

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



Výživa při vytrvalostních sportech

Bakalářská práce

Autor práce: Barbora Podušková

Obor studia: Výživa a potraviny

Vedoucí práce: Ing. Vladimír Plachý, Ph.D.

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Výživa při vytrvalostních sportech" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 18.4.2019

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Vladimíru Plachému Ph.D. za jeho cenné rady, doporučenou literaturu, věcné připomínky a vstřícnost. Dále bych také ráda poděkovala kamarádce Ing. Anně Maňourové za výpomoc s formou a úpravou mojí práce. Poděkování patří také mé sestřenici Anetě Havlové za pomoc s gramatickou úpravou textu.

Výživa při vytrvalostních sportech

Souhrn

Vytrvalost je definována jako kondiční pohybová schopnost spojovaná s dlouhodobým prováděním pohybové činnosti odpovídající intenzity.

Správné složení stravy vytrvalostního sportovce má vliv na výsledný výkon a následnou regeneraci. Vytrvalostní sportovci mají odlišné nároky na složení stravy oproti silovým sportovcům. Jejich strava je primárně zaměřena na sacharidy, zatímco u silových sportovců jsou v popředí především bílkoviny. Při vytrvalostním sportu musí být také v rovnováze energetická bilance, aby nedocházelo ke snížení výkonnosti nebo špatné regeneraci.

V potravě je velké množství samostatných látek, které je možné rozdělit na makronutrienty a mikronutrienty. Mezi makronutrienty patří sacharidy, bílkoviny a tuky. Mikronutrienty jsou vitamíny, minerální látky a stopové prvky.

Sacharidy mají hlavní energetickou funkci ve výživě vytrvalostních sportovců. Nejdůležitější forma sacharidů pro vytrvalostní sportovce je glykogen. Ukládají si ho do zásob, ze kterých při dlouhém výkonu čerpají energii. S cílenou manipulací se sacharidy ve stravě je možné podpořit větší ukládání glykogenu do svalů a tím navýšit výkonnost.

Bílkoviny jsou pro vytrvalostní sportovce důležité prvotně pro obnovu a výstavbu tkání. Není možné si vytvořit v těle jejich zásobu jako je tomu u sacharidů nebo tuků. Další podstatná funkce bílkovin je při regeneraci po výkonu.

Pro vytrvalostní sportovce je důležité přijímat tuky v přiměřeném množství, aby bylo jejich tělo schopné správně fungovat a podávat výkony. Nadměrný příjem tuků působí nežádoucí ukládání do zásob.

Minerální látky a vitamíny nepřinášejí sportovci žádnou energii. Při přiměřené a vyvážené stravě vytrvalostního sportovce není nutná jejich větší suplementace a stačí jejich příjem z potravy.

Ve stravě vytrvalostních sportovců hraje roli správné načasování příjmu živin. Bylo doporučeno konzumovat sacharidovou stravu s nízkým glykemickým indexem před výkonem, kdy se ukládá glykogen do zásob. Během výkonu je vhodné užívat iontové nápoje nebo jednoduché sacharidy, které zajistí rychlý přísun potřebné energie. Po výkonu je vhodné doplnit minerály a přijmout bílkoviny v kombinaci se složitými sacharidy, aby došlo k optimální regeneraci a doplnění spotřebovaných glykogenových zásob.

Klíčová slova: výživa, vytrvalostní sport, živiny, potřeba živin

Nutrition in endurance sports

Summary

Endurance is defined as a fitness kinetic ability associated with long-term exercise activity corresponding to intensity.

The correct composition of the endurance athlete's diet affects the resulting performance and subsequent regeneration. Endurance athletes have different dietary requirements compared to strength athletes. Their diet is primarily focused on carbohydrates, while strength athletes have mainly proteins in the forefront. In endurance sports, the balance of energy must be also balanced to avoid performance loss or poor regeneration.

Diet is a large number of separate substances that can be divided into macronutrients and micronutrients. Macronutrients include carbohydrates, proteins and fats. Micro-nutrients are vitamins, minerals and trace elements.

Carbohydrates have a major energy function in the nutrition of endurance athletes. For endurance athletes is the most important form of carbohydrate glycogen. They store it in inventory, from which they gain energy for long performance. With the targeted manipulation of carbohydrates in the diet, it is possible to support its greater deposition into the muscles and thereby increase performance.

Proteins are important for endurance athletes primarily for recovery and development of tissues. It is not possible to make a stock in the body like carbohydrates or fats. Another essential function of proteins is in regeneration after exercise.

Fat is important for endurance athletes to receive in a reasonable amount so that their body is able to function properly and perform. Excessive fat intake causes unwanted storage.

Minerals and vitamins do not give the athletes any energy. With an adequate and balanced diet of an endurance athlete, they do not need to be more supplemented and their food intake is enough.

The correct timing of nutrient intake in the diet of endurance athletes plays a role. It has been recommended to consume low-glycemic index carbohydrates prior to exercise when glycogen is stored. During exercise, it is advisable to use ionic drinks or simple carbohydrates to provide a quick supply of energy. After exercise is appropriate to add minerals and take protein in combination with complex carbohydrates to optimize the regeneration and supplementation of used glycogen stores.

Keywords: nutrition, endurance sport, nutrients, need of nutrients

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíl práce.....	2
3 Literární rešerše.....	3
3.1 Definice vytrvalostních sportů	3
3.2 Výživa při vytrvalostním sportu.....	3
3.3 Energetická funkce výživy pro sportovce	4
3.4 Energetická potřeba živin pro vytrvalostní sporty	4
3.5 Potřeba živin vytrvalostních sportovců.....	7
3.6 Základní složky potravy	7
3.6.1 Sacharidy	7
3.6.1.1 Glykogen	10
3.6.1.2 Glykemický index	11
3.6.1.3 Glykemická nálož.....	14
3.6.1.4 Hypoglykémie	16
3.6.1.5 Sacharidová superkompenzace.....	16
3.6.1.6 Trávení sacharidů	17
3.6.2 Bílkoviny	19
3.6.2.1 Aminokyseliny	23
3.6.2.2 Biologická hodnota bílkovin	24
3.6.2.3 Trávení bílkovin	25
3.6.3 Tuky.....	26
3.6.3.1 Mastné kyseliny.....	28
3.6.3.2 Cholesterol.....	30
3.6.3.3 Trávení tuků.....	31
3.7 Minerální látky.....	32
3.8 Vitaminy.....	35
3.9 Výživa v jednotlivých fázích tréninku	39
3.9.1 Stravování vytrvalce před výkonem	39
3.9.2 Stravování vytrvalce v průběhu výkonu	40
3.9.3 Stravování vytrvalce po výkonu	40
4 Závěr.....	42
5 Seznam použité literatury.....	43

1 Úvod

Téma výživa při vytrvalostním sportu jsem si pro svoji bakalářskou práci zvolila z toho důvodu, že sport mě provází už od dětství a je mou hlavní náplní ve volném čase. Momentálně se věnuji sportovnímu lezení. Tato aktivita do skupiny vytrvalostních sportů také patří. Dalším důvodem, proč jsem si zvolila toto téma je můj studijní obor Výživa a potraviny.

Výživa spojená se sportem je v dnešní moderní době hodně často probírané téma. Z různých zdrojů se dá získat spousta informací, ale všechny zdroje se nemusí shodovat. Proto jsem se ve své práci snažila tyto informace seskupit a dát do uceleného kontextu, aby bylo možné je porovnat.

Vytrvalostní sporty jsou specifické tím, že je nutné při nich podávat výkon po delší časový úsek. Proto i ve výživě vytrvalostních sportovců budou jisté rozdíly například oproti silovým sportovcům nebo oproti běžnému doporučenému příjmu pro osoby, které nesportují.

Správná výživa je pro vytrvalostní sportovce velmi důležitá. Zajistí dostatečný přísun energie během výkonu a má velký vliv na následnou regeneraci. Je samozřejmé, že každý sportovec je jinak stavěný, má jiné chuťové preference, a tudíž se každý nemůže stravovat stejně. Také záleží, v jaké fázi výkonu nebo tréninku se právě nachází.

Pro vytrvalostní sportovce hrají nejdůležitější roli ve výživě sacharidy, ze kterých čerpají podstatnou část energie a jsou schopni si je uložit do zásob pro potřeby dlouhodobého výkonu. Rozdíl oproti silovým sportovcům je takový, že ti zaměřují svoji stravu hlavně na bílkoviny, které jim zajistí potřebnou sílu a nárůst svalové hmoty.

Ve své práci jsem se snažila z různých zdrojů popsat základní živiny sacharidy, bílkoviny a tuky a jejich význam pro vytrvalostní sportovce. Práci lze použít jako doporučení, které živiny by měli konzumovat, kdy je nejlépe přijímat a také kolik živin je minimálně zapotřebí, aby jejich organismus nestrádal a dokázal i při vyšším zatížení správně fungovat.

V další části práce jsem se věnovala minerálním látkám a vitaminům, které by neměly být ve výživě vytrvalostního sportovce opomíjeny. V závěru práce je popsáno výživové doporučení z časového hlediska, kdy by měl sportovec určité živiny přijímat.

2 Cíl práce

Cílem práce je sestavení přehledu informací na základě zdrojů, hlavně z vědeckých databází, které se týkají nutričních potřeb a zdrojů vhodných pro vytrvalostní sportovce.

3 Literární rešerše

3.1 Definice vytrvalostních sportů

Vytrvalostní sporty jsou činnosti, které se vykonávají po delší časový úsek za převážného využití aerobního metabolismu. Aerobní metabolismus převažuje během fyzického cvičení, které trvá déle než 2-3 minuty, při nízké nebo střední intenzitě. Intenzita cvičení se navenek projevuje jako rychlost pohybu, frekvence pohybu a velikost překonávaného odporu. Vytrvalost je jako kondiční pohybová schopnost spojována s dlouhodobým prováděním pohybové činnosti odpovídající intenzity a se schopností odolávat únavě. Její význam proto stoupá s dobou trvání sportovního výkonu. (Baechle 2008; Perič & Dovadil 2010).

Havličková (2003) definuje vytrvalost podobně, a to jako schopnost udržet požadovanou intenzitu pohybové činnosti delší dobu bez snížení její efektivity. Mezi vytrvalostní sporty se proto řadí běh, jízda na kole, plavání, závodní chůze, závody na běžkách, triatlon, kanoeyng, kayaking, sportovní lezení, skialpinismus, veslování a spoustu dalších (Konopka 2004).

3.2 Výživa při vytrvalostním sportu

Jedním z faktorů, který vede k dosažení dobrých výsledků sportovce, je samotná strava jedince. Sportovci, kteří mají svoji stravu vyváženou s požadovaným množstvím živin a s potřebným energetickým příjmem, jsou schopni intenzivněji trénovat a podávat lepší výkony v různých vytrvalostních sportech (Klimešová 2015). Toto platí samozřejmě i u jiných sportů. Díky správnému stravování dochází k lepšímu a rychlejšímu zotavení svalů po vykonané činnosti. Zatímco u jedinců, kteří nekonzumují dostatečné množství kalorií nebo trpí nedostatkem správného typu živin, dochází k pomalejší svalové regeneraci a tím pádem i poklesu výkonu. U sportovců, kteří mají pravidelný nedostatek energie během tréninku, dochází ke ztrátě svalové hmoty a síly, zvyšuje se náchylnost k onemocnění a může dojít k předčasnému pocitu přetrénování. Proto je dobré do tréninkového plánu zařadit správné stravovací návyky. Přiměřená energie by měla pocházet ze široké škály potravin, poskytujících zastoupení všech výživových prvků, tedy sacharidů, bílkovin, tuků, vitaminů a minerálních látek (Konopka 2004; Klimešová 2015).

U každého sportu platí rozdílné zásady při stravování. Jiné nároky na výživu má tělo silového sportovce a jiné nároky bude mít tělo vytrvalostního sportovce. Pokud jsou u silových

sportovců jsou ve výživě upřednostňovány bílkoviny nad sacharidy a tuky, u vytrvalostních sportovců je to přesně naopak. Sacharidy by měly u vytrvalostních sportů být v největším zastoupení a na celkovém příjmu se podílet minimálně z 60–70 %. Je to především kvůli vytváření glykogenových rezerv.

Jaký zvládne sportovec podat výkon se dá ovlivnit vhodně zvolenou stravou a dostatečným zásobením svalů sacharidy (Nývlt 2015). Tomuto tématu se budu věnovat v dalších kapitolách.

3.3 Energetická funkce výživy pro sportovce

První funkcí potravy je dodat organismu sacharidy, bílkoviny a tuky, jejichž štěpením získá tělo dostatek energie k zajištění všech nezbytných životních dějů nebo je využije na další účely. Strávené živiny jsou vstřebány do krve v podobě monosacharidů, aminokyselin a neutrálního tuku (Kuderová 2005). Těchto látek pak organismus využívá ke stavbě a obnově tkání, nebo jsou přímo využity jako zdroj energie. Energie je potřebná pro všechny biosyntetické reakce a pro udržení vnitřního prostředí organismu. Z přijatých živin vznikají rovněž látky biologicky aktivní: hormony, enzymy a látky obranné. Po splnění všech bazálních potřeb organismu je další energie zapotřebí pro činnost svalstva, což je pro vytrvalostní i ostatní sportovce velice důležité. Zbytek je uložen do energetické zásoby ve formě tuků (Maughan & Burke 2006).

Úkolem sportovní výživy je také co nejdříve doplnit substráty a energetické rezervy spotřebované svalovou prací. Výkonnost je u vytrvalostního sportovce závislá na schopnosti využít energetické zdroje ze zásob nebo aktuálního příjmu. Prvním předpokladem pro růst výkonnosti je zdraví. Způsob stravování pak s kvalitou zdraví přímo souvisí (Konopka 2004; Fořt 2003).

3.4 Energetická potřeba živin pro vytrvalostní sporty

Energetická hodnota

Energetická hodnota (EH) stravy určuje, kolik energie se z přijaté potravy uvolní po rozštěpení jejích složek na základní prvky a následně se přemění v adenosintrifosfát (ATP). ATP je nukleotid tvořený adeninem, ribofuranosou a trifosforečnou kyselinou. Je zcela zásadní pro funkci všech buněk. Jeho význam spočívá v tom, že při rozkladu dochází k uvolnění značného množství energie. Tato energie se využívá téměř ve všech typech buněčných

pochodů, jako je celá řada biosyntetických drah, vnitrobuněčný transport a membránový transport, výroba proteinů nebo syntéza RNA (Murray & Harper 2012).

EH potravy je závislá na jejím složení. Při hodnocení energetické hodnoty stravy se běžně započítává energie získaná z bílkovin, sacharidů a tuků (Tabulka 1). Ostatní látky se vyskytují v potravinách v nevýznamném množství nebo se vyskytují pouze v některých druzích (Vyhláška č. 39/2018 Sb.; Murray & Harper 2012).

Jednotky Energie

Mezinárodní jednotkou energie je [J] (joule). Současná česká odborná literatura pracuje většinou s jednotkou [kJ] (kilojoule), naopak anglosaská literatura používá jednoznačně hodnoty [kcal] (kilokalorie). Je tedy nutné orientovat se v obou jednotkách. Pro převod kcal na kJ lze použít faktor 4,2 (přesněji 1 kcal = 4,1855 kJ). Pro opačný převod platí 1 kJ = 0,239 kcal (Murray & Harper 2012).

Tabulka 1: Spalné teplo živin převedené na jeden gram (Murray & Harper 2012)

Živina	Kcal	kJ
Bílkoviny	4,1	17
Sacharidy	4,1	17
Tuky	9,3	38

Potřeba energie pro vytrvalostní sportovce

Vytrvalostní sportovci mají individuálními energetické potřeby. V některých případech, například při velkém výdeji energie, může dojít k problému, kdy není možné dosáhnout dostatečného energetického zásobení. Jindy je zase obtížné snížit příjem energie či některých živin tak, aby se podařilo udržet či snížit tělesnou hmotnost či podíl tělesného tuku. V těchto situacích se ukazuje jako problém pokrytí požadavků na jednotlivé živiny. (Havlíčková 2003).

Výdej energie se u vytrvalostních sportovců liší v závislosti na intenzitě, délce trvání výkonu, věku, pohlaví a dalších ukazatelích. Průměrně se energetický výdej může pohybovat okolo 10000-20000 kJ za den. Pokud se jedná o objemově náročnější výkon nebo závod, hodnota může vzrůst až na 25000 kJ za den (Manore & Thompson 2000).

Vytrvalostní sporty vyžadují mírné zvýšení příjmu sacharidů. Nejméně 60 % energie pro běžný trénink a 65–70 % (6-10 g sacharidů na kg tělesné hmotnosti) pro vytrvalostní trénink by měly tvořit právě sacharidy. Asi 15 % (1,2 – 1,8 g bílkovin na 1 kg tělesné hmotnosti) z celkového příjmu energie by mělo pocházet z potravin bohatých na bílkoviny jako je maso a luštěniny. Ve vytrvalostním sportu tedy zbývá 15–20 % (1,8 - 2,5g na kg tělesné hmotnosti) pro příjem tuků. (Eastwood 2003; Clark 2009). Pro porovnání od ostatních autorů je poměr v příjmu energie pro vytrvalostní sportovce ze základních složek potravy velmi podobný. Podle Kučery (2000) je to 60–80 % sacharidů, 5–10 % bílkovin a 5-15 % tuků. Podle Konopky (2004) je ideální poměr podílu základních složek výživy na kalorickém hrazení pro vytrvalce 55–60 % energie pocházející ze sacharidů, 12–15 % z bílkovin a 25–30 % z tuků.

Energetická bilance pro vytrvalostní sporty

Organismus sportovce je schopen dlouhodobě fungovat jedině na základě dynamické rovnováhy mezi příjmem a výdejem energie. Vyrovnaná energetická bilance (příjem energie = výdej) je v životě běžného člověka (nesportovce) ideálním stavem. Ve sportu dochází vlivem nadměrného zatížení k jejímu narušení a cílené manipulaci. Nadměrný příjem energie může být v určité chvíli žádoucí, a to z důvodu budování svalové hmoty (Tefelner 2012). V případě nedostatku vhodné fyzické aktivity a dlouhodobého nadměrného příjmu dochází k ukládání energie ve formě tukových zásob. Naopak dlouhodobý nedostatečný příjem energie může skončit vyčerpáním energetických zásob, odbouráním svalové hmoty, snížením výkonnosti, prodloužením doby regenerace a následným stavem přetrénování. Důležitý krok k optimalizaci výkonu pomocí správné výživy je zajistit dostatečný příjem kalorií k vyrovnání energetického výdaje sportovce. (Pánek 2002; Manore & Thompson 2000).

3.5 Potřeba živin vytrvalostních sportovců

Potrava pro vytrvalostní sportovce i běžnou populaci se skládá z velkého množství samostatných látek, které je možné rozdělit do dvou hlavních skupin: makronutrienty a mikronutrienty. Mezi makronutrienty patří sacharidy, bílkoviny a tuky, které jsou hlavními výživovými látkami a pro organismus jediným zdrojem energie. Mikronutrienty jsou zastoupeny vitaminy, minerálními látkami a stopovými prvky. Ty jsou nutné pouze v minimálním množství. Nepřináší totiž tělu žádnou energii. Jsou nezbytné pro řízené získávání energie odbouráváním hlavních výživových látek (Konopka 2004).

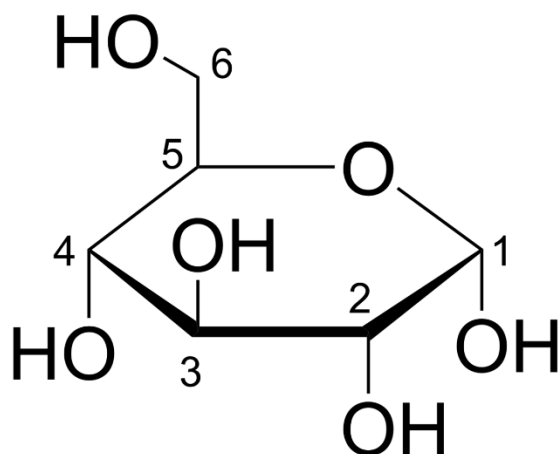
Z makronutrientů, kterým se budu věnovat ve své práci více, působí bílkoviny v lidském těle převážně jako stavební látky, sacharidy a tuky jsou z hlediska své funkce převážně zdrojem energie. Které substráty využije organismus jako zdroje energie pro svalovou činnost, závisí na jejím druhu, intenzitě, objemu, tréninkové přípravě a skladbě stravy (Maughan & Burke 2006).

3.6 Základní složky potravy

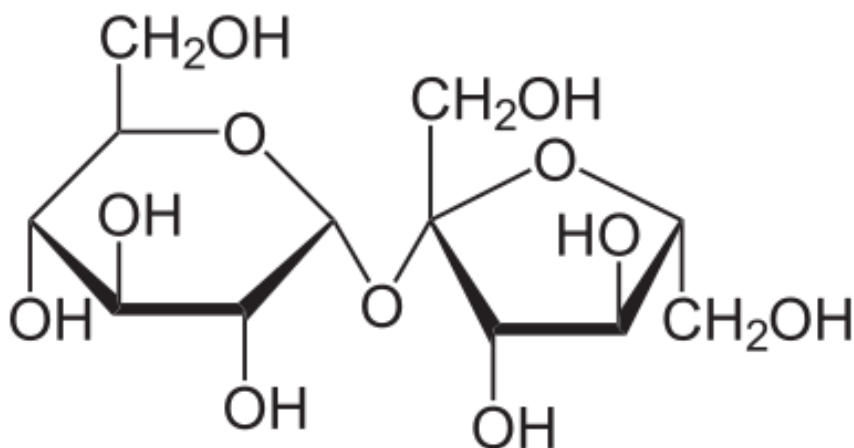
3.6.1 Sacharidy

Sacharidy jsou nejvýznamnějším zdrojem energie pro vytrvalostní fyzickou aktivitu. Jsou nejdůležitějším nutrientem poskytující energii pro optimální svalový výkon. Vyčerpání sacharidových zásob zásadně ovlivňuje sportovní výkon – dochází k energetickému vyčerpání a nutnému ukončení výkonu. Pro vytrvalostní sportovce je tedy zásadní prostřednictvím konzumace sacharidové stravy stále udržovat a doplňovat optimální zásoby svalového glykogeny, kterému se budu věnovat v následující kapitole (Maughan & Burke 2006).

Sacharidy jsou také zdrojem energie potřebné pro běžnou činnost svalů a mozku. Skládají se z jednoduchých (cukrů) neboli monosacharidů a složených sacharidů (škrobů). Monosacharidy jsou základními stavebními kameny všech sacharidů, z nichž nejdůležitější je glukóza (Obrázek 1), fruktóza a galaktóza. Jsou obsaženy například v klíčcích obilovin, mléce, řepném cukru a ovoci. Disacharidy jsou spojením dvou monosacharidů, např. sacharóza (běžný cukr) (Obrázek 2), maltóza (sladový cukr), laktóza (mléčný cukr). Komplexní sacharidy jsou oligosacharidy obsahující 3–10 monosacharidů a polysacharidy, které mají více než 10 monosacharidů. Mezi ně patří především rostlinný škrob (amylóza + amylopektin) a živočišný polysacharid (glykogen). Polysacharidy můžeme nalézt v obilovinách, luštěninách nebo bramborách (Konopka 2004; Pánek 2002; Mandelová & Hrnčířiková 2007).



Obrázek 1: Glukóza (Haworthův vzorec)



Obrázek 2: Sacharóza (Haworthův vzorec)

Stravitelnost sacharidů

Stravitelné sacharidy, jednoduché i složené, jsou v trávicím traktu rozštěpeny na fragmenty, které jsou po resorbci z tenkého střeva využívány ve tkáních jako zdroje energie nebo jako stavební jednotky (Clark 2009). Mezi stravitelné sacharidy patří i některé polysacharidy jako je škrob, dextriny a glykogen (Bernaciková 2013; Clark 2009).

Mezi člověkem nestravitelné sacharidy patří vláknina. Řadí se do skupiny polysacharidů. Lze ji rozdělit na rozpustnou a nerozpustnou. Rozpustná vláknina (např. pektin, psyllium, gummy, slizy) po smíchání s vodou výrazně nabobtná a změní se v želatinovou neboli gelovou hmotu. Když se naváže voda, hustota tráveniny se zvýší a trávenina se z žaludku vyprazdňuje

pomaleji. Nabobtnalá vláknina také mechanicky brání přístupu trávicích enzymů k živinám, a snižuje tak vstřebávání živin a uvolnění energie. Nerozpustná vláknina (např. celulóza, lignin a hemicelulózy) se nachází v buněčných stěnách rostlin, kde zajišťuje mechanickou stabilitu buněk, pletiv a orgánů (Kalman 2004). Vyskytuje se zejména v zelenině, celozrnných obilovinách a luštěninách (Zlatohlávek 2016). Nerozpustná vláknina prochází trávicím traktem až do tlustého střeva nerozštěpena. Díky navázání vody zvyšuje objem stolice, podporuje střevní peristaltiku, a tím pádem i pravidelné vyprazdňování (Brand-Miller at al. 2004; Zlatohlávek 2016).

U vytrvalostních sportovců je potřeba věnovat pozornost příjmu vlákniny. Není vhodná její nadměrná konzumace před fyzickou zátěží, protože je zde pro sportovce riziko střevního dyskomfortu. Snížením prokrvenosti tkáně trávicího traktu při pohybové aktivitě dochází k omezené peristaltice a zpomalení trávení. To vede k pocitům plnosti, plynatosti a nevolnosti. (Brand-Miller at al. 2004). Naopak podle Clarkové (2009) je velmi vhodné konzumovat potraviny s vysokým obsahem vlákniny právě před cvičením, protože mají nízký glykemický index. To znamená, že zajišťují postupné uvolňování energie (glukózy) do krevního řečiště a mohou tak prodloužit trvání výkonu. Platí to u výkonů trvajících déle než 60–90 minut. Žádoucí obsah vlákniny v potravě vytrvalostního sportovce podle většiny dostupných zdrojů je zhruba v rozmezí 25-30 g/den (Fořt 2002; Kalman 2004; Keller at al. 1993).

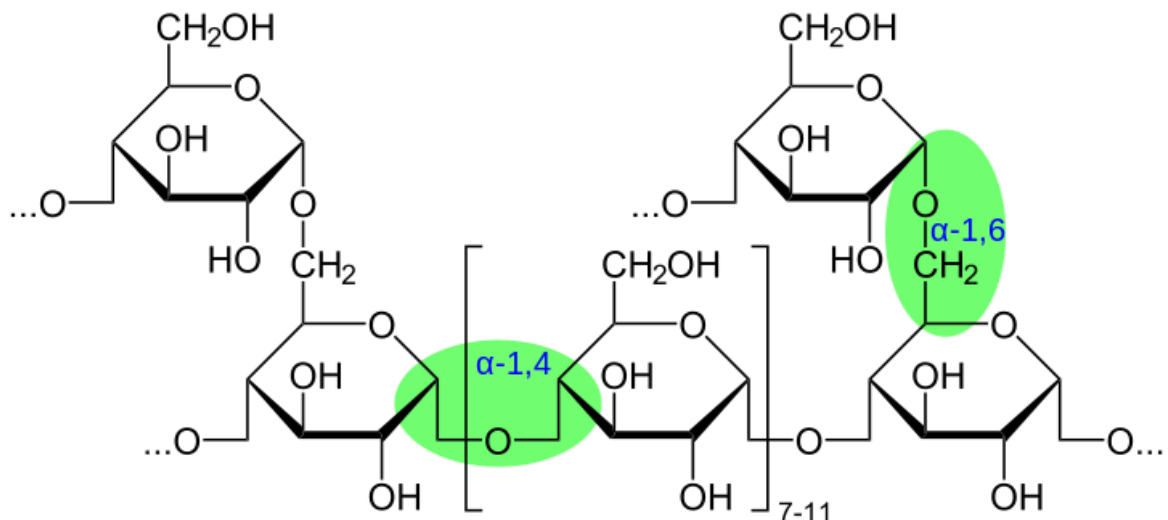
Potřeba sacharidů u vytrvalostních sportovců

Doporučovaná dávka sacharidů v potravě je asi 55–60 % z celkového energetického příjmu pro průměrného člověka (přepočítáno na 175 cm měřícího a 75 kg vážícího muže), a to především ve formě polysacharidů (Keller at al. 1993). Při zvýšené tělesné zátěži, tedy u sportovců, se však doporučený příjem sacharidů mění. V různých fázích a typech pohybové aktivity se zvyšuje. V průměru je udáváno rozmezí 60–75 % z celkového denního energetického příjmu pro vytrvalostní sportovce (Maughan & Burke 2006; Keller at al.1993). Při fyzické aktivitě vyžadující doplnění vyčerpaných glykogenových zásob, což se týká většiny vytrvalostních sportů, je zapotřebí dodat přibližně 5–7 g sacharidů na 1 kg tělesné hmotnosti za den (Bernaciková 2013).

3.6.1.1 Glykogen

Glykogen je vysoce větvený polymer tvořený glukózami, které jsou navzájem propojené. Jedna molekula glykogenu se skládá až ze 120 000 molekul glukózy, které jsou spojené navzájem α (1,4) –glykosidovými vazbami doplněné i o vazby α (1,6) –glykosidické (Obrázek 3). Proto je glykogen bohatě větvený (Medeiros & Wildman 2015).

Glykogen lze rozdělit na dva druhy jaterní a svalový. Funkce svalového a jaterního glykogenu se podstatně liší. Svalový glykogen slouží jako okamžitý zdroj energie pro svaly a není využit pro jinou funkci. Jaterní glykogen reguluje v krvi hladinu glukózy. Pokud je nízká, je glykogen štěpen zpět na glukózu a uvolňuje ji do krevního řečiště (Pánek 2002). Glukóza je dále využita nebo je ve formě glykogenu ukládána zpět do zásob v játrech a ve svalových buňkách. Při tomto ději je důležitý hormon inzulin. Přijetí glukózy v potravě způsobí vyplavení inzulinu a s tím spojené "plnění" glykogenu do svalových buněk a jater. Pokud je glukózy v krvi nárazově nadbytek, bude se proměňovat a ukládat do zásob ve formě podkožního tuku (Maughan & Burke 2006). Ve svalové buňce je prostor pro glykogen relativně malý, ale díky celkovému množství svalové hmoty sportovce je mnohem větším zdrojem energie než játra (Provazník & Komárek 2001).



Obrázek 3: Struktura glykogenu

Glykogen a výkon

Svalový glykogen je hlavním zdrojem energie po dobu prvních 90 až 120 minut spolu s glukózou a tukem v krvi. Se vzrůstající dobou trvání cvičení zásoby glykogenu ve svalectech ubývají a oxidace tuků poskytuje vyšší relativní podíl energetických potřeb (Škorpil 2014). Obsah tuku v těle je velký a mohl by tělo zásobovat po celé dny. Omezení spočívá v rychlosti, kterou může být uvolněna energie z tuků. Tuky jsou obtížněji stravitelnou živinou než sacharidy, a proto je energie z nich získávána mnohem pomaleji (Provazník & Komárek 2001).

Po ještě delší době trvání výkonu už může být energie částečně kryta i ze svalové hmoty. Proto je zásobení těla sportovce sacharidy důležité. Oddálí se tak doba, kdy by po vyčerpání glykogenových zásob začal sportovec spalovat vlastní svaly. Zvyšování svalového glykogenu na nejvyšší možnou koncentraci před zahájením vytrvalostního cvičení a příjem exogenních sacharidů během dlouhodobých výkonů je rozhodující pro optimální výkonnost. (Dunford 2010; Nývlt 2015).

Toto tvrzení potvrzuje i studie popsána v časopisu *Physiology & Behavior* (2017). Je zde vysvětleno, proč jsou pro náročný vytrvalostní výkon důležité právě sacharidy. Bylo zkoumáno, za jakou dobu se doplní svalový glykogen na původní hodnotu po extrémním zatížení do úplného vyčerpání. Testovaly se dvě skupiny. První skupina konzumovala po zátěžovém testu stravu s vysokým obsahem bílkovin. Druhá skupina měla vysokosacharidovou stravu. Skupina, která konzumovala bílkovinou stravu měla snížené zásoby glykogenu ještě po pěti dnech. Osoby s vysokosacharidovou stravou zcela doplnily vyčerpaný glykogen za dva dny. Z této studie vyplývá, že bílkoviny nejsou používány přednostně jako zdroj energie a sacharidy jsou nezbytné pro rychlé doplnění vyčerpaných zásob glykogenu u vytrvalostních sportovců.

Vhodně stanoveným a prováděným tréninkem lze ovlivnit množství glykogenu, který bude uložen ve svalectech sportovce. Dobře trénované svaly dokáží uložit o 20–50 % více glykogenu oproti svalům netrénovaným. Obsah glykogenu na 100 g svalu je u netrénovaného svalu 13 g, u trénovaného až 35 g. Čím více bude mít sportovec ve svalectech a játrech glykogenu, tím delšího a kvalitnějšího výkonu bude moci dosáhnout (Škorpil 2014; Clark 2009).

3.6.1.2 Glykemický index

Glykemický index (GI) vyjadřuje, jak je přijatá potrava schopna zvýšit hladinu glukózy v krvi. Některé potraviny ovlivňují hladinu glukózy rychleji, jiné naopak pomaleji. Platí, že čím

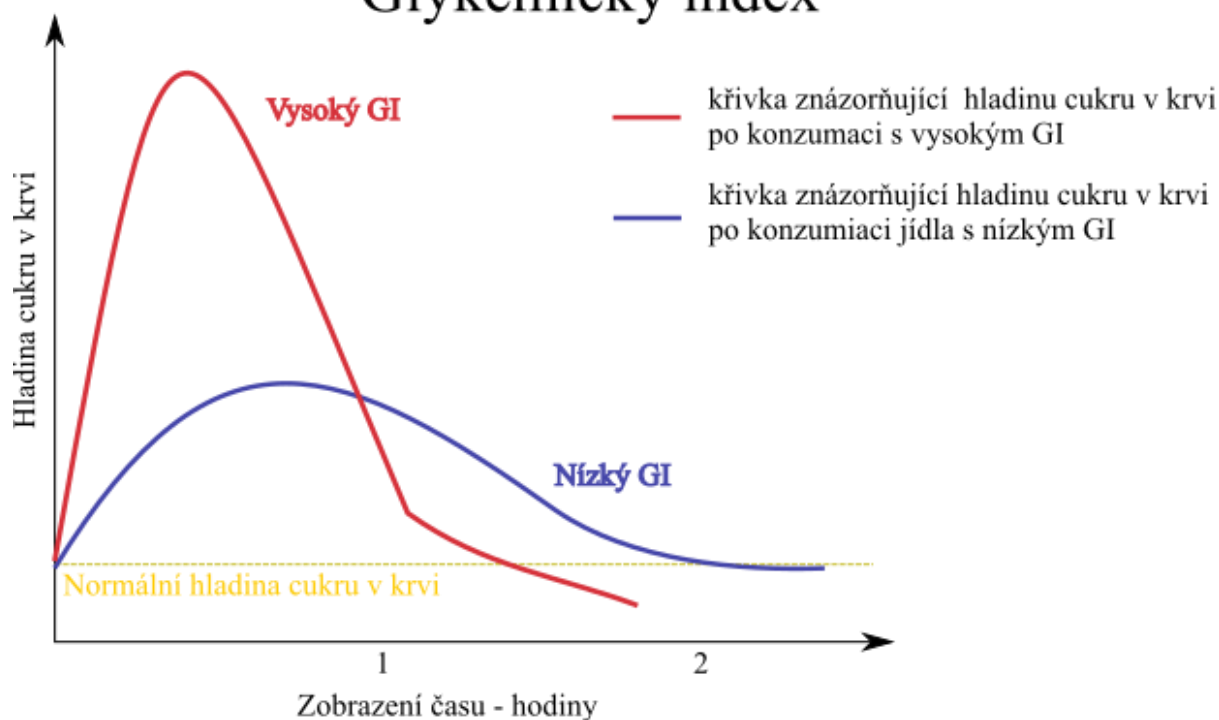
prudčeji v krvi stoupá po požití potravy hladina cukru (glykémie), tím má potravina vyšší GI. Dále také platí, že čím nižší je GI, tím pomalejší je rychlost trávení a vstřebávání testované potravy (Volpe 2011).

Pokud je zvýšená hladina glykémie, vyplaví se do krve hormon inzulín, který umožní vstup glukózy do buněk. Tam se zužitkuje jako zdroj energie. Pokud je kapacita buněk pro glukózu naplněna, vstupuje pomocí inzulínu do tukových buněk a přemění se na tuk. Poté dochází k poklesu její hladiny v krvi (Brand-Miller at al. 2004).

Pro měření GI je dobré si předem zvolit dané množství testované potravy, které se bude podávat. Osoba, u které se provádí měření, musí být na lačno. Po konzumaci testované potravy se v intervalech 30, 60 a 90 minut odebírá krev. Poslední odběr, zhruba po dvou hodinách od konzumace, se pro vyhodnocení srovnává se stejným množstvím referenční potravy, kterou obvykle bývá čistá glukóza. GI je hodnocen glykemickou křivkou. Počítá se poměr ploch pod křivkami glukózy a testované potravy vynásobený stem (Graf 1). Výsledkem je potom procentuální hodnota glykemického indexu. Například 80% GI znamená, že konzumací testované potravy se hladina glukózy v krvi zvýší o 80 % v porovnání s čistou glukózou (100 %) (Wright 2005).

Hladina Glykemického indexu je ovlivněna různými faktory. Mezi takové faktory patří například makronutrienty – tuky nebo bílkoviny, velikost soust, způsob, jakým jsou potraviny zpracovány, přítomnost fruktózy či laktózy a antinutričních látek jako je kyselina fytová a lektiny nebo zda byla potravina podávána studená či teplá (Burke at al. 2008; Clark 2009).

Glykemický index



Graf 1: Glykemická křivka (Kuhn 2005).

Doporučení pro vytrvalostní sportovce

U vytrvalostních sportovců byla dle různých experimentů doporučena před tréninkem konzumace potravin s nízkým GI, aby se tak díky pomalejšímu vstřebávání sacharidů udržela dostupnost sacharidů potřebná pro energii. Během vytrvalostního výkonu se doporučuje konzumovat potraviny se středním až vysokým GI pro rychlé doplnění potřebné energie (Tabulka 2). Konzumací potravin s vysokým GI po tréninku se zvýší ukládání svalového glykogenu, což je pro vytrvalostního sportovce žádoucí. (Burke at al. 2008; Mach & Borkovec 2013).

Tabulka 2: Příklady potravin s nízkým, středním a vysokým GI (Volpe 2011).

Rozdělení	Rozsah GI (%)	Příklady potravin
Nízký GI	55 a méně	Většina ovoce a zeleniny (kromě brambor a melounu), celozrnné pečivo, těstoviny, ovesné vločky, luštěniny mléčné výrobky, ořechy, fruktóza
Střední GI	56-69	Celozrnné výrobky, rýže, sladké brambory, banán
Vysoký GI	70 a více	Kukuřičné lupínky, extrudované výrobky, bílý chléb, meloun, glukóza

3.6.1.3 Glykemická nálož

Glykemická nálož (GL) udává množství pro člověka stravitelných sacharidů v porci potravin. Vypovídá tedy o absolutních hodnotách vzrůstu glykémie po požití jídla. Čím vyšší je GL, tím větší je očekávaná hodnota vzrůstu hladiny glukózy v krvi (Volpe 2011).

Rozdělujeme potraviny s vysokou GL tj. >20, střední GL tj. 10-20 a nízkou GL tj. <10. GL zahrnuje glykemický index i množství sacharidů v dané porci (Brand-Miller at al. 2004). Hodnoty GL jsou vypočteny podle následujícího vzorce:

$$\text{Glykemická nálož} = \frac{\text{GI} \times \text{obsah stravitelných sacharidů v jedné porci [g]}}{100}$$

Potraviny s podobným GI se mohou navzájem výrazně lišit obsahem sacharidů, což se odrazí na hodnotě glykemické nálože (Tabulka 3). Potraviny s nízkou glykemickou náloží mají vždy nízký glykemický index. Potraviny, které mají GI vysoký, mohou mít hodnoty glykemické zátěže nízké i vysoké. Například vodní meloun má GI 75, ale GL má jen 3. Tato hodnota odpovídá velkému obsahu vody v jedné porci (Foster-Powell at al. 2002; Volpe 2011).

Tabulka 3: Hodnoty glykemického indexu a glykemické nálože vybraných potravin (Foster-Powell at al. 2002).

Potravina	GI (%)	Množství (g)	Stravitelné sacharidy (g)	GL (%)
Ananas	59	120	13	8
Banán	52	120	24	12
Jablko	38	120	15	6
Mrkev	47	80	6	3
Vodní meloun	75	100	5	3
Čočka	29	150	43	24
Rýže	56	150	43	24
Bílý chléb	70	30	14	10
Žitný chléb	58	30	14	8
Brambory	50	150	28	14
Těstoviny	38	180	48	18
Mléko (3,5 %)	27	250 ml	12	3
Čokoláda	43	50	31	13

Mezi potraviny s nízkou glykemickou náloží se řadí cereálie, celozrnný žitný chléb, ovesné vločky, ořechy, mléčné výrobky, fazole, mrkev, dýně, tykve a další zelenina. Za potraviny se střední glykemickou náloží lze považovat pšeničný chléb, pohanku, tmavou rýži, nové brambory, batáty, banány, fíky a ostatní ovoce. A mezi potraviny s vysokou glykemickou náloží řadíme pečivo, koblihové výrobky, kuskus a ostatní těstoviny, bílou rýži, čokoládu, sušenky a další (Mach & Borkovec 2013).

Dlouhodobá konzumace stravy s relativně vysokou glykemickou náloží je spojena se zvýšeným rizikem diabetu 2. typu a s ischemickou chorobou srdeční. Pro vytrvalostní sportovce, kteří podávají extrémní výkony, se zvyšuje riziko srdečních příhod a infarktu, jelikož se v krvi zvyšuje hladina triacylglycerolů (část tuků) a tím se podporuje vznik aterosklerózy (ukládání tuku v cévách, které se následně ucpávají) (Foster-Powell at al. 2002).

3.6.1.4 Hypoglykémie

Hypoglykémie je stav, kdy se po požití sacharidů s vysokým GI vyplaví do krve jednorázově velké množství glukózy. To způsobí vyloučení velkého množství inzulínu ze slinivky břišní, potřebného k jejímu transportu do svalových buněk. Může ale dojít i k situaci, kdy inzulín odvede nejen nově vytvořenou glukózu, ale i tu původní, a tím sníží hladinu krevního cukru pod fyziologické minimum (Kunová 2011). Tento stav nazýváme hypoglykémie. Je to stav, který se projevuje snížením potřebné síly, vytrvalosti, koordinace, jemné motoriky, vnitřním chvěním, pocity hladu a snížením celkové výkonnosti. Tento jev je u vytrvalostních sportovců zcela nežádoucí. Proto je sportovcům doporučeno upřednostňovat příjem složených sacharidů s nižším GI i GL před výkonem a sacharidy s vysokým GI a GL využívat pouze v případě nutného rychlého dodání energie během výkonu nebo těsně před výkonem (Foster-Powell at al. 2002; Kunová 2011).

3.6.1.5 Sacharidová superkompensace

Sacharidovou superkompensací aplikují vytrvalostní sportovci před závodem. Princip spočívá v tom, že sportovec nejprve na několik dní sníží příjem sacharidů při vysoké tréninkové zátěži. Následující dny naopak příjem sacharidů zvýší a tréninkovou zátěž sníží. Svalové buňky požadují více glykogenu a mají tendenci si následně vytvořit jeho větší zásobu (až dvojnásobek zásoby původní). Vytrvalostní sportovci tím pádem vydrží s větší zásobou glykogenu déle běžet, jet na kole, plavat apod. Mohou se tak dostat až za hranu svých maximálních výkonnostních možností (Kleiner & Greenwood-Robinson 2001).

Podle Klimešové (2015) je výše zmíněný postup zastaralý. Jeho nevýhodou je totiž únava a nepříjemné pocity sportovce během fáze, kdy sníží příjem sacharidů a navýší tréninkovou zátěž. V dnešní době řada sportovců používá model, kdy den před závodem se zvýší příjem sacharidů (7-10 g/kg/den) při současném snížení tréninkové zátěže. Tato kratší varianta je pro sportovce různých sportovních disciplín vhodnější a méně nepříjemná.

Mach a Borkovec (2013) ve své publikaci uvedli, že manipulace s příjmem sacharidů s cílem maximalizovat formu a výkon při vytrvalostním sportu, popřípadě v jiných sportech je vlastně nutriční stimulace svalů, aby byly přinuceny uložit do své struktury více sacharidů kvůli podstatným změnám v tréninku a dietě v průběhu určité doby před výkonem (obvykle 1 týden). Výzkumy ukázaly, že sportovci při tomto postupu udrží ve svalech významně více glykogenních sacharidů než při běžném tréninkovém a výživovém plánu.

3.6.1.6 Trávení sacharidů

Trávení sacharidů začíná v ústech. Ve slinách je obsažen enzym amyláza (ptyalin), který štěpí škroby na oligosacharidy. Proces trávení pokračuje v žaludku, kde je amyláza utlumena kyselou žaludeční šťávou. V tenkém střevě enzymy pankreatické šťávy a enzymy střevních buněk štěpí škrob a glykogen na jednoduší sacharidy (maltóza, maltotrióza a oligosacharidy). Konečný produkt štěpení je glukóza, fruktóza a galaktóza. Ty jsou dále vstřebány do slizniční buňky. Glukóza a galaktóza pomocí aktivního transportu s ionty Na^+ a přenašečem a fruktóza pasivním jednosměrným transportem s přenašečem (Maughan & Burke 2006). Glukóza následně difuzí přechází do krve. Galaktóza a částečně i fruktóza je v játrech přeměněna na glukózu. Nepřeměněná fruktóza může být dál využita svalovými buňkami jako zdroj energie i bez přítomnosti inzulínu (Kleiner & Greenwood-Robinson 2001).

Tento fakt zkoušeli využít mnozí vytrvalostní sportovci, ve snaze zabránit zvýšené hladině inzulínu v krvi po požití většího množství glukózy. Byl popsán výzkum, kdy několik vytrvalostních běžců konzumovalo před výkonem větší množství fruktózy. Chtěli tím zabránit zvýšení hladiny inzulínu s následným prudkým poklesem glukózy v krvi (hypoglykémie) (Silbernagl & Despopulos 2016; Maughan & Burke 2006). Kapacita vstřebávání fruktózy střevní stěnou není vysoká díky pasivnímu jednosměrnému transportu. Proto tento monosacharid při zvýšené konzumaci způsobí místo prodloužení výkonnosti pouze kvašení střevního obsahu a s tím spojené dyspeptické obtíže (nadýmání, křeče v břiše). Závěr tedy je, že konzumace fruktózy před výkonem nevede k zamezení hypoglykémie, ale vyvolává nežádoucí střevní potíže (Kleiner & Greenwood-Robinson 2001).

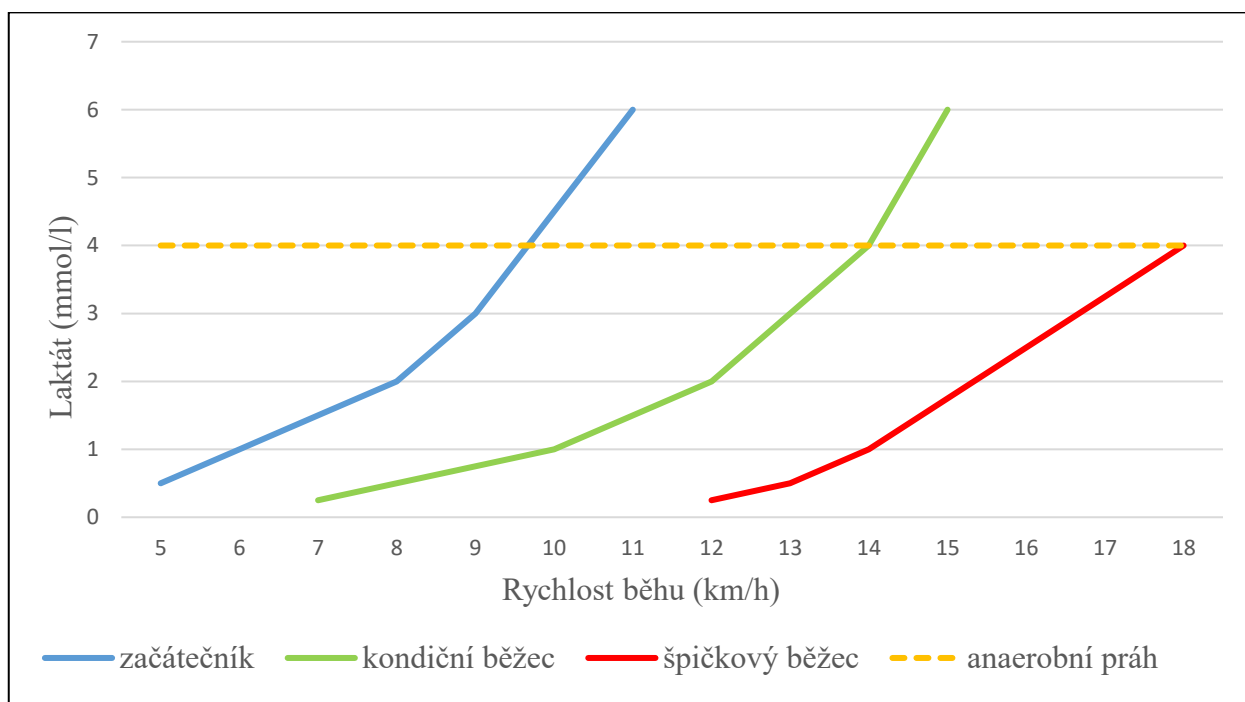
Laktát

Během velmi intenzivního sportovního zatížení nejsou namáhané svaly dostatečně zásobeny potřebným kyslíkem. Požadovaného výkonu potom musí dosáhnout odbouráváním glukózy bez přístupu kyslíku, tedy pomocí kvašení. Glukóza se štěpí na kyselinu pyrohroznovou a dále na kyselinu mléčnou neboli laktát (Kučera 2000). Určitá hladina laktátu v krvi (klidový laktát) je naprosto fyziologickým jevem. Jeho hodnota se pohybuje od 0,8 do 1,8 mmol/l. Toto množství závisí na mnoha faktorech (např. na trénovanosti jedince) (Bartůňková 2014).

Laktát mění vnitřní prostředí organismu na kyselejší, a to sportovec subjektivně pocítí především jako bolest ve svalech, ztrátu svalové síly a únavu. Důsledkem takového stavu bude pokles výkonu, který mnohdy doznívá i druhý den po výkonu (Havlíčková 2003).

Podle článku od MUDr. Jany Doležalové z laboratoří MEDILA (2017) se mezi sebou sportovci liší maximální hodnotou laktátu. Ta závisí na stavu trénovanosti, složení svalových vláken, na stravovacích návycích sportovce a nadmořské výšce. Sprinteři, narozdíl od vytrvalostních sportovců, produkují více laktátu, protože dochází k častějšímu a intenzivnějšímu smršťování svalových vláken.

Je možné sledovat zhodnocení efektivity tréninku u aktivních sportovců pomocí tzv. laktátové křivky (Graf 2). Při vysoké zátěži, kdy tělo nemá dostatek kyslíku, se laktát jako odpadní látka hromadí a způsobuje svalovou bolest, klesá pH v těle, nastupuje únava a dochází k tzv. zakyselení organismu. Laktát je následně příčinou ztráty svalové síly, snížení koordinace, pocitu ztuhlosti a celkové ztrátě výkonnosti. Bohužel při extrémních výkonech nelze jeho tvorbě zabránit.



Graf 2: Graf závislosti množství laktátu na intenzitě běhu u sportovců různé výkonnosti (MUDr. Jana Doležalová 2017).

3.6.2 Bílkoviny

Bílkoviny neboli proteiny jsou tvořeny jedním nebo několika peptidovými řetězci, z nichž každý obsahuje 100 nebo více aminokyselinových zbytků vzájemně propojených peptidovou vazbou. Představují základní materiál pro stavbu těla, jsou tedy nezbytné pro růst, údržbu a opravu tělesných tkání. Tvoří základní strukturu kostí, kůže, svalových vláken, enzymů a hormonů. Dále se podílejí na tvorbě trávicích šťáv, krevních elementů a obranných látek. Mají také velký význam pro výživu nervové tkáně (Kunová 2011).

V lidském organismu bílkoviny působí jako esenciální živina. Tělo člověka neumí ukládat konzumované bílkoviny ve formě tělesných bílkovin (svalové hmoty) a ani si je samo neumí vytvořit. Proto člověk musí potřebnou dávku bílkovin přijmout každodenně ve stravě. Energetická hodnota 1 g bílkovin je 17 kJ (Bernaciková 2013; Wilmore at al.2004).

Příjem bílkovin u vytrvalostních sportovců

Nejvhodnější sportovní výživa obsahuje přiměřený, ale nikoliv nadměrný příjem bílkovin. Bílkoviny jsou dennodenně degradovány a opět nahrazovány. Tyto dva procesy by měly být v ideálním případě v rovnováze. Nadbytečný přísun bílkovin neznamená vznik nových svalových vláken. Pouze vyvolává zvýšení degradace bílkovin a jejich vylučování z těla, čímž je narušeno i vnitřní prostředí organismu tvorbou odpadních látek (močoviny a kyseliny močové). Zvýšená koncentrace močoviny a kyseliny močové může negativně ovlivnit činnost mozku a krevní oběh a také přispět ke vzniku degenerativních změn kloubů a tím i narušit tréninkový plán vytrvalostních sportovců (Vilikus 2012). Další negativa vysokého příjmu bílkovin jsou zatížení ledvin, nárůst krevního tlaku a celkové zpomalení regenerace po výkonu. Bohužel většina sportovců konzumuje bílkovin více než skutečně potřebuje. Všechny přebytečné bílkoviny jsou použity buď jako zdroj energie, nebo jsou uloženy ve formě glykogenu a tělního tuku. (Fořt 2002).

Naopak nedostatečným přísunem bílkovin vzniká tzv. negativní dusíkatá bilance, na kterou tělo sportovce reaguje postupnou degradací bílkovin ve svalech, v krvi i v jiných tkáních. Při déletrvající zátěži se postupně spotřebovávají zásoby glykogenu ve svalech a v játrech. Organismus na nebezpečí hypoglykémie (snížení hladiny cukru v krvi) reaguje adaptačními procesy v játrech, ve kterých se tvoří glukóza oxidací molekul různého původu (tzv. glukoneogeneze), mimo jiné i z molekul bílkovin. To znamená, že přibližně za dvě hodiny

vytrvalostního sportu může být spotřebováno až 40 gramů bílkovin (Clark 2009; Puleo & Milroy 2014).

Cílem správné výživy pro vytrvalostní sportovce je zabránit vzniku situace, která vyžaduje využití bílkovin k tvorbě energie. To následně znamená devastaci svalových bílkovin. Pokud k této situaci přesto dojde, prodlouží se doba regenerace a sníží se celkový výkon vytrvalostního sportovce. Čím intenzivnější je využití bílkovin pro tvorbu energie, tím větší je únava a delší regenerace (Kunová 2011). Trénink nebo soutěžní výkon, který by takovou situaci vyvolal opakovaně, vede ke vzniku chronického přetížení nebo přetrénování. Toto nebezpečí se umocňuje především u sportovců, jejichž zásoby glykogenu jsou vyčerpané nebo nedostatečné. (Puleo & Milroy 2014).

Potřeba bílkovin u vytrvalostních sportovců

V příjmu bílkovin potřebných pro vytrvalostní sportovce se většina autorů shodla. (Tabulka 4). Popisují doporučený příjem v gramech na jeden kilogram tělesné hmotnosti pro vytrvalostního sportovce.

Tabulka 4: Porovnání příjmu bílkovin různých autorů

Autor	g bílkovin na kg tělesné hmotnosti
Clark (2009)	1-1,5
Burke at al. (2008)	1,2- 1,7
Konopka (2004)	1,2-1,4
Fořt (2003)	1,2-1,6
Mandelová & Hrnčířiková (2007)	1,2-1,4
American Dietetic Association (2000)	1,2-1,4
National Academies Press (2005)	1-1,2

Burke at al. (2008) uvedli společná stanoviska „American College of Sports Medicine“, „American Dietetic Association“ a „Dietitians of Canada“, která byla publikována v prosinci roku 2000, že při tělesné zátěži aerobního charakteru se doporučuje, aby 15 % z celkového příjmu energie pocházelo z potravin bohatých na bílkoviny, jako je hovězí a vepřové maso nebo drůbež a luštěniny. Je doporučeno denně jíst 2–3 porce potravin bohatých na bílkoviny.

Především vytrvalci by měli dbát na správný a přiměřený příjem bílkovin ve stravě, aby nedocházelo k degradaci bílkovin za účelem získání energie, jak je zmíněno výše (Clark 2009).

Zdroje bílkovin

Bílkoviny přijaté z živočišné a rostlinné stravy mají hodně odlišností. Liší se především nutriční hodnotou (popsáno v následující kapitole) založenou na aminokyselinovém spektru a stravitelnosti. Člověk by měl jejich konzumaci kombinovat. U vytrvalostních sportovců je důležitá vhodná skladba bílkovin hlavně kvůli svalové regeneraci (Devries & Stuart 2015).

Živočišné zdroje bílkovin, na rozdíl od rostlinných zdrojů, obsahují vyvážený poměr esenciálních aminokyselin a mají vyšší podíl plnohodnotných bílkovin spolu s ostatními živinami (vitamin B12 a D, Zn, kyselina doxosaheptaenová, hemové železo). Mezi nevýhody bílkovin získaných z živočišných zdrojů patří vyšší obsah tuků a cholesterolu, čímž se více zatěžují játra a ledviny. Mezi významné živočišné zdroje bílkovin patří mléko a mléčné výrobky (jogurty, sýry, tvarohy), vejce a maso (Tabulka 5) (Fořt 2002; Mach & Borkovec 2013).

Tabulka 5: Obsah bílkovin v živočišných zdrojích (Clark 2009).

Živočišné zdroje	Gramů bílkovin v jedné porci
Vaječný bílek	3,5g /velké vejce
Vejce	6 g/ velké vejce
Sýr tvrdý	7 g/30 g
Mléko polotučné	8 g/250ml
Jogurt	11 g/200 g
Tvaroh	15 g/100 g
Treska	27 g/125 g
Tuňák	40 g/175 g
Vepřové maso	30 g/125 g
Kuřecí maso	35 g/125 g

Bílkoviny obsažené v rostlinných zdrojích se nachází z největší části v semenech, přesněji v dělohách rostliny. Lépe se konzumují v syrové podobě než bílkoviny získané ze živočišných zdrojů. Mají nulový obsah cholesterolu a vysoký obsah pozitivně působících látek (vláknina, vitaminy, minerální látky, enzymy). Rostlinné zdroje bílkovin jsou cenově dostupnější než živočišné. Na druhou stranu se u těchto potravin potýkáme s častým problémem alergie na lepkové bílkoviny.

Z rostlinných zdrojů bílkovin jsou pro člověka nejvýznamnější obiloviny (pšenice, žito, ječmen, oves, rýže a kukuřice), luštěniny (hrách, čočka, sója a fazole) a olejnin (Tabulka 6) (Mach & Borkovec 2013). Mezi rizikové faktory rostlinných bílkovin patří možný výskyt těžkých kovů, toxických látek nebo plísní. V některých případech je obsaženo vyšší procento dusičnanů. Rostlinné zdroje mají nízký obsah plnohodnotných bílkovin důležitých pro správnou funkci těla sportovců. Proto může vzniknout problém u sportovců, kteří jsou vegetariáni. (Food and Nutrition Board Institute of Medicine 2005).

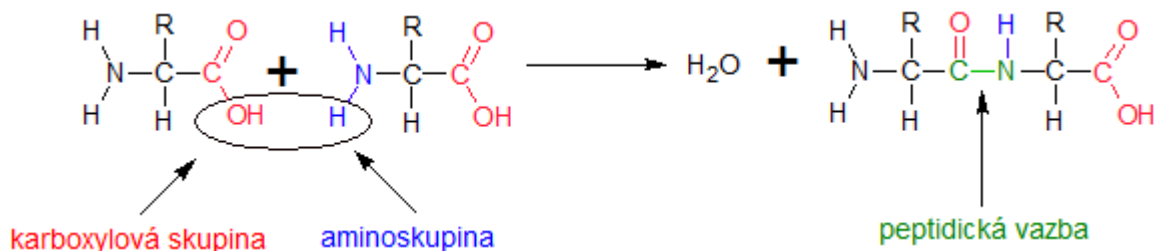
Tabulka 6: Obsah bílkovin v rostlinných zdrojích (Clark 2009).

Rostlinné zdroje	Gramů bílkovin v jedné porci
Pšeničná mouka	10,4 g /100 g
Žitná mouka	7,6 g/ 100 g
Kukuřice	9 g/100 g
Rýže	6,7 g / 100 g
Luštěniny	24,2 g /100 g
Ořechy	20 g/ 100 g
Tofu	10 g/100 g

3.6.2.1 Aminokyseliny

Bílkoviny jsou složeny z aminokyselin (AMK), které jsou propojeny peptidickou vazbou (Obrázek 4). Aminokyseliny jsou látky, které mají stejnou chemickou strukturu a obsahují aminovou a karboxylovou skupinu. V lidském organismu se nachází 20 AMK, které se dělí na esenciální, neesenciální a semiesenciální (Clark 2009). Pouze osm aminokyselin je pro člověka esenciálních. To znamená, že jsou nezbytné a musí být organismu dodány ve stravě, protože si je organismus nedokáže vytvořit přeměnou z jiných aminokyselin. Mezi tyto aminokyseliny patří valin, leucin, izoleucin, fenylalanin, tryptofan, threonin, methionin a lysin. Neesenciální AMK nemusí být nutně dodány stravou, protože si je organismus dokáže přetvořit z jiných přijatých aminokyselin, glukózy nebo mastných kyselin. Semiesenciální AMK za určitých okolností (růst, mimořádná tělesná zátěž) je potřebné dodávat stravou, protože si je organismus nedokáže vytvořit v dostatečném množství (arginin, histidin).

V organismu se AMK nachází ve formě volné, ale většina je uložena ve formě bílkovin (Clark 2009; Mourek 2012). Pokud bílkovina obsahuje všech osm esenciálních aminokyselin, jedná se o plnohodnotnou bílkovinu (všechny živočišné bílkoviny). Právě tyto bílkoviny jsou optimální pro výstavbu, tvorbu a obnovu svalové hmoty. Pokud v bílkovině chybí pouze jedna esenciální aminokyselina, jedná se o neplnohodnotnou bílkovinu (Kunová 2011).



Obrázek 4: Vznik peptidické vazby bílkovin

U vytrvalostních sportovců hraje důležitou roli AMK kyselina glutamová. Její fyziologické dávky oddalují svalovou únavu a zlepšují vyšší nervovou činnost. Samozřejmě i ostatní AMK jsou v organismu vytrvalostního sportovce důležité. Nedostatek nebo naopak nadbytek methioninu způsobuje poruchu funkce jater, tedy i následně špatné ukládání glykogenu. Histidin je důležitý pro růst a obnovu tkání, zejména svalové (Kalač 2003).

3.6.2.2 Biologická hodnota bílkovin

Kvalita a výživová hodnota bílkovin je dána zastoupením aminokyselin a jejich využitelností. Hodnotí se pouze esenciální aminokyseliny, protože je předpokládáno, že postradatelné aminokyseliny si je schopen organismus v potřebném množství syntetizovat sám (zmíněno v předešlé kapitole) (Skolnik & Chernus 2011).

Podle Bernacikové (2013) biologická hodnota neboli Biological Value bílkovin (BV) udává, kolik gramů tělesných bílkovin může být vytvořeno ze 100 g bílkovin ve stravě. Jde tedy o množství gramů vytvořené lidské bílkoviny ze 100 g přijaté bílkoviny. Hodnocení této hodnoty se udává pomocí stupnice (Tabulka 7) (Kleiner & Greenwood-Robinson 2001). Nižší kvalita bílkoviny určuje nižší biologickou hodnotu. Takové bílkoviny jsou využity jako zdroj energie. Komplexní bílkoviny mají vysokou biologickou hodnotu a jsou využity pro růst a regeneraci svalů po výkonu. Bílkoviny z různých zdrojů potravin se mohou vzájemně doplňovat a kombinovat, tím je možné dosáhnout vyšší biologické hodnoty, než jak je tomu u samotné bílkoviny (Konopka 2004).

Čím vyšší je biologická hodnota bílkovin, tím méně jich tedy tělo potřebuje k udržení vyrovnané bílkovinné bilance (Mach & Borkovec 2013). Z tohoto pohledu jsou pro vytrvalostní sportovce hodnotnější bílkoviny z živočišných zdrojů. Biologická hodnota tedy slouží především k určení kvality bílkovin z nutričního hlediska (Konopka 2004).

Tabulka 7: Biologická hodnota některých potravin (Kleiner & Greenwood-Robinson 2001)

Bílkovina	Biologická hodnota (BV) (%)
Vaječný bílek	100
Syrovátka	100
Veje	96
Kasein (mléko)	80
Hovězí maso	80
Vepřové maso	70
Ovesné vločky	60
Pšeničná mouka	53
Luštěniny	46
Želatina	25

3.6.2.3 Trávení bílkovin

Rozklad bílkovin začíná v žaludku tzv. hydrolýzou. Buňky, které se nachází ve sliznici žaludku tvoří pepsinogeny. Tyto pepsinogeny jsou aktivovány kyselinou chlorovodíkovou na pepsiny. Pepsiny za pH 2-5 štěpí peptidové vazby některých aminokyselin. Jsou inaktivovány v tenkém střevě a většina bílkovin je rozložena právě zde (Mourek 2012). S trávením zde pomáhají střevní šťáva a pankreatická šťáva. Z enzymů pankreatické šťávy se na rozkladu bílkovin podílí především enzymy trypsin a chymotrypsin, které rozštěpí proteiny na polypeptidy. Trypsin aktivuje elastázu, která následně štěpí aminokyseliny s nejnižší molekulovou hmotností (tj. peptidové vazby glycinu, alaninu a serinu). Po štěpení bílkovin v procesu trávení se začnou štěpit polypeptidy, a to prostřednictvím peptidázy. Trávení bílkovin ukončuje aminopeptidáza ve střevní šťávě a současně práce mikrokloků a slizničních buněk. Konečným produktem trávení jsou volné aminokyseliny. Aminokyseliny se následně dostávají pomocí střevního kartáčového lemu portální žilou do jater. (Mandelová & Hrnčířiková 2007).

Aminokyseliny jsou v játrech přeměňovány nebo předávány do krve pro další transport do cílových tkání, kde probíhá syntéza nových bílkovin. Krví jsou zpět do jater předávány aminokyseliny, které nebyly využity pro syntézu a probíhá jejich deaminace. Vzniká amoniak ketokyseliny. Ketokyseliny jsou dále přetvářeny na jiné látky nebo glukózu. Amoniak se

přeměňuje na močovinu a je vyloučen ven z těla (Silbernagl & Despopoulos 2016; Gibson 2005).

3.6.3 Tuky

Tuky (lipidy) jsou organické sloučeniny, které jsou nerozpustné ve vodě, ale rozpustné v organických rozpouštědlech. Řadí se mezi ně triacylglyceroly, vosky, fosfolipidy, steroly a další sloučeniny. Slouží jako nejbohatší zdroj energie, stavební složka biologických membrán, chrání a izolují orgány před poškozením a mají výbornou izolační funkci (udržují teplo). V neposlední řadě tuky zvyšují chutnost potravy a mají vysoce sytící efekt (Mandelová & Hrnčířiková 2007).

Význam tuků v potravě spočívá v tom, že se v nich rozpouštějí vitaminy (A, D, E a K). Ve stravě je nutné upřednostňovat kvalitativně vysokohodnotné tuky a oleje, které mají vysoký podíl nenasycených mastných kyselin, které obsahují právě esenciální mastné kyseliny (popsáno v kapitole mastné kyseliny). V lidském těle jsou z nich vyráběny důležité protizánětlivé látky (prostaglandiny, trombocyty a leukocyty). Také pomocí mastných kyselin jsou ovlivňovány stresové reakce organismu v důsledku sportovního zatížení (Kuhn 2005).

Tuky jsou energeticky nejvydatnější makroživinou, protože 1 g tuku obsahuje 38 kJ, zatímco gram bílkoviny i gram sacharidů poskytují pouze 17 kJ. Tuky jsou v lidském organismu převážně uloženy ve formě zásobního tuku v tukové tkáni. Dále jsou uloženy mezi svalovými vlákny a v krvi, kde se také nachází volné mastné kyseliny (Holeček 2006; Konopka 2004).

Tuky slouží jako zdroj energie při aktivitách o nižší intenzitě, ale delší době trvání. Trénovaný vytrvalostní sportovec má oproti nespportovci vyšší schopnost využívat jako zdroj energie vlastní zásoby tuků (Havlíčková 2003).

Příjem tuků u vytrvalostních sportovců

Jídla obsahující vyšší množství tuků (tučná pečená masa, smažené pokrmy) by neměla být konzumována v případě, že následuje větší fyzická zátěž (Clark 2009). Jedná-li se o vytrvalostní pohybovou aktivitu, může nastat situace, že sacharidy obsažené v tučném pokrmu snědeném před výkonem nebudou primárně použity jako zdroj energie, protože tučný pokrm bude velmi pomalu tráven společně se s nimi (Klimešová 2010). Podle doporučení Fořta (1990),

je v den, kdy je nutné podat co nejvyšší výkon (závody a soutěže), zcela nevhodné konzumovat příliš tučná jídla . Mohou způsobit zažívací potíže.

Po sportovním výkonu také není neoptimálnější zařazovat příliš tučné potraviny. Někteří sportovci tak činí v domněnku, že „potřebují doplnit energii“. Za účelem doplnění vyčerpaných glykogenových rezerv nebývá využita energie získaná z tuků, ale ze sacharidů, jak je popsáno v předešlé kapitole o sacharidech (Fořt 1990). Rezervy glykogenu se nejintenzivněji doplňují první dvě hodiny po zátěži. V té době by tučné jídlo stále ještě bylo v žaludku. Proto po zátěži je vhodné doplnit energii sacharidovou stravou s vyšším glykemickým indexem a až po dvou hodinách stravou s obsahem bílkovin a komplexních sacharidů, případně tuků (Clark 2009).

Klimešová (2010) udává, že na rozdíl od sacharidů (sacharidová superkompenzace) nemá výrazné navýšení příjmu tuků před zátěží pozitivní vliv na vytrvalost sportovce.

Potřeba tuků u vytrvalostních sportovců

Doporučený příjem tuků pro vytrvalostní sportovce je podobný nebo mírně vyšší než pro běžnou populaci. Tuk představuje přibližně 1/3 (25-30 %) z celkového denního energetického příjmu potravy pro vytrvalostní sportovce (Kreider at al. 2004).

V jídelníčku sportovce má tuk své nezastupitelné místo, protože obsahuje esenciální mastné kyseliny. Ty jsou nezbytnou součástí vyvážené stravy, která je pro vytrvalostní sportovce zdrojem dostatečného množství energie (Fořt 1990).

Mnozí vytrvalostní sportovci se domnívají, že příjem tuků vede pouze k růstu tukových zásob a snaží se jich přijímat stravou co nejméně (kolem 10–20 g/den). Takto se tomu děje, když je příjem tuků nadbytečný (tj. více jak 30 % celkového denního příjmu). Bez potřebných tuků by tělo sportovce nemohlo správně fungovat (popsáno výše) (Maughan & Burke 2006).

Důležitá je i skladba tuků. Měly by převažovat tuky rostlinné, a naopak by se měly omezovat živočišné tuky, především ty skryté (uzeniny, paštiky, sýry). Je doporučováno konzumovat až 2x týdně ryby pro jejich obsah esenciálních mastných kyselin důležitých pro celkové zdraví vytrvalostního sportovce (Mandelová & Hrnčířiková 2007).

3.6.3.1 Mastné kyseliny

Tuky jsou po chemické stránce estery mastných kyselin a glycerolu. Mastné kyseliny (MK) se skládají nejčastěji z 16 až 18 atomů uhlíku, které vytvářejí vzájemně propletené řetězce (Kunová 2011).

Rozdělení mastných kyselin:

Nasyčené MK = SAFA (saturované, s jednoduchými vazbami) jsou dodávány do těla potravou, ale mohou se v těle tvořit i lipogenezí z glukózy. Nejběžnější zástupci jsou kyselina palmitová a stearová. Většinou v těle působí nepříznivě tím, že zvyšují hladinu cholesterolu v krvi. To později může vést k ateroskleróze (ucpávání tepen) a trombóze (nedokrvování končetin). Zejména u vytrvalostních sportovců, kteří svými výkony hodně namáhají srdce, je tento stav velmi ohrožující (Guo 2009). Nasyčené MK jsou obsaženy v živočišných tucích, jako je máslo, sádlo, hovězí tuk nebo rostlinných tucích jakými jsou kokosový a palmový olej (Tabulka 8) (Společnost pro výživu 2011).

Nenasycené MK

-monoenové = MUFA (s jednou dvojnou vazbou). Působí příznivěji na zdraví člověka než nasycené mastné kyseliny. Hladinu celkového cholesterolu v těle nemění. Pouze zvyšují prospěšnou HDL frakci a snižují jeho nebezpečnou LDL frakci. Patří mezi ně kyselina olejová nebo palmitolejová. Zdrojem je olivový olej, avokádo a různé druhy ořechů (Tabulka 8) (Kunová 2011; Společnost pro výživu 2011).

-polyenové = PUFA (n-6 kyselina linolová, n-3 kyselina linolenová, arachidonová) Polyenové mastné kyseliny je nutné přijímat stravou, protože organismus člověka si je nedokáže sám vytvořit. Podobně jako některé aminokyseliny, jsou i tyto mastné kyseliny pro organismus nezbytné (esenciální). Většina z nich snižuje hladinu cholesterolu v krvi. Některé zabraňují vzniku krevních sraženin (trombů). Zdrojem jsou hlavně rostlinné oleje (řepkový, olivový, dýňový, slunečnicový, rýžový, sójový), margaríny z nich vyrobené a tuk obsažený v rybím mase (Tabulka 8). Při zátěži, jakou mají vytrvalostní sportovci, se jejich potřeba jen mírně zvyšuje (Guo 2009; Společnost pro výživu 2011).

Tabulka 8: Složení jednotlivých tuků a olejů (Zdroj: <http://www.olejnadzlatto.cz>)

Tuk (olej)	SAFA	MUFA	n-3 PUFA	n-6 PUFA
Řepkový olej	8	61	9	20
Slunečnicový olej	12	26	0,5	61
Sójový olej	16	23	53	7
Olivový olej	15	75	1	9
Palmový olej	50	40	9,5	0
Palmojádrový olej	82	14	0	4
Kokosový tuk	90	7	0	3
Vepřové sádlo	41	48	1	8
Mléčný tuk	68	22	0,5	1,5
Hovězí lůj	50	40	0,5	5
Kuřecí tuk	41	37	1	20
Rybí tuk	28	52	15	5
Kakaové máslo	60	38	0	2

Poměry a množství příjmu tuků a mastných kyselin u vytrvalostních sportovců

Ve vyváženém jídelníčku vytrvalostního sportovce by energie z tuků neměla představovat více než 25–30 % veškeré přijaté energie (Keller at al. 1993). Při tomto příjmu by měl podíl nasycených (SAFA) MK tvořit maximálně 10 % (20 g) celkové přijaté energie. Polyenové MK (PUFA) by měly dodávat 7–10 % celkové energie pro vytrvalostní sportovce. Monoenové (MUFA) MK pokryjí zbytek celkového denního příjmu vytrvalostního sportovce (tj. 8–10 %). Celkově by denní příjem vytrvalostního sportovce měl být 1/3: 1/3: 1/3 (nasycené MK: monoenové MK: polyenové MK) z celkového denního příjmu pro vytrvalostní sportovce.

U PUFA MK by měl být poměr n-6 mastných kyselin ku n-3 mastným kyselinám 4–5:1. Příjem n-6 by se měl pohybovat okolo 6 g za den. Příjem n-3 MK by měl být od 250 mg do 2 g za den.

Nasycené a nenasycené MK by se tedy měly pohybovat v poměru 1:2. (Společnost pro výživu 2011; Clark 2009).

Zdroje tuků

Obsah tuků v potravě se může značně lišit. Jsou potraviny, kde je obsah tuku téměř 100%. Mezi takové potraviny patří například sádlo nebo rostlinné oleje. Jsou také potraviny s minimálním množstvím tuku (5-10%). Sem patří například ovoce a zelenina. Existují také potraviny, ve kterých není obsah tuku zjevný. Označují se jako tzv. „skrytý“ tuk. Takový tuk se vyskytuje například v mléku, sýrech, dezertech, paštikách apod. Vytrvalostní sportovci by měli upřednostnit tuky rostlinné, naopak by měli mít nízký příjem živočišných a skrytých tuků, které nepříznivě působí na srdečně-cévní systém a způsobují trombózu i aterosklerózu (popsáno výše). (Mandelová & Hrnčířiková 2007).

Přehled zdrojů tuků ve stravě shrnuje následující tabulka:

Tabulka 9: Zdroje tuků ve stravě (Mandelová & Hrnčířiková 2007).

Potraviny s vysokým obsahem tuků (nad 40 %)	Potraviny s nízkým obsahem tuků (méně než 20 %)
tučné maso	výrobky z obilovin (chléb)
plnotučné mléko a mléčné výrobky	luštěniny
ořechy, mák	brambory
jemné a trvanlivé pečivo	ovoce
smetanové mražené krémy	zelenina
čokoláda	nečokoládové cukrovinky

3.6.3.2 Cholesterol

Cholesterol je základní složkou všech tkání lidského těla, a proto je pro organismus životně nezbytný. Obsahují ho všechny buněčné membrány. Je součástí žluči pro biosyntézu steroidních hormonů, žlučových kyselin a vitamínu D.

Doporučený maximální denní příjem cholesterolu pro vytrvalostní sportovce je do 300 mg. Přibližně 1 g cholesterolu denně si organismus sám vyrobí v játrech. (Dostálová at al. 2012).

Rozlišujeme dva typy cholesterolu. LDL jsou lipoproteiny s nízkou hustotou. Jejich přebytek se ukládá na stěny cév a je zdraví škodlivý. HDL jsou lipoproteiny s vysokou hustotou. Odebírají přebytečný cholesterol z periferie a mohou i částečně uvolňovat v cévních stěnách

vázaný LDL cholesterol. Poté ho transportují do jater, kde podléhá přeměně na steroidní hormony a na žlučové kyseliny. Žlučové kyseliny jsou jako součást žluči vylučovány do tenkého střeva, kde emulgují tuky. V tlustém střevě se část z nich vstřebává a vrací do jater, část je vyloučena stolicí. (Kukačka 2009; Pánek 2002). Denní ztráty cholesterolu (stolicí, odloupanou kůží aj.) musí být nahrazeny syntézou v játrech nebo vhodně zvolenou stravou (Pánek 2002).

Faktorů, které ovlivňují celkovou hladinu cholesterolu v krvi je více. Není to jen jeho příjem ze stravy. Jeho hladinu lze snížit optimálním příjmem nenasycených mastných kyselin (n-6 a n-3) a vlákniny. Dalším a velmi účinným prostředkem je tělesný pohyb. Pohyb zvyšuje hladinu přínosného HDL cholesterolu, proto vytrvalostní sportovci většinou nemají s jeho hladinou problémy (Burdychová 2009; Konopka 2004).

V rostlinné stravě se cholesterol téměř nevyskytuje, proto jsou jeho zdrojem zejména živočišné produkty (tučné maso a vejce) (Dostálová et al. 2012).

3.6.3.3 Trávení tuků

Tuky jsou špatně rozpustné ve vodě, proto vyžadují zvláštní mechanismy trávení a jsou nejobtížněji stravitelnou živinou. V trávenině se vyskytují ve formě kapének, které musí být žlučí emulgovány na malé částice. Ty už jsou enzymy schopny štěpit. Mezi tyto enzymy patří zejména pankreatické lipázy. Lipázy rozštěpí tuky až na jednotlivé mastné kyseliny a glycerol. Ty jsou pak pasivně vstřebány slizničními buňkami tenkého střeva do lymfy, odkud se vyplavují do krevního oběhu (Maughan & Burke 2006). Metabolizují se v buňkách jater a v dalších tkáních. Následně jsou přeměňovány na energii, zásobní glykogen (u vytrvalostních sportovců) nebo slouží jako tukové zásoby (Mandelová & Hrnčířiková 2007).

Trávení tuků začíná už v žaludku pomocí žaludeční lipázy. Tuky se následně emulgují pomocí žluče na malé kapénky ve dvanáctníku a dále se vstřebávají v jejunu. Proces záleží na délce mastných kyselin. Krátké a středně dlouhé mastné kyseliny jsou vstřebávány pasivní difuzí a transportovány přímo do krve. Mastné kyseliny s dlouhým řetězcem vyžadují reesterifikaci zpět na triacylglyceroly a ve formě chylomikronů jsou transportovány lymfatickým systémem a také se dostávají do krve.

Poměr tuků a sacharidů spalovaných během cvičení velmi závisí na intenzitě a délce tréninku. Při vytrvalostní zátěži se tuky oxidují kyslíkem a poskytují svalům větší množství energie než sacharidy. Se zvyšující se intenzitou zátěže roste podíl využitelnosti sacharidů.

Energie získaná spálením jedné molekuly glukózy je čtyřikrát menší než energie, kterou poskytují mastné kyseliny z tuků. Ovšem k oxidaci tuků je zapotřebí mnohem větší množství kyslíku. Proto se při aerobním tréninku, kdy dochází k maximálnímu okysličení svalů, efektivněji spaluje tuk. Vytrvalost sportovce souvisí s tím, že dokáže aktivně spalovat velké množství tuků a tím si šetří zásoby sacharidů (Mach & Borkovec 2013; Kreider at al. 2004).

3.7 Minerální látky

Minerální látky jsou neoddělitelnou součástí potravy vytrvalostního sportovce. Jejich roli v organismu je mnoho. Jsou to nepostradatelné látky, které tělo využívá na stavbu tvrdých tkání a kostí včetně zubů (vápník, fosfor, křemík a fluor) nebo tvorbu hormonů a enzymů (kobalt a železo) (Mindell & Mundis 2010). Při vysoké tělesné zátěži jejich spotřeba může stoupat. To je typické zejména pro sodík, vápník, hořčík, draslík a selen (Konopka 2007). Minerální látky nedodávají organismu žádnou energii. Zaručují fyzikální a chemické vlastnosti některých tkání a tělesných tekutin. Denní potřeba minerálních látek je 100 mg a více, u stopových prvků je denní potřeba nižší než 100 mg za den (Bernaciková 2013).

Podle Klimešové (2010) se minerální látky rozdělují podle množství potřebného pro člověka na:

- Makroelementy – hořčík, draslík, sodík, vápník, fosfor, chlór, síra,
- mikroelementy – železo, měď, mangan, jód, zinek, chróm, selen,
- stopové prvky – křemík, vanad, nikl, bor.

Nejdůležitější minerální látky pro vytrvalostní sportovce

Vápník (Ca) je nezbytnou součástí kostní tkáně. Snižuje nervosvalovou dráždivost (tetanii). Tetanie je zvýšená nervosvalová dráždivost, která může být jen přechodná, ale i dlouhodobá až trvalá. Mezi symptomy tetanie patří mravenčení, svědění, pálení, pocit nedostatku vzduchu, zrychlené dýchání, křeče, tiky, ale také dezorientace postižené osoby (Hoffman at al. 2006).

Vápník dále umožňuje správnou funkci převodního systému srdce a je nezbytný v procesu srážení krve. Potřebný je také při neutralizaci aminokyselin a aktivaci trávicích enzymů (pankreatická lipáza) (McDowell 2003).

Fyzická aktivita podporuje pozitivně tvorbu kostní hmoty. Pokud však sportovec podstupuje velmi intenzivní trénink a nepřijímá dostatek vápníku ze stravy, může tento stav vyústit v nízkou kostní denzitu a zvýšené riziko zátěžových zlomenin (Kuhn 2005). Proto ve stravě vytrvalostních sportovců je vzhledem k vyšším ztrátám potem a močí nutné zajistit vyšší příjem vápníku. Vytrvalostní sportovci by proto měli užívat alespoň 850–1200 mg Ca denně oproti doporučenému příjmu pro běžnou populaci 800 mg Ca na den (Kreider at al. 2004).

Zdroje vápníku jsou mléčné výrobky, luštěniny, ořechy, mák, sezam, květák a syrová zelenina. Nejvíce využitelný zdroj vápníku pro člověka je mléko (využitelnost až 30 %) (Fořt 2004).

Hořčík (Mg) je součástí více než 300 enzymů. Některé z nich ovlivňují svalovou kontrakci, dodávku kyslíku a syntézu bílkovin. Působí v obranných procesech jako činitel antistresový, antitoxický, protialergický a protizánětlivý (Williams 2004). Je také obsažen ve svalech, kostech a nervové tkáni. Ztráty hořčíku vlivem nesprávné výživy a náročného sportovního výkonu bývají často podceňovány. Mohou být hlavní příčinou svalových křečí. Jeho nedostatek také způsobuje tetanii, jako je tomu u vápníku. Hořčík se podílí i na tvorbě hlavní složky pro výkon – adenosintrifosfátu (ATP) (Fořt 2004; Hoffman at al. 2006).

Doporučené denní množství pro vytrvalostní sportovce je 350-400 mg hořčíku na den. Doporučení pro běžnou populaci je 300-375 mg hořčíku na den (Medeiros & Wildman 2015; Společnost pro výživu 2011).

Zdroje hořčíku jsou především v potravinách rostlinného původu. Mezi ně patří mák, fazole, sója, lískové ořechy, kakao, banány a ovesné vločky. Obsahují ho i potraviny živočišného původu jako jsou ryby, drůbež nebo tvrdé sýry (Fořt 2002).

Sodík (Na) je důležitý k udržení osmotického tlaku v extracelulárních tekutinách. Sodné ionty zajišťují transport mnoha látek z extracelulárního do intracelulárního prostředí (tzv. sodíková pumpa). Podílí se také na úpravě dráždivosti svalů (schopnosti svalu odpovídat na stimuly) (McDowell 2003).

Pouze u dlouhodobého intenzivního vytrvalostního výkonu (nad 4 hodiny) je vhodné sodík doplňovat. K jeho velkým ztrátám dochází vlivem pocení. Z těla se v jednom litru potu ztrácí 2–3 g sodíku (Maughan & Burke 2006). Tyto ztráty je nutné doplňovat již během

dlouhodobého vytrvalostního zatížení, jinak by došlo k předčasnému vyčerpání organismu a svalovým křečím. Nedostatek sodíku se může také projevit bolestmi hlavy, zvracením, svalovou slabostí a zmateností. Naopak nadbytek může způsobit ledvinové kameny nebo zvýšenou lámavost kostí (Clark 2009).

Doporučená denní dávka pro vytrvalostní sportovce je 550 mg sodíku na den. Pro běžnou populaci se doporučená dávka pohybuje od 130 do 300 mg sodíku na den (Společnost pro výživu 2011).

Zdroje sodíku v potravinách jsou především sůl (NaCl) a veškeré produkty sůl obsahující (sýry, masné výrobky, pochutiny) (Fořt 2002).

Draslík (K) se podílí na vedení vzruchů, dráždivosti svalů, snižuje krevní tlak a odstraňuje únavu. Je důležitou součástí v metabolismu cukrů a při tvorbě glykogenu (je s ním společně vázán) (McDowell 2003). Pokud zvýšíme příjem sacharidů, měl by se zvýšit i příjem draslíku. To se děje většinou automaticky, protože většina potravin bohatých na sacharidy obsahuje zároveň i draslík (banány, citrusy, ořechy a brambory) (Fořt 1990).

Nedostatek se projevuje poruchou činnosti svalů, poruchou srdečního rytmu, poruchou trávení a nervového systému. (Medeiros & Wildman 2015). Denní doporučená dávka pro vytrvalostní sportovce je shodná s doporučenou dávkou pro běžnou populaci a činí 1600–2000 mg (Kreider at al. 2004; Společnost pro výživu 2011).

Železo (Fe) je jedním z nejkritičtějších minerálů vzhledem k vytrvalostnímu sportovnímu výkonu (Williams 2004). Nedostatek železa ovlivňuje výkonnost sportovce. Železo je totiž zahrnuto v přenosu kyslíku a v energetickém metabolismu, proto nedostatečný příjem železa může vést k jeho deficitu zvláště u vytrvalostních sportů závislých na aerobním metabolismu (Mandelová & Hrnčířiková 2007). Další skupinu ohroženou deficitem železa představují ženy a sportovci vegetariáni, kteří mají stravu málo bohatou na zdroje železa. Ženy by měly užívat až dvakrát větší dávku, protože ztrácí velkou část železa při menstruačním cyklu (Medeiros & Wildman 2015).

U vytrvalostních sportovců je doporučená denní dávka pro muže 10–20 mg železa a pro ženy před menopauzou až 30 mg železa. (Společnost pro výživu 2011; Vilius 2012). Nedostatek železa způsobuje anémii (chudokrevnost), bledost, únavu, snížení výkonnosti nebo v závažných případech dokonce mentální poruchy (Medeiros & Wildman 2015).

V potravě se železo vyskytuje ve dvou formách. Chemická struktura železa označovaná jako hem je přítomna v libovém mase, pivních kvasinkách, rybách a drůbeži. Tato forma je

velmi dobře vstřebatelná. Naopak z čočky a fazolí a dalších rostlinných zdrojů je železo pro člověka hůře vstřebatelné (Fořt 2002).

Deficit minerálních látek u vytrvalostních sportovců

Sportovci, pokud mají pestrou stravu, nemusí užívat minerální suplementy. Pouze sportovci snižující hmotnost mohou být ohroženi nedostatkem železa, vápníku a někdy i jódu. Proto by měli v tomto případě užívat jejich suplementy nebo je přijímat ve větším množství v potravinách bohatých na konkrétní minerální látku (Konopka 2004). Pokud je příjem a vstřebávání minerálních látek nedostatečný, může dojít ke snížení výkonnosti sportovce. Tento krátkodobý deficit může ovlivnit i následnou regeneraci po výkonu, případně při dlouhodobém deficitu celkové zdraví sportovce. Projevy nedostatku minerálních látek jsou jinak poměrně vzácné. Naopak nadbytek minerálních látek může být pro tělo sportovce škodlivý tím, že může zatěžovat ledviny nebo se mohou tvořit žlučňíkové a ledvinové kameny (Mach & Borkovec 2013; Kreider at al. 2004).

3.8 Vitaminy

Vitaminy patří mezi látky, které si organismus člověka nedokáže vytvořit sám, a proto se musí do organismu dodávat. Jsou obsaženy v potravinách rostlinného původu, v mléce, v mase, ve vejcích a dalších složkách běžné potravy (Burke 2010). Jsou stavebními kameny enzymů, které následně ovlivňují průběh látkové výměny a dalších pochodů v organismu. Vitaminy A, C a E jsou důležité pro svou schopnost neutralizovat molekuly tzv. volných radikálů, které se uvolňují hlavně oxidací. (Medeiros & Wildman 2015).

Vitaminy se dělí podle jejich rozpustnosti na vitaminy rozpustné ve vodě a rozpustné v tucích. Mezi vitaminy rozpustné ve vodě patří vitamin C a vitaminy ze skupiny B-komplex. Vitaminy rozpustné v tucích jsou skupiny A, D, E a K (Tabulka 10 a, 10 b). Toto rozdělení je důležité z hlediska možnosti nadměrného příjmu vitaminů (Burke 2010). Přebytek vitaminů rozpustných ve vodě je tělo schopno vyloučit močí. Vitaminy rozpustné v tucích nemají pro své přebytky odvodové kanály a hromadí se. Může tak dojít k jejich předávkování a vyvolat toxický účinek na tělo sportovce (Konopka 2007).

Pokud naopak je příjem vitaminů nedostatečný, může to způsobit různé poruchy. Nejčastější jev se nazývá hypovitaminóza. Při úplné absenci vitaminů se mluví o tzv. avitaminóze. Nadbytek vitaminu ve stravě se nazývá hypervitaminóza (Mandelová & Hrnčířiková 2007).

Tabulka 10 a: Hlavní biologické funkce a zdroje vitaminů rozpustných v tucích (Maughan & Burke 2006).

Rozpustné v tucích		
Vitamin	Funkce	Zdroj
Vitamin A (retinol)	nezbytný pro tvorbu barviv na sítnici, podílí se na syntéze bílkovin v kůži a sliznicích	mléčný tuk, vaječný žloutek, játra, maso, barevná zelenina (jako provitamin)
Vitamin D (kalciferol)	metabolismus a (vstřebávání) Ca a P v těle a jejich ukládání do kostí	rybí tuk, kvasnice, vejce, mléko, vlastní tvorba v kůži za přítomnosti UV záření
Vitamin E (tokoferol)	antioxidant, zamezuje hromadění škodlivých látek v těle, pozitivní vliv na pohlavní žlázy	rostlinné oleje, živočišné tuky, obilné klíčky, hovězí maso
Vitamin K (fylochinon)	důležitý pro srážení krve, mineralizaci kostí	listová zelenina, kvasnice, tvořen v tenkém střevě činností mikroorganismů

Tabulka 10 b: Hlavní biologické funkce a zdroje vitaminů rozpustných ve vodě (Maughan & Burke 2006).

Rozpustné ve vodě		
Vitamin	Funkce	Zdroj
B1 (thiamin, aneurin)	ovlivňuje metabolismus sacharidů v CNS a ve svalech	obiloviny (hlavně klíčky), kvasnice, játra, srdce, ledviny a libové vepřové maso
B2 (riboflavin, laktoflavin)	zasahuje do buněčného dýchání	mléko, zelenina, kvasnice, játra, srdce a ledviny
B3 (kys. nikotinová, vitamin PP, niacin)	klíčová pro syntézu RNA, DNA a bílkovin	játra, ledviny, maso, kvasnice, houby
B5 (kys. pantotenová)	účast v oxidoreduktázách, umožňuje syntézu bílkovin, slouží jako koenzym A	játra, kvasnice, hrách, maso, ryby, mléko, vejce
B6 (pyridoxin)	podporuje účinek vitaminu B1 a B2	mléko, kvasnice, obilné klíčky, maso, luštěniny
B9 (kys. listová, kys. folová)	ovlivňuje metabolismus aminokyselin, klíčová pro tvorbu červených krvinek	listová zelenina, játra
B12 (kobalamin)	klíčový pro krvetvorbu	mléčné výrobky, vejce, červené maso, játra, ledviny
C (kys. askorbová)	katalyzuje oxidaci živin, udržuje dobrý stav vaziva a chrupavek, podporuje tvorbu protilátek	černý rybíz, citrón, pomeranč, jahody, zelí
H (biotin, B7)	podporuje růst a dělení všech živočišných buněk	ořechy, špenát, čočka, chléb

Deficit vitaminů u vytrvalostních sportovců

Organismus vytrvalostních sportovců má větší energetickou potřebu a současně i zvýšenou potřebu vitaminů. Pokud má sportovec v jídelníčku pestrou stravu, nemělo by nastat riziko deficitu vitaminů. (Mandelová & Hrnčířiková 2007).

Vitaminová suplementace má význam pouze u sportovců, kteří redukují hmotnost a nepřijímají dostatek energie nebo se věnují extrémně vytrvalostním sportům (maraton, cyklistika apod.). Dále je doplnění vhodné u sportovců, kteří nemají vyváženou stravu z důvodu dlouhodobé diety nebo např. vegetariánství/veganství. Suplementy mohou být také podávány v situacích kdy dochází ke zvýšení tréninkového stresu (například trénink v horkém počasí nebo ve vysokých nadmořských výškách) (Benardot 2006; Maughan & Burke 2006).

Konopka (2004) uvádí, že u vytrvalostních sportovců je denní potřeba vitaminů vyšší než pro nespportující jedince (Tabulka 11). Nedostatek vitaminů vede k únavě, k poruchám koncentrace a nechuti podávat výkony. Při vyšších zatíženích se projeví snížená výkonnost. Tento stav je možné znovu zlepšit podáváním dostatečného množství vitaminů, nejlépe prostřednictvím potravin s jejich vysokým obsahem (Benardot 2006).

Tabulka 11: Doporučený denní příjem nejdůležitějších vitaminů pro nespportující a sportovce s převážně vytrvalostním typem tréninku (Konopka 2004)

Vitaminy	Nespportující (mg/den)	Vytrvalostní sportovci (mg/den)
B1 Thiamin	1,2 – 1,4	2–4
B2 Riboflavin	1,2 – 1,6	2–6
Niacin	15–18	20–30
B6 Pyridoxin	1,4 – 1,6	2–6
Kyselina listová	400–600	600–800
B12 Kobalamin	3–4	4–6
C Kyselina askorbová	100	150–500
E Tokoferol	12–15	20–100

3.9 Výživa v jednotlivých fázích tréninku

Stejný význam jako energetická hodnota jednotlivých živin má i skladba stravy v závislosti na době jejího podání. Nazývá se nutriční timing. Je to strategický postup, kolik, co a kdy jíst před tréninkem a soutěží, během nich a poté. Je to systém stravování ve vztahu k plánovanému cvičení. Pro vytrvalostní sportovce je vhodné tento postup dodržovat, aby maximalizovali tréninkový efekt, snížili riziko zranění, podpořili zdraví a dobrou funkci imunitního systému a napomohli regeneraci organismu. Složení stravy se také mění v závislosti na tréninkovém období a na charakteru tréninkového dne (Tefelner 2012; Skolnik & Chernus 2011).

3.9.1 Stravování vytrvalce před výkonem

Vytrvalostní výkon trvá obvykle více než 90 minut. Proto u vytrvalostních sportovců dochází vlivem dlouhodobého zatížení k vyčerpání zásob jejich svalového glykogenu. (Burke & Deakin 2010). Prokázalo se, že vyšší příjem sacharidů společně se zlehčením tréninku v rámci 3-4 dnů před vytrvalostní soutěží nebo výkonem, má pozitivní vliv na jejich výkon. Jsou díky tomu vybudovány glykogenové rezervy ve svalstvu a játrech podle principu sacharidové superkompenzace (více v kapitole 3.6.1.5) (Kunová 2011).

Před delším výkonem je dobré obohatit jídelníček o sacharidy s nižším glykemickým indexem (např. čočka, fazole, jogurt, banán nebo kaše), které zajistí energii na delší dobu a stabilizují hladinu glykémie. Později (méně než hodinu před začátkem výkonu) je vhodné konzumovat jen snadno stravitelné potraviny jako chléb, rýže, těstoviny nebo vařená zelenina. Dále těsně před výkonem by měl sportovec dávat pozor na jednoduché sacharidy, které mohou způsobit hypoglykémii a s ní spojenou únavu a pokles výkonosti (Clark 2009; Mandelová & Hrnčířiková 2007).

Výběr potravin před tréninkem je velmi důležitý. Nevhodné potraviny mohou vytrvalostním sportovcům způsobovat nežádoucí křeče, zažívací potíže nebo pálení žáhy (Clark 2009). Nevhodné je konzumovat potraviny s vysokým obsahem vlákniny, bílkovin a vyšším obsahem tuku (např. vepřové maso). Tuky a bílkoviny se tráví pomaleji než sacharidy, a to by způsobovalo diskomfort (Bernaciková 2013).

Pokud sportovec trénuje ráno, měl by dodat energii ještě před tréninkem. Nejlépe potravou složenou ze složitějších sacharidů. Během noci dochází k vyčerpání glykogenu, a proto by sportovec bez příjmu energie nebyl schopen podat optimální výkon (Clark 2009).

3.9.2 Stravování vytrvalce v průběhu výkonu

Během výkonu je nutno kompenzovat pocit hladu příjmem jednoduchých sacharidů v podobě ovoce (čerstvého nebo sušeného), energetických a ovesných tyčinek apod. Pokud sportovci nevyhovuje pevná strava, lze ji nahradit sacharidovými nápoji nebo gely v kombinaci s hypotonickým nápojem (Kunová 2011). Energie by se měla doplňovat dříve, než se dostaví pocit hladu a žízně. To je přibližně v 15- 20minutových intervalech v množství 1 g sacharidů/1 kg hmotnosti/1 hod. Cílem je především zabránit poklesu glykémie, což by vedlo ke snížení výkonu a možným křečím nebo dokonce až kolapsu organismu vytrvalostního sportovce. (Mandelová & Hrnčířiková 2007; Burke & Deakin 2010).

Během výkonu je dobré hradit ztráty vody a minerálních látek vhodnými iontovými nápoji (nejlépe hypotonickými). Ty zařídí, aby ztráta vody z těla nebyla nadměrná a dodají tělu potřebné ionty, které ztratilo při zátěži pocením (Konopka 2004).

Rozlišujeme tři typy iontových nápojů dle obsahu osmoticky aktivních látek (tzv. tonicita).

Hypotonické mají nižší tonicitu než krevní plazma. Jsou nejpoužívanější a požívají se především u aktivit, kde se sportovec nadměrně potí (běh, cyklistika).

Isotonické mají stejnou tonicitu jako má krevní plazma. Používají se u aktivit, které netrvalí déle než hodinu, ale dochází při nich k velkému pocení. Jedná se o vytrvalostní sporty s potřebou vydání velkého množství svalové síly (tenis, squash).

Hypertonické mají vyšší tonicitu, než má krevní plazma. Jelikož obsahují velmi vysokou koncentraci iontů. Ve sportu se neuplatňují. Jedná se spíše o léčebné roztoky aplikované nitrožilně (Maughan & Burke 2006).

3.9.3 Stravování vytrvalce po výkonu

Výživa po výkonu slouží především k co nejkvalitnější a nejrychlejší regeneraci. Tu zajistíme dostatečným příjmem tekutin a ztracené energie (Mandelová & Hrnčířiková 2007). Doba regenerace se odvíjí od intenzity a doby trvání předchozího výkonu (Clark 2009). Ihned po výkonu by mělo být pravidlem, že se nejdříve doplňují ztracené tekutiny a minerální látky (iontové nápoje). Tekutiny nemusí být nutně hypotonické (snižující napětí), ale neměly by obsahovat alkohol (zpomalení regenerace) či kofein (dehydratace). Trávicí soustava po 30 minutách od ukončení výkonu ještě není zcela připravena na příjem potravy z důvodu redistribuce krve v organismu (Fořt 2002). Přibližně až po 30 minutách by se teprve měla

doplnit energie z pevných zdrojů, a to převážně ze sacharidů s vysokým GI (Mandelová & Hrnčířiková 2007).

Po zátěži se svaly sportovce nachází ve stavu, kdy snadno vstřebávají aminokyseliny z krve a využívají je na tvorbu svalové tkáně. Svaly tedy účinně využívají sacharidy i bílkoviny. Doplnění sacharidů a bílkovin má dvojitý přínos. Sacharidy stimulují produkci inzulínu, hormonu, který podporuje růst svalů a také transportuje sacharidy do svalů, kde doplní vyčerpaný glykogen. Dále sacharidy v kombinaci s nižším množstvím bílkovin (cca 10-20 g) zlepšují uložení energie do svalů a omezí produkci kortizolu, hormonu, který rozkládá svalovinu (Clark 2009).

Večer po výkonu jsou vhodné dvě večeře. První bohatá na bílkoviny (35-40 g), buď v tekuté formě (doplňky stravy – syrovátková bílkovina) nebo v pevné formě (ryby, drůbež) doplněné o zeleninu a menší množství komplexních sacharidů. Druhá večeře by se pro vytrvalostní sportovce měla skládat z komplexních sacharidů (pudink, obilné kaše nebo sacharidový doplněk). Tímto se docílí dostatečného doplnění glykogenových zásob a tím i správné celkové regenerace těla vytrvalostního sportovce (Mandelová & Hrnčířiková 2007).

4 Závěr

Strava je pro vytrvalostní sportovce jedna z nejpodstatnějších věcí, která má vliv na jejich následný výkon. Proto by měl každý vytrvalostní sportovec věnovat její skladbě a množství pozornost.

Důležitý je i správný poměr příjmu základních živin, který se od běžného doporučeného příjmu liší. Ideální poměr živin pro vytrvalostní sportovce je podle doporučení 65-70 % sacharidů, 15 % bílkovin a 15-20 % tuků. Pokud dojde u sportovců k nedostatečnému příjmu jedné z těchto živin, bude to mít vliv na jejich výkonnost a následnou regeneraci. V delším časovém měřítku může nedostatečný příjem živin poškodit i celkové zdraví sportovce.

Vytrvalostní sportovec by měl primárně přijímat sacharidy s nízkým glykemickým indexem, aby se mu vytvořily dostatečné zásoby glykogenu, ze kterých čerpá při dlouhém výkonu. Bílkoviny by měly tvořit společně s tuky menší část celkového příjmu živin. Vytrvalostní sportovec by měl přijímat i dostatečné množství vitaminů a minerálních látek. Jejich příjem se nijak výrazně neliší oproti běžnému doporučenému příjmu, a proto není nutné užívat suplementaci. Vytrvalostní sportovec by měl mít jejich dostatečný příjem zajištěný stravou.

Velmi podstatné pro vytrvalostní sportovce je správně načasovat příjem jednotlivých živin. Podle většiny zdrojů, ze kterých jsem čerpala, je nejlepší model konzumovat sacharidy s nižším glykemickým indexem před výkonem. Během výkonu je vhodné přijímat jednoduché sacharidy nebo iontové nápoje pro rychlé doplnění energie. Po výkonu je vhodné doplnit bílkoviny v kombinaci se sacharidy s nízkým glykemickým indexem a menší část energie by měla být přijata formou tuků.

Tato práce je souhrnem informací z různých zdrojů. Snažila jsem se čerpat z české i zahraniční literatury, kterou tvořily převážně vědecké články a databáze. Tyto informace jsem zpracovala a dala do jednoho uceleného kontextu. Snažila jsem se jednotlivé zdroje porovnat a vyhodnotit ideální poměr a množství živin pro vytrvalostní sportovce. Mým hlavním cílem bylo uvést čtenáře do problematiky a zjednodušit tak pochopení tohoto problému.

5 Seznam použité literatury

AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION, DIETITIANS OF CANADA, THE AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. 2000. Nutrition and athletic performance-Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada and the American College of Sports Medicine. *J Am Diet Assoc.* **41(3)**:709-31.

Baechle TR, Roger WE. 2008. *Essentials Of Strength Training And Conditioning*. 3rd ed. Human Kinetics, Champaign.

Bartůňková S. 2014. *Fyziologie člověka a tělesných cvičení: Učební texty pro studenty fyzioterapie a studia tělesná a pracovní výchova zdravotně postižených*. 3., nezměn. vyd. Karolinum, Praha.

Benardot D. 2006. *Advanced Sports Nutrition*. Human Kinetics, Champaign.

Bernacikova M. 2013. *Regenerace a výživa ve sportu*. Masarykova univerzita, Brno.

Brand Miller J, Foster-Powell K, Colagiuri S. 2004. *Glukózová revoluce*. Triton, Praha.

Burdychová R. 2009. *Preventivní výživa*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Brno.

Burke DG, Candow DG, Chilibeck PD, MacNeil LG, Roy BD, Tarnopolsky M, Ziegenfuss T. 2008. Effect of creatine supplementation and resistance-exercise training on muscle insulin-like growth factor in young adults. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism.* **18 (4)**: 389–398.

Burke L, Deakin V. 2010. *Clinical Sports Nutrition*. 4th ed. McGraw-Hill Companies, Sydney.

Clark N. 2009. *Výživa pro běžce*. Fitness, síla, kondice. Grada, Praha.

Devries MC, Stuart MP. 2015. Supplemental Protein in Support of Muscle Mass and Health: Advantage Whey. *Journal of Food Science*. **80(1)**: 8-15.

Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. 2005. National Academies Press. Washington D.C.

Doležalová J MUDr. 2017, Laktát a jeho význam pro sportovce. Laboratoře MEDILA. Available from <http://www.medila.cz/website/rozcestnik/pacient/sport/laktat/> (accessed December 2017).

Dostálová J, Dlouhý P, Tláškal P. 2012. Výživová doporučení pro obyvatelstvo České republiky. *Vyzivaspol.cz*, Praha. Available from <http://www.vyzivaspol.cz/vyzivova-doporuceni-pro-obyvatelstvo-ceske-republiky/> (accessed March 2012).

Dunford M. 2010. Fundamentals of sport and exercise nutrition. Human Kinetics, Human Kinetics' fundamentals of sport and exercise science series. Champaign.

Eastwood MA. 2003. Principles of human nutrition. 2nd ed. Blackwell Science, Malden, Mass.

Fořt P. 1990. Výživa a sport. Věda pro praxi, Olympia. Praha.

Fořt P. 2002. Sport a správná výživa. Ikar. Praha.

Fořt P. 2003. Výživa v otázkách a odpovědích. Svět kulturistiky, Pardubice.

Fořt P. 2004. Výživa pro dokonalou kondici a zdraví. Grada, Praha.

Foster-Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC. 2002. International table of glycemic index and glycemic load values. *American Journal of Clinical Nutrition*, **76 (1)**: 5-56.

Gibson RS. 2005. Principles of nutritional assessment. 2nd ed. Oxford University Press, New York.

Guo M. 2009. Functional foods: principles and technology. 1. Woodhead Publishing Limited, Cambridge.

Havlíčková L. 2003. Fyziologie tělesné zátěže. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. 2. vyd. Karolinum. Praha

Hoffman JR, Ratamess, NA, Kang, J, Falvo MJ, Faigenbaum, AD. 2006. Effect of protein intake on strenght, body composition and endocrine changes in strength/power athletes. Journal of the International Society of Sports Nutrition. Available from <http://www.sportsnutritionssociety.org/site/pdf/JISSN-3-2-12-18-06.pdf> (accessed March 2007).

Holeček M. 2006. Regulace metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a aminokyselin. Grada. Praha.

Kalač P. 2003. Funkční potraviny: kroky ke zdraví. Dona. České Budějovice.

Kalman D, Campbell B. 2004. Sports nutrition: What the future may bring. Sports nutrition review journal. **1 (1)**: 61-66.

Keller U, Bertoli S, Meier R. 1993. Klinická výživa. Scientia Medica. Praha.

Kleiner SM, Greenwood-Robinson M. 2001. Power eating. 2nd ed. Human Kinetics. Champaign.

Klimešová I. 2010. Hrajeme si s jídlem. Univerzita Palackého v Olomouci. Olomouc.

Klimešová I. 2015. Základy sportovní výživy. Univerzita Palackého v Olomouci. Olomouc.

Konopka P. 2004. Sportovní výživa. Průvodce sportem. Kopp, České Budějovice.

Konopka P. 2007. Cyklistika: rádce pro vybavení, techniku, trénink, výživu, závody a medicínu. Jana Hájková, Jablonec nad Nisou.

- Kreider RB, Leutholz B, Lonnie M et al. 2004. Exercise & Sport Nutrition Review: Research & Recommendations. Journal of the international society of sports nutrition. Available from <https://jissn.biomedcentral.com/articles/10.1186/1550-2783-1-1-1> (accessed June 2004).
- Kučera V, Truksa Z. 2000. Běhy na střední a dlouhé tratě. Atletika. Olympia, Praha.
- Kuderová L. 2005. Nauka o výživě pro střední hotelové školy a veřejnost. Fortuna, Praha.
- Kuhn K. 2005. Vytrvalostní trénink. Průvodce sportem. KOPP, České Budějovice.
- Kukačka V. 2009. Zdravý životní styl. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta. V Českých Budějovicích.
- Kunová V. 2011. Zdravá výživa. Zdraví & životní styl 2., přeprac. vyd. Grada. Praha.
- Mach I, Borkovec J. 2013. Výživa pro fitness a kulturistiku. Grada, Praha.
- Mandelová L, Hrnčířiková I. 2007. Základy výživy ve sportu. Masarykova univerzita, Brno.
- Manore M, Thompson J. 2000. Sport nutrition for health and performance. Human Kinetics, Champaign.
- Maughan RJ, Burke L. 2006. Výživa ve sportu: příručka pro sportovní medicínu. Galén, Praha.
- McDowell LR. 2003. Minerals in animal and human nutrition. 2nd ed. Elsevier, Amsterdam.
- Medeiros DM, Wildman RE. 2015. Advanced human nutrition. 3rd ed. Jones & Bartlett Learning, Burlington.
- Mindell E, Mundis H. 2010. Nová vitaminová bible: vitaminy, minerální látky, antioxidanty, léčivé rostliny, doplňky stravy, léčebné účinky potravin i léky používané v homeopatii. Vyd. 3. Ikar, Praha.

- Mourek J. 2012. Fyziologie: učebnice pro studenty zdravotnických oborů. Sestra 2., dopl. vyd. Grada, Praha.
- Murray RK. 2012. Harperova ilustrovaná biochemie. 5. české vyd. Galén, Praha.
- Nývlt O MUDr. 2015. Výživa Vytrvalostního sportovce. Svět zdraví. Available from <https://www.svet-zdravi.cz/clanky/vyziva-vytrvalostniho-sportovce> (accessed March 2015).
- Pánek J. 2002. Základy výživy. Svoboda Servis, Praha.
- Perič T, Dovalil J. 2010. Sportovní trénink, Fitness, síla, kondice. Grada, Praha.
- Provazník K, Komárek L. 2001. Manuál prevence v lékařské praxi. Národní program zdraví. Fortuna, Praha.
- Puleo J, Milroy P. 2014. Běhání – anatomie. CPress, Brno.
- Referenční hodnoty pro příjem živin. 2011. V ČR 1. vyd. Společnost pro výživu. Praha.
- Silbernagl S, Despopoulos A. 2016. Atlas fyziologie člověka: překlad 8. německého vydání. 4. české vydání. Grada Publishing, Praha.
- Skolnik H, Chernus A. 2011. Výživa pro maximální sportovní výkon: správně načasovaný jídelníček. Grada, Praha.
- Soenen S, Bonomi A, Lemmens S, Scholte J, Thijssen M, van Berkum F, et al. 2012. Relatively high-protein or 'low-carb' energy-restricted diets for body weight loss and body weight maintenance? *Physiology & Behavior* 107(3):374–80.
- Škorpil M. 2014. Výživa běžce a běžkyně. Její aspekty a vliv na výkon a zdraví. Available from <http://www.bezeckaskola.cz/clanek-3119-vyziva-bezce-a-bezkyne-jeji-aspekty-a-vliv-na-vykon-a-zdravi-28-slozek-vyzivy-ktete-byste-nemeli-ve-svem-bezeckem-jidelnicku-opominout.html>. (accessed March 2014).

Tefelner R. 2012. Trénink sportovního lezce II. Rock Art Studio, Morávka.

Vilikus Z. 2012. Výživa sportovců a sportovní výkon. Karolinum, Praha.

Volpe SL. 2011. Glycemic index and athletic performance. ACSMS Health and Fitness Journal. **15 (1)**: 32–33.

Vyhláška č. 39/2018 Sb. Ze dne 1.4 2018. Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 54/2004 Sb., o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití, ve znění pozdějších předpisů. In Sbírka zákonů. Částka 20. Česká republika.

Williams M. 2004. Introduction and vitamins. Journal of the international society of sports nutrition. **1 (2)** :1-6.

Wilmore JH, Costill DL. 2004. Physiology of sport and exercise. 3rd ed. Human Kinetics. Champaign.

Wright, HH. 2005. The glycaemic index and sports nutrition. Sajn The South African Journal Of Clinical Nutrition. **18 (3)**: 222–228.

Zlatohlávek L. 2016. Klinická dietologie a výživa. Current Media. Medicus, Praha.