáctníku – první části tenkého střeva. K degradaci tělesných tkáňových bílkovin dochází zcela přirozeně, protože se neustále obnovuje většina buněk v lidském těle. Štěpení těchto bílkovin napomáhají enzymy proteinázy.

Anabolismus neboli proteosyntéza bílkovin je děj odehrávající se v cytoplazmě, konkrétně na ribosomech. Nejprve je během procesu transkripce přepsán genetický kód, obsahující v genech v DNA předlohu pro všechny syntetizované bílkoviny v těle, do RNA.

Následně dojde k translaci kódu z nukleotidů do sekvence tvořeného řetězce AK. Jednotlivé AK spojením tvoří molekuly bílkovin.

2 MIKROŽIVINY

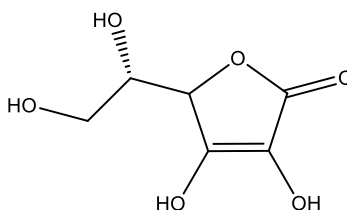
Důležitou součástí lidské potravy jsou, vyjma makroživin, také mikroživiny. Patří mezi ně vitamíny a minerální látky. Název by mohl být zavádějící, nejedná se totiž o méně významné látky, než jsou makroživiny, ale o rovnocenně důležitou sekci našeho jídelníčku.

2.1 Vitamíny

Vitamíny jsou látky nezbytné pro metabolismus, růst a celkovou vitalitu organismu. Mají také vliv na zdraví naší pokožky [31]. Dělí se na dvě hlavní skupiny – vitamíny v tučích rozpustné a nerozpustné. Při suplementaci první zmíněné skupiny se doporučuje přidat zdroj tuku. Díky lipidové složce se totiž zlepši vstřebávání. Naši rodiče či prarodiče si třeba dopřávali lžičku rybího tuku, v dnešní době se spíše využívají tablety obsahující Ω -3 mastné kyseliny. V ideálním případě by se měly lipofilní vitamíny suplementovat po konzumaci jídel obsahujících „zdravé“ tuky. Za nejlepší potraviny pro vstřebávání lipofilních vitamínů jsou považovány extra panenský olej, avokádo, ořechy či dýňová semínka. [32]. U vitamínů hydrofilních se k dosažení stejného účinku doporučuje vypít dostatečné množství vody. K vitamínům se vztahují dva základní pojmy – provitamin a antivitamin. Zatímco provitamin je látka, ze které může v organismu metabolickou přeměnou vznikat vitamín (např. třeba β -karoten je provitaminem vitamínu A), tak antivitamin ruší fyziologický účinek vitamínu (u vitamínu A to může být alkohol) [33].

Nejprve budou stručně komentovány vitamíny rozpustné ve vodě, konkrétně vitamíny C a B. V těle nejsou skladovány ve významnějších zásobách, a proto je nutné jejich pravidelné doplňování.

Vitamín C (Obrázek 12) je silný antioxidant, podporuje imunitní systém, zdravou pleť [34] a tvorbu kolagenu, při jehož syntéze se chová jako redukční činidlo. Jeho hlavním zdrojem jsou citrusy. Při jeho nedostatku může docházet ke kurdějím (krvácení dásní) a špatnému hojení ran, zatímco při nadbytku k průjmům anebo vzniku ledvinových kamenů.



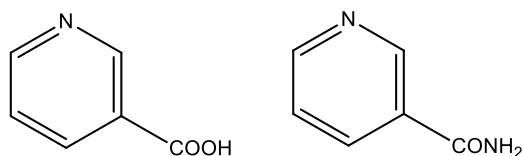
Obrázek 12 Kyselina askorbová

Další skupinou vitamínů rozpustných ve vodě jsou vitamíny B. Dále budou komentovány vitamíny B1 (thiamin), B2 (riboflavin), B3 (niacinamid, nikotinamid, kyselina nikotinová), B5 (kyselina pantotenová), B6 (pyridoxin), B7 (biotin), B9 (kyselina listová) a B12 (kobalamin).

Thiamin neboli vitamín B1 se nachází jak v rostlinných (obiloviny, luštěniny, ořechy), tak živočišných potravinách (vepřové maso). Je důležitý pro metabolismus tuků a sacharidů, ve kterém je ve formě tiamindifosfátu koenzymem. V případě jeho nedostatku dochází k poškození nervové soustavy, srdce a ledvin, dále třeba ke svalové únavě, což je způsobeno již zmíněnou důležitostí pro metabolismus tuků a sacharidů, respektive metabolismu energie. V asijských zemích dochází k onemocnění zvanému Beri-beri. V případě podezření na onemocnění by mělo neprodleně dojít k doplnění zásob thiaminu [35].

Vitamín B2 (riboflavin) se nachází převážně v živočišných potravinách, konkrétně ve vejcích, masu a mléčných výrobcích. Riboflavin je součástí koenzymů FAD (flavinadenindinukleotid) a FMN (flavinmononukleotid), které jsou nezbytné pro enzymy podílející se na oxidativní fosforylaci [36]. Dále pomáhá regenerovat glutation, což je silný antioxidant, a podporuje metabolismus jiných vitamínů B skupiny, jako jsou B6 a B9 [36]. Vitamín B2 je velmi důležitý pro udržení zdravé pokožky a sliznic. Nedostatek může způsobovat záněty v ústech, kdy dochází ke glositidě (zánět jazyka), popraskání rtů nebo vzniku ekzémů. Stejně jako vitamín B1 není při nadbytku toxický, tělo ho pouze vyloučí močí.

Další z vitamínů, B3, má dvě formy, nikotinamid (Obrázek 13), který se získává z živočišné stravy a kyselinu nikotinovou pocházející ze stravy rostlinné. Nikotinamid je součástí koenzymů NAD (nikotinamidadenindinukleotid) a NADP (nikotinamidadenindinukleotidfosfát), které jsou nezbytné pro metabolismus všech makroživin a pomáhají tělu vytvářet energii ve formě ATP v buněčných mitochondriích [36]. Dále pomáhá při tvorbě neurotransmiterů, které zajišťují správnou komunikaci mezi nervovými buňkami, čímž podporuje paměť a kognitivní funkce [5]. Nedostatek niacinu vede ke vzniku pelagry, která je často nazývána jako nemoc 3D, a projevuje se třemi hlavními příznaky – dermatitida, demence a průjem (anglicky „diarrhea“). Může docházet k zánětu pokožky, psychickým problémům, jako je deprese nebo zmatenost a poruchám trávení, konkrétně k průjům [36].



Obrázek 13 Niacin (vlevo) a nikotinamid (vpravo)

Kyselinu pantotenovou neboli vitamín B5, lze získat například z kvasnic, rýže, avokáda, masa, vajec a celozrnných obilovin. Účastní se metabolismu tuků a sacharidů, je součástí koenzymu A, ze kterého vzniká navázáním acetylové skupiny (COCH_3) acetyl-CoA. Acetyl-CoA je vstupní molekula do citrátového cyklu, základní stavební jednotka pro syntézu mastných kyselin a prekursor pro tvorbu cholesterolu. Při nedostatku vitamínu B5 je člověk unavený, podrážděný a může se setkat s brněním v končetinách. Nadbytek vitamínu B5 způsobuje průjemy.

Pyridoxin (vitamín B6) je vitální v metabolismu aminokyselin. V těle se přeměňuje na pyridoxal-5'-fosfát (PLP), což je jeho aktivní forma, která funguje jako koenzym. Dále je nezbytný pro biosyntézu hemoglobinu, proto při jeho nedostatku může docházet k anémii [37][38]. Pyridoxin je důležitý pro udržení dobré nálady, protože pomáhá s přeměnou aminokyseliny tryptofanu na neurotransmitter serotonin.

Dalším vitamínem skupiny B, je vitamín B7 neboli biotin nacházející se ve vejcích, ořeších, luštěninách a masu. Podporuje růst vlasů a zdraví pokožky. Je obvyklou součástí kosmetických přípravků na vlasy a pleť. Při jeho nedostatku dochází k častému lámání nehtů, vypadávání vlasů a celkové únavě [5][39].

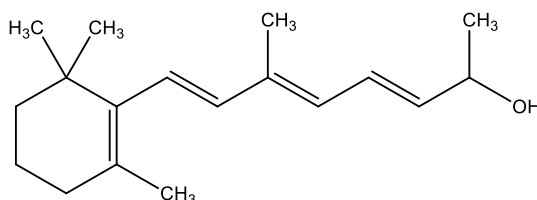
Kyselina listová (vitamín B9) se vyskytuje, jak již název napovídá, v listové zelenině, dále pak v luštěninách a celozrnných produktech. Důležitá je hlavně v raných fázích těhotenství, kdy pomáhá s vývojem nervové soustavy plodu a prevenci vrozených vad [5][40][41].

Posledním vitamínem skupiny B, je vitamín B12 (kobalamin). Vyskytuje se převážně v živočišné stravě, jeho nedostatek způsobuje poruchy syntézy hemu a s tím spojenou chudokrevnost a retardaci [42]. Během těhotenství se doporučuje, u žen konzumujících pouze rostlinnou stravu, suplementovat vitamín B12, protože pozitivně ovlivňuje složení mateřského mléka [43].

Lipofilní vitamíny jsou celkem čtyři a jejich hlavními nositeli ve výživě jsou tuky. Snížený příjem tuků ve stravě může vést k jejich nedostatku. Naopak při nadměrném

příjmu dochází k uložení vitamínů do tuků, nicméně jejich vysoký nadbytek může být pro organismus toxický, zejména tedy pro játra.

Do skupiny vitamínu A patří retinol (Obrázek 14), retinal, kyselina retinová a další provitamíny. V našem těle si můžeme vitamín A vytvořit z karotenoidů (např. beta karotenu). V sítnici oka se ve formě retinalu podílí na barevném vidění. Hlavní funkce vitamínu spočívá v roli antioxidantu. Při nedostatku patří mezi projevy šeroslepost, lámání nehtů a vlasů, oslabení imunity a zhoršení stavu pokožky. Ve výživě se nachází v játrech, rybím tuku, masu, mléčných výrobcích a ve formě karotenoidů v ovoci a zelenině.



Obrázek 14 Retinol

Vitamín D si člověk dokáže za pomoci slunečního záření syntetizovat v pokožce, kde dochází k přeměně dehydrocholesterolu na vitamín D₃. Množství získaného vitamínu záleží na barvě pleti a intenzitě záření. U sportovců napomáhá růstu svalové hmoty [44]. Mezi hlavní funkce patří metabolismus minerálních látek (především vápníku a fosforu), vliv na imunitu a zdraví kostí. Při nedostatku pak lidé trápí neplodnost [45], diabetes [46], křivice nebo osteomalacie, což je úbytek anorganické kostní hmoty. Mezi hlavní zdroje ve výživě patří ryby, mléčné výrobky a játra.

Tokoferol neboli vitamín E působí v organismu jako antioxidant, která chrání buněčné membrány před oxidativním poškozením. Společně s vitamínem C se podílí na regeneraci svalové hmoty. Při nedostatku hrozí svalová únava, poruchy ledvin [47], anémie nebo neplodnost. Mezi zdroje vitamínu E patří ořechy, ovesné vločky, rostlinné oleje a obilné klíčky.

Poslední ze skupiny lipofilních vitamínů, vitamín K, má dva přírodně se vyskytující vitamery – K₁ (fylochinon) a K₂ (menachinon). První zmíněný je syntetizován rostlinami a může být bakteriemi přeměněn na menachinon. Jeho název je odvozen z německého slova “Koagulation,” protože má podíl na syntéze koagulačních faktorů v procesu srážení krve. Mezi projevy nedostatku patří anémie a hlavním zdrojem je listová zelenina (např. špenát, kapusta, brokolice), protože se vitamín K hromadí v chloroplastech zelených rostlin.

Tabulka 5 Rozdělení vitamínů [5], [48].

Rozpustnost	Vitamín	Zdroj	DDD*
HYDROFILNÍ	C	ovoce a zelenina	80 mg
	B1	obiloviny, ořechy, vepřové maso	1,1 mg
	B2	vejce, maso a mléčné výrobky	1,4 mg
	B3	nikotinamid – živočišné potraviny kyselina nikotinová – rostlinné potraviny	-
	B5	kvasnice, rýže, avokádo, maso, vejce	6 mg
	B6	kvasnice, játra, maso, ryby	1,4 mg
	B7	vejce, ořechy, luštěniny, maso	50 µg
	B9	listová zelenina, luštěniny	200 µg
	B12	živočišná strava	2,5 µg
LIPOFILNÍ	A	játra, rybí tuk, maso, mléčné výrobky, ovoce, zelenina	800 µg
	D	ryby, mléčné výrobky, játra, sluneční záření	5 µg
	E	ořechy, ovesné vločky, rostlinné oleje	12 mg
	K	listová zelenina – špenát, brokolice	75 µg

*doporučená denní dávka

2.2 Minerální látky

Minerální látky se dělí na makrobiogenní prvky a stopové prvky. Mezi makrobiogenní prvky patří vápník, hořčík, draslík, fosfor a sodík a jsou potřebné ve větším množství pro správné fungování organismu. Stopové prvky, jako jsou železo, zinek a selen, jsou nutné pouze v malých množstvích, ale jejich nedostatek může způsobit zdravotní problémy.

Vápník je nejvíce zastoupenou minerální látkou v organismu, a proto je velmi důležité ho mít dostatek [49]. Největší podíl je uložen v kostech a zubech a je klíčový pro zdraví kostí a zubů [50]. Jeho nedostatek způsobuje osteoporózu (řídnutí kostí), osteomalacii

(měknutí kostí) a v důsledku toho zvyšuje lámavost kostí. Zajímavostí je, že při sedavém způsobu života dochází k odvápnění kostí, protože se při snížené pohybové aktivitě uvolňuje vápník z kostí. Zdroji vápníku jsou mléčné výrobky, losos a ořechy.

Fosfor je po vápníku nejvíce zastoupený prvek v organismu člověka. Největší podíl fosforu je uložen v kostech a zubech. Fosfor ovlivňuje skladování a transfer ATP, je nezbytný pro svalovou kontrakci a přenos energie. Nedostatek je vzácný, protože je dostatečně obsažen v potravě. Nadbytkem fosforu může dojít k fibrózní degeneraci kostí. Vyskytuje se v masu, rybách, vejcích a ořeších [5].

Hořčík se v organismu vyskytuje nejvíce v kostech a zubech, pak ve svazech a nejméně pak v mezibuněčném prostoru. Je nezbytný pro aktivitu nervů, podílí se na formování kostí, je součástí enzymů a také se účastní procesu srážení krve. Nadměrný příjem způsobuje ochrnutí svalů až úplný útlum centrální nervové soustavy. Nedostatek se projevuje výskytem křečí, stavy úzkosti a nepravidelnou srdeční činností. Mezi hlavní zdroje patří ořechy, semena, listová zelenina, ovoce a ryby [51].

Draslík se v lidském těle absorbuje v tenkém střevě. Účastní se procesu udržení nitrobuněčného tlaku, metabolismu sacharidů a bílkovin a jeho adekvátní příjem přispívá k poklesu krevního tlaku. Nedostatek draslíku může způsobit hypoglykémii, ale při dodržení vyvážené stravy je nepravděpodobný. Obsahují ho banány, citrusové plody, zelená listová zelenina, rajčata, obiloviny a brambory [5].

Sodík je třetí nejvíce zastoupená minerální látka v organismu. Jeho potřeba se zvyšuje při výkonu, jelikož je vylučován potem. Sodík ovlivňuje přenos nervových vzruchů, přenos látek přes buněčnou membránu a osmotický tlak. Nejznámější forma sodíku je chlorid sodný (NaCl) neboli kuchyňská sůl. Vyskytuje se také v masu a mléčných výrobcích. Jeho nedostatek způsobuje pokles krevního tlaku, ale častěji se setkáme s nadbytkem, který má za následek zvýšení krevního tlaku a poškození ledvin a jater. Studie z roku 2023 [52] uvádí, že více než 50 % občanů USA přijímá DDD sodíku v těchto potravinách a množstvích: pizza 5,3 %, chléb 4,7 %, burrito a tacos 4,3 % a sendviče 2,5 %.

Ze stopových prvků jsou nejvýznamnější železo, zinek a selen. Železo je nezbytné pro tvorbu hemoglobinu a transport kyslíku v krvi. Jeho zdroji jsou červené maso, vnitřnosti, vaječný žloutek a sýry. Zinek hraje důležitou roli při produkci inzulínu, syntéze bílkovin a nukleových kyselin. Nedostatek zapříčiňuje zpomalení hojení ran a špatnou funkci pohlavních orgánů. Mezi zdroje zinku patří hovězí maso a drůbež, vejce, mléko, ryby

a celozrnné obiloviny. Součástí syntézy hormonů a reprodukce je selen. Jeho nedostatek se projevuje sníženou výkonností a svalovou slabostí. Toxický je jeho nadbytek, kdy způsobuje poruchy trávení, deprese a vypadávání vlasů. Hlavními zdroji selenu jsou ryby, mořské plody, maso, játra, rajčata, brokolice a ovesné vločky [5].

Tabulka 6 Rozdělení minerálních látek [5], [48].

Minerální látka	Zdroj	Nadbytek	Nedostatek	DDD* [mg]
Ca	mléčné výrobky, losos, ořechy	zažívací potíže	osteoporóza, osteomalacie	800
P	maso, ryby, vejce, ořechy	fibrózní degenerace kostí	vzácný	700
Mg	ořechy, semena, listová zelenina, ovoce, ryby	ochrnutí svalů, útlum CNS ⁴	křeče, úzkost, nepravidelný tep	375
K	banány, obiloviny, citrusy, brambory, rajčata, listová zelenina	svalová slabost, srdeční arytmie	hypoglykémie	2000
Na	maso, mléčné výrobky	hypertenze, poškození jater	nízký krevní tlak	-

*doporučená denní dávka

⁴ Centrální nervová soustava

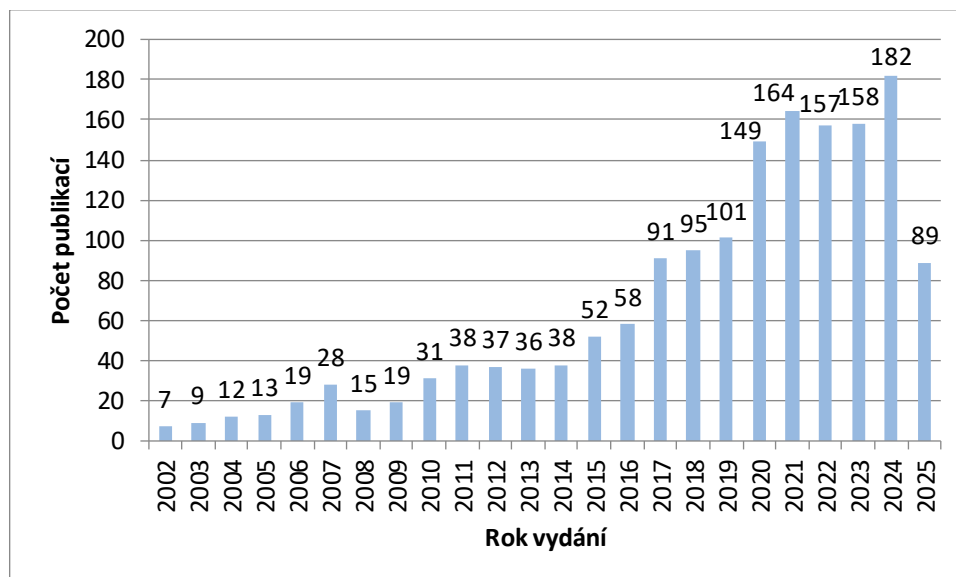
3 SPORTOVNÍ VÝŽIVA URČENÁ KE KONZUMACI PŘED, BĚHEM A PO VÝKONU

Pro maximalizaci sportovního výkonu a co možná nejlepší a nejrychlejší regeneraci po něm se doporučuje dbát na doplňování vhodných živin. Faktory jako jsou kvalita a kvantita nutrientů či načasování jejich příjmu, mají významný vliv na efektivitu nutričních strategií při optimalizaci akutních reakcí na trénink [53]. Volbou správných doplňků lze podpořit svalový růst a regeneraci, ale nejdůležitějším faktorem je celkový denní kalorický příjem [54]. Požadavky na nutrienty závisí na fázi tréninku, typu cvičení, stavbě těla trénujícího jedince atd. Obecně, fáze před výkonem vyžaduje syntézu glykogenu a náhradní odbourávání glykogenu. Během tréninkové fáze dochází k rychlé absorpci exogenní glukózy, uvolňování inzulínu pro transport glukózy do svalových buněk a doporučuje se doplnit zásoby elektrolytů a podpořit zadržování tekutin. Rovněž je důležité během tréninkové jednotky (v závislosti na délce jejího trvání a na její intenzitě) doplňovat zásoby sacharidů. Po tréninkové jednotce je pak důležité doplnit zásoby AK, jelikož dochází k syntéze proteinů, opravě poničených svalových vláken a šlach, oxidativnímu stresu a zmírnění zánětu [55].

Doplňky stravy v současné době nabývají mnoha různých podob a příchutí. Nejvíce užívané doplňky jsou v podobě prášku, který se rozpustí ve vodě, a tablet určených pro perorální podání. Dále se lze setkat s formou gelu, tyčinky nebo sirupu, respektive nápoje. Pozor se musí dát při užívání nápojů dětmi, které je pijí i mimo výkon jen kvůli jejich „dobré chuti [56].“ Navzdory tomu, že bezbarvé nápoje jsou považovány za zdravější [57], firmy se snaží zaujmout spotřebitele různě barevnými sirupy, které je svojí barvou a příjemnou chutí lákají, aby jich vypili více.

Téma sportu a nutriční strategie se stává čím dál populárnější. Oproti roku 2012 byl v roce 2024 počet studií publikovaných na toto téma v impaktovaných časopisech téměř pětinásobný (Obrázek 15). Nejvíce jsou v oblasti výzkumu aktivní následující organizace: University of California, EFSA⁵ a Chinese Academy of Sciences.

⁵ Evropský úřad pro bezpečnost potravin (European Food Safety Authority)



Obrázek 15 Počet studií publikovaný v letech 2002 až 2025 na téma „sportovní výživa“ (dle databáze SciFinder).

3.1 Před výkonem

Před výkonem by měla být hlavním cílem příprava těla na blížící se fyzickou zátěž. Hlavními živinami, které je potřeba doplnit, jsou sacharidy, aby tělo mělo dostatek energie, a bílkoviny pro podporu regenerace a ochrany svalů. Důležitá je správná hydratace a také teplota vypité vody [58]. V předtréninkových doplncích stravy se obvykle vyskytují látky, jako jsou kofein, taurin, karnitin, vitamíny (B, C, A a D), elektrolyty (sodík, draslík, hořčík, vápník), sacharidy a tyrosin [59]. Nejčastěji se lze setkat s přípravky ve formě tekutiny, prášku nebo gelu (Obrázek 16).



Obrázek 16 Příklad přípravků ve formě tekutiny, prášku a gelu.

Přípravky obsahující větší množství látek nemají významný vliv na podporu výkonu [60], a proto by se nemělo hledět na kvantitu, ale spíše na kvalitu používaných produktů. Výběr vhodných doplňků stravy musí být individuální, každý člověk potřebuje něco

jiného. Záleží na mnoha faktorech – co od produktu očekává, jaké látky preferuje, zda má nějaké potravinové alergie či intolerance, jaký typ sportovní aktivity provozuje apod.

Kofein může mít odlišný vliv na osoby různého pohlaví, věku a hmotnosti [61]. Kofein svými účinky snižuje únavu, zvyšuje energii a pozornost [62][63], je také významnou složkou energetických nápojů [59]. Doporučuje se ho konzumovat jako součást vícesložkového produktu z důvodu synergického účinku [64] a ideálně více než 8 hodin před plánovaným začátkem spánku [65] právě kvůli dlouhotrvajícímu pocitu nabuzení. Tinsley a spol. ve studii z roku 2022 [66] uvádí, že kofein nemá na sportovní výkon žádný výrazný vliv, naopak Guest a spol. [67] ve studii ze stejného roku tvrdí, že má pozitivní účinek jak u trénovaných, tak netrénovaných jedinců a zároveň zlepšuje aerobní i anaerobní výkon. Je zřejmé, že vliv kofeinu na sportovní výkonnost by bylo vhodné detailněji prozkoumat, a to z pohledu jeho celkové účinnosti, ideálního dávkování a načasování a také rozdíl mezi jednotlivými formami požití [68]. Obvykle se přítomnost a koncentrace kofeinu ve zkoumaných doplňcích stravy stanovuje pomocí kapalinové (HPLC) nebo plynové chromatografie (GC), nově se rozvíjí také použití tzv. „molecular imprinting technology“ s využitím nanočástic [69].

Obsah sacharidů v tekutých doplňcích stravy napomáhá anabolismu a má vliv na hladiny kortizolu a inzulínu [70]. Podle studie publikované v roce 2022 by mohla konzumace přípravků s obsahem L-mentholu konzumovaného před výkonem pomoci běžcům s dýcháním během výkonu či zlepšit jejich vytrvalostní běžeckou kapacitu [71]. Přípravek obsahující L-menthol o koncentraci 0,5 % prokazatelně zlepšuje výkonnost díky svému chladivému efektu, což může mít pozitivní vliv zejména v teplých klimatických podmínkách [72]. Naopak nežádoucí účinky na lidský kardiovaskulární systém může mít synefrin [73], což je stimulant zvyšující produkci tělesného tepla.

Pro vytrvalostní sporty, jako je běh, cyklistika nebo triatlon, je velmi oblíbený Power Drink od značky Edgar. Tento práškový nápoj obsahuje směs sacharidů s nízkým GI, což zajišťuje uvolňování energie bez prudkých výkyvů hladiny cukru v krvi. Obsahuje také elektrolyty a BCAA, které pomáhají s hydratací a ochranou svalů. Výrobek je prodáván jak s obsahem kofeinu, tak i bez něj.

Enervit Pre Sport Gel je dalším produktem vhodným před výkonem. Gel má převahu jednoduchých sacharidů (glukóza, fruktóza), ale obsahuje i maltodextriny a vitamíny skupiny B. Neobsahuje kofein, což ho činí vhodným i pro večerní tréninky nebo pro sportovce citlivé na stimulanty.

Pro ty, kteří chtějí energetický gel s dlouhodobějším účinkem, nabízí Penco gel s názvem Energy Gel Long Trail. Jeho složení kombinuje různé typy sacharidů s pomalým uvolňováním, BCAA a v některých příchutích i kofein. Je vhodný pro náročné výkony, jako jsou delší závody nebo tréninky delší než 90 minut.

Flow Pre-Workout od Flow Nutrition kombinuje citrulin, β -alanin, taurin, kofein a adaptogenní látky, které podporují prokrvení svalů, oddálení únavy a zlepšení mentálního fokusu. Je bez cukru a má čisté složení, což ocení sportovci, kteří si hlídají příjem kalorií.

Produkt Fully Charged od Hammer Nutrition obsahuje přírodní kofein, antioxidanty, β -alanin a další látky na podporu výkonnosti. Je oblíbený mezi triatlonisty a vytrvalci, kteří hledají energii bez klasických „nakopávačů“ s umělou chutí.

Iontmax Energy Shot je malý tekutý nápoj s kofeinem, taurinem, glukuronolaktonem a vitamíny. Je kompaktní a účinný, užívá se před i během výkonu.

Pokud je cílem podpora hydratace a doplnění sacharidů, tak je vhodný Isostar Hydrate and Perform. Jedná se o iontový nápoj s elektrolyty a glukózou.

Nutrend N1 Pre-Workout patří mezi nejoblíbenější produkty používané před výkonem. Obsahuje kofein, β -alanin, citrulin a arginin a patří k oblíbeným volbám silových sportovců nebo těch, kdo potřebují výrazný „nakopávač“. U začátečníků nebo lidí citlivých na kofein však může vyvolat nepříjemné svědění v obličeji nebo bušení srdce.

3.2 Během výkonu

V průběhu fyzické aktivity potřebuje naše tělo doplnit ubývajících zásoby energie a živin. Problém ovšem je, že se při výkonu nemůže tělo přijímat jednorázově velké porce tekutin potravy, protože by to negativně ovlivnilo sportovní výkon. Někteří sportovci využívají pití s obsahem sacharidů, které nepožívají, ale pouze si jím promývají ústa, aby tělo přesvědčili, že doplňují živiny [74]. Volba vhodné suplementace se liší mezi jednotlivými sporty. Hokejisté mají v průběhu zápasu pauzy, ve kterých si mohou dopřát větší množství živin než třeba takový cyklista, který neustále šlape a konstantně spotřebovává energii. Obecně se doporučuje drink s obsahem glukózy, fruktózy a sodíku, který může zlepšit výkon udržením metabolismu a optimalizací vstřebávání vody [75].

Edgar Isodrink & Energy je práškový iontový nápoj kombinující středně rychlé sacharidy s elektrolyty. Jeho výhodou je šetrnost k žaludku a rovnoměrné dodávání energie, což ocení hlavně běžci a cyklisté při delších výkonech.

Enervit Isocarb 2:1 je moderní sacharidový nápoj, který využívá poměr glukózy a fruktózy 2:1 (jak vyplývá z názvu produktu) – tedy optimální poměr pro maximální vstřebatelnost energie při vysoké zátěži (až 90 g sacharidů/hod).⁶ Je vhodný pro dlouhé výkony a závody, protože umožňuje tělu přijímat více energie bez rizika zažívacích potíží.

Penco Mineral Drink, iontový nápoj s glukózou, elektrolyty a hořčíkem, se hodí pro běžné tréninky nebo závody do délky trvání dvě hodiny, kde je hlavní potřebou hydratace a doplnění základních minerálních látek. Pro delší nebo intenzivnější zátěž je lepší doplnit další množství sacharidů formou gelů.

Flow Nutrition Energy Gel obsahuje sacharidy s přidáním sodíkem a v případě některých produktů i kofeinem. Je lehce stravitelný a designovaný pro snadné použití i při vyšší námaze. Je vhodný i pro kombinaci s iontovými nápoji.

Hammer Nutrition Gel a Hammer HEED Drink patří mezi oblíbené volby mezi vytrvalci – a to hlavně díky svému přírodnímu složení bez umělých sladidel. Gely obsahují komplexní sacharidy v podobě maltodextrinů, aminokyseliny a elektrolyty a jsou snadno stravitelné. V jednom gelu (33 g) je zpravidla obsaženo 22 g sacharidů z toho 2 g jednoduchých sacharidů a 20 g sacharidů komplexních. Množství a poměr sacharidů se může mírně lišit (v jednotkách gramů) v závislosti na příchuti daného výrobku. Nápoj HEED pak slouží jako kombinace sacharidového a elektrolytického nápoje, ideálního pro delší aktivity.

Iontmax Energy Gel je ekonomická a praktická varianta – jednoduchý gel obsahující glukózu a fruktózu v poměru 1,25:1,0 a elektrolyty, který se dobře kombinuje s iontovým nápojem nebo vodou. Ideální je pro kratší výkony nebo jako doplněk v závěru fyzické aktivity.

Isostar Hydrate & Perform je klasický iontový nápoj vhodný pro většinu rekreačních i výkonnostních sportovců. Obsahuje jednoduché sacharidy, sodík, hořčík a vápník. Výborný je pro použití během tréninků a závodů do 90 minut, nebo jako hlavní zdroj hydratace.

Nutrend nabízí Carbosnack, což je energetický gel s obsahem maltodextrinu, fruktózy, BCAA a elektrolytů. Existují varianty s i bez kofeinu. Gely jsou koncentrované, proto je ideální zapít je vodou. V jednom gelu (50 g) je obsaženo 31 g sacharidů (9,3 g

⁶ Některé firmy udávají jako ideální poměr glukózy a fruktózy 1:0,8 a v dnešní době je tento poměr častěji využíván.

jednoduchých). Příjem energie z jednoho gelu pak činí 126 kcal. Tato řada gelů je vhodná na delší závody, časovky, tréninkové běhy, ale běžné turistické výšlapy.



Obrázek 17 Iontmax Energy Gel, Isostar Hydrate & Perform a Carbosnack.

Na Obrázek 17 jsou uvedeny vybrané příklady výše komentovaných výrobků. Za zmínku nepochybně stojí také to, že se výrobci v posledních letech nezaměřují pouze na složení jejich produktů, ale také na jejich design (grafický i produktový). Například společnost Iontmax přišla v roce 2024 na trh s novou řadou energetických gelů, u nichž nedošlo jen drobné úpravě receptury, ale také k zásadní změně v designu obalu, který byl opatřen jednoduchým výřezem umožňujícím sportovci jeho snadnější otevírání během sportovní aktivity. Nejen profesionální, ale také výkonnostní (a mnozí rekreační) sportovci počítají „každou vteřinu“ a užívají tyto produkty během aktivity, tedy v běhu nebo během jízdy na kole. Rovněž je nutné si uvědomit, že mají velmi často zpocené dlaně a prsty na rukou, což obecně znesnadňuje manipulaci v podstatě s čímkoliv. Proto přicházejí výrobci s inovacemi, které by měly sportovcům pomoci i v této rovině. Další možností je používání tub (Obrázek 17, vpravo), s nimiž se manipule během výkonu opravdu velmi snadno. Nejsou ale tak dobře skladovatelné jako sáčky s gely a je tak na rozhodnutí daného sportovce, jakou variantu nakonec zvolí. Například Carbosnack od společnosti Nutrend je možné zakoupit ve formě tuby nebo sáčku, v obou případech je velikost jednoho balení 50 g (cena je v obou případech shodná).

3.3 Po výkonu

Pro efektivní zotavení po cvičení je důležité zvolit správnou potréninkovou suplementaci. Pomáhá totiž s obnovou svalů syntézou proteinů, doplněním glykogenu, oxidativním stresem, rehydratací a zmírněním zánětů [76][77]. Mezi látky podporující regeneraci patří kreatin monohydrát, sacharidy, proteiny, respektive AK, ω -3 mastné kyseliny, vitamín D, kolagen a probiotika [78]. Pravidelná konzumace ovoce obsahující polyfenoly napomáhá uzdravovat záněty [79]. Z dlouhodobého hlediska je pro správnou adaptaci na zátěž a regeneraci, jak po odporovém, tak i vytrvalostním tréninku, nejdůležitější zvýšený příjem proteinů [80][81]. Napomáhají anabolismu, který usnadňuje obnovu svalů, jejich funkčnost a výkonnost [82][83]. Suplementace samotných AK také napomáhá tělu při výkonu, zlepšuje regeneraci a snižuje riziko zranění [84][85]. Syrovátkové proteiny působí v potravinách jako želírující činidlo, stabilizátory nebo emulgátory [86]. Konzumace sacharidů během výkonu ovlivňuje akutní hormonální reakce těla [87]. Nejvyužívanější sacharid v potréninkových doplňcích stravy je maltodextrin. Napomáhá udržení pozitivní sacharidové rovnováhy u silničních cyklistů [88] a u závodníků na horských kolech zvyšuje výkonnost [89]. Maltodextrin a polyenové mastné kyseliny (tzv. PUFA, z angl. PolyUnsaturated Fatty Acids) zvyšují efekt probiotických mikroorganismů v tenkém střevě [90]. Produkt, vzniklý spojením proteinu se sacharidy, podporuje obnovu glykogenu a je považován za užitečnější než produkt obsahující pouze jednu z těchto složek [91]. Ve studii z roku 2012 byly zkoumány účinky čokoládového mléka, které obsahuje sacharidy a bílkoviny v poměru čtyři ku jedné. Přestože je potřeba hlubšího výzkumu, bylo zjištěno, že při konzumaci tohoto nápoje do 2 h po tréninku dochází ke zmírnění svalových poškození [92]. L-karnitin zlepšuje průtok krve a zásobování svalové tkáně kyslíkem [93], kreatin zase sílu a výkon [94], fosfatidylserin neukázal žádný pozitivní efekt po běžích z kopce vůči svalové únavě ani poškození [95]. Probiotika sice také nepřinášejí žádný přímý pozitivní efekt, avšak nepřímo napomáhají zdravému imunitnímu systému a snižují oxidativní stres [96]. Hydrolyzovaný kolagen má vynikající léčebný účinek na osteoporózu a osteoartrózu, kdy denní dávka 12 g zesiluje příznaky bolesti a přispívá ke zdraví kostí [97].

Každá firma má širokou nabídku doplňků stravy. Správný výběr je zcela individuální, záleží na cílech a preferencích. Pozor se ovšem musí dát na zpopularizované doplňky stravy s neprokázanými účinky jako například u suplementů zvyšujících hladinu testosteronu [98]. Zvýšené opatrnosti musí dbát profesionální sportovci, kteří pravidelně

absolvují testy na zakázané látky. Příkladem toho je loňský případ polské tenistky Igy Świątek, která pravidelně před spaním užívala melatonin, který byl kontaminován zakázanou látkou zvanou trimetazidin [99]. Dopingová kontrola odhalila zvýšený obsah této látky a tenistce byl udělen měsíční zákaz startu [100].

Společnost Edgar nabízí produkt Recovery Drink, práškový nápoj s obsahem 38 g bílkovin (kombinace syrovátky a rostlinných zdrojů), na 100 g výrobku, tedy 15 g proteinů v dávce 40 g. Je vhodný po delších nebo intenzivních vytrvalostních výkonech. Výhodou je čisté složení bez umělých sladidel a dobrá stravitelnost.

Enervit R2 Recovery Drink je regenerační produkt s kombinací jednoduchých sacharidů, BCAA, vitamínů a antioxidantů. Je koncipovaný pro rychlou regeneraci hned po zátěži – ideálně do 30 minut. Díky vysokému obsahu maltodextrinu (82 %) a větvených aminokyselin je vhodný pro cyklisty, běžce i silové sportovce.

Česká značka Penco nabízí Whey Protein, který kombinuje syrovátkový protein s glutaminem. Kromě toho obsahuje i minerály a vitamín B6. Je vhodný po tréninku na regeneraci i jako lehká náhrada jídla po výkonu.

Značka Flow Nutrition nabízí produkt Recovery drink, který je zaměřený především na sílu, funkčnost a čistotu složení. Obsahuje směs jednoduchých i složitých sacharidů (38 g), aminokyseliny (6 g) a minerální látky (Na, K, Mg, Cl, Ca) a vitamíny. Je určený pro výkonnostně orientované sportovce, kteří chtějí přesné dávkování a kvalitní suroviny. Má přírodní aroma a je bez umělých sladidel.

Hammer Nutrition Recoverite je regenerační nápoj s vyváženým poměrem živin v každé dávce. Konkrétně obsahuje 32 g sacharidů, 10 g bílkovin, 3 g L-glutaminu, antioxidanty a elektrolyty. Je oblíbený u triatlonistů a vytrvalců. Výhodou je dobrá stravitelnost i při velké únavě.

Společnost Iontmax nemá v nabídce produkty určené ke konzumaci po výkonu, soustředí se na přípravu a na samotný výkon. Nabízí ovšem individuální hydratační plán a testování potu.

Isostar Reload Drink je klasický regenerační nápoj obsahující jednoduché sacharidy, mléčné bílkoviny a hořčík. Je navržený jako první výživa po sportu zejména pro sportovce, kteří neplánují ihned jíst. V každé dávce (50 g) obsahuje až 27 g cukrů, 10 g bílkovin, vitamíny a minerály. Chuťově příjemný, dobře dostupný v drogeriích i sportovních obchodech, vhodný spíše pro amatérské sportovce, nikoliv pro sportovce vrcholové.

Nutrend Whey Protein obsahuje syrovátkový protein ve formě koncentrátu (80 %) i izolátu (14 %), které dohromady tvoří 22,8 g bílkovin na 30 g dávku, 2,6 g sacharidů a široké spektrum aminokyselin (BCAA, glutamin). Je silnější než běžné regenerační nápoje a hodí se pro intenzivní tréninky nebo závody, kde je potřeba rychlá a komplexní regenerace.

4 DOSTUPNOST SPORTOVNÍ VÝŽIVY NA ČESKÉM TRHU

Na českém trhu se pohybuje řada společností nabízejících produkty svojí povahou spadající do kategorie sportovní výživy. Některé společnosti jsou zahraniční a jejich výrobky jsou na českém trhu nabízeny společností s výhradním zastoupením (např. Hammer Nutrition či NDURANZ), jiné byly založeny v České republice (např. Edgar či Penco) a se snaží prosadit na trhu i přes velkou konkurenci. Mezi mnou vybrané firmy patří Edgar, Enervit, Penco, Flow nutrition, Hammer nutrition, Iontmax, Isostar a Nutrend. Nutno podotknout, že tento výčet není úplný.



Obrázek 18 Loga vybraných společností zabývajících se vývojem, výrobou a/nebo prodejem sportovní výživy.

Firma sídlící na Ostravském Mírovém náměstí ve Vítkovicích, známá mezi sportovci jako „Edgar“, započala svou cestu, aby vymyslela recepturu přípravku, který by vytrvalostním sportovcům poskytl dostatek energie pro dlouhé tréninky. Konkrétně se zaměřují na běžce, cyklisty a běžce na lyžích. Vlastníkem společnosti je MUDr. Petr Honek. Ten založil společnost Edgar power, s.r.o. v roce 2021. Jedná se tak o nejmladší firmu ze všech v tomto přehledu uvedených. Název Edgar byl převzat z přezdívky pro dopingovou látku EPO (erythropoetin), protože zakladatelé chtěli přirovnat účinky jejich produktu k dopingování, aniž by použili jakékoliv zakázané látky. Nepřítomnost těchto látek zkoumali na specializovaném pracovišti „Centre for Preventive Doping Research, Institute of Biochemistry, German Sport University Cologne“ (Kolín nad Rýnem), kde se běžně provádí i testování pro mezinárodní antidopingovou agenturu WADA.⁷ Edgar byl testován

⁷ Světová antidopingová agentura (World Anti Doping Agency)

na přítomnost 11 látek z kategorie anabolických steroidů a 15 látek ze skupiny stimulantů. Žádná z hledaných látek nebyla v testovaných výrobcích nalezena.

Druhou společností je VITAR Sport, s.r.o., českým sportovcům velmi dobře známý pod názvem Enervit. Firma nabízí vytvoření výživové strategie na míru a na svých webových stránkách uvádí, pomocí přehledné grafiky, příklady využití svých produktů pro různé druhy sportů, jako je cyklistika, běh, běh na lyžích, tenis, triatlon, bojové sporty a další (Obrázek 19). Na Enervit spoléhají například olympijští medailisté Daniel Havel (rychlostní kanoistika) a Barbora Krejčíková (vítězka 11 tenisových grandslamů).

TÝMOVÉ SPORTY



Obrázek 19 Výživová strategie pro týmové sporty [101].

Společnost Penco byla založena v roce 1990 týmem odborníků z oblasti potravinářské chemie a biochemie a vášnivých sportovců. Své výrobky začala uvádět na trh o rok později, tedy v roce 1991. Cílem společnosti je vytvoření produktu, který je „dokonalý“. Proto se neustále snaží vylepšovat složení jejich výrobků, aby vyhovely nejen energetickým, ale také senzorickým. Pyšní se spoluprací s několika sportovními osobnostmi a kluby, jako jsou třeba Michal Krčmář, reprezentant českého biatlonu, beach volejbalový tým Perušič a Schweiner nebo basketbalový tým Nymburk. Společnost nemá jednoho hlavního vlastníka, ale pět podílových vlastníků. Největší podíl společnosti, 40 %, vlastní od roku 2016 Ing. Jiří Sedláček.

Čtvrtou firmou je BRAINIO s.r.o., která uvádí své produkty na trh pod značkou Flow nutrition. Své produkty prezentují jako „jedinečné“ – tedy jako něco, co vzniklo, protože to na trhu nebylo. Snaží se o budování vlastní biohackerské komunity podobně smýšlejících lidí, kteří také chtějí dosáhnout svého duševního i fyzického potenciálu.

Zakladatelem Flow je Jakub Chvosta, který je momentálně CEO (z angl. Chief Executive Officer neboli generální ředitel společnosti). Zajímavostí je, že mají spolupráce s firmami, jako jsou Alza, Dr. Max nebo také STACA. Poslední zmíněná je populární mezi sportovci, jelikož úzce spolupracuje se sportovními týmy, pořádá semináře a nabízí tréninky.

Hammer Nutrition, společnost obohacující český trh svými výrobky od roku 2020, byla založena v USA v roce 1987. Jejím zakladatelem je Brian Frank. Vize společnosti spočívá v pomoci atletům prostřednictvím holistického přístupu k výživě a příjmu zdrojů energie. Při výrobě nepoužívají žádná umělá barviva, přidané cukry, příchutě, chemické prvky ani konzervanty. Všechny produkty vyrábějí v USA.

Společnost se sídlem v Olomouci, VENTO Development, uvádí na trh produkty pod značkou Iontmax a jejich hlavním cílem je správná hydratace, kdy se snaží nejen sportovcům, ale i běžné populaci, nabízet formu doplnění elektrolytů. Na svých webových stránkách nabízejí hydratační plán, díky kterému může člověk zjistit, který z produktů se pro něj jeví jako nejvhodnější.

Původem Švýcarská firma, která vznikla na konci šedesátých let minulého století, Isostar, byla založena doktorem Felixem Keiferem. Prvotním impulsem bylo zjištění, že přidání malého množství sacharidů a sody do vody napomáhá k lepší absorpci vody organismem. Tento objev byl významný i z hlediska např. záchrany dětí z rozvojových zemí, které umírají na následky nedostatku tekutin [102]. První nápoj Isostar určený přímo pro sportovce spatřil světlo světa až v roce 1977. Od roku 2003 patří značka Isostar pod francouzskou skupinu Nutrition & Santé, ale velká část výroby je stále umístěna ve Švýcarsku. V České republice je Isostar partnerem populárních cyklistických akcí jako například L'ETAPE Czech Republic by Tour de France, Author cup nebo cyklistické akademie Romana Kreuzigera. V České republice je Isostar uváděn na trh společností Esatrade s.r.o., ve které je plnohodnotným vlastníkem Petr Čáp.

Poslední v této práci zmíněnou společností bude evropský lídr v oblasti sportovní výživy, firma Nutrend. Kromě výše základního kapitálu, 45 milionů Kč, svědčí o její „velikosti“ také 21 výrobních linek, 28 223 m² výrobních a skladových prostor a přes 5000 m² kanceláří [103]. Jedná se o opravdového giganta mezi společnostmi, což pouze potvrzuje níže uvedená mapa zemí, ve kterých Nutrend působí (Obrázek 20). Společnost nabízí více než 450 produktů, na jejichž vývoji spolupracuje s antidopingovým výborem, vrcholovými sportovci a akreditovanými laboratoři.



Obrázek 20 Znáznornění trhů, na kterých působí společnost Nutrend [103].

ZÁVĚR

Tato práce se zabývala sportovní výživou dostupnou na českém trhu, se zaměřením na doplňky stravy užívané před, během a po fyzickém výkonu. Z provedené rešerše vyplývá, že nabídka těchto produktů je velmi široká a pokrývá různé potřeby sportovců – od zvýšení energie a koncentrace, přes podporu výkonu a hydratace, až po regeneraci a obnovu svalové hmoty.

Doplňky před výkonem (například stimulanty, „nakopávače“ či sacharidové přípravky) jsou oblíbené zejména u silových a vytrvalostních sportovců, kterým mohou pomoci s nástupem energie a motivace. Během výkonu se často používají iontové nápoje, gely či BCAA, které podporují výdrž, zamezují dehydrataci a zpomalují únavu. Po výkonu pak sportovci sahají po proteinových nápojích, sacharidových směsích nebo regeneračních doplncích, jejichž cílem je urychlit obnovu sil a podpořit růst svalové hmoty.

Ačkoliv tyto produkty mohou být cenným nástrojem v tréninkovém a soutěžním režimu, jejich účinnost závisí na správném výběru, načasování a celkovém životním stylu uživatele. Sportovní výživa by měla doplňovat – nikoliv nahrazovat – pestrou a vyváženou stravu. Klíčem k efektivnímu využití doplňků je individuální přístup, znalost vlastních potřeb a základní orientace v produktech.

Závěrem lze říci, že sportovní výživa má své opodstatnění v rámci moderního tréninkového režimu, avšak největšího přínosu dosáhne daný sportovec pouze tehdy, pokud je užívána uvážene, cíleně a v kontextu celkového zdravého životního stylu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PAPADOPOULOU, Sousana K. Rehabilitation Nutrition for Injury Recovery of Athletes: The Role of Macronutrient Intake. Online. *Nutrients*. 2020, roč. 12, č. 8. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu12082449>.
- [2] JENSEN, Jørgen; RUSTAD, Per Inge; KOLNES, Anders Jensen a LAI, Yu-Chiang. The Role of Skeletal Muscle Glycogen Breakdown for Regulation of Insulin Sensitivity by Exercise. Online. *Frontiers in Physiology*. 2011, roč. 2. ISSN 1664-042X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fphys.2011.00112>.
- [3] CLARK, Nancy. *Sportovní výživa pro pěknou postavu, dobrou kondici, výkonnostní trénink*. Přeložil Libor SOUMAR. Praha: Grada Publishing, 2000. ISBN 80-247-9047-5.
- [4] ČERNÝ, Miloslav; TRNKA, Tomáš; BUDĚŠÍNSKÝ, Miloš a MCNAUGHT, Alan D. *Sacharidy*. 2. vydání. Přeložil Miloslav ČERNÝ, přeložil Karel KEFURT. Chemické listy. Praha: Česká společnost chemická, 2016. ISBN 978-80-86238-92-0.
- [5] ROUBÍK, Lukáš. *Moderní výživa ve fitness a silových sportech*. Praha: Erasport, [2018]. ISBN 978-80-905685-5-6.
- [6] GUTSCHE, C. David. *The chemistry of carbonyl compounds*. Prentice-Hall Foundations of Modern Organic Chemistry Series. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1967.
- [7] VELÍŠEK, Jan a HAJŠLOVÁ, Jana. *Chemie potravin*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009. ISBN 978-80-86659-15-2.
- [8] ST-ONGE, Marie-Pierre; CHERTA-MURILLO, Anna; DARIMONT, Christian; MANTANTZIS, Konstantinos; MARTIN, François Pierre et al. The interrelationship between sleep, diet, and glucose metabolism. Online. *Sleep Medicine Reviews*. 2023, roč. 69. ISSN 10870792. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2023.101788>.
- [9] HOWARD, Elizabeth J.; LAM, Tony K.T. a DUCA, Frank A. The Gut Microbiome: Connecting Diet, Glucose Homeostasis, and Disease. Online. *Annual Review of Medicine*. 2022, roč. 73, č. 1, s. 469-481. ISSN 0066-4219. Dostupné z: <https://doi.org/10.1146/annurev-med-042220-012821>.
- [10] MOSZAK, Małgorzata; SZULIŃSKA, Monika a BOGDAŃSKI, Paweł. You Are What You Eat—The Relationship between Diet, Microbiota, and Metabolic

- Disorders—A Review. Online. *Nutrients*. 2020, roč. 12, č. 4. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu12041096>.
- [11] QI, Xin a TESTER, Richard F. Fructose, galactose and glucose – In health and disease. Online. *Clinical Nutrition ESPEN*. 2019, roč. 33, s. 18-28. ISSN 24054577. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2019.07.004>.
- [12] KOSMA, Paul; WRODNIGG, Tanja M. a STÜTZ, Arnold E. (ed.). *Carbohydrate chemistry: proven synthetic methods. Volume 5. Carbohydrate chemistry : proven synthetic methods*. Boca Raton: CRC Press, 2021. ISBN 978-0-8153-6788-8.
- [13] SWALLOW, Dallas M. Genetics of Lactase Persistence and Lactose Intolerance. Online. *Annual Review of Genetics*. 2003, roč. 37, č. 1, s. 197-219. ISSN 0066-4197. Dostupné z: <https://doi.org/10.1146/annurev.genet.37.110801.143820>.
- [14] KHABAROVA, Yulia; GRIGORYEVA, Valentina; TUOMISTO, Sari; KARHUNEN, Pekka J; MATTILA, Kari et al. High prevalence of lactase non-persistence among indigenous nomadic Nenets, north-west Russia. Online. *International Journal of Circumpolar Health*. 2012, roč. 71, č. 1. ISSN 2242-3982. Dostupné z: <https://doi.org/10.3402/ijch.v71i0.17898>.
- [15] Ingram, C.J.E., Mulcare, C.A., Itan, Y. et al. Lactose digestion and the evolutionary genetics of lactase persistence. *Hum Genet* 124, 579–591 (2009). <https://doi.org/10.1007/s00439-008-0593-6>
- [16] Nickerson KP, Chanin R, McDonald C. Deregulation of intestinal anti-microbial defense by the dietary additive, maltodextrin. *Gut Microbes*. 2015;6(1):78-83. doi: 10.1080/19490976.2015.1005477. PMID: 25738413; PMCID: PMC4615306.
- [17] NICKERSON, Kourtney P.; MCDONALD, Christine a MIZOGUCHI, Emiko. Crohn's Disease-Associated Adherent-Invasive *Escherichia coli* Adhesion Is Enhanced by Exposure to the Ubiquitous Dietary Polysaccharide Maltodextrin. Online. *PLoS ONE*. 2012, roč. 7, č. 12. ISSN 1932-6203. Dostupné z: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0052132>.
- [18] Nickerson KP, Homer CR, Kessler SP, Dixon LJ, Kabi A, Gordon IO, Johnson EE, de la Motte CA, McDonald C. The dietary polysaccharide maltodextrin promotes *Salmonella* survival and mucosal colonization in mice. *PLoS One*. 2014 Jul

7;9(7):e101789. doi: 10.1371/journal.pone.0101789. PMID: 25000398; PMCID: PMC4084946.

- [19] Proceedings of the ... International Conference on Polysaccharides-Glycoscience: ... Prague, Czech Republic. Prague: Czech Chemical Society, 2010-. ISSN 2336-6796.
- [20] BEMILLER, James N. a WHISTLER, Roy Lester (ed.). Starch: chemistry and technology. 3rd ed. Food science and technology. London: Academic, c2009. ISBN 9780127462752.
- [21] WANG, Lifeng; MENG, Qing a SU, Chun-Hsien. From Food Supplements to Functional Foods: Emerging Perspectives on Post-Exercise Recovery Nutrition. Online. Nutrients. 2024, roč. 16, č. 23. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu16234081>.
- [22] BEMILLER, James N. Carbohydrate chemistry for food scientists. Third edition. Duxford: Elsevier/Woodhead Publishing, [2019]. ISBN 978-0-12-812069-9.
- [23] MAXFIELD, Frederick R.; WILLARD, James M. a LU, Shuyan (ed.). Lysosomes: biology, diseases, and therapeutics. Hoboken, New Jersey: Wiley, [2016]. ISBN 978-1-118-64515-4.
- [24] CAREY, M C; SMALL, D M a BLISS, C M. Lipid Digestion and Absorption. Online. Annual Review of Physiology. 1983, roč. 45, č. 1, s. 651-677. ISSN 0066-4278. Dostupné z: <https://doi.org/10.1146/annurev.ph.45.030183.003251>.
- [25] BENSADOUN, A. Lipoprotein Lipase. Online. Annual Review of Nutrition. 1991, roč. 11, č. 1, s. 217-237. ISSN 0199-9885. Dostupné z: <https://doi.org/10.1146/annurev.nu.11.070191.001245>.
- [26] IDDIR, Mohammed; VAHID, Farhad; MERTEN, Diane; LARONDELLE, Yvan a BOHN, Torsten. Influence of Proteins on the Absorption of Lipophilic Vitamins, Carotenoids and Curcumin – A Review. Online. Molecular Nutrition & Food Research. 2022, roč. 66, č. 13. ISSN 1613-4125. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/mnfr.202200076>.
- [27] LE COUTEUR, David G.; SOLON-BIET, Samantha M.; COGGER, Victoria C.; RIBEIRO, Rosilene; DE CABO, Rafael et al. Branched chain amino acids, aging and age-related health. Online. Ageing Research Reviews. 2020, roč. 64. ISSN 15681637. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.arr.2020.101198>.

- [28] MANN, Gagandeep; MORA, Stephen; MADU, Glory a ADEGOKE, Olasunkanmi A. J. Branched-chain Amino Acids: Catabolism in Skeletal Muscle and Implications for Muscle and Whole-body Metabolism. Online. *Frontiers in Physiology*. 2021, roč. 12. ISSN 1664-042X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.702826>.
- [29] GOJDA, Jan a CAHOVA, Monika. Gut Microbiota as the Link between Elevated BCAA Serum Levels and Insulin Resistance. Online. *Biomolecules*. 2021, roč. 11, č. 10. ISSN 2218-273X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/biom11101414>.
- [30] CHOI, Byeong Hun; HYUN, Seunghoon a KOO, Seung-Hoi. The role of BCAA metabolism in metabolic health and disease. Online. *Experimental & Molecular Medicine*. 2024, roč. 56, č. 7, s. 1552-1559. ISSN 2092-6413. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s12276-024-01263-6>.
- [31] ASSAF, Sandi a KELLY, Owen. Nutritional Dermatology: Optimizing Dietary Choices for Skin Health. Online. *Nutrients*. 2025, roč. 17, č. 1. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu17010060>.
- [32] FATIMA, Haya; HUSSAIN, Ashiq; AMBREEN; KABIR, Khurram; ARSHAD, Farooq et al. Pumpkin seeds; an alternate and sustainable source of bioactive compounds and nutritional food formulations. Online. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2025, roč. 137. ISSN 08891575. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106954>.
- [33] BLATTNÁ, Jarmila; HORNA, Aleš a ZIMA, Tomáš (ed.). *Vitamins 2006: health ingredients metabolism analysis : abstract book*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2006. ISBN 80-7194-855-1.
- [34] ASSAF, Sandi a KELLY, Owen. Nutritional Dermatology: Optimizing Dietary Choices for Skin Health. Online. *Nutrients*. 2025, roč. 17, č. 1. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu17010060>.
- [35] BÖHRER, Madeleine; BURGESS, Paige; DA COSTA SAO PEDRO, Tais; BOCTOR, Dana Liza a BOGGS, Samantha. Shoshin Beriberi in a Child With Intestinal Failure: A Case Report. Online. *Critical Care Explorations*. 2024, roč. 6, č. 12. ISSN 2639-8028. Dostupné z: <https://doi.org/10.1097/CCE.0000000000001187>.
- [36] OLSEN, A; HALKJÆR, J; VAN GILS, C H; BUIJSSE, B; VERHAGEN, H et al. Dietary intake of the water-soluble vitamins B1, B2, B6, B12 and C in 10 countries in

the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. Online. European Journal of Clinical Nutrition. 2009, roč. 63, č. S4, s. S122-S149. ISSN 0954-3007. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/ejcn.2009.78>.

[37] PFITZENMEYER, P.; GUILLAND, J.C. a D&RSQUO;ATHIS, Ph. Vitamin B6 and Vitamin C Status in Elderly Patients with Infections during Hospitalization. Online. Annals of Nutrition and Metabolism. 1997, roč. 41, č. 6, s. 344-352. ISSN 1421-9697. Dostupné z: <https://doi.org/10.1159/000178005>.

[38] JACOB, RA; OTRADOVEC, CL; RUSSELL, RM; MUNRO, HN; HARTZ, SC et al. Vitamin C status and nutrient interactions in a healthy elderly population. Online. The American Journal of Clinical Nutrition. 1988, roč. 48, č. 6, s. 1436-1442. ISSN 00029165. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/ajcn/48.6.1436>.

[39] REININGHAUS, Eva Z.; PLATZER, Martina; KOHLHAMMER-DOHR, Alexandra; HAMM, Carlo; MÖRKL, Sabrina et al. PROVIT: Supplementary Probiotic Treatment and Vitamin B7 in Depression—A Randomized Controlled Trial. Online. Nutrients. 2020, roč. 12, č. 11. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu12113422>.

[40] SOBCZYŃSKA-MALEFORA, Agata a HARRINGTON, Dominic J. Laboratory assessment of folate (vitamin B 9) status. Online. Journal of Clinical Pathology. 2018, roč. 71, č. 11, s. 949-956. ISSN 0021-9746. Dostupné z: <https://doi.org/10.1136/jclinpath-2018-205048>.

[41] HOVDENAK, Nils a HARAM, Kjell. Influence of mineral and vitamin supplements on pregnancy outcome. Online. European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology. 2012, roč. 164, č. 2, s. 127-132. ISSN 03012115. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2012.06.020>.

[42] OBEID, Rima (ed.). Vitamin B12: advances and insights. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, [2017]. Dostupné z: <https://doi.org/9781315119540>.

[43] ESTAY CASTILLO, Pamela; TABILO AGUIRRE, Luis; MUÑOZ, Yasna a SANDOVAL LEIVA, Tomás. Vitamin B12, fatty acids EPA and DHA during pregnancy and lactation in women with a plant-based diet. Online. Nutrición Hospitalaria. 2024. ISSN 1699-5198. Dostupné z: <https://doi.org/10.20960/nh.05120>.

- [44] Roizen J, Long C, Casella A, Nguyen M, Danahy L, Seiler C, Lei M, Mark J. High dose dietary vitamin D allocates surplus calories to muscle and growth instead of fat via modulation of myostatin and leptin signaling. *Res Sq* [Preprint]. 2024 May 8;rs.3.rs-4202165. doi: 10.21203/rs.3.rs-4202165/v1. PMID: 38766160; PMCID: PMC11100886.
- [45] FARHANGNIA, Pooya; NOORMOHAMMADI, Morvarid a DELBANDI, Ali-Akbar. Vitamin D and reproductive disorders: a comprehensive review with a focus on endometriosis. Online. *Reproductive Health*. 2024, roč. 21, č. 1. ISSN 1742-4755. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12978-024-01797-y>.
- [46] LIN, Caiqiong a LIU, Haiwei. Relationship between vitamin D deficiency and gestational diabetes: a narrative review. Online. *Frontiers in Endocrinology*. 2024, roč. 15. ISSN 1664-2392. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1504930>.
- [47] ABERA, Mahlet; SURESH, Suchith B; MALIREDDI, Aparna; BODDETI, Sruthi; NOOR, Khutaija et al. Vitamin E and Non-alcoholic Fatty Liver Disease: Investigating the Evidence Through a Systematic Review. Online. *Cureus*. ISSN 2168-8184. Dostupné z: <https://doi.org/10.7759/cureus.72596>.
- [48] ČESKO. Fragment #f2618777 vyhlášky č. 450/2004 Sb., o označování výživové hodnoty potravin - znění od 1. 10. 2009. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010–2025. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-450#f2618777>
- [49] DOBROWOLSKI, Hubert; KOPCZYŃSKA, Klaudia; KAZIMIERCZAK, Renata; REMBIAŁKOWSKA, Ewa a WŁODAREK, Dariusz. Organic Food in Athletes Diet—Narrative Review of Alternative Products in Sports Nutrition. Online. *Nutrients*. 2024, roč. 16, č. 14. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu16142347>.
- [50] CORMICK, Gabriela; BETRÁN, Ana Pilar; METZ, Fletcher; PALACIOS, Cristina; BELTRÁN-VELAZQUEZ, Filiberto et al. Regulatory and Policy-Related Aspects of Calcium Fortification of Foods. Implications for Implementing National Strategies of Calcium Fortification. Online. *Nutrients*. 2020, roč. 12, č. 4. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu12041022>.
- [51] PINOTTI, Luciano; MANONI, Michele; FERRARI, Luca; TRETOLA, Marco; CAZZOLA, Roberta et al. The Contribution of Dietary Magnesium in Farm Animals

and Human Nutrition. Online. *Nutrients*. 2021, roč. 13, č. 2. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu13020509>.

- [52] AHMED, Mavra; NG, Alena (Praneet); CHRISTOFOROU, Anthea; MULLIGAN, Christine a L'ABBÉ, Mary R. Top Sodium Food Sources in the American Diet—Using National Health and Nutrition Examination Survey. Online. *Nutrients*. 2023, roč. 15, č. 4. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu15040831>.
- [53] KERKSICK, Chad M.; ARENT, Shawn; SCHOENFELD, Brad J.; STOUT, Jeffrey R.; CAMPBELL, Bill et al. International society of sports nutrition position stand: nutrient timing. Online. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2017, roč. 14, č. 1. ISSN 1550-2783. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0189-4>.
- [54] CINTINEO, Harry P.; ARENT, Michelle A.; ANTONIO, Jose a ARENT, Shawn M. Effects of Protein Supplementation on Performance and Recovery in Resistance and Endurance Training. Online. *Frontiers in Nutrition*. 2018, roč. 5. ISSN 2296-861X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00083>.
- [55] RAVINDRA, P. V.; JANHAVI, P.; DIVYASHREE, S. a MUTHUKUMAR, S. P. Nutritional interventions for improving the endurance performance in athletes. Online. *Archives of Physiology and Biochemistry*. 2022, roč. 128, č. 4, s. 851-858. ISSN 1381-3455. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/13813455.2020.1733025>.
- [56] Broughton, D., Fairchild, R. & Morgan, M. A survey of sports drinks consumption among adolescents. *Br Dent J* 220, 639–643 (2016). <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2016.449>.
- [57] van Esch, P., & Gadsby, C. L. (2019). Marketing the Healthiness of Sports Drinks: From Physiological to Cognitive Based Benefits. *Australasian Marketing Journal*, 27(3), 179-186. <https://doi.org/10.1016/j.ausmj.2019.04.001>.
- [58] MORRIS, Nathan B.; CHASELING, Georgia K.; BAIN, Anthony R. a JAY, Ollie. Temperature of water ingested before exercise alters the onset of physiological heat loss responses. Online. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2019, roč. 316, č. 1, s. R13-R20. ISSN 0363-6119. Dostupné z: <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00028.2018>.

- [59] Jagim, A. R., Harty, P. S., Tinsley, G. M., Kerksick, C. M., Gonzalez, A. M., Kreider, R. B., ... Antonio, J. (2023). International society of sports nutrition position stand: energy drinks and energy shots. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 20(1). <https://doi.org/10.1080/15502783.2023.2171314>
- [60] Harty, P. S., Zabriskie, H. A., Erickson, J. L., Molling, P. E., Kerksick, C. M., & Jagim, A. R. (2018). Multi-ingredient pre-workout supplements, safety implications, and performance outcomes: a brief review. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0247-6>
- [61] MIELGO-AYUSO, Juan; MARQUES-JIMÉNEZ, Diego; REFOYO, Ignacio; DEL COSO, Juan; LEÓN-GUERENO, Patxi et al. Effect of Caffeine Supplementation on Sports Performance Based on Differences Between Sexes: A Systematic Review. Online. *Nutrients*. 2019, roč. 11, č. 10. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu11102313>.
- [62] GRGIC, Jozo; MIKULIC, Pavle; SCHOENFELD, Brad J.; BISHOP, David J. a PEDISIC, Zeljko. The Influence of Caffeine Supplementation on Resistance Exercise: A Review. Online. *Sports Medicine*. 2019, roč. 49, č. 1, s. 17-30. ISSN 0112-1642. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0997-y>.
- [63] GUEST, Nanci S.; VANDUSSELDORP, Trisha A.; NELSON, Michael T.; GRGIC, Jozo; SCHOENFELD, Brad J. et al. International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance. Online. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2021, roč. 18, č. 1. ISSN 1550-2783. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00383-4>.
- [64] KENNEDY, David O. a WIGHTMAN, Emma L. Mental Performance and Sport: Caffeine and Co-consumed Bioactive Ingredients. Online. *Sports Medicine*. 2022, roč. 52, č. S1, s. 69-90. ISSN 0112-1642. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01796-8>.
- [65] GARDINER, Carissa; WEAKLEY, Jonathon; BURKE, Louise M.; ROACH, Gregory D.; SARGENT, Charli et al. The effect of caffeine on subsequent sleep: A systematic review and meta-analysis. Online. *Sleep Medicine Reviews*. 2023, roč. 69. ISSN 10870792. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.smr.2023.101764>.
- [66] Tinsley, G. M., Hamm, M. A., Hurtado, A. K., Cross, A. G., Pineda, J. G., Martin, A. Y., ... Palmer, T. B. (2017). Effects of two pre-workout supplements on concentric

and eccentric force production during lower body resistance exercise in males and females: a counterbalanced, double-blind, placebo-controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0203-x>

- [67] Guest, N. S., VanDusseldorp, T. A., Nelson, M. T., Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Jenkins, N. D. M., ... Campbell, B. I. (2021). International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00383-4>
- [68] LOWERY, Lonnie M.; ANDERSON, Dawn E.; SCANLON, Kelsey F.; STACK, Abigail; ESCALANTE, Guillermo et al. International society of sports nutrition position stand: coffee and sports performance. Online. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2023, roč. 20, č. 1. ISSN 1550-2783. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/15502783.2023.2237952>.
- [69] LI, Huan a WEI, Dongmei. Electrochemical detection of caffeine in sports drinks based on molecular imprinting technology. Online. *Journal of Food Measurement and Characterization*. 2024, roč. 18, č. 5, s. 3577-3583. ISSN 2193-4126. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11694-024-02427-8>.
- [70] Thyfault JP, Carper MJ, Richmond SR, Hulver MW, Pottleiger JA. Effects of liquid carbohydrate ingestion on markers of anabolism following high-intensity resistance exercise. *J Strength Cond Res*. 2004 Feb;18(1):174-9. doi: 10.1519/1533-4287(2004)018<0174:eolcio>2.0.co;2. PMID: 14971964.
- [71] Tsutsumi, Y., Momma, H., Ebihara, S., & Nagatomi, R. (2022). L-menthol administration facilitates breathing comfort during exhaustive endurance running and improves running capacity in well-trained runners: A randomized crossover study. *European Journal of Sport Science*, 23(9), 1913–1921. <https://doi.org/10.1080/17461391.2022.2115404>
- [72] Vogel, R. M., Ross, M. L., Swann, C., Rothwell, J. E., & Stevens, C. J. (2022). Athlete perceptions of flavored, menthol-enhanced energy gels ingested prior to endurance exercise in the heat. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 19(1), 580–592. <https://doi.org/10.1080/15502783.2022.2117995>
- [73] DE JONGE, M. L. L.; KIEVIET, L. C.; SIERTS, M.; EGBERINK, L. B. a VAN DER HEYDEN, M. A. G. Review of Case Reports on Adverse Events Related to Pre-

workout Supplements Containing Synephrine. Online. Cardiovascular Toxicology. 2023, roč. 23, č. 1, s. 1-9. ISSN 1530-7905. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12012-022-09777-z>.

- [74] GREEN, Michael S.; KIMMEL, Cody S.; MARTIN, Tyler D.; MOUSER, James G. a BRUNE, Madison P. Effect of Carbohydrate Mouth Rinse on Resistance Exercise Performance. Online. Journal of Strength and Conditioning Research. 2022, roč. 36, č. 7, s. 1916-1921. ISSN 1064-8011. Dostupné z: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003755>.
- [75] Orrù, S., Imperlini, E., Nigro, E., Alfieri, A., Cevenini, A., Polito, R., Daniele, A., Buono, P., & Mancini, A. (2018). Role of Functional Beverages on Sport Performance and Recovery. *Nutrients*, 10(10), 1470. <https://doi.org/10.3390/nu10101470>
- [76] WANG, Lifeng; MENG, Qing a SU, Chun-Hsien. From Food Supplements to Functional Foods: Emerging Perspectives on Post-Exercise Recovery Nutrition. Online. *Nutrients*. 2024, roč. 16, č. 23. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu16234081>.
- [77] RAVINDRA, P. V.; JANHAVI, P.; DIVYASHREE, S. a MUTHUKUMAR, S. P. Nutritional interventions for improving the endurance performance in athletes. Online. *Archives of Physiology and Biochemistry*. 2022, roč. 128, č. 4, s. 851-858. ISSN 1381-3455. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/13813455.2020.1733025>.
- [78] RAWSON, Eric S.; MILES, Mary P. a LARSON-MEYER, D. Enette. Dietary Supplements for Health, Adaptation, and Recovery in Athletes. Online. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2018, roč. 28, č. 2, s. 188-199. ISSN 1526-484X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2017-0340>.
- [79] BOWTELL, Joanna a KELLY, Vincent. Fruit-Derived Polyphenol Supplementation for Athlete Recovery and Performance. Online. *Sports Medicine*. 2019, roč. 49, č. S1, s. 3-23. ISSN 0112-1642. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0998-x>.
- [80] CINTINEO, Harry P.; ARENT, Michelle A.; ANTONIO, Jose a ARENT, Shawn M. Effects of Protein Supplementation on Performance and Recovery in Resistance and Endurance Training. Online. *Frontiers in Nutrition*. 2018, roč. 5. ISSN 2296-861X. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00083>.

- [81] STARK, Matthew; LUKASZUK, Judith; PRAWITZ, Aimee a SALACINSKI, Amanda. Protein timing and its effects on muscular hypertrophy and strength in individuals engaged in weight-training. Online. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2012, roč. 9, č. 1. ISSN 1550-2783. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/1550-2783-9-54>.
- [82] PASIAKOS, Stefan M.; LIEBERMAN, Harris R. a MCLELLAN, Tom M. Effects of Protein Supplements on Muscle Damage, Soreness and Recovery of Muscle Function and Physical Performance: A Systematic Review. Online. Sports Medicine. 2014, roč. 44, č. 5, s. 655-670. ISSN 0112-1642. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0137-7>.
- [83] DAVIES, Robert; CARSON, Brian a JAKEMAN, Philip. The Effect of Whey Protein Supplementation on the Temporal Recovery of Muscle Function Following Resistance Training: A Systematic Review and Meta-Analysis. Online. Nutrients. 2018, roč. 10, č. 2. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu10020221>.
- [84] TIPTON, Kevin D.; BORSHEIM, Elisabet; WOLF, Steven E.; SANFORD, Arthur P. a WOLFE, Robert R. Acute response of net muscle protein balance reflects 24-h balance after exercise and amino acid ingestion. Online. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism. 2003, roč. 284, č. 1, s. E76-E89. ISSN 0193-1849. Dostupné z: <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00234.2002>.
- [85] SHARP, Carwyn P M a PEARSON, David R. Amino Acid Supplements and Recovery from High-Intensity Resistance Training. Online. Journal of Strength and Conditioning Research. 2010, roč. 24, č. 4, s. 1125-1130. ISSN 1064-8011. Dostupné z: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c7c655>.
- [86] Kadian, D., Dularia, C., & Chander, M. (2023). Potential Aspects of Whey Proteins in Dairy Products: Chemistry, Bio-Functional Characteristics, and Their Applications. The Chemistry of Milk and Milk Products: Physicochemical Properties, Therapeutic Characteristics, and Processing Methods (pp. 251-274). Apple Academic Press. <https://doi.org/10.1201/9781003340706-15>
- [87] TARPENNING, Kyle M; WISWELL, Robert A; HAWKINS, Steve A a MARCELL, Taylor J. Influence of weight training exercise and modification of hormonal response on skeletal muscle growth. Online. Journal of Science and Medicine in Sport. 2001,

roč. 4, č. 4, s. 431-446. ISSN 14402440. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S1440-2440\(01\)80052-9](https://doi.org/10.1016/S1440-2440(01)80052-9).

[88] BROUNS, F.; SARIS, W.; STROECKEN, J.; BECKERS, E.; THIJSEN, R. et al. Eating, Drinking, and Cycling. A Controlled Tour de France Simulation Study, Part 2: Effect of Diet Manipulation*. Online. International Journal of Sports Medicine. 1989, roč. 10, č. S 1, s. S41-S48. ISSN 0172-4622. Dostupné z: <https://doi.org/10.1055/s-2007-1024953>.

[89] MALFATTI, Carlos; DE LAAT, Erivelton; SOLER, Larissa; BRONKHORST, Irene; PACHECO, Carla et al. Maltodextrin's Effect on the Performance of Elite Mountain Biking Athletes During Simulated Competition and on Power Output at the Ventilatory Threshold. Online. Human Movement. 2011, roč. 12, č. 3. ISSN 1899-1955. Dostupné z: <https://doi.org/10.2478/v10038-011-0023-9>.

[90] BOMBA, A.; NEMCOVÁ, R.; GANCARCÍKOVÁ, S.; HERICH, R.; GUBA, P. et al. Improvement of the probiotic effect of micro-organisms by their combination with maltodextrins, fructo-oligosaccharides and polyunsaturated fatty acids. Online. British Journal of Nutrition. 2002, roč. 88, č. S1, s. S95-S99. ISSN 0007-1145. Dostupné z: <https://doi.org/10.1079/BJN2002634>.

[91] IVY, John L.; GOFORTH, Harold W.; DAMON, Bruce M.; MCCAULEY, Thomas R.; PARSONS, Edward C. et al. Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. Online. Journal of Applied Physiology. 2002, roč. 93, č. 4, s. 1337-1344. ISSN 8750-7587. Dostupné z: <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00394.2002>.

[92] PRITCHETT, Kelly a PRITCHETT, Robert. Chocolate Milk: A Post-Exercise Recovery Beverage for Endurance Sports. Online. In: LAMPRECHT, M. (ed.). Acute Topics in Sport Nutrition. Medicine and Sport Science. S. Karger, 2012, s. 127-134. ISBN 978-3-8055-9992-4. Dostupné z: <https://doi.org/10.1159/000341954>.

[93] FIELDING, Roger; RIEDE, Linda; LUGO, James a BELLAMINE, Aouatef. L-Carnitine Supplementation in Recovery after Exercise. Online. Nutrients. 2018, roč. 10, č. 3. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu10030349>.

[94] LAHUČKÝ, Rudolf; BUČKO, Ondrej; HAŠČÍK, Peter a LIPTAJ, Tibor. Effects of creatine and vitamin E on muscle energetic metabolism, antioxidant stability and meat quality of pigs. Dostupné také z: <https://doi.org/10.11118/actaun201260050151>.

- [95] KINGSLEY, MICHAEL I.; KILDUFF, LIAM P.; MCENENY, JANE; DIETZIG, REBECCA E. a BENTON, DAVID. Phosphatidylserine Supplementation and Recovery following Downhill Running. Online. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2006, roč. 38, č. 9, s. 1617-1625. ISSN 0195-9131. Dostupné z: <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000229459.11452.a0>.
- [96] DÍAZ-JIMÉNEZ, Jara; SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, Eduardo; ORDOÑEZ, Francisco Javier; ROSETY, Ignacio; DÍAZ, Antonio Jesús et al. Impact of Probiotics on the Performance of Endurance Athletes: A Systematic Review. Online. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021, roč. 18, č. 21. ISSN 1660-4601. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijerph182111576>.
- [97] AL HAJJ, Walaa; SALLA, Mohamed; KRAYEM, Maha; KHALED, Sanaa; HASSAN, Hussein F. et al. Hydrolyzed collagen: Exploring its applications in the food and beverage industries and assessing its impact on human health – A comprehensive review. Online. *Heliyon*. 2024, roč. 10, č. 16. ISSN 24058440. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36433>.
- [98] Balasubramanian A, Thirumavalavan N, Srivatsav A, Yu J, Lipshultz LI, Pastuszak AW. Testosterone Imposters: An Analysis of Popular Online Testosterone Boosting Supplements. *J Sex Med*. 2019 Feb;16(2):203-212. doi: 10.1016/j.jsxm.2018.12.008.
- [99] BRAIDWOOD, Jamie. How Iga Swiatek explained away doping case and contaminated melatonin product [online]. *The Independent*, 30. 11. 2024. Dostupné z: <https://www.independent.co.uk/sport/tennis/iga-swiatek-doping-melatonin-contaminated-itia-b2655946.html>
- [100] ITIA. Polish tennis player Iga Swiatek accepts one-month suspension under Tennis Anti-Doping Programme [online]. International Tennis Integrity Agency, 2024. Dostupné z: <https://www.itia.tennis/news/sanctions/polish-tennis-player-iga-swiatek-accepts-one-month-suspension-under-tennis-anti-doping-programme/>
- [101] ENERVIT. Výživové strategie [online]. Enervit, 2024. Dostupné z: <https://enervit.cz/vyzivove-strategie>
- [102] ISOSTAR. *O nás* [online]. Isostar, 2024. Dostupné z: <https://www.isostar.cz/o-nas/>
- [103] NUTREND. *O nás* [online]. Nutrend, 2024. Dostupné z: <https://www.nutrend.cz/o-nas>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Strukturní vzorec D-glukózy (vlevo) a L-glukózy (vpravo).	12
Obrázek 2 Strukturní vzorec α -D-glukopyranosy.	12
Obrázek 3 Strukturní vzorec α -D-fruktofuranosy.	13
Obrázek 4 Strukturní vzorec α -D-mannopyranosy (vlevo) a β -D-galaktopyranosy (vpravo).	14
Obrázek 5 Strukturní vzorec sacharózy.	15
Obrázek 6 Strukturní vzorec laktózy.	16
Obrázek 7 Obecná struktura maltodextrinu.	16
Obrázek 8 Obecná struktura celulózy.	17
Obrázek 9 Strukturní vzorec kyseliny palmitové (nahore) a stearové (dole)	21
Obrázek 10 Strukturní vzorce kyseliny olejové (a), linolové (b) a α -linolenové (c).	22
Obrázek 11 Vzorce vybraných aminokyselin.	25
Obrázek 12 Kyselina askorbová.	27
Obrázek 13 Niacin (vlevo) a nikotinamid (vpravo).	29
Obrázek 14 Retinol.	30
Obrázek 15 Počet studií publikovaný v letech 2002 až 2025 na téma „sportovní výživa“ (dle databáze SciFinder).	35
Obrázek 16 Příklad přípravků ve formě tekutiny, prášku a gelu.	35
Obrázek 17 Iontmax Energy Gel, Isostar Hydrate & Perform a Carbosnack.	39
Obrázek 18 Loga vybraných společností zabývajících se vývojem, výrobou a/nebo prodejem sportovní výživy.	43
Obrázek 19 Výživová strategie pro týmové sporty [101].	44
Obrázek 20 Znázornění trhů, na kterých působí společnost Nutrend [103].	46

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Rozdělení sacharidů [5].	11
Tabulka 2 Glykemický index jednotlivých potravin [5].	20
Tabulka 3 Vybrané vyšší mastné kyseliny [5].	22
Tabulka 4 Rozdělení aminokyselin [5].	25
Tabulka 5 Rozdělení vitamínů [5], [48].	31
Tabulka 6 Rozdělení minerálních látek [5], [48].	33

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AK – Aminokyselina

ATP – Adenosintrifosfát

BCAA – Větvené aminokyseliny (Branched-Chain Amino Acids)

CNS – Centrální nervová soustava

DDD – Doporučená denní dávka

DNA – Deoxyribonukleová kyselina

EFSA – Evropský úřad pro bezpečnost potravin (European Food Safety Authority)

ER – Endoplazmatické retikulum

FAD – Flavinadenindinukleotid

FMN – Flavinadeninmononukleotid

GC – Plynová chromatografie (Gas Chromatography)

GI – Glykemický index

GTP – Guanosintrifosfát

HPLC – Vysokoúčinná kapalinová chromatografie (High-Performance Liquid Chromatography)

MK – Mastné kyseliny

MUFA – Mononenasycené mastné kyseliny (Monounsaturated Fatty Acids)

NAD – Nikotinamidadenindinukleotid

NADP – Nikotinamidadenindinukleotidfosfát

PUFA – Polynenasycené mastné kyseliny (Polyunsaturated Fatty Acids)

RNA – Ribonukleová kyselina

SFA – Nasycené mastné kyseliny (Saturated Fatty Acids)

TAG – Triacylglycerol

WADA – Světová antidopingová agentura (World Anti Doping Agency)