

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce je rešerší zabývající se konzumací energetických nápojů a jejich působením na organismus člověka. Úvodní část práce obsahuje přehled nejčastěji se vyskytujících složek energetických nápojů zahrnující jejich chemické složení, vlastnosti, zdroje těchto látek a výživová doporučení. Dále jsou popsány účinky konzumace energetických nápojů na lidský organismus a zdraví obecně. Závěrečná část práce se podrobněji věnuje vlivu jejich konzumace na sportovní výkonnost a na zdraví člověka a možným následkům konzumace energetických nápojů kombinovaných s alkoholem.

## **ABSTRACT**

Bachelor's thesis is dealing with consumption of energy drinks and their effects on the human organism. The introductory part gives an overview of the most frequently occurring components of energy drinks including their chemical composition, properties and sources of these substances and nutrition recommendations. The next section describes the effects of consumption of energy drinks on the human body and health in general. The final part deals in detail with the impact of their consumption on sports performance and on human health and the possible consequences of consuming energy drinks combined with alcohol.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

energetický nápoj, kofein, sportovní výkon, alkohol

## **KEY WORDS**

energy drink, caffeine, athletic performance, alcohol

KRŇÁVKOVÁ, M. *Energetické nápoje v současné výživě*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2015. 41 s. Vedoucí bakalářské práce Mgr. Dana Vránová, Ph.D..

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem diplomovou/bakalářskou práci vypracoval samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citoval. Diplomová/bakalářská práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího diplomové/bakalářské práce a děkana FCH VUT.

.....  
podpis studenta

## **PODĚKOVÁNÍ**

Mé poděkování patří paní Mgr. Daně Vránové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, pomoc a vstřícnost při konzultacích při zpracování této bakalářské práce.

## OBSAH

<b>1 ÚVOD</b> .....	<b>- 7 -</b>
<b>2 SLOŽENÍ ENERGETICKÝCH NÁPOJŮ</b> .....	<b>- 8 -</b>
2.1 Kofein.....	- 8 -
2.1.1 Metabolismus .....	- 9 -
2.1.2 Mechanismus účinku .....	- 10 -
2.1.3 Funkce v lidském organismu.....	- 10 -
2.2 Taurin .....	- 11 -
2.2.1 Metabolismus .....	- 11 -
2.2.2 Funkce v lidském organismu.....	- 11 -
2.3 L-karnitin.....	- 12 -
2.3.1 Metabolismus .....	- 12 -
2.3.2 Funkce v lidském organismu.....	- 12 -
2.4 Glukuronolakton .....	- 13 -
2.5 Rostlinné výtažky .....	- 13 -
2.5.1 Guarana .....	- 13 -
2.5.2 Ženšen .....	- 14 -
2.6 Vitaminy skupiny B .....	- 15 -
2.6.1 Riboflavin – vitamin B <sub>2</sub> .....	- 15 -
2.6.2 Niacin – vitamin B <sub>3</sub> .....	- 16 -
2.6.3 Kyselina pantotenová – vitamin B <sub>5</sub> .....	- 16 -
2.6.4 Pyridoxin – vitamin B <sub>6</sub> .....	- 17 -
2.6.5 Kyselina listová – vitamin B <sub>9</sub> .....	- 17 -
2.6.6 Kobalaminy – vitamin B <sub>12</sub> .....	- 18 -
2.7 Sladidla.....	- 18 -
2.7.1 Sacharidická sladidla.....	- 19 -
2.7.2 Náhradní sladidla.....	- 20 -
2.8 Přídavné látky .....	- 21 -
2.8.1 Látky prodlužující trvanlivost .....	- 21 -
2.8.2 Barviva .....	- 22 -
<b>3 VLIV KONZUMACE ENERGETICKÝCH NÁPOJŮ NA ZDRAVÍ</b> .....	<b>- 23 -</b>
3.1 Účinky na kardiovaskulární systém .....	- 23 -
3.2 Účinky na centrální nervový systém .....	- 23 -
3.3 Účinky na trávicí ústrojí.....	- 24 -
3.4 Ostatní .....	- 24 -
3.5 Kontraindikace konzumace energetických nápojů.....	- 25 -
<b>4 VLIV KONZUMACE ENERGETICKÉHO NÁPOJE NA SPORTOVNÍ VÝKON</b> .....	<b>- 25 -</b>
4.1 Vliv na anaerobní trénink.....	- 26 -
4.2 Vliv na aerobní trénink.....	- 27 -
4.3 Vliv na náladu, hbitost, reakční dobu.....	- 27 -
<b>5 KONZUMACE ENERGETICKÝCH NÁPOJŮ V KOMBINACI S ALKOHOLEM</b> .....	<b>- 28 -</b>
5.1 Ethanol .....	- 28 -
5.1.1 Metabolismus ethanolu .....	- 28 -
5.1.2 Účinky ethanolu na lidský organismus .....	- 28 -
5.2 Vliv energetických nápojů na intoxikaci ethanolem.....	- 29 -

<b>6 HODNOCENÍ ROLE ENERGETICKÝCH NÁPOJŮ V SOUČASNÉ VÝŽIVĚ.....</b>	<b>- 31 -</b>
<b>7 ZÁVĚR.....</b>	<b>- 32 -</b>
<b>8 POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>- 33 -</b>
<b>9 POUŽITÉ ZKRATKY.....</b>	<b>- 39 -</b>
<b>10PŘÍLOHY .....</b>	<b>- 40 -</b>



## 1 ÚVOD

Energetické nápoje se v současné době stávají čím dál oblíbenější a jejich pozice na trhu neustále posiluje. První pokusy o jejich vytvoření se datují již do druhé poloviny 20. století, kdy japonská firma Taisho vyrobila v roce 1962 Lipovitan D s obsahem taurinu [1]. K rozšíření a prodeji energetických nápojů v Evropě došlo po roce 1987, kdy rakouský obchodník Dietrich Mateschitz uvedl na trh populární energetický nápoj Red Bull® [2]. Historie výroby nealkoholických nápojů s obsahem kofeinu však sahá ještě dál. Celosvětově nejznámější kolový nápoj Coca Cola je totiž vyráběn již od roku 1887 [3].

Mezi spotřebitele se dnes již neřadí pouze sportovci a lidé s velkým fyzickým zatížením jako tomu bylo v minulosti, ale jejich obliba stoupá především u dospívajících. Díky tomu, že jsou energetické nápoje řazeny mezi nealkoholické nápoje, jsou k dostání na pultech většiny supermarketů, čerpacích stanic, trafik a stánků bez jakéhokoliv omezení, koupit si je může úplně každý. Většina konzumentů si však neuvědomuje, že energetické nápoje obsahují složky, jejichž nadměrné dávky mohou mít negativní vliv na fungování lidského organismu. Z pozitivních účinků, které spotřebitel očekává, se tak snadno mohou stát účinky nežádoucí. Míru působení složek obsažených v nápojích ovlivňuje mnoho faktorů. Rozdílné účinky mohou být způsobeny rozdílným pohlavím, věkem, zdravotním stavem nebo fyzickou zdatností.

Obsah kofeinu, který převážná většina těchto nápojů obsahuje, není v České republice omezen legislativou. Evropská legislativa pouze nařizuje uvést na obalech označení „S vysokým obsahem kofeinu – není vhodné pro děti a těhotné nebo kojící ženy“ u nealkoholických nápojů s přidaným obsahem kofeinu v množství větším než 150 mg/l [4]. Stává se tak, že spotřebitel neví, že balení energetického nápoje, jehož objem bývá nejčastěji 250 a 500 ml, obsahuje větší množství kofeinu než šálek kávy. Tento fakt se jedním z mnoha důvodů, proč neustále probíhají další nové studie, které zkoumají působení jednotlivých látek obsažených v energetických nápojích na lidský organismus. Hledají také možná synergické působení složek, které by mohly zapříčít jejich rozdílné působení. Dalším předmětem studií je v současné době stále populárnější konzumace energetických nápojů v kombinaci s alkoholem. V neposlední řadě se odborníci nadále zaměřují na konzumaci při sportu a snaží se uvést na pravou míru fakt o ovlivnění sportovního výkonu za ergogenního působení obsažených složek.

Má bakalářská práce je rešerší zaměřenou na složení energetických nápojů, všechny zmíněné oblasti výzkumu týkajícího se jejich problematiky konzumace a jejich roli v současné výživě.

## 2 SLOŽENÍ ENERGETICKÝCH NÁPOJŮ

Složení energetických nápojů je, jak zobrazuje tabulka 5 v příloze, ve většině případů obdobné a často i stejné. Hlavní obsaženou složkou je po vodě a sacharidech kofein, jehož obsah bývá často navýšen přítomností extraktu z guarany, rostliny bohaté na obsah kofeinu. Jako další pak energetické nápoje obsahují taurin, L-karnitin, glukuronolakton a vitaminy skupiny B. Vzájemně se liší především množstvím obsažených složek a jejich poměrným zastoupením, obsahem aditivních látek nebo například syčením oxidem uhličitým.

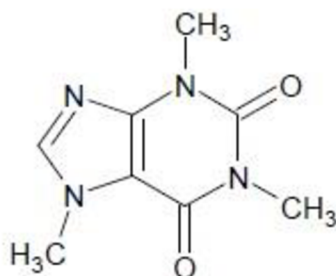
### 2.1 Kofein

Nejúčinnější látkou a především látkou zajišťující hlavní povzbudivý efekt energetického nápoje je kofein. Kofein je purinový alkaloid s chemickým vzorcem 1,3,7-trimethylxantin, na obrázku 1. Hlavní strukturální jednotkou je xantin, který vzniká oxidací purinu. Významným zdrojem kofeinu jsou kávová zrna, listy čajovníku, kakaové boby, guarana a desítky dalších rostlin [5]. Obsah kofeinu v různých běžně konzumovaných nápojích je rozdílný, jak ukazuje tabulka 1.

Tabulka 1: Průměrný obsah kofeinu ve vybraných nápojích [6]

Nápoj – běžná porce	Obsah kofeinu v mg
Káva z mletých zrněk – 150 ml	85
Instantní káva – 150 ml	60
Bezkofeinová káva – 150 ml	3
Čaj – 150 ml	30
Kakao, horká čokoláda – 150 ml	4
Red Bull <sup>®</sup> , Semtex – 250 ml	80*
Big Shock, Monster – 500 ml	160*
Speed 8 – 20 ml	165*

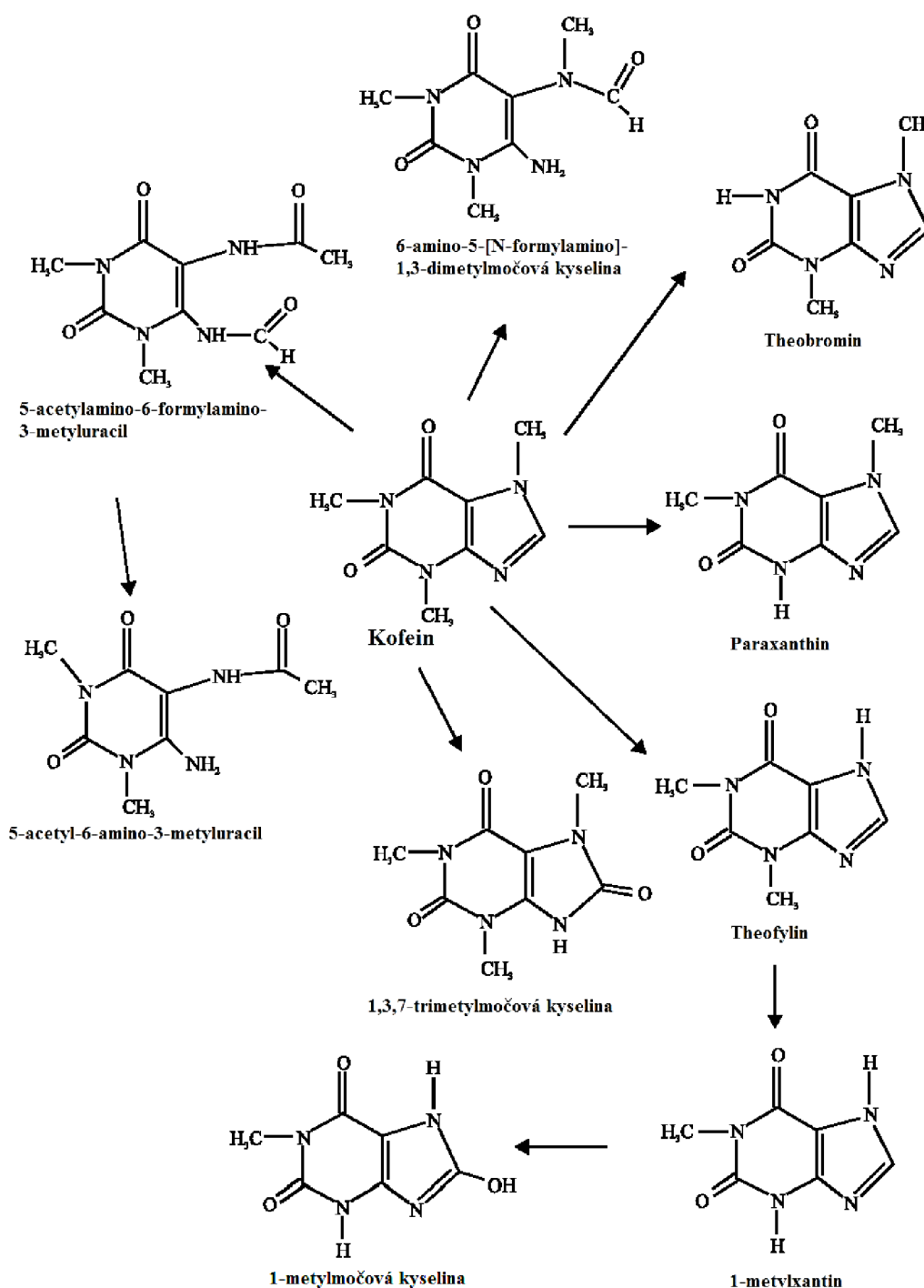
\*Poznámka: údaje v tabulce byly získány z etiket zakoupených energetických nápojů



Obrázek 1: Kofein [5]

## 2.1.1 Metabolismus

Ke vstřebávání kofeinu v lidském těle dochází především v gastrointestinálním traktu – GIT, metabolické odbourávání pak probíhá v játrech. Při odbourávání kofeinu dochází k jeho oxidaci za vzniku paraxantinu, theofylinu, theobrominu, 1,3,7-trimetylmočové kyseliny a dalších metabolitů. Konečným produktem oxidace theofylinu je 1-metylmočová kyselina. Všechny meziproducty metabolického odbourávání kofeinu jsou z těla vylučovány močí za 5–8 hodin [5]. Schéma odbourávání kofeinu je zobrazeno na obrázku 2.



Obrázek 2: Metabolismus kofeinu [5]

### 2.1.2 Mechanismus účinku

Kofein je díky své struktuře strukturním analogem adenosinu a působí tak jako inhibitor adenosinového receptoru – váže se na stejný receptor. Zabraňuje tedy inhibičnímu působení adenosinu v centrálním nervovém systému – CNS. Důsledkem antagonismu je aktivace  $\beta$ -adrenoreceptorů a následné zvýšení uvolňování katecholaminů – noradrenalinu, dopaminu, serotoninu – v mozku doprovázené stimulací CNS. Stejný výsledný efekt má inhibice činnosti fosfodiesterázy, která rozkládá tzv. druhého posla – cyklický adenosinmonofosfát, cAMP, který je důležitým regulátorem buněčných procesů odpovědný za stimulaci  $\beta$ -adrenoreceptorů [6].

### 2.1.3 Funkce v lidském organismu

Kofein je považován za nejdostupnější psychoaktivní látku, ale jeho množství není v běžných potravinářských komoditách omezeno. Proto je důležité věnovat pozornost možným rizikům spojených s jeho příjmem při nadměrné konzumaci energetických nápojů.

Denní příjem kofeinu v dávkách do 400 mg není u zdravého dospělého jedince považován za škodlivý, akutní toxicita nastává při příjmu 1 g kofeinu, dávka 5–10 g může být letální [7].

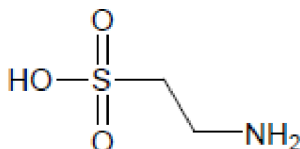
V nízkých dávkách, 1–3 mg/kg, způsobuje kofein zúžení cév, což následně působí na zvýšení krevního tlaku. Snižuje srdeční frekvenci, ovlivňuje stahy srdečního i kosterního svalstva a působí jako stimulant dýchání s protizánětlivými účinky. Může také pozitivně ovlivnit fungování CNS, což ve výsledku zvyšuje koncentraci, bdělost, popř. snižuje únavu. Při sportovním výkonu může nízká dávka kofeinu podpořit vytrvalostní výkon a pozitivně ovlivnit rozpoznávací schopnosti a reakční dobu [8]. Kofein působí jako mírně diuretikum, dávka do 500 mg za den však nezpůsobuje dehydrataci ani velké snížení množství vody v organismu [7].

Konzumace ve vyšších dávkách, 4–12 mg/kg, bývá spojována s nežádoucími účinky působícími na nervový systém. Nejčastěji bývá doprovázena bolestmi hlavy, úzkostí, podrážděností a zmateností. U jedinců s psychickým onemocněním může vést ke zhoršení aktuálního stavu. Může také docházet k nadměrné stimulaci GIT, což mívá za následek bolesti břicha, nevolnost, zvracení, křeče a průjemy. Dalším jevem, ke kterému může dojít je pálení žáhy v důsledku uvolnění hladkého svalstva svěrače v dolní části jícnu. Symptomy vyvolané otravou kofeinem jsou nejčastěji podrážděnost, nespavost, žaludeční nevolnost, zvracení, zvýšená srdeční frekvence, arytmie následovaná ve výjimečných případech úmrtím.

U těhotných žen může v případě denního příjmu kofeinu nad 300 mg dojít ke snížení porodní váhy dítěte a v horších případech až k samovolnému potratu [8]. Dlouhodobý příjem kofeinu je spojován s nižší pravděpodobností výskytu Parkinsonovy choroby a pomalejším nástupem projevů stárnutí jako je snižování kognitivních schopností [7].

## 2.2 Taurin

Taurin, 2-aminoethylsulfonová kyselina – viz obrázek 3, je aminokyselina nacházející se ve všech živočišných tkáních. Ve vysokých koncentracích se vyskuteje v CNS, sítnici, srdečním a kosterním svalstvu a v krevních buňkách [9]. Bohatým zdrojem jsou vejce, červené maso, mořské plody [10].



Obrázek 3: Taurin [11]

### 2.2.1 Metabolismus

V lidském těle vzniká taurin jako konečný produkt metabolismu aminokyselin obsahujících síru probíhajícího v játrech [12]. Syntéza může v organismu probíhat 2 cestami: 1) oxidací cysteinu na cystein-sulfinovou kyselinu a následně cysteovou kyselinu, která je dekarboxylována na taurin a 2) oxidací cysteinu na cystein-sulfinovou kyselinu s následnou dekarboxylací na hypotaurin, který je oxidován na taurin. Nejdůležitějším krokem reakcí je zmíněná dekarboxylace, která je katalyzována cystein-sulfinát dekarboxylázou. Činnost dekarboxylázy je podmíněna přítomností vitamínu B<sub>6</sub>, konkrétně pyridoxalfosfátu. Endogenní syntéza taurinu v organismu je tedy závislá na přítomnosti siřných aminokyselin – cystein, methionin a vitamínu B<sub>6</sub> [13]. Množství vzniklého taurinu je však minimální a pro tělo není dostačující. Z tohoto důvodu jej člověk musí přijímat především z potravy [10].

Z organismu je taurin vylučován močí nebo žlučí vázaný ve žlučových kyselinách [9].

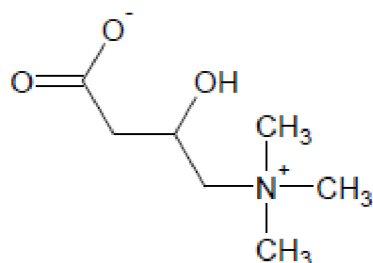
### 2.2.2 Funkce v lidském organismu

Taurin se podílí na mnoha důležitých fyziologických funkcích. Je důležitou součástí metabolismu tuků, do kterého zasahuje jako složka žlučových kyselin vznikajících po reakci aminokyselin taurinu nebo glycinu se žlučovými kyselinami. Urychluje odbourávání cholesterolu a tím snižuje jeho hladinu v krvi [10]. Působí osmoregulaci a významně ovlivňuje intracelulární hladiny vápníku v nervových buňkách. Inhibuje uvolňování Ca<sup>2+</sup> z intracelulárních zásob, které je v nervovém systému vyvoláno excitačním neurotransmiterem glutamátem, a tím chrání neurony před poškozením [14]. Taurin také ovlivňuje uvolňování a absorpci Ca<sup>2+</sup> v sarkoplazmatickém retikulu, čímž významně podporuje kontrakce kosterního a srdečního svalstva [15]. Taurin vykazuje účinky srovnatelné s inzulinem – působí při hyperglykemii. V neposlední řadě působí jako antioxidant. Stabilizuje buněčnou membránu a potlačuje peroxidaci membránových lipidů, čímž chrání buňky před poškozením [16]. Chrání také buňky před silnými oxidačními účinky kyseliny chlorné – HClO, se kterou reaguje za vzniku taurinchloraminu. Taurinchloramin ovlivňuje reakce imunitního systému, respektive protizánětlivé reakce vyvolané činností bílých krvinek [13].

Nedostatek taurinu je vzácný a vyskytuje se u jedinců s nádorovým onemocněním, popáleninami atd. [9]. Je spojen s dysfunkcí srdce, poruchami vývoje mozku, degradací sítnice, sníženou plodností, poruchami činnosti imunitního systému [17]. U novorozenců, kteří nejsou schopni endogenní syntézy díky nízké aktivitě dekarboxylázy [13], je nedostatek znám v případech výživy nefortifikovanou umělou stravou nebo kravským mlékem, které ve srovnání s mlékem mateřským obsahuje taurinu velmi málo [9].

### 2.3 L-karnitin

Karnitin,  $\beta$ -hydroxy- $\gamma$ -amino-máselná kyselina – viz obrázek 4, je sloučenina strukturně odvozená od cholinu. Bioaktivní forma je L-izomer, L-karnitin. Karnitin je přijímán především stravou a to při konzumaci masa, které je jeho hlavním a zároveň jediným přirozeným zdrojem [18]. Lidský organismus dokáže omezené množství karnitinu sám syntetizovat a tak zajišťuje jeho dostatek pro vegany, kteří ve své stravě živočišné produkty nepřijímají. Literatura uvádí, že není nutné přijímat denně více než 2 g karnitinu [19].



Obrázek 4: L-karnitin [20]

#### 2.3.1 Metabolismus

Prekurzory pro syntézu karnitinu v lidském těle jsou aminokyseliny lysin a methionin. Pro správný průběh jeho tvorby, která probíhá v játrech, ledvinách a mozku, jsou velmi důležité také vitaminy niacin – B<sub>3</sub>, pyridoxin – B<sub>6</sub>, vitamin C a železo [19].

Ke vstřebání karnitinu přijímaného potravou dochází ve střevě. Informace o jeho biologické dostupnosti, respektive o vstřebaném množství se však liší [18]. Vstřebávání je totiž ovlivněno mnoha faktory. Důležitou roli hraje přísun energie a sodíkových iontů, které jsou důležité pro transport před membránu, složení stravy a fyziologický stav jedince [19]. Přesto, že je D-izomer karnitinu neaktivní formou, může být jeho přítomnost faktorem, který využití aktivní L-formy ovlivňuje negativně [18].

#### 2.3.2 Funkce v lidském organismu

Karnitin je důležitou sloučeninou v metabolickém odbourávání mastných kyselin, ve kterém je jeho hlavní úlohou přenos kyselin do mitochondrií, kde dochází k  $\beta$ -oxidaci a následnému zisku energie [18].

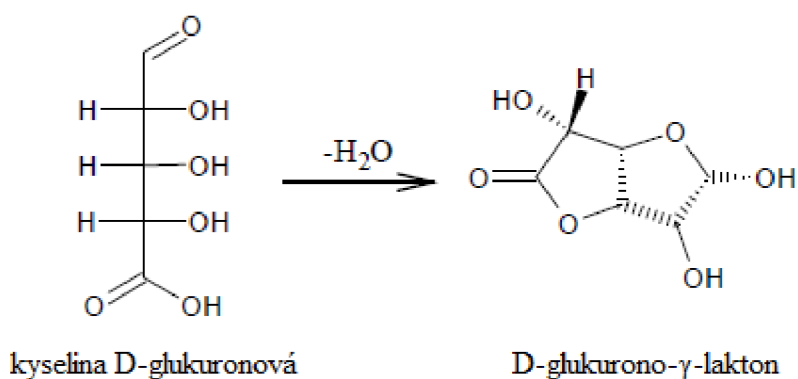
Hojné využití, které je doprovázeno pozitivními účinky, má karnitin jako doplněk stravy při mnohých onemocněních. Je podáván u pacientů podstupujících dialýzu, trpících mentální anorexií, kardiovaskulárními poruchami, při léčbě mužské neplodnosti apod. Jako doplněk

bývá také velmi často využíván při redukci tělesné hmotnosti. Žádná dosavadní studie však účinky související s redukcí hmotnosti nepotvrdila [18].

## 2.4 Glukuronolakton

Glukuronolakton, systematickým názvem D-glukurono- $\gamma$ -lakton, vzniká dehydratací D-glukuronové kyseliny, derivátu D-glukózy – viz obrázek 5 [20]. V organismu je tedy přirozeným metabolitem a při fyziologickém pH je s kyselinou glukuronovou v rovnováze. Kyselina glukuronová se vyskytuje v rostlinách jako součást stavebních polysacharidů, a proto je biologicky málo využitelná.

Po přijetí je glukuronolakton rychle vstřebán, metabolizován a vyloučen ve formě L-xylolózy a xylitolu. Zvířata, např. hlodavci, využívají glukuronolakton jako prekurzor pro endogenní syntézu vitamínu C. Rozdílná metabolická dráha glukuronolaktonu u člověka a hlodavců je jeden z hlavních důvodů, proč existuje jen velmi málo dostupných informací o jeho účincích na lidský organismus a o bezpečnosti jeho konzumace. Podle závěru studií Vědeckého výboru pro potraviny Evropské komise neexistuje dostatek podkladů pro posouzení bezpečnosti příjmu glukuronolaktonu v energetických nápojích, kde je jeho obsah mnohonásobně vyšší než v běžně přijímané stravě [21].



Obrázek 5: Vznik D-glukurono- $\gamma$ -laktonu z prekurzoru – kyseliny D-glukuronové [20]

## 2.5 Rostlinné výtažky

### 2.5.1 Guarana

Guarana, *Paullinia cupana*, pěstovaná původně v Amazonii, je rostlina se žluto-oranžovými plody, které obsahují hnědá semena. Semena jsou velmi bohatá na obsah kofeinu, 4–8 %. Obsahují také theofylin, theobromin, saponiny a třísloviny – taniny. Účinky vyvolané přítomností guarany v energetických nápojích jsou totožné s účinky kofeinu, doba působení je však díky obsahu tříslovin v semenech guarany mnohem delší [22].

Do energetických nápojů je guarana přidávána především k navýšení množství obsaženého kofeinu. Navýšení obsahu kofeinu přidáním ve formě rostlinných výtažků, např. guarany ale není zahrnuto do výpočtu obsahu celkového kofeinu na etiketě nápoje a proto se často stává, že nápoj obsahuje až několika násobně více kofeinu, než výrobce uvádí [6].



### 2.5.2 Žeňšen

Žeňšen je bylina rodu *Panax*, jehož hlavními zástupci jsou asijský žeňšen – *Panax ginseng* a americký žeňšen – *Panax quinquefolius*. Asijský žeňšen, označován též pravý, je více než 5 000 let známá rostlina hojně využívaná v tradiční čínské medicíně. V dnešní době je pěstován v Číně a Koreji. Americký žeňšen pochází ze Severní Ameriky, kde byl pěstován původními indiány [22].

Směs účinných látek nacházejících se v žeňšenu je označována jako tzv. ginsenoidy. Ginsenoidy jsou rostlinné saponiny se strukturou podobnou steroidům. Jejich hlavním zdrojem je kořen žeňšenu, nachází se však také v listech, stonkách, bobulích a květech. Žeňšen je podáván ve formě suchého kořene nebo jako extrakt získaný extrakcí vodou nebo alkoholem [22].

Díky obsahu až 150 různých ginsenoidů a dalších aktivních složek má žeňšen široké využití v různých oblastech lidského zdraví. Je využíván pro posílení imunitního systému, jako stimulant CNS působí zlepšení kognitivních schopností a snížení únavy a stresu, ovlivňuje také chuť k jídlu a zlepšuje trávení. Pozitivní působení žeňšenu je v dnešní době studováno i v souvislosti léčby rakoviny prsu, tlustého střeva a konečníku [22].

Terapeutická dávka žeňšenu se pohybuje v rozmezí 100–200 mg/den. V energetických nápojích byl však stanoven v množství pouze 0–100 mg [8].



Obrázek 6: Plody *Paullinia cupana* [22], rostlina *Panax ginseng* [24]



## 2.6 Vitaminy skupiny B

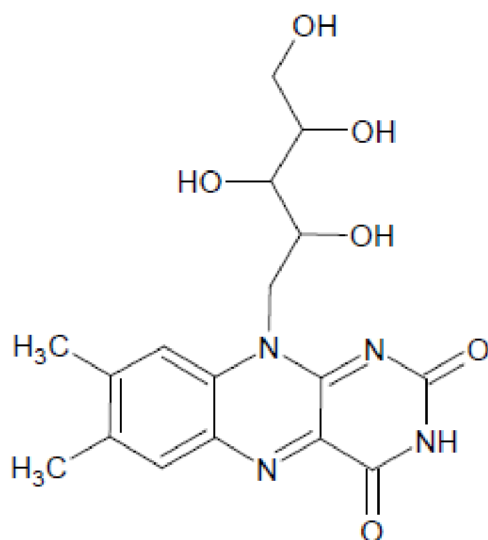
Vitaminy skupiny B patří mezi ve vodě rozpustné vitaminy. V těle účinkuje většina těchto látek společně a mnohé se vyskytují ve stejných potravinách. Tento fakt je jedním z důvodů, proč jsou tyto vitaminy často označovány jako vitaminy B-komplexu. Přírozně se vitaminy skupiny B nacházejí v potravinách rostlinného i živočišného původu. Mezi hlavní zdroje patří kvasnice, vnitřnosti, maso, mléko a mléčné výrobky, vejce, celozrnné potraviny a některé druhy zeleniny [11].

Vitaminy B-komplexu působí jako koenzymy. Jako součást enzymů jsou tedy zapojeny do téměř všech částí lidského organismu. Zajišťují například správné fungování nervové soustavy, GIT a imunitního systému [11]. Energetické nápoje obsahují následující vitaminy ze skupiny vitamínu B: riboflavin, niacin, kyselinu pantotenovou, pyridoxin, kyselinu listovou a kobalamin.

### 2.6.1 Riboflavin – vitamin B<sub>2</sub>

Riboflavin, na obrázku 7, existuje ve volné i vázané formě. Aktivní formou riboflavinu jsou flavinmono-nukleotid – FMN a flavinadenindinukleotid – FAD. Tyto vázané formy jsou důležitými kofaktory enzymů označovaných jako flavoproteiny, které se účastní oxidačně-redukčních reakcí v dýchacím řetězci. Za vyšších teplot je stabilní, rozkládá se však působením světla [11].

Potravinami obsahující velké množství vitamínu B<sub>2</sub> jsou vepřová játra, droždí a mléčné výrobky. V potravinářském průmyslu se používá jako přírodní barvivo, což může být i jeden z důvodů, proč bývá složkou energetických nápojů. Doporučená denní dávka je v rozmezí 1,2–1,8 mg v závislosti na pohlaví a věku. Nedostatek thiaminu ve výživě může způsobovat zánětlivá onemocnění kůže a sliznic [11], změny oční rohovky případně nervové poruchy a poruchy růstu [25].

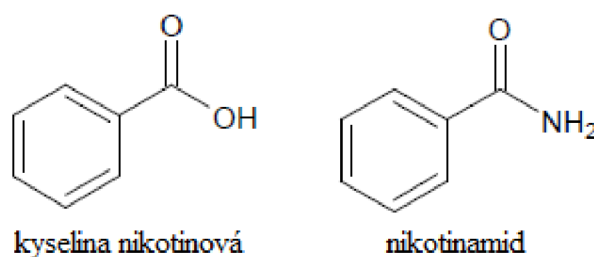


Obrázek 7: Riboflavin [11]

### 2.6.2 Niacin – vitamin B<sub>3</sub>

Kvůli stejné biologické funkci se označením niacin je souhrnně používá pro kyselinu nikotinovou a nikotinamid, viz obrázek 8. Nikotinamid je stabilní pouze v neutrálních roztocích. V prostředí kyselém a alkalickém se hydrolyzuje na kyselinu nikotinovou, která je pak stabilní i při zahřívání. V organismu se vyskytují se jako součást nikotinaminadenindinukleotidu – NAD a jeho fosforečného esteru nikotiaminadenindinukleotidfosfátu – NADP, což jsou kofaktory velké řady různých enzymů. Katalyzují oxidoredukční reakce v oxidačních drahách. Jsou tedy důležitými složkami metabolických drah sacharidů, lipidů a aminokyselin [11].

Lidské tělo má možnost syntetizovat niacin z tryptofanu pomocí enzymů obsahujících jako kofaktor vitamin B<sub>6</sub>. Biosyntéza je však omezená a náročná. Na syntézu 1 mg niacinu je potřeba v průměru 60 mg tryptofanu. V potravinách živočišného původu jej přítomen hlavně nikotinamid, rostlinné produkty pak obsahují převážně kyseliny nikotinovou. Nejbohatšími zdroji jsou maso, vnitřnosti, vejce, droždí, celozrnné a neloupané obiloviny, pražená káva. Doporučeným denní příjem niacinu literatura udává 10–20 mg. Nedostatek vitamínu, který je označován jako tzv. pelagra, se projevuje především kožními chorobami a poruchami funkce trávicího ústrojí [11].

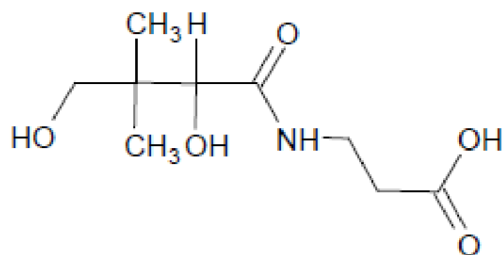


Obrázek 8: Niacin [11]

### 2.6.3 Kyselina pantotenová – vitamin B<sub>5</sub>

Molekula kyseliny pantotenové, na obrázku 9, je tvořena spojením  $\beta$ -alaninu a kyseliny pantoové. Nejvýznamnější aktivní formou je koenzym A. Jako součást koenzymu se kyselina pantotenová významně podílí na elektronovém přenosu při metabolickém odbourávání sacharidů, lipidů a proteinů v Krebsově cyklu, syntéze mastných kyselin [11].

Zdrojem kyseliny pantotenové jsou potraviny rostlinného i živočišného původu. V rostlinách a mikroorganismech je kyselina pantotenová syntetizována, zatímco živočiškové pouze konvertují vitamin získaný z potravy na bioaktivní formy. Zdrojem bohatým na obsah kyseliny pantotenové jsou celozrnné obiloviny a výrobky z nich, luštěniny, zelenina, ovoce, vejce, maso a vnitřnosti. Denní potřebná dávka vitamínu je 6–12 mg. Jeho deficit je vzhledem k tomu, že se v malém množství vyskytuje téměř ve všech potravinách velmi vzácný [11].

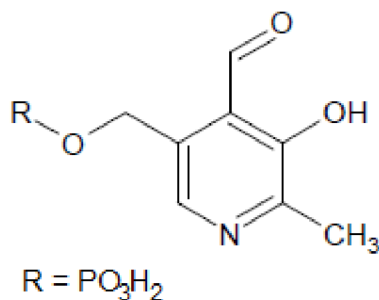


Obrázek 9: Kyselina pantotenová [11]

#### 2.6.4 Pyridoxin – vitamin B<sub>6</sub>

Názvem pyridoxin jsou v současné době označovány 3 strukturně příbuzné, biologicky aktivní látky a jejich příslušné 5'-fosfáty. Jedná se konkrétně o pyridoxol, pyridoxol-5'-fosfát, pyridoxal, pyridoxal-5'-fosfát, pyridoxamin, pyridoxamin-5'-fosfát. Metabolicky aktivní formou je sloučenina pyridoxal-5'-fosfát – na obrázku 10, který se jakožto kofaktor účastní metabolismu aminokyselin a štěpení glykogenu při glykogenolýze [11].

Pyridoxin je termolabilní a k jeho degradaci dochází také v alkalickém prostředí. Jeho nejbohatšími zdroji jsou droždí, celozrnné obiloviny, obilné klíčky, luštěniny, zelenina, vejce, maso a vnitřnosti. Doporučený denní příjem je v průměru 2 mg. Projevy nedostatku vitamínu jsou doprovázeny nervovými poruchami [11].



Obrázek 10: Biologicky aktivní sloučenina pyridoxal-5'-fosfát [11]

#### 2.6.5 Kyselina listová – vitamin B<sub>9</sub>

Biologicky aktivním derivátem kyseliny listové je folacin. Ve formě tetrahydrofolátu je kofaktorem enzymů účastnících se reakcí metabolismů aminokyselin, purinových a pyrimidinových nukleotidů. Folacin není stabilní na světle ani za zvýšených teplot. K degradaci dochází i při jakékoliv hodnotě pH. Z těchto důvodů se velké množství vitamínu ztrácí při jakémkoliv zpracování a skladování potravin [11].

Nejvýznamnějším zdrojem kyseliny listové je listová zelenina. Dále se vyskytuje jako ostatní vitamíny skupiny B v droždí, luštěninách, celozrnných výrobcích a vnitřnostech. Průměrná doporučená denní dávka je 0,5 mg. Zvýšený příjem je však doporučován v období těhotenství, protože díky účasti na metabolismech aminokyselin a nukleotidů je důležitá pro růst a vývoj plodu. Projevem nedostatku kyseliny listové v potravě je porucha krvetvorby [11].

## 2.6.6 Kobalaminy – vitamin B<sub>12</sub>

Vitamin B<sub>12</sub> je vitaminem s nejsložitější strukturou. Patří do skupiny látek, jejichž struktura je tvořena tetrapyrrolovým jádrem – korinovým cyklem. Jako centrální atom je v molekule vázán atom kobaltu, čímž se kobalaminy stávají jeho jediným významným přírodním zdrojem. Biochemicky aktivní formou je koenzym B<sub>12</sub> [11]. Enzymy obsahující jako kofaktor kobalamin se podílejí na biosyntéze a nukleových kyselin a metabolismu aminokyselin a bílkovin. Nezbytné jsou také pro proces krvetvorby, kdy působí při vzniku a vývoji červených krvinek [25].

Vitamin B<sub>12</sub> je produkován symbiotickými bakteriemi v zažívacím traktu živočichů. Střevní stěnou jsou pak absorbovány a vázány na glykoprotein, gastritický faktor, který je produkován v žaludku. Absorpce z GIT je však s výjimkou býložravců nízká a vitamin je proto nutné přijímat z potravy. Nejvyšší obsah kobalaminů je ve vnitřnostech, masě a mléčných výrobcích. Denní potřeba je u člověka pouze 1–3 µg. Díky nízké potřebě a vysokému obsahu v potravinách živočišného původu je deficit vitaminu B<sub>12</sub> velmi vzácný. Problém s jeho příjmem mohou mít vegetariáni a vegani. K nedostatku může docházet také při snížené produkci gastritického faktoru a následně snížené schopnosti absorpce vitaminu, který se projevuje sníženou schopností tvorby krevního barviva hemu – zhoubnou chudokrevností [11].

## 2.7 Sladidla

Obecně lze jako sladidla označit látky, které dodávají energetickým nápojům sladkou chuť. Z funkčního hlediska je můžeme dělit na sladidla sacharidická, tedy ta, která kromě sladké chuti dodávají nápojům také energii v podobě kalorií, a sladidla náhradní [26]. Využití sladidel při výrobě nápojů je značně ovlivňováno stupněm jejich sladivosti, který je vyjadřován jako zlomek relativní sladivosti vztážený k sladivosti 10% roztoku sacharózy, jejíž stupeň sladivosti je tedy 1 [27]. Tabulka 2 uvádí stupeň sladivosti různých sladidel využívaných při výrobě energetických nápojů.

Tabulka 2: *Stupeň sladivosti různých sladidel [27]*

Sladidlo	Stupeň sladivosti
Sacharóza	1,0
Glukóza	0,7
Fruktózový sirup – 90 % fruktózy	1,5
Cukerné alkoholy	0,5–0,7
Aspartam	100–200
Acesulfam draselný	130
Sacharin – sodná sůl	200–700
Sukralóza	600

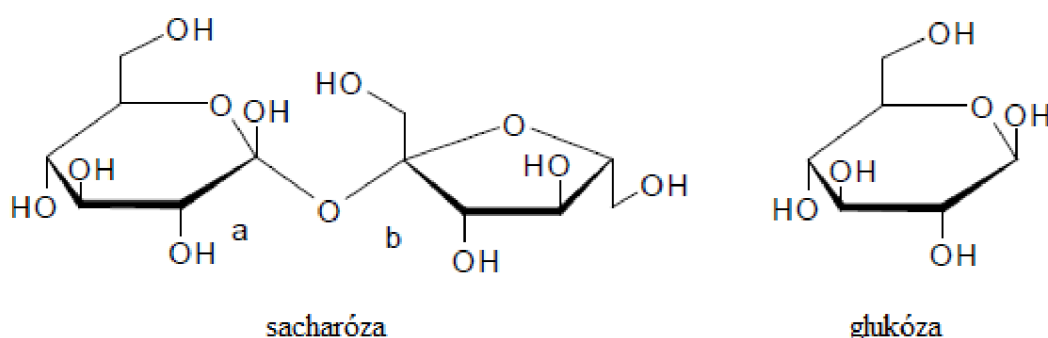
### 2.7.1 Sacharidická sladidla

Sacharidická sladidla jsou sladidla přírodního především rostlinného původu, která jsou vytvářena jako produkt fotosyntézy. Z asimilovaných jednoduchých cukrů jsou pak rostliny schopny vytvářet cukry s polymerní strukturou – polysacharidy [26]. Sladidla ve formě jednoduchých cukrů jsou hlavním zdrojem energie pro svalovou tkáň, červené krvinky a především mozek. Jsou tedy důležité pro správné fungování CNS [8]. Sacharidická sladidla nezastupují v nápojích pouze roli sladké složky. Ovlivňují vnímání ostatních chuťových složek nápojů, zvýrazňují aroma a především mají konzervační účinky, které získaly díky schopnosti odjímat vodu potřebnou pro růst mikroorganismů na základě osmotického tlaku [27]. Nejběžněji vyskytujícím se sacharidickým sladidlem požívaným při výrobě nápojů je sacharóza. V menší míře jsou využívány glukóza, škrobové sirupy [27].

*Sacharóza* – řepný, třtinový cukr, je disacharid tvořený molekulami fruktózy a glukózy. Jejím nejbohatším zdrojem jsou cukrová řepa a cukrová třtina, z nichž se průmyslově vyrábí. Sacharóza je po příjmu v tenkém střevě enzymaticky hydrolyzovaná na glukózu a fruktózu a tělu pak slouží jako zdroj energie stejně jako volná glukóza [11].

*Glukóza*, nazývána také hroznový cukr či dextróza, je nejčastěji se vyskytující monosacharid. Jako produkt fotosyntézy se vyskytuje ve většině rostlin, potravinou živočišného původu obsahující velké množství glukózy je med [11]. Pro potravinářské účely se glukóza průmyslově se vyrábí kyselou hydrolyzou škrobů [26]. V organismu je důležitou složkou metabolismu, který je společně s její hladinou v krvi řízen inzulinem. Prochází mnoha oxidačními procesy, v jejichž průběhu tělo získává velké množství energie [11].

*Škrobové sirupy* jsou vyráběny kyselou nebo enzymatickou hydrolyzou. Různé druhy sirupů se vzájemně liší stupněm hydrolyzy. Škrob je při výrobě sirupů štěpen nejprve na polysacharidy dextriny a maltodextriny, které se následně štěpí na monosacharidy. Při výrobě nealkoholických nápojů jsou nejčastěji používány fruktózové sirupy obsahující glukózu a fruktózu v různých poměrech, které jsou získávány enzymovou hydrolyzou kukuřičného škrobu [27].



Obrázek 11: Strukturní vzorce jmenovaných sacharidických sladidel [20]

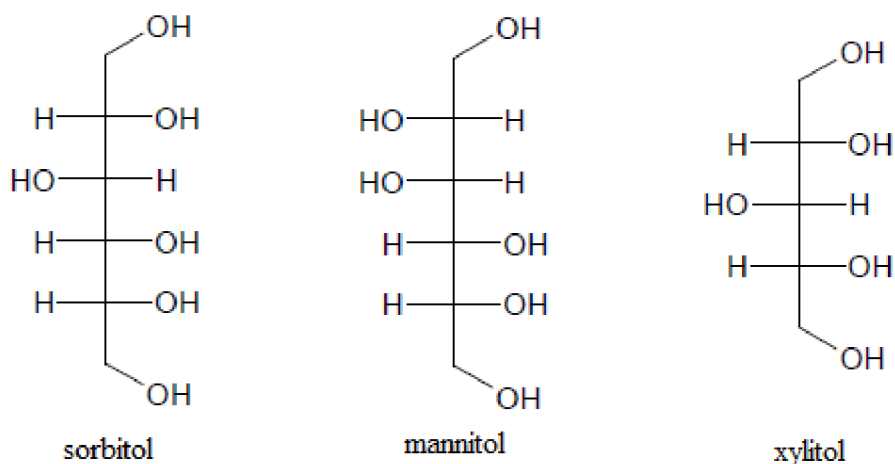
Metabolické zpracování výše zmíněných sladidel je podmíněno hladinou inzulinu v krvi. U osob trpící cukrovkou – diabetes mellitus, kdy je tvorba inzulinu slinivkou břišní narušena a nedochází tak k využití glukózy z krve, je konzumace potravin s těmito sladidly vyloučena. Alternativním řešením je používání náhradních sladidel, jejichž metabolismus inzulin

nevyžaduje. Náhradní sladidla se také využívají jako nekalorická sladidla při výrobě energetických nápojů s nízkou nutriční hodnotou [27].

## 2.7.2 Náhradní sladidla

Skupinu náhradních sladidel lze podle původu dělit na přírodní a syntetická. Do skupiny přírodních náhradních sladidel využívaných při výrobě nealkoholických nápojů se řadí sladidla se souhrnným označením *cukerné alkoholy* – sorbitol, mannitol, xylitol, viz obrázek 12 [27].

*Sorbitol*, E 420, se průmyslově vyrábí hydrogenací glukózy. *Mannitol*, E 421, se získává hydrogenací invertního cukru, který vzniká kyselou hydrolyzou sacharózy na molekuly glukózy a fruktózy. *Xylitol*, E 967, se vyrábí hydrolyzou pětiuhlíkatého monosacharidu xylózy obsažených ve dřevných vláknech [27]. Díky své schopnosti snižovat tvorbu zubního kazu se ve velké míře využívá jako sladidlo při výrobě žvýkaček [26]. V porovnání se sacharózou mají všechny cukerné alkoholy nižší stupeň sladivosti i energetickou hodnotu. V tlustém střevě jsou metabolizovány na nižší mastné kyseliny a vyšší příjem těchto sladidel tak bývá doprovázen nadýmáním, plynatostí a projímavými účinky [28][27].



Obrázek 12: Strukturální vzorce jmenovaných cukerných alkoholů [20]

Náhradní sladidla syntetického původu se vyznačují společnými vlastnostmi, mezi které patří výrazně vyšší sladivost oproti sacharóze a nízká nutriční hodnota [27].

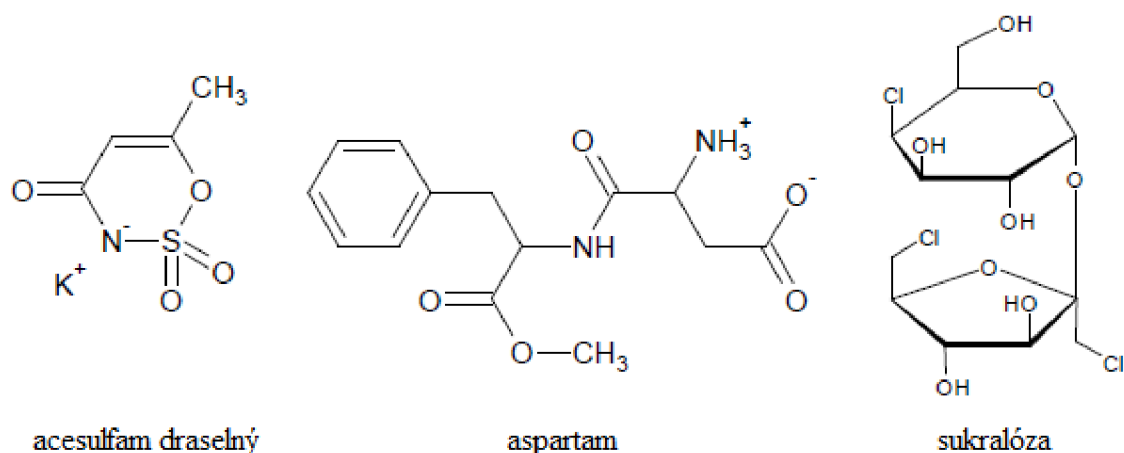
*Acesulfam draselný*, označován zkráceným názvem acesulfam K, E 950, je zcela nekalorické sladidlo. Má slabě nahořklou chuť, a proto se v potravinářství používá často v kombinaci s jinými sladidly. Není vstřebáván sliznicí GIT a je z 95 % vylučován močí v nezměněné podobě. Příjem acesulfamu-K není doporučován těhotným ženám [28].

*Aspartam*, E 951, je dipeptid, který je v organismu metabolizován na kyselinu asparagovou, fenylalanin a methanol. Není stabilní při vyšších teplotách a v kyselém prostředí. Při tepelném zpracování proto vzniká hořká příchut' právě po fenylalaninu. Bezpečnost využití aspartamu v potravinářství je neustále předmětem studií [28]. Kvůli metabolickému odbourání, jehož produktem je již zmíněný fenylalanin, není aspartam vhodný jako sladidlo pro osoby trpící fenylketonurií – vrozená metabolická porucha, při které dochází k hromadění fenylalaninu a produktů jeho katabolismu v organismu, což způsobuje poruchy mentálního vývoje [29].



*Sacharin*, E 954, je souhrnné označení pro sodnou, draselnou a vápenatou sůl anhydridu sulfaminobenzoové kyseliny [27]. Vykazuje stabilitu za zvýšených teplot a v kyselém prostředí. Kvůli maskování jeho kovové, nahořklé pachuti bývá používán v kombinaci s jinými umělými sladidly. V těle není sacharin metabolizován a je vylučován v nezměněné podobě. Kvůli mnohým studiím, které potvrdily zvýšený výskyt rakoviny močového měchýře u krys, je považován za potenciální karcinogen [30].

*Sukralóza*, E 955, je chlorovaný derivát sacharózy. Ve střevě nedochází k její hydrolyze a většina sukralózy tak odchází nezměněna z těla stolicí nebo jako konjugát s kyselinou glukuronovou močí. Má chuťové vlastnosti podobné cukru a stabilní za vyšších teplot. Žádné dosavadní studie neprokázaly karcinogenitu, mutagenitu ani toxické účinky, proto je sukralóza vhodná jako náhradní sladidlo pro děti i těhotné a kojící ženy [28].



Obrázek 13: Strukturální vzorce nejčastěji používaných umělých sladidel [29]

## 2.8 Přídavné látky

Aditivní látky, potravinová aditiva, jsou k potravinám, respektive nápojům, přidávány za účelem zvýšení kvality výrobku – prodloužení trvanlivosti, zlepšení chuti, barvy, výživové hodnoty. Všechny přídavné látky musí vykazovat zdravotní nezávadnost a jejich přítomnost musí být na obalu označena názvem nebo číslem, E kódem systému Evropské unie, v sestupném pořadí podle obsaženého množství. Nezávadnost je u aditivních látek doplněna údajem o nejvyšším přípustném množství označovaném zkratkou ADI. Tato zkratka z anglického Acceptable Daily Intake – přípustný denní příjem, udává množství konkrétní látky vyjádřené na 1 kg tělesné váhy, které je možno konzumovat bez jakéhokoliv zdravotního rizika denně po celý život [29].

### 2.8.1 Látky prodlužující trvanlivost

Do skupiny látek prodlužujících údržnost jsou řazeny látky konzervační a antioxidační [29]. Konzervační látky jsou používány především jako ochrana proti nežádoucím mikroorganismům, kdy je buď přímo usmrtí, nebo blokují působení jejich enzymových aparátů. Mezi nepoužívanější jsou v potravinářství obecně řazeny kyseliny benzoová a sorbová a jejich soli [27].

*Kyselina sorbová*, E 210, a od ní odvozené sodné – E 211, draselné – E 212 a vápenaté – E 213 soli, benzoáty, jsou využívány jako činidla pro inhibici růstu kvasinek, bakterií a plísní. Mezi používanými konzervačními látkami se považují za nejméně toxické, ADI = 25 mg/kg [29].

*Kyselina benzoová* a její soli, E 210–213, jsou stejně jako kyselina sorbová využívány jako antimykotická činidla. Patří mezi málo toxické látky, ADI = 5 mg/kg. Přítomnost benzoové kyseliny v potravinách může u některých jedinců vyvolat zvýšenou citlivost [29].

Antioxidační látky omezují nežádoucí oxidační procesy. Nejvyužívanějším antioxidantem je *kyselina askorbová – vitamin C*. Její použití má oproti ostatním látkám mnohé výhody. Kyselina askorbová neovlivňuje chuť, vůni ani barvu nápojů, u nápojů balených v plechovkách zamezuje korozi a její nadbytek navyšuje biologickou hodnotu nápoje [27].

## 2.8.2 Barviva

Barvením nápojů má být především docíleno jejich vyšší atraktivity. Používaná barviva lze dělit podle původu na přírodní a syntetická [27].

*Přírodní barviva* poskytují velkou škálu barevných odstínů, jsou ale nestálá a citlivá na změny pH prostředí a oxidaci. Z přírodních zdrojů se získávají nejčastěji izolací nebo jako šťávy z částí rostlin. Mezi používaná přírodní barviva patří tmavě purpurové *anthokyany* získávané nejčastěji ze slupek hroznů, *karotenoidy* – žluté až červené pigmenty obsažené v mnohých přírodních zdrojích, *karamel* – hnědý amorfni produkt karamelizace sacharidů získaný jejich zahříváním nad teploty 150–200 °C, dále pak *košenila* a *karmínová kyselina*, které se získávají z oplodněných vajíček hmyzu, *Coccus cacti*, parazitujícího na kaktusech a v neposlední řadě *riboflavin* – viz kapitola 2.6.1 [27].

*Syntetická barviva* jsou oproti přírodním stabilnější v širším rozmezí podmínek – teplota, pH, vyznačují se intenzivnějšími odstíny a neovlivňují nápoje charakteristickým aroma. Jsou také cenově dostupnější, a proto mají při výrobě nápojů stále velké zastoupení [29]. Přehled barviv, včetně syntetických, nejčastěji používaných při výrobě energetických nápojů obsahuje tabulka 3.

Tabulka 3: Nejčastěji používaná barviva v energetických nápojích dostupných na českém trhu [29]

Kód E	Název	Barva	Původ	Nápoj
E 101	riboflavin	žlutá	přírodní	Red Bull®
E 120	košenila	červeno-fialová	přírodní	AH Basic tropical ED
E 150b	kaustický sulfitový karamel	hnědá	přírodní	AH Basic ED
E 150c	amoniakový karamel	hnědá	přírodní	Freeway up Classic, RockStar
E 150d	amoniak-sulfitový karamel	hnědá	přírodní	Crazy Wolf, Party Power
E 160a	karoteny	oranžová	přírodní	AH Basic ED tropical
E 163	anthokyany	purpurová	přírodní	Monster Energy®
E 102	tartrazin	žlutá	syntetický	Semtex Cool
E 104	chinolinová žluť	žlutá	syntetický	Semtex Explosive Energy
E 122	azorubin	modro-červená	syntetický	Kamikaze®
E 133	brilantní modř	zeleno-modrá	syntetický	Burn® Blue, Semtex Cool



### 3 VLIV KONZUMACE ENERGETICKÝCH NÁPOJŮ NA ZDRAVÍ

Za rostoucí oblíbeností konzumace energetických nápojů – EN u mladých lidí můžou jejich obecně známé krátkodobé povzbuzující účinky, které většina z konzumentů vnímá jako výhodu [8]. Nejčastějšími důvody konzumace jsou kompenzace nedostatku spánku, doplnění energie a zlepšení soustředěnosti při učení, řízení nebo také při konzumaci alkoholu – zlepšení chuťových vlastností, zmírnění kocoviny [31]. I přesto, že studie ukazují, že jsou EN účinnějšími zdroji energie a lépe zlepšují kognitivní funkce než klasické nealkoholické nápoje jako káva nebo čaj, málo spotřebitelů si uvědomuje potenciální rizika spojená s jejich konzumací. Možná rizika však nelze zobecnit. Žádoucí i škodlivé účinky konzumace EN se značně odvíjí od aktuální kondice a zdravotního stavu jedince, genetických dispozic a především od konzumovaného množství [8].

Většina EN obsahuje složky v množství, která jsou mnohem nižší než množství potřebné k vyvolání žádoucích nebo vedlejších účinků. Avšak kofein a sacharidy jsou přítomny v množstvích, které mohou způsobit řadu zdravotních problémů [31].

Zvyšující se obavy o bezpečnost konzumace EN často pramení v neznalosti konzumentů, kteří o přítomnosti kofeinu v nápoji buď nevědí, nebo si ji neuvědomují. Často pak dochází k situacím, kdy lidé konzumují větší množství kofeinu, než jsou si vědomi [32]. Právě informovaností spotřebitelů o složkách EN a jejich potenciálních zdravotních rizicích se zabývala dotazníková studie, která probíhala na univerzitě v Ankaře v Turecku. Až 90 % respondentů patřících do skupiny příležitostných konzumentů si například nebylo vědomo účinků EN na kardiovaskulární systém. Podobná neznalost byla zjištěna v případě obezity, jejíž možné riziko si uvědomovala pouze necelá 2 % všech dotázaných [31].

#### 3.1 Účinky na kardiovaskulární systém

Existují důkazy, že nadměrná konzumace EN spojená s vysokým příjmem kofeinu, může vyvolávat nepříznivé účinky jako bušení srdce, bolest na hrudi, zvýšenou srdeční frekvenci, případně arytmie a hypertenze [8]. Množství kofeinu obsažené v jednotlivých porcích EN obecně však nejsou dostatečně vysoké, aby vyvolaly závažné příznaky [6], což dokazuje i studie založená na pozorování účinků konzumace energetických nápojů na kardiovaskulární systém. Ze závěru této studie, při které kontrolované skupiny konzumovaly 250 ml energetického nápoje Red Bull<sup>®</sup>, vyplývá, že tato dávka nevyvolává negativní účinky na kardiovaskulární systém. V průběhu studie nedošlo u zúčastněných k výraznému ovlivnění srdeční frekvence ani krevního tlaku [32]. Studie posuzující vliv konzumace dvojnásobného množství Red Bull<sup>®</sup> však již účinky na kardiovaskulární systém, konkrétně zvýšení krevního tlaku, potvrzuje [34].

#### 3.2 Účinky na centrální nervový systém

Mezi nejčastěji se vyskytující vedlejší účinky na CNS po požití EN patří bolesti hlavy, úzkost, podrážděnost, zmatenost, neklid v krajních případech psychóza, záchvaty. U jedinců s psychickými poruchami může docházet ke zhoršení jejich stavu [8].

U dětí a dospívajících by denní dávka kofeinu neměla přesáhnout 100 mg, přesněji 2,5 mg/kg [7]. V závislosti na denní dávce kofeinu byly u dospívajících prokázány nepříznivé

účinky jeho působení. Dospívající, kteří nejčastěji využívají účinky EN jako náhražku spánku např. při nárazovém intenzivním učení, jsou ještě více než dospělý náchylnější k případnému výskytu poruch spánku způsobených příjmem vysokého množství kofeinu v nápojích [8]. Mezi další vedlejší účinky patří nesoustředěnost doprovázená poruchami učení [8].

Důkaz o tom, že hlavní roli při konzumaci EN hraje opatrné dávkování, poskytla studie zaměřující se na vliv konzumace 1 plechovky – 250 ml Red Bull® na řídičské schopnosti. Při testování dobrovolníků řídících po dobu 4 hodin, bylo po požití EN v polovině doby jízdy – po 2 h, pozorováno zlepšení jízdnicích schopností, konkrétně nižší odchylky v rychlostech a vychýlení ze směru jízdy oproti srovnání s konzumací placeba. Pozitivní vliv měl EN také na subjektivní vnímání únavy [35].

### 3.3 Účinky na trávicí ústrojí

Cukr je nedílnou součástí EN, které mají být rychlým zdrojem energie a povzbuzení. Jednoduché cukry jako glukóza a fruktóza nacházející se v energetických nápojích v množství nejčastěji 10–12 g/ 100 ml, což znamená, že celé balení může obsahovat až 60 g sacharidů, zvyšují velmi rychle hladinu glukózy v krvi. Prudký nárůst je však následován jejím rychlým poklesem v důsledku rychlého odbourání jednoduchých cukrů za působení inzulínu. Tělo poté potřebuje další dávku cukru, pro opětovný nárůst hladiny glukózy takzvané glykémie. Přebytečné množství cukru dodávané tělu pravidelným pitím EN může vést k postupnému vývoji inzulínorezistence a následně cukrovce.

Díky nízkému pH a vysokému obsahu cukru může zvýšená spotřeba EN vést k tvorbě zubního kazu a citlivosti zubů [8].

### 3.4 Ostatní

S konzumací EN je také čím dál častěji spojovaná obezita [8]. Mezi faktory způsobující obezitu jsou řazeny nevhodný životní styl, špatné stravovací návyky, nadměrná konzumace alkoholu či snížená fyzická aktivita [9]. Konzumace EN obsahujících energii ve formě jednoduchých sacharidů, která může být s těmito faktory a tedy i obezitou úzce spjata [8]. Se zvyšující se popularitou EN se může stát velkou hrozbou dětská obezita, která je již v dnešní době velkým zdravotním problémem na celém světě [8].

Nejčastějším zdrojem kofeinu u dětí a dospívajících jsou slazené limonády. Díky opakovanému působení kombinace cukrů a kofeinu se může u mladých začít vyvíjet závislost na kofeinu nebo zvýšená obliba nápojů s přidaným cukrem. Cukr působí na centrum odměn podobně jako drogy – kokain, nikotin mechanismem aktivace dopaminergního systému. Vzhledem k podobnostem mezi působením cukru a drog, existuje možnost, že kofein může umocnit citlivost na tyto látky a spotřebu cukru, stejně jako to dělá například u nikotinu. Dětství a dospívání může být kritické období pro zavedení stravovacích návyků a chuťových preferencí. Pokud tedy kofein zvyšuje preference sladkých jídel a nápojů, může to přispět k nadměrnému příjmu energie a zvýšenému riziku nadváhy a obezity v dospělosti [37].

Dalším následkem nadměrné konzumace EN může být zvýšené riziko dehydratace. Především při konzumaci EN během sportovních a jiných fyzicky náročných aktivit, kdy dochází ke ztrátám tekutin pocením, mohou mírné antidiuretické účinky kofeinu

k dehydrataci přispět. Dospívající, kteří patří mezi nejčastější konzumenty EN, jsou oproti dospělým citlivější jak na účinky kofeinu, tak na případnou dehydrataci způsobenou ztrátami tekutin při sportu a zvýšené námaze, riziko možné dehydratace je u nich tedy ještě vyšší [8]. Tyto obavy pramení z obecných poznatků o účincích kofeinu, existují však studie, které neprokazují vliv kofeinu na možnou dehydrataci a případné přehřátí organismu. Je potřeba si však uvědomit, že EN obsahují velké množství dalších složek, které by mohly ovlivňovat výsledné působení kofeinu na hospodaření organismu s tekutinami [38]. Jako prostředek pro hydrataci nejsou EN také vhodné kvůli sycení oxidem uhličitým – CO<sub>2</sub>. Sycené nápoje totiž tiší pocit žízně, v porovnání s nesycenými nápoji, po vypití menšího množství nápoje, což však mnohdy nemusí být množství potřebné zároveň pro hydrataci organismu [39]. Důležité tedy je, aby hlavní podíl přijímaných tekutin tvořila čistá voda a EN sloužily pouze jako prostředek pro povzbuzení, nikoliv však jako hlavní prostředek pro hydrataci [8].

### 3.5 Kontraindikace konzumace energetických nápojů

Z obsahu předchozích kapitol, kde jsou popsány účinky působení EN – především obsaženého kofeinu, je patné, že EN by neměly konzumovat osoby již trpící onemocněním kardiovaskulárního systému jako zvýšený krevní tlak, prodělaná mrtvice, různé srdeční choroby [8]. Dále by neměly EN konzumovat osoby trpící onemocněním ledvin a jater, cukrovkou, obezitou a poruchami činnosti štítné žlázy. Vyšší riziko výskytu vedlejších účinků spojených s konzumací EN u osob trpících jmenovanými onemocněními se stejně jako na dospělé vztahuje na děti. U dětí je třeba navíc zvážit konzumaci u dětí trpících poruchami nálad a chování [7].

Mnohá varování jsou navíc uvedena na etiketách EN. Jelikož převážná většina EN běžně dostupných na českém trhu obsahuje více kofeinu než 150 mg/l, vyskytuje na etiketách upozornění: „S vysokým obsahem kofeinu – není vhodné pro děti a těhotné nebo kojící ženy“, často s dodatkem „nevhodné pro a osoby citlivé na kofein“. Upozornění, že nápoj není vhodný pro diabetiky, obsahují např. výrobky značky AH Basic. Etikety nápojů s obsahem syntetických barviv – např. EN Semtex, nesou varování: „může nepříznivě ovlivňovat činnost a pozornost dětí“.

## 4 VLIV KONZUMACE ENERGETICKÉHO NÁPOJE NA SPORTOVNÍ VÝKON

Při diskuzi o vlivu konzumace energetického nápoje na sportovní výkon je důležité jasně rozlišovat mezi sportovním a energetickým nápojem. Sportovní nápoje využívají sportovci při výkonu jako hlavní prostředek pro hydrataci, doplnění iontů a podporu samotného výkonu. Obsahují přiměřené množství sacharidů (6–8 g/100 ml), což je doporučené množství pro optimální doplnění energie při vytrvalostním tréninku, a elektrolyty jako sodík, draslík, které tělo ztrácí společně s potem a které je nutno doplnit. Oproti tomu energetické nápoje obsahují větší množství sacharidů (10–12 g/100 ml) a další takzvané ergogenní látky, které navíc slouží i k podpoře duševního stavu a pozornosti [32].

Primární ergogenní složkou je již mnohokrát zmíněný *kofein*. Kofein pozitivně ovlivňuje sportovní výkon, pokud jej sportovci přijímají v množství 3–6 mg/kg tělesné hmotnosti. Jeho příjem v množství větším než 9 mg/kg již nepůsobí další zvyšování sportovního výkonu. Dostupná literatura a mnohé studie potvrzují pozitivní vliv kofeinu na dlouhotrvající,

vytrvalostní výkon [32]. Oddálení vyčerpání způsobuje vliv kofeinu na metabolismus tuků. Zvýšení intenzity jejich oxidace pomáhá zachovat glykogen ve svalích, což zvyšuje vytrvalostní výkon. Existuje také teorie, že by kofein mohl zlepšit silový výkon zvýšením svalové kontrakce, kterou lze ovlivnit pomocí zrychlení uvolňování intracelulárních vápenatých iontů. Jeho působení na anaerobní – silový trénink však není dostatečně prokázáno [38], jak je také popsáno v následující kapitole, která se ovlivněním sportovního výkonu zabývá podrobněji.

Další složkou energetického nápoje, která hraje důležitou roli při ovlivnění sportovního výkonu, jsou *sacharidy*. Podávání sacharidů před a během tréninku zajišťuje udržování hladiny glukózy v krvi, která je oxidována pro získání potřebné energie. Tento mechanismus pomáhá zachovat zásoby jaterního a svalového glykogenu. Jelikož je při vytrvalostním tréninku doporučována konzumace 6–8 % roztoků sacharidů, je pro tyto účely vhodnější příjem nápojů sportovních, případně energetických kombinovaných s příjmem čisté vody [32].

V případě posuzování role taurinu na zlepšení sportovního výkonu jsou závěry studií nejednoznačné, protože ve většině případů nebyl posuzován vliv samotného taurinu, ale EN jako celku. Nedá se proto posoudit, zda může být zlepšení výkonu přisuzováno taurinu nebo přítomnému kofeinu [40].

Přítomnost *vitaminů* v EN navyšuje jejich nutriční hodnotu, stejně jako u ostatních složek jako *L-karnitin*, *glukuronolakton* však není dokázáno, že by v množství, ve kterém jsou v nápoji přítomné, nápoji napomáhalo při cvičení a tréninku [32].

#### **4.1 Vliv na anaerobní trénink**

V posledních letech bylo provedeno mnoho studií, které zkoumaly účinky konzumace EN na anaerobní výkonnost. Podle definice je anaerobní cvičení krátkodobá pohybová aktivita, při které získává sval energii díky mechanismům anaerobního metabolismu – probíhá bez přístupu kyslíku. Má charakter silového tréninku, dochází při něm k rozvoji rychlosti a síly [41]. Většina studií byla založena na pozorování rozdílů v silových výkonech sportovců, kteří před tréninkem vypili komerčně dostupný energetický nápoj s průměrným obsahem kofeinu 2 mg/kg nebo nápoj stejných chuťových vlastností bez kofeinu a dalších složek, tzv. placebo. Studie se zaměřovaly hlavně na cviky se závažím jako bench press a leg press. Výsledky ukazují, že konzumace energetického nápoje s obsahem kofeinu 45–60 minut před začátkem tréninku může v malé míře ovlivnit výkonnost při silovém tréninku a to konkrétně zvýšením počtu opakování při posilování [32]. Závěr studie zkoumající účinky konzumace 250 ml EN Red Bull® však uvádí, že zvýšení výkonu je pouze důsledek utlumení individuální reakce na bolest, která umožňuje sportovcům delší a intenzivnější trénink [32].

Kromě účinků na silový anaerobní trénink byly také prováděny studie, které zkoumaly vliv konzumace EN na hbitost a rychlostní výkon. Výsledky těchto studií však nepotvrdily prokazatelné zlepšení výkonnosti po požití EN. Popřeny byly také názory, že by sacharidy přítomné v nápojích měly nějaký pozitivní vliv na výkonnost při silovém cvičení [32].

## 4.2 Vliv na aerobní trénink

Studie zabývající se sledováním účinku konzumace EN na výkonnost při aerobním tréninku používají při testování různé metody. Jednou z používaných metod je měření aerobního výkonu ergometrem. Principem metody je měření času jízdy na kole při tepové frekvenci udržované v rozmezí 65–75 % maxima. Další metodou je měření času při vytrvalostním běhu na běžícím páse při 70 % maximální spotřeby kyslíku, označované jako  $VO_2\max$ , do vyčerpání. Poslední ze základních metod zjišťování aerobní výkonnosti je tzv. časovka. Časovkou je myšleno měření času výkonu na nastavené vzdálenosti – např. běh 20 km na čas [32].

Při těchto studiích bývá stejně jako u studií vlivu konzumace EN na anaerobní trénink posuzován rozdíl ve výkonech účastníků, kteří před cvičením vypili EN s obsahem kofeinu, průměrně 2 mg/kg, a účastníků, kterým byl podán pouze nápoj s placebo efektem [32].

Různé studie dochází při sledování vlivu konzumace na aerobní trénink ke stejným závěrům. Z výsledků vyplývá, že požití EN 10–40 minut před začátkem aerobního cvičení pozitivně ovlivňuje výkony při jízdě na kole i běhu jak u rekreačních tak u trénovaných sportovců. Účastníci, kteří pili EN, vykazovali v průměru o 10 % lepší výsledky než ostatní účastníci. Jediný výzkum, který poskytl opačné výsledky, byl založen na testování výkonu účastníků, kterým byly nápoje podány 60 minut před začátkem cvičení. Z těchto výsledků tedy plyne, že konzumace EN 60 minut před zahájením tréninku může být příliš dlouhá doba na podporu aerobní výkonnosti [32].

Výsledky studií testujících vytrvalost ukazují, že konzumace EN s obsahem kofeinu 2–3 mg/kg, který je považován za bezpečný – viz kapitola 2.1, pozitivně ovlivňuje vytrvalost. Účinky nápojů s nižším množstvím kofeinu jsou však vázány na přítomnost sacharidů. Tento fakt dokazuje studie založená na ovlivnění výkonu po požití EN bez cukru, která neprokázala výrazné změny sledovaných faktorů u skupiny, která konzumovala EN bez cukru hodinu před cvičením, a skupiny konzumující placebo nápoj. Stejně studie zároveň pozorovaly vliv konzumace EN obsahující sacharidy a kofein na srdeční frekvenci a na hodnocení vnímané zátěže. Výsledky byly opět srovnávány se skupinou účastníků konzumujících placebo. Závěry studií nepotvrzují vliv nízkých dávek kofeinu na srdeční činnost v klidu a při cvičení, což opět potvrzuje bezpečnost příjmu nízkých koncentrací kofeinu v EN. Nebyl potvrzen ani vliv na hodnocení vnímané zátěže [42].

## 4.3 Vliv na náladu, hbitost, reakční dobu

V mnoha sportovních odvětvích – baseball, tenis, bojové sporty, atletika, atd., je výkon ovlivněn nejen fyzickou silou nebo vytrvalostí. Důležitou roli často hraje také reakční doba, bdělost, soustředění a subjektivní vnímání únavy. Výzkumy a studie zkoumající vliv konzumace EN na tyto schopnosti dochází i přes odlišné metody výzkumu ke shodným závěrům. U účastníků studií, kterým byly podávány různé formy EN – s obsahem kofeinu, sacharidů, taurinu, glukuronolaktanu v různých poměrech, bylo pozorováno zlepšení reakční doby, zvýšení bdělosti a soustředěnosti. V neposlední řadě bylo také pozorováno zlepšení nálady. Hlavní ergogenní působení při ovlivnění těchto schopností je opět přisuzováno především kofeinu a sacharidům [32].

## 5 KONZUMACE ENERGETICKÝCH NÁPOJŮ V KOMBINACI S ALKOHOLEM

Úměrně s rostoucí oblibou konzumace EN, která je mnohdy úzce spjata s konzumací alkoholu, roste i počet nových studií zabývajících se bezpečností kombinování těchto nápojů. Nejširší skupinou, u níž je tato kombinace populární, jsou mladí dospělí, vysokoškolští studenti. Výsledky turecké dotazníkové studie ukazují, že EN kombinuje s alkoholem 40 % jejich konzumentů. Závěry studie probíhající na univerzitě ve městě Messina, které se zúčastnilo 500 studentů, ukazují, že EN konzumuje 57 % dotázaných, z nichž téměř polovina je kombinuje s alkoholem. Podobně navržená argentinská studie však uvádí, že s alkoholem kombinuje EN až 88 % jejich pravidelných spotřebitelů [31]. Nejčastějšími důvody, proč respondenti a účastníci výzkumů EN s alkoholem konzumují, jsou překrytí chuti alkoholu, potlačení pocitu opilosti nebo předcházení kocoviny [43].

### 5.1 Ethanol

Ethanol, také ethylalkohol, patří mezi nejběžněji využívané omamné látky. Vzniká jako hlavní produkt anaerobního odbourávání cukru kvasinkami při procesu zvaném alkoholové kvašení. Průmyslově se ethanol vyrábí za použití kmenů kvasinek *Saccharomyces cerevisiae* zkvašující nejčastěji glukózu, sacharózu a rafinózu. V různých koncentracích je obsažen ve všech alkoholických nápojích [11]. Obsah alkoholu se v nápojích pohybuje v širokém rozmezí. Pivo má obsah ethanolu průměrně 5 % obj., víno obsahuje okolo 11–14 % obj., destiláty pak obsahují ethanolu více, nejčastěji 40 % obj [44].

#### 5.1.1 Metabolismus ethanolu

V lidském organismu je ethanol vstřebáván především sliznicemi žaludku a tenkého střeva. Nejvyšší koncentraci ethanolu v krvi je možno detekovat 30–90 minut po jeho požití. Z malé části, především při požití malého množství, je odbouráván již žaludku. Hlavní podíl na metabolismu ethanolu však mají játra, kde dochází k jeho oxidaci na acetaldehyd za přítomnosti enzymu alkoholdehydrogenázy. Pro tělo toxický acetaldehyd je pomocí aldehyddehydrogenázy odbouráván na acetát, který organismus dále zpracuje v citrátovém cyklu na acetyl koenzym A. Koenzymem obou zmiňovaných enzymů je NAD. Oxidací je odbouráno přibližně 95 % požitého ethanolu, zbylá část je z těla vyloučena v nezměněné podobě močí případně dechem a kůží [44].

Rychlost eliminace ethanolu není závislá na výchozí koncentraci. Po celou dobu je ethanol odbouráván konstantní rychlostí, přibližně 150 mg/l za hodinu [45]. U pravidelných konzumentů, chronických alkoholiků, může být rychlost vyšší, než u abstinentů [44].

#### 5.1.2 Účinky ethanolu na lidský organismus

Při *akutní intoxikaci* dochází v organismu ke zvyšování koncentrace produktů odbourávání ethanolu. Zvýšená koncentrace acetyl-CoA podporuje syntézu mastných kyselin. Zvýšená intracelulární koncentrace redukované formy koenzymu NADH + H<sup>+</sup> je příčinou zvýšené tvorby laktátu z pyruvátu následovaná laktátovou acidózou. Snížená koncentrace pyruvátu snižuje glukoneogenezi, což je následováno hypoglykemií. Toxický acetaldehyd, který se

v těle při nadměrné konzumaci alkoholu hromadí, způsobuje vyplavení katecholaminů podílejících se na celkové reakci organismu na alkohol – bolest hlavy, zvracení, tachykardie, ztížené dýchání. Acetaldehyd také podporuje vznik volných radikálů, následně peroxidaci lipidů a stimuluje tvorbu kolagenu [44].

*Chronická intoxikace*, kdy jsou hladiny metabolitů zvýšeny dlouhodobě, má v organismu mnoho následků. Je například příčinou zvýšené lipogeneze – v důsledku zvýšené tvorby triacylglycerolů a snížené oxidace mastných kyselin, může docházet k narušení imunitního systému, který začne tvořit protilátky naproti narušeným hepatocytům, na které se navázal uvolňovaný acetaldehyd. Dlouhodobě zvýšená tvorba kolagenu vede ke vzniku cirhózy jater. Chronická intoxikace je také příčinou nedostatku vitaminů a minerálů. Jejich nedostatečný příjem z potravy je způsoben příjmem tzv. prázdných kalorií v podobě alkoholu, které jsou přijímány na úkor kvalitní potravy obsahující důležité živiny [44]. Zvýšený příjem alkoholu může také vést k obezitě. Příčinou je vysoký příjem energie – 29 kJ/g ethanolu, a potlačení oxidace ostatních energetických zdrojů bezprostředně po jeho požití, což vede k jejich ukládání [46].

Tabulka 4: Účinky ethanolu na lidský organismus v závislosti na jeho koncentraci v krvi [45]

Koncentrace ethanolu v krvi [mg/l]	Stav	Účinky na organismus
< 500	Mírné opojení	výřečnost, subjektivní pocity pohody
500–1500	Mírná otrava	emoční labilita, problémy s řečí, mírné zhoršení koordinace, reakční doby
1500–3000	Středně těžká otrava	rozmazané vidění, špatná koordinace, pomalé reakce
3000–5000	Těžká otrava	velmi špatná koordinace, rozmazané až dvojité vidění, někdy kóma, podchlazení,
> 5000	Velmi těžká otrava	kóma, útlum dýchání, hypotenze, podchlazení, možná smrt – způsobena respiračním, oběhovým selháním nebo udušením po vdechnutí obsahu žaludku

## 5.2 Vliv energetických nápojů na intoxikaci ethanolem

Ethanol má na lidský organismus inhibiční účinek, který je zprostředkován jeho působením na aktivaci adenosinového receptoru v CNS. Aktivace adenosinových receptorů je hlavní podmínkou pro umožnění sedativních účinků adenosinu, který působí v CNS jako inhibiční neurotransmitter. Jak již bylo popsáno v kapitole 2.1.2, kofein, který je hlavní funkční složkou EN, působí jako inhibitor těchto receptorů a působí tak proti účinku ethanolu, což je hlavním principem tlumení účinku ethanolu při jeho konzumaci s EN [47].

Kromě ovlivňování činnosti adenosinových receptorů mění ethanol i kofein také aktivitu dopaminu. Ethanolem aktivované adenosinové receptory inhibují aktivitu dopaminu, což vede ke snížení požitku z pití. Nastupující únava, způsobena inhibičními účinky adenosinu tak působí jako ochranný prostředek proti zvyšující se intoxikaci organismu ethanolem. Opačný efekt kofeinu z EN tedy způsobuje zvýšenou aktivitu dopaminu, oproti konzumaci samotného alkoholu, což je doprovázeno zvýšenými požitky z pití a možnou zvýšenou konzumací alkoholu, jejímž výsledkem může být až vznik závislosti [47]. Zvýšenou konzumaci alkoholu

potvrzuje studie z roku 2006 ze Severní Karoliny, jejíž výsledky ukazují, že studenti konzumující současně alkohol s EN – AsEN, vypijí při jedné události o 36 % větší množství alkoholu, než ti, kteří jej pijí bez EN. Konzumenti AsEN uvedli téměř 2x vyšší počet událostí za posledních 30 dní, na níž konzumovali nadměrné množství alkoholu, než ti, kteří AsEN nekonzumují [43]. Zvýšená konzumace alkoholu respektive touha po další dávce alkoholu byla náplní i studie z roku 2012, které se účastnilo 80 dobrovolníků. Výsledky dokazují, že konzumace AsEN, v porovnání s konzumací alkoholu samotného, vyvolává větší touhu po další dávce alkoholu [49].

Uvedené mechanismy působení kofeinu a ethanolu na CNS však neovlivňují objektivně posuzované projevy intoxikace. Jak dokazují mnohé studie, kombinace EN s alkoholem ovlivňuje pouze subjektivní vnímání aktuálního stavu organismu. Dobrovolníci, kteří byli zapojeni do studie zkoumající vliv konzumace AsEN na následné příznaky intoxikace, uvedli, že po konzumaci AsEN méně pociťují subjektivní příznaky intoxikace jako je bolest hlavy, slabost, sucho v ústech a špatná motorická koordinace, než po požití samotného alkoholického nápoje. Koncentrace složek v jedné dávce EN Red Bull<sup>®</sup>, který byl podáván, neovlivnily výsledky objektivně měřených účinků alkoholu jako motorická koordinace, reakční doba a koncentrace alkoholu v krvi [50].

Výsledky studie zkoumající vztah mezi důsledky konzumace alkoholu, riskantním chováním a konzumací EN, do níž bylo zapojeno přes 4 000 studentů, potvrzují počáteční předpoklad, že u studentů konzumujících alkohol v kombinaci s EN je vyšší výskyt zranění, a vážných následků spojených s jeho požitím. U těchto studentů byla také vyšší pravděpodobnost řízení pod vlivem alkoholu i jízdy s jiným řidičem, který byl také pod vlivem alkoholu [43].

Z předchozích řádků vyplývá, že konzumace AsEN je mnohdy nebezpečnější, než požití samotného alkoholu. Povzbuzující účinku kofeinu obsaženého ve všech EN maskuje subjektivní vnímání opilosti a jedinec si tedy nemusí uvědomovat skutečné množství alkoholu, které požil. Může se tak stát nebezpečným sobě i svému okolí. Fakt, že konzumace AsEN je úzce spojená s vyšší spotřebou alkoholu, může vést až k závislosti na alkoholu.

Kvůli nebezpečnosti konzumace AsEN již některé státy jako Francie, Finsko, Irsko, Austrálie vyžadují, aby obaly EN obsahovaly varování pro spotřebitele [43]. Na etiketách výrobků na tuzemském trhu je toto varování nejčastěji ve formě: „nemíchat s alkoholem“, „nemíchat s alkoholickými nápoji“.



## 6 HODNOCENÍ ROLE ENERGETICKÝCH NÁPOJŮ V SOUČASNÉ VÝŽIVĚ

Energetické nápoje zastupují v současné výživě roli stimulačního prostředku, jehož účinky již přestávají být využívány sportovci, pro jejichž potřebu byly tyto nápoje původně vyráběny. Největší skupinou současných spotřebitelů jsou dospívající a mladí dospělí, kteří využívají energetické nápoje jako prostředek pro oddálení únavy, povzbuzení psychického stavu a podporu soustředění.

Jmenované a mnohé další dosud možná neobjevené účinky energetických nápojů na lidský organismus jsou ve velké míře zajištěny obsahem velkého množství kofeinu. Přiměřená konzumace energetických nápojů, tedy i kofeinu, může pozitivně působit nejen na stimulaci centrálního nervového systému, ale také podporuje činnost systému kardiovaskulárního. Konzumace přiměřeného množství energetického nápoje 10–45 minut před sportovním výkonem může také pozitivně ovlivnit vytrvalostní výkonnost, reakční dobu a vnímání únavy. Za přiměřenou konzumaci lze považovat množství, která jsou mnohdy uvedena na etiketách nápojů jako maximální doporučená denní množství – nejběžněji jedno až dvě 250 ml balení, respektive jedno 500 ml balení. Negativní účinky se při konzumaci energetických nápojů nejčastěji objevují při překročení těchto doporučených denních dávek nebo mohou být vyvolány špatným aktuálním zdravotním stavem spotřebitele, což je před jejich konzumací důležité brát v úvahu. Doporučené dávkování je však vztaženo na dospělého jedince. Kofein v množství obsaženém v energetických nápojích tedy není vhodný pro děti.

Zvyšující se spotřeba energetických nápojů je v současnosti mimo jiné spojena se stoupající oblibou jejich konzumace v kombinaci s alkoholickými nápoji. Antagonistické působení obsaženého kofeinu a alkoholu na lidský organismus způsobuje subjektivní pocit nižší intoxikace alkoholem oproti skutečné, což je jeden z hlavních uváděných důvodů jejich společné konzumace. Jako další důvody jsou spotřebiteli uváděny překrytí chuti alkoholu či prevence kocoviny. Fakt, že je ovlivnění míry intoxikace alkoholem pouze subjektivní, může podmiňovat vyšší spotřebu alkoholu doprovázenou agresivitou, zvýšeným výskytem zranění, případně řízením dopravních prostředků pod vlivem alkoholu.

Velký podíl na rostoucí spotřebě energetických nápojů lze také přisoudit dnes již všudypřítomné reklamě. Celosvětově známé značky sponzorují mnoho sportovních osobností a zaštiťují velkou řadu sportovních událostí, které jsou orientovány především na mladé lidi. Tato forma propagace tak může být jedním z důvodů rostoucí obliby energetických nápojů u této věkové kategorie. Díky reklamě v hromadných sdělovacích prostředcích – např. motoristické závody, se navíc tyto výrobky dostávají do podvědomí široké veřejnosti a konzumenty se tak často stávají lidé, kteří tyto nápoje nekonzumují kvůli případným účinkům, ale pouze z důvodu jejich popularity. Zmíněná reklama však zdůrazňuje pouze pozitivní působení energetických nápojů. O negativních účincích a případných omezeních se musí na obalech nápojů nebo z jiných dostupných zdrojů informovat spotřebitel sám. Důležitou roli v prevenci nadměrné konzumace energetických nápojů a případného výskytu nežádoucích účinků především v případě mladých spotřebitelů tak může mít jejich blízké okolí zahrnující rodinné příslušníky, vzdělávací a sportovní instituce, které může v rámci vzdělávání v oblasti životního stylu a výživy zlepšovat informovanost o potravinách a nápojích, které konzumují a které ovlivňují činnost jejich organismu.

## 7 ZÁVĚR

- Byla vypracována literární rešerše hodnotící současné znalosti v oblasti postavení energetických nápojů v současné výživě.
- V úvodní části byl vypracován přehled látek obsažených v převážné většině energetických nápojů, mezi které jsou řazeny kofein, taurin, sacharidy a vitaminy skupiny B. Stručně jsou popsány jejich nejvýznamnější vlastnosti, byl shrnut jejich vliv na fungování lidského organismu a účinky na zdravotní stav spotřebitelů.
- Na základě poznatků získaných z vědeckých studií a článků byla v navazující části práce podrobněji popsána fakta o vlivu konzumace na zdraví dospělých i dospívajících. Pozitivní i negativní účinky jak jednotlivých složek, tak energetických nápojů celkově, byly rozděleny podle oblasti působení v lidském organismu.
- Následně byly shrnuty výsledky studií zabývajících se problematikou vlivu konzumace energetických nápojů na sportovní výkon ukazující pozitivní ovlivnění výkonnosti při jejich konzumaci v doporučených dávkách.
- V neposlední řadě se práce věnuje konzumaci energetických nápojů kombinovaných s alkoholem, která byla podkladem pro vznik mnoha odborných výzkumů a studií. V jejich závěrech je ukázána nebezpečnost konzumace takto míchaných nápojů z důvodu zvýšené spotřeby alkoholu mnohdy doprovázené vážnými následky.

## 8 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] History. *Taisho Pharmaceutical Co., Ltd.* [online]. [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.taisho.co.jp/en/company/profile/history/index.html>
- [2] Společnost Red Bull. *Red Bull Vám dává křídla – Red Bull.cz* [online]. © 2015 [cit. 2015-04-22]. Dostupné z: <http://energydrink-cz.redbull.com/firma-red-bull>
- [3] History- Overview: The Coca-Cola Company. *The Coca-Cola Company* [online]. © 2015 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <http://www.coca-colacompany.com/history/>
- [4] Česká republika. Vyhláška o způsobu označování potravin a tabákových výrobků. In: *Vyhláška č. 113/2005 Sb.* 21. 3. 2005. Dostupné z: <http://eagri.cz>
- [5] FAZLUL HUQ. Molecular Modelling Analysis of the Metabolism of Caffeine. *Asian Journal of Biochemistry* [online]. Academic Journals Inc, 2006, vol. 1, issue 4, s. 276 [cit. 2014-12-14]. Dostupné z: <http://scialert.net/qredirect.php?linkid=pdf&doi=ajb.2006.276.286>
- [6] BABU, Kavita M., Richard James CHURCH a William LEWANDER. Energy Drinks: The New Eye-Opener For Adolescents. *Clinical Pediatric Emergency Medicine* [online]. 2008, vol. 9, issue 1, s. 35-42 [cit. 2015-04-03]. DOI: 10.1016/j.cpem.2007.12.002. ISSN 15228401. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/science/article/pii/S1522840107000997>
- [7] SEIFERT, Sara M, Judith L SCHAECHTER, Eugene R HERSHORIN a Steven E LIPSHULTZ. Health effects of energy drinks on children, adolescents, and young adults. *Pediatrics* [online]. 2011, vol. 127, issue 3, s. 511-528 [cit. 2014-12-24]. DOI: 10.1542/peds.2009-3592. ISSN 0031-4005. Dostupné z: <http://pediatrics.aappublications.org/content/127/3/511.full?sid=26de3336-eb3c-4ce8-989a-a7c46a93ba7f>
- [8] RATH, Mandy. Energy drinks: What is all the hype? The dangers of energy drink consumption. *Journal of the American Academy of Nurse Practitioners* [online]. Malden, USA: Blackwell Publishing Inc, 2012, vol. 24, issue 2, s. 70-76 [cit. 2014-12-14]. DOI: 10.1111/j.1745-7599.2011.00689.x. ISSN 10412972. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/doi/10.1111/j.1745-7599.2011.00689.x/full>
- [9] HOLEČEK, Milan. *Regulace metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a aminokyselin*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006, 286 s. ISBN 80-247-1562-7.
- [10] CHOU, Chung-Hsi, Yuan-Yen CHANG, Bor-Show TZANG, Chin-Lin HSU, Yi-Ling LIN, Hui-Wen LIN a Yi-Chen CHEN. Effects of taurine on hepatic lipid metabolism and anti-inflammation in chronic alcohol-fed rats. *Food Chemistry* [online]. 2012, vol. 135, issue 1, s. 24-30 [cit. 2014-12-15]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.04.036. ISSN 03088146. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/science/article/pii/S0308814612006735>

- [11] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 2*. 2. upr. vyd. Tábor: OSSIS, 2002, 331 s. ISBN 80-866-5903-8.
- [12] VITVITSKY, Victor, Sanjay K GARG a Ruma BANERJEE. Taurine biosynthesis by neurons and astrocytes. *The Journal of biological chemistry* [online]. 2011, vol. 286, issue 37, s. 32002-32010 [cit. 2014-12-15]. DOI: 10.1074/jbc.M111.253344. ISSN 0021-9258. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3173217/>
- [13] REDMOND, H. Paul, P. P. STAPLETON, Paul NEARY a David BOUCHIER-HAYES. Immunonutrition: the role of taurine. *Nutrition* [online]. 1998, vol. 14, 7-8, s. 599-604 [cit. 2015-04-10]. DOI: 10.1016/S0899-9007(98)00097-5. ISSN 08999007. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0899900798000975>
- [14] WU, Heng, Ying JIN, Jianning WEI, Hong JIN, Di SHA a Jang-Yen WU. Mode of action of taurine as a neuroprotector. *Brain Research* [online]. 2005, vol. 1038, issue 2, s. 123-131 [cit. 2015-04-10]. DOI: 10.1016/j.brainres.2005.01.058. ISSN 00068993. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/science/article/pii/S0006899305000569>
- [15] SCHAFFER, Stephen W, Chian JU JONG, Ramila KC a Junichi AZUMA. Physiological roles of taurine in heart and muscle. *Journal of Biomedical Science* [online]. 2010, vol. 17, Suppl 1, [cit. 2015-04-11]. DOI: 10.1186/1423-0127-17-S1-S2. ISSN 1423-0127. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2994395/>
- [16] KAPLAN, B., G. KARABAY, R. D. ZAĞYAPAN, Ç. ÖZER, H. SAYAN a İ. DUYAR. Effects of taurine in glucose and taurine administration. *Amino Acids*. 2004, 27(3-4): 327-333. DOI: 10.1007/s00726-003-0063-3. ISSN 0939-4451. Dostupné také z: <http://link.springer.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/article/10.1007/s00726-003-0063-3>
- [17] SCHAFFER, Stephen W., Takashi ITO a Junichi AZUMA. Clinical significance of taurine. *Amino Acids*. 2014, 46(1): 1-5. DOI: 10.1007/s00726-013-1632-8. ISSN 0939-4451. Dostupné také z: <http://link.springer.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/article/10.1007/s00726-013-1632-8>
- [18] L-carnitine. *Alternative Medicine Review*, 2005, roč. 10, č. 1, s. 42-50. ISSN 1089-5159.
- [19] FOŘT, Petr. *Sport a správná výživa*. Vyd. 1. Praha: Ikar, 2002, 351 s. ISBN 80-249-0124-2.
- [20] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 1*. 2. upr. vyd. Tábor: OSSIS, 2002, 331 s. ISBN 80-866-5903-8.
- [21] Opinion on Caffeine, Taurine and D-Glucurono - g -Lactone as constituents of so-called "energy" drinks (expressed on 21 January 1999). In: *European Commission* [online]. 20. 3. 2012 [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: [http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out22\\_en.html](http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out22_en.html)

- [22] SCHIMPL, Flávia Camila, José Ferreira DA SILVA, José Francisco de Carvalho GONÇALVES a Paulo MAZZAFERA. Guarana: Revisiting a highly caffeinated plant from the Amazon. *Journal of Ethnopharmacology* [online]. 2013, vol. 150, issue 1, s. 14-31 [cit. 2015-04-10]. DOI: 10.1016/j.jep.2013.08.023. ISSN 03788741. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/science/article/pii/S0378874113005771>
- [23] BARTON, Debra. Ginseng. *Oncology (Williston Park, N.Y.)* [online]. 2011, roč. 25, s. 42-45 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://search.proquest.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/docview/863652411/fulltext/4EC03010612B42B4PQ/2?accountid=17115>
- [24] Ženšen pravý – Panax ginseng C. A. Meyer. *Adaptogeny* [online]. © 2008-2013 [cit. 2015-05-01]. Dostupné z: <http://adaptogeny.cz/plantae/ginseng/>
- [25] VODRÁŽKA, Zdeněk. *Biochemie III: Od objevu genu ke genovému inženýrství. Rostliny - důležitý zdroj přírodních látek. Mikroorganismy - producenti důležitých látek. Biochemie cizorodých látek. Aplikovaná biochemie.* 1. vyd. Praha: Academia, 1993, 191 s. ISBN 80-200-0471-8.
- [26] SKOUPIL, Jan. *Suroviny a polotovary pro cukrářskou výrobu.* Brno: Společenstvo cukrářů České republiky, 2005, 367 s. ISBN 80-239-6061-X.
- [27] HRUDKOVÁ, Alena. *Nealkoholické nápoje.* 1. vyd. Praha: SNTL, 1989, 557 s.
- [28] PERUŠIČOVÁ, Jindra, Pavlína PÍTHOVÁ a Eva RAČICKÁ. *Diabetes mellitus a doplňky stravy: vitaminy, náhradní sladidla, rostlinné produkty, káva, čaj, alkohol.* Praha: Maxdorf, 2013, 120 s. *Současná diabetologie*, sv. 6. ISBN 978-807-3453-374.
- [29] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 3.* 2. upr. vyd. Tábor: OSSIS, 2002, 331 s. ISBN 80-866-5903-8.
- [30] VRBOVÁ, Tereza. 2001. *Víme, co jíme?: aneb: průvodce "Éčky" v potravinách.* EcoHouse, 268 s. ISBN 80-238-7504-3.
- [31] ATTILA, Sema a Banu ÇAKIR. Energy-drink consumption in college students and associated factors. *Nutrition* [online]. 2011, vol. 27, issue 3, s. 316-322 [cit. 2015-04-11]. DOI: 10.1016/j.nut.2010.02.008. ISSN 08999007. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/science/article/pii/S0899900710000675>
- [32] CAMPBELL, Bill, Colin WILBORN, Paul LA BOUNTY, Lem TAYLOR, Mike T NELSON, Mike GREENWOOD, Tim N ZIEGENFUSS, Hector L LOPEZ, Jay R HOFFMAN, Jeffrey R STOUT, Stephen SCHMITZ, Rick COLLINS, Doug S KALMAN, Jose ANTONIO a Richard B KREIDER. International Society of Sports Nutrition position stand: energy drinks. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* [online]. 2013-01-13, vol. 10, issue 1 [cit. 2015-04-03]. DOI: 10.1186/1550-2783-10-1. ISSN 1550-2783. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3538552/>

- [33] RAGSDALE, Frances R., Tyler D. GRONLI, Narjes BATOOL, Nicole HAIGHT, April MEHAFFEY, Erin C. MCMAHON, Thomas W. NALLI, Carla M. MANNELLO, Crystal J. SELL, Patrick J. MCCANN, Gary M. KASTELLO, Tisha HOOKS a Ted WILSON. Effect of Red Bull energy drink on cardiovascular and renal function: energy drinks. *Amino Acids* [online]. 2010, vol. 38, issue 4, s. 1193-1200 [cit. 2015-04-08]. DOI: 10.1007/s00726-009-0330-z. ISSN 0939-4451. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00726-009-0330-z>
- [34] RAGSDALE, Frances R., Tyler D. GRONLI, Narjes BATOOL, Nicole HAIGHT, April MEHAFFEY, Erin C. MCMAHON, Thomas W. NALLI, Carla M. MANNELLO, Crystal J. SELL, et al. The effect of Red Bull on blood pressure and arterial stiffness. *Irish Journal of Medical Science* [online]. 2001, vol. 170, S2, s. 115-115 [cit. 2015-04-12]. DOI: 10.1007/BF03169936. ISSN 0021-1265. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/BF03169936>
- [35] METS, Monique A. J., Sander KETZER, Camilla BLOM, Maartje H. VAN GERVEN, Gitta M. VAN WILLIGENBURG, Berend OLIVIER a Joris C. VERSTER. Positive effects of Red Bull® Energy Drink on driving performance during prolonged driving. *Psychopharmacology* [online]. 2011, vol. 214, issue 3, s. 737-745 [cit. 2015-04-12]. DOI: 10.1007/s00213-010-2078-2. ISSN 0033-3158. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1007/s00213-010-2078-2/fulltext.html>
- [36] PINTO, Shelon CS, Matheus C BANDECA, Carolina N SILVA, Rodrigo CAVASSIM, Alvaro H BORGES a José E C SAMPAIO. Erosive potential of energy drinks on the dentine surface. *BMC Research Notes* [online]. 2013, vol. 6, issue 1, s. 67- [cit. 2015-04-12]. DOI: 10.1186/1756-0500-6-67. ISSN 1756-0500. Dostupné z: <http://www.biomedcentral.com/1756-0500/6/67>
- [37] TEMPLE, Jennifer L., Matheus C BANDECA, Carolina N SILVA, Rodrigo CAVASSIM, Alvaro H BORGES, José E C SAMPAIO a Joris C. VERSTER. Caffeine use in children: What we know, what we have left to learn, and why we should worry. *Neuroscience* [online]. 2009, vol. 33, issue 6, s. 793-806 [cit. 2015-04-12]. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2009.01.001. ISSN 01497634. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/science/article/pii/S0149763409000037>
- [38] HOFFMAN, Jay R. Caffeine and Energy Drinks. *Strength and Conditioning Journal* [online]. 2010, vol. 32, issue 1, s. 15-20 [cit. 2015-04-09]. DOI: 10.1519/SSC.0b013e3181bdafa0. ISSN 1524-1602. Dostupné z: <http://search.proquest.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/docview/870319500?OpenUrlRefId=info:xri/sid:primo&accountid=17115>
- [39] KOŽÍŠEK, F.: Účinky vody s oxidem uhličitým na lidské zdraví. In: *BALENÁ VODA – zdravotní a hygienická hlediska. Praha 24. 4. 2003*: Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, 2003, s. 89-98. Dostupné také z: [http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/bv\\_co2.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/voda/pdf/bv_co2.pdf)
- [40] MCLELLAN, Tom M a Harris R LIEBERMAN. Do energy drinks contain active components other than caffeine?. *Nutrition Reviews* [online]. 2012, vol. 70, issue 12, s. 730-744 [cit. 2015-04-11]. DOI: 10.1111/j.1753-4887.2012.00525.x. ISSN 00296643. Dostupné z: <http://nutritionreviews.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1111/j.1753-4887.2012.00525.x>

- [41] JURÍKOVÁ, Jana, Vojtěch BASTYAN, Michaela HEJMALOVÁ, Luboš HRAZDIRA, Michal KUMSTÁT a Ondřej SMOLKA. *Problematika výživových zvyklostí I* [online]. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2013 [cit. 2014-12-29]. ISBN 978-80-210-6164-4. Dostupné z: <http://www.fsps.muni.cz/~tvodicka/data/reader/book-12/Cover.html>
- [42] AN, Sang Min, Jong Suk PARK a Sang Ho KIM. Effect of energy drink dose on exercise capacity, heart rate recovery and heart rate variability after high-intensity exercise. *The Journal of Exercise Nutrition and Biochemistry* [online]. 2014-02-11, vol. 18, issue 1, s. 31-39 [cit. 2015-04-03]. DOI: 10.5717/jenb.2014.18.1.31. ISSN 2233-6834. Dostupné z: <http://www.jenb.or.kr/archive/view.kin?id=18.1.31>
- [43] O'BRIEN, Mary Claire, Thomas P. MCCOY, Scott D. RHODES, Ashley WAGONER a Mark WOLFSON. Caffeinated Cocktails: Energy Drink Consumption, High-risk Drinking, and Alcohol-related Consequences among College Students. *Academic Emergency Medicine* [online]. 2008, vol. 15, issue 5, s. 453-460 [cit. 2015-04-27]. DOI: 10.1111/j.1553-2712.2008.00085.x. ISSN 10696563. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1553-2712.2008.00085.x/full>
- [44] EHRMANN, Jiří, Petr SCHNEIDERKA a Jiří EHRMANN. *Alkohol a játra*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006, 166 s., [16] s. barev. obr. příl. Malá monografie (Grada). ISBN 80-247-1048-X.
- [45] VALE, Allister. Ethanol. *Medicine* [online]. 2007, vol. 35, issue 11, s. 615-616 [cit. 2015-04-26]. DOI: 10.1016/j.mpmed.2007.08.015. ISSN 13573039. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/science/article/pii/S1357303907002873>
- [46] HAINER, Vojtěch. *Základy klinické obezitologie*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2004, 356 s., 16 s. obr. příl. ISBN 80-247-0233-9.
- [47] MARCZINSKI, Cecile A. Combined Alcohol and Energy Drink Use: Hedonistic Motives, Adenosine, and Alcohol Dependence. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research* [online]. 2014, vol. 38, issue 7, s. 1822-1825 [cit. 2015-04-27]. DOI: 10.1111/acer.12493. ISSN 01456008. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/acer.12493>
- [48] EL YACOUBI, M. Caffeine reduces hypnotic effects of alcohol through adenosine A2A receptor blockade. *Neuropharmacology* [online]. 2003, vol. 45, issue 7, s. 977-985 [cit. 2015-04-27]. DOI: 10.1016/S0028-3908(03)00254-5. ISSN 00283908. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/science/article/pii/S0028390803002545>
- [49] MARCZINSKI, Cecile A., Mark T. FILLMORE, Amy L. HENGES, Meagan A. RAMSEY a Chelsea R. YOUNG. Mixing an Energy Drink with an Alcoholic Beverage Increases Motivation for More Alcohol in College Students. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research* [online]. 2013, vol. 37, issue 2, s. 276-283 [cit. 2015-04-30]. DOI: 10.1111/j.1530-0277.2012.01868.x. ISSN 01456008. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1530-0277.2012.01868.x>

[50] FERREIRA, Sionaldo Eduardo, Marco Tulio DE MELLO, Sabine POMPEIA, Maria Lucia Oliveira DE SOUZA-FORMIGONI a Chelsea R. YOUNG. Effects of Energy Drink Ingestion on Alcohol Intoxication. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research* [online]. 2006, vol. 30, issue 4, s. 598-605 [cit. 2015-04-27]. DOI: 10.1111/j.1530-0277.2006.00070.x. ISSN 0145-6008. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1530-0277.2006.00070.x>



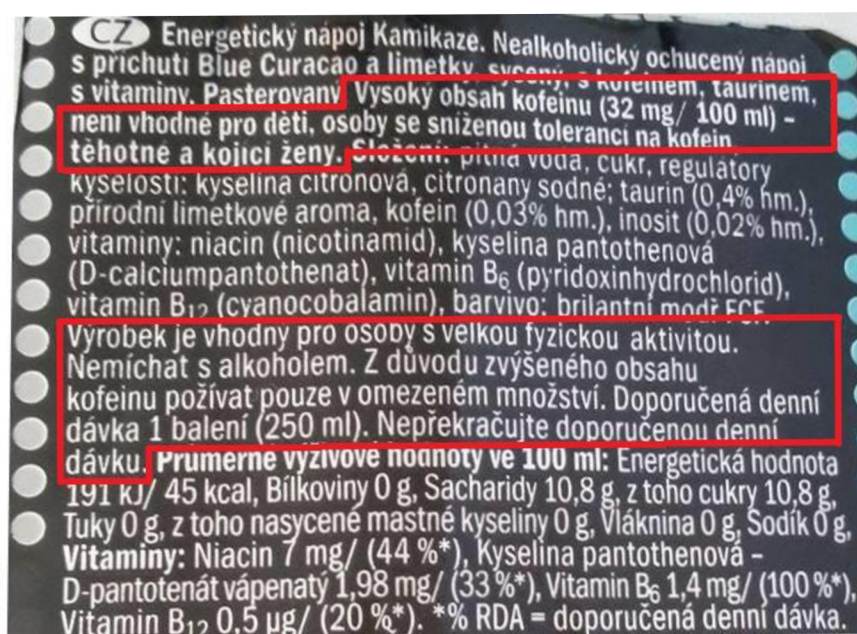
## 9 POUŽITÉ ZKRATKY

ČR	Česká republika
GIT	Gastrointestinální systém
CNS	Centrální nervový systém
cAMP	Cyklický adenosinmonofosfát
FMN	Flavinmononukleotid
FAD	Flavinadenindinukleotid
NAD	Nikotianamiddinukleotid
NADP	Nikotianamiddinukleotidfosfát
ADI	Acceptable Daily Intake, přípustný denní příjem
EN	Energetický nápoj
VO <sub>2</sub> max	Maximální spotřeba kyslíku
ED	Energy drink
AsEN	Alkohol s energetickým nápojem

## 10 PŘÍLOHY



Příloha 1: Balení různých druhů energetických nápojů zakoupených v české obchodní síti



Příloha 2: Etiketka energetického nápoje Kamikaze zakoupeného v české obchodní síti obsahující varování a doporučení pro spotřebitele

Příloha 3: Složení energetických nápojů běžně dostupných v české obchodní síti – hodnoty vztažené na 100 ml nápoje\*

Nápoj	V [ml]	E [kJ]	S [g]	K [mg]	Tau [mg]	B <sub>2</sub> [mg]	B <sub>3</sub> [mg]	B <sub>5</sub> [mg]	B <sub>6</sub> [mg]	B <sub>9</sub> [μg]	B <sub>12</sub> [μg]	Ost	Bar	Sla	Ad
AH Basic ED	250, 500	195	12	32	380	0,64	7,2	2,4	0,8	0	0,4	2	3	1,3	
AH Basic ED tropical	250	125	7,5	32	400	0,66	7,2	2,4	0,8	0	0,4		1, 2, 6	8	
AH Basic ED sugarfree	250	7,5	0,1	32	400	0,64	7,2	2,4	0,8	0	0,4		3	5, 8	
Big Shock! Gold	250, 500, 1000	216	12,5	32	400	0,42	4,8	1,8	0,42	60	0		5	1	1, 2, 3
CrazyWolf	250, 1000	199	10,8	32	400	0	8,0	2,0	2,0	0	2,0		1, 5	1	
CrazyWolf sugar free	250, 1000	14	0	32	400	0	8,0	2,0	2,0	0	2,0		1, 5	5, 6	
Freeway up Classic	250	187	10,1	30	350	0	7,92	1,98	2,0	0	2,0		4	1, 3	
Freeway up Light	250	15	< 0,1	30	350	0	7,92	1,98	2,0	0	2,0		4	5, 6	
Hell <sup>®</sup> ED	500	194	10,9	30	240	0,6	8,0	2,0	0,8	0	0,2		4	1	
Monster Energy <sup>®</sup>	500	201	12,0	32	400	0,7	8,5	0	0,8	0	2,5	1, 2, 3, 4	1, 7	1, 4	1, 2
Red Bull <sup>®</sup>	250	192	11,0	32	400	N	8,0	2,0	2,0	0	2,0	2	1, 4	1, 2	
Red Bull <sup>®</sup> Sugar free	250	13	0	32	400	N	8,0	2,0	2,0	0	2,0		1, 4	5, 6	
Semtex Cool	250, 500	200	11,2	32	400	N	8,0	2,1	1,4	0	0		1, 5, 8, 10	1, 3	3
Semtex Explosive energy	250, 500	204	12,0	32	400	0,42	4,8	1,8	0,42	0	0		5, 9	1	3
Tesco ED	250	133	7,5	32	400	N	6,0	2,0	0,7	0	0		1, 5	3, 7	2

### Vysvětlivky

V – objem v ml, E – energetická hodnota v kJ, S – obsah sacharidů v mg, K – obsah kofeinu v mg, Tau – obsah taurinu v mg,

B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub> – obsah vitamínů v mg, B<sub>9</sub>, B<sub>12</sub> – obsah jednotlivých vitamínů v μg, N – neuvedeno

**Ost = ostatní obsažené látky:** 1 – L-karnitin, 2 – glukuronolakton, 3 – ženšen, 4 – guarana

**Bar = obsažená barviva:** 1 – riboflavin, 2 – košenila, 3 – kaustický sulfitový karamel, 4 – amoniakový karamel, 5 – amoniak-sulfitový karamel, 6 – karoteny, 7 – athokyany, 8 – tartrazin, 9 – chinolinová žluť, 10 – brilantní modř

**Sla = obsažená sladidla:** 1 – sacharóza, 2 – glukóza, 3 – glukózo-fruktózový sirup, 4 – glukózový sirup, 5 – acesulfam K, 6 – aspartam, 7 – sacharin 8 – sukralóza

**Ad = obsažené aditivní látky:** 1 – kyselina sorbová a její soli, 2 – kyselina benzoová a její soli, 3 – kyselina askorbová

\*Poznámka: údaje v tabulce byly získány z etiket zakoupených energetických nápojů