

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra výchovy ke zdraví

Diplomová práce

## **VLIV KOFEINU NA ZMĚNU REAKČNÍ DOBY**

Vedoucí práce: PaedDr. Vladislav Kukačka, Ph.D.

Autor: Bc. Miroslava Bauerová

Studijní obor: Vychovatelství se zaměřením na výchovu ke zdraví

Ročník: 2013/2014

2014

University of South Bohemia in České Budějovice  
Faculty of Education  
Department of Health Education

Thesis

**THE INFLUENCE OF CAFFEINE ON THE CHANGE OF  
REACTION TIME**

Supervisor: PaedDr. Vladislav Kukačka, Ph.D.

Author: Bc. Miroslava Bauerová

Field of study: Education concerning health education

Year: 2013/2014

2014

## **Bibliografická identifikace**

**Jméno a příjmení autora:** Bc. Miroslava Bauerová

**Název bakalářské práce:** Vliv kofeinu na změnu reakční doby

**Pracoviště:** Katedra Výchovy ke zdraví, Pedagogická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

**Vedoucí bakalářské práce:** PaedDr. Vladislav Kukačka, Ph.D.

**Rok obhajoby bakalářské práce:** 2014

**Abstrakt:** Diplomová práce je zaměřena na vliv kofeinu na změnu reakční doby jedince. V teoretické části práce jsou nastíněny klady a zápory kofeinu. Je zde i stručný popis možných alternativ, kde se samotný kofein nachází. Část teoretické práce je věnována i reakční době. Praktická část popisuje samotný průběh měření daných respondentů. K výzkumu byl použit reaktometr, který měřil reakci jedinců na optický podnět. Cílem tedy bylo provést měření vlivu kofeinu na reakční schopnosti testovaných respondentů. Tato data byla následně statisticky zpracována, komparována a byl vyvozen jednoznačný závěr práce.

**Klíčová slova:** kofein, reakce, reakční doba

## **Bibliographic identification**

**Name and Surname:** Bc. Miroslava Bauerová

**Title of Bachelor Thesis:** The influence of caffeine on the change of reaction time.

**Department:** Health Education, Faculty of Education, University of South Bohemia in České Budějovice

**Supervisor:** PaedDr. Vladislav Kukačka, Ph.D.

**The Year of presentation:** 2014

**Abstract:** Thesis is focusing on influence of caffeine on the change of reaction time of individual. The theoretical part consists of the introduction of the specific subject and is following by information about positive and negative caffeine effect on the human body. Certain part of dissertation presents some liquid food products, where caffeine is included. The description of the reaction time of the individual before and after consumption is mentioned as well. The practical part of thesis pays attention to the experimentation with the pre-selected sample of person. The test itself was based upon usage of the reaction measurement tool with the optical stimulus for inputs. The objective of the practical part was to compare the influence of caffeine, and its specific amount, on the reaction abilities of selected individuals. Recorded data have been than statically evaluated, and prepared to final comparison. Based on receiving information the unequivocal deduction was determined.

**Keywords:** caffeine, reaction, reaction time of individual

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci „Vliv kofeinu na změnu reakční doby“ vypracovala samostatně pod odborným vedením PaedDr. Vladislava Kukačky, Ph.D. pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě Pedagogickou fakultou, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG, provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby též elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným stanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích 29. 4. 2014

.....  
Bc. Miroslava Bauerová

## Poděkování

Především bych chtěla poděkovat vedoucímu diplomové práce PaedDr. Vladislavovi Kukačkovi, Ph.D., za odborné vedení, rady a připomínky, které mi v průběhu diplomové práce poskytoval.

# Obsah

Úvod.....	9
1 Teoretická část .....	11
1.1 Kofein.....	11
1.1.1 Metabolismus a účinky kofeinu v lidském těle .....	12
1.1.2 Nežádoucí účinky kofeinu .....	17
1.2 Zdroje kofeinu .....	18
1.2.1 Káva .....	19
1.2.1.1 Hospodářsky významné druhy kávovníku .....	19
1.2.1.2 Technologické zpracování kávy kávových semen .....	21
1.2.1.3 Chemické složení kávy .....	22
1.2.1.4 Výrobky z kávy .....	23
1.2.2 Čaj.....	23
1.2.2.1 Pěstování čajovníku a technologické zpracování.....	25
1.2.2.2 Chemické složení čaje.....	26
1.2.2.3 Dělení čajů .....	27
1.2.3 Guarana .....	28
1.2.3.1 Technologické zpracování guarany.....	29
1.2.3.2 Vliv guarany na organismus.....	29
1.2.3.3 Chemické složení guarany .....	30
1.3 Energetické nápoje .....	30
1.4 Reakční schopnosti a pozornost .....	33
1.5 SWOT analýza kofeinu .....	36
2 Výzkumná část .....	37
2.1 Cíl práce .....	37
2.2 Úkoly práce .....	37

2.3	Hypotézy .....	38
3	Metodologie.....	39
3.1	Charakteristika souboru .....	39
3.2	Organizace experimentálního šetření .....	42
3.3	Popis experimentálního šetření .....	44
4	Výsledky a diskuze.....	48
4.1	Analýza a interpretace výsledků .....	48
4.1.1	První měření RD – ½ kofeinové tablety .....	48
4.1.2	Druhé měření RD – celá kofeinová tableta.....	49
4.1.3	Třetí měření RD – Red Bull 0,250 ml .....	50
4.1.4	Čtvrté měření RD – Red Bull 0,500 ml .....	52
4.2	Celkové vyhodnocení průměrných naměřených hodnot RD respondentů.....	53
5	Diskuze .....	59
6	Závěr .....	62
7	Seznam použitých zdrojů.....	63
8	Seznam zkratk .....	67
9	Přílohy.....	68



# Úvod

V současné době existuje mnoho otázek o škodlivosti nebo neškodlivosti užívání kofeinu. Musíme si však uvědomit, že tato látka doprovází lidstvo od nepaměti. První literární zmínky o kávě se nacházejí již z 9. století v práci perského lékaře al-Raziho. V minulosti byl kofein užíván díky svému opojnému a povzbuzujícímu účinku. Tato látka byla v určitém období zakazována vládami pro údajné zdravotní riziko. Však při tomto prohlášení hrály roli i obavy o vlastní zdraví politické. Kavárna byla považována za podezřelé místo, kde docházelo ke schůzkám lidí s nekonformními názory. Můžeme tedy říci, že káva je považována za společenský fenomén. Obchody v současnosti nabízejí široký sortiment potravin obsahující kofein, které dle reklamních sdělení zaručí zvýšenou koncentraci, zlepšení výkonu či zvýší celkový přísun energie. Musíme si však položit otázku zda k těmto jevům skutečně dochází. Je tedy zjevné, že konzumace kofeinu je velmi diskutovaným a probíraným tématem.

Jak již jsem zmínila, kofein je součástí v mnoha populárních nápojích a potravinách, které každodenně užíváme. Řadíme sem například kávu, čaj, čokoládu, coca-colu a mnoho dalších potravinových doplňků. Tato látka je konzumována v takovém množství a tak ohromném geografickém měřítku, že je pro všechny odborníky zabývající se zdravím velmi důležitým tématem. O požívání kofeinu a jeho vlivu na samotné zdraví se nashromáždilo mnoho informací a stále jich přibývá. Každý z nás určitě zná někoho, kdo kávu konzumuje či ji odmítá jako škodlivý zlovyk. Již víme, že kofein ovlivňuje lidský organismus v negativním i pozitivním smyslu.

V rámci své diplomové práce jsem se za pomoci literární rešerše snažila zachytit nejdůležitější údaje ve spojitosti s kofeinem. Poukazuji především na metabolické procesy, které se dějí v lidském organismu po požití této látky. V práci je zpracována i kapitola, která vyzdvihuje pozitivní, ale i negativní účinky spojené s nadměrným užíváním kofeinu. Tyto vlivy pro přehlednost jsem se snažila zachytit ve SWOT analýze. Teoretická část je věnována i reakční době, která je důležitou a nezbytnou součástí praktické části práce.

V praktické části diplomové práce se snažím zjistit to, zda dochází po požití kofeinu ke změnám reakční doby jedince. Součástí praktické části je i dotazník zaměřený na množství konzumace kofeinových výrobků. Cílem práce je prokázat vliv kofeinu na reakční schopnosti člověka. Samotný test je navržen tak, aby bylo možné

prokázat, zdali kofein ovlivní reakční dobu testovaných osob. Pro tento výzkum byl použit reaktometr, který zaznamenává reakční dobu testovaných osob před a po požití kofeinu. Získané výsledky se snažím vyhodnotit v diskuzi.

Doufám, že diplomová práce bude přínosem k danému tématu a budou ji moci využít i pedagogové fakulty Výchovy ke zdraví. Závěrem bych těla poděkovat všem, kteří mi umožnili mé představy aplikovat v praxi a samozřejmě také všem co se účastnili reakčního měření.

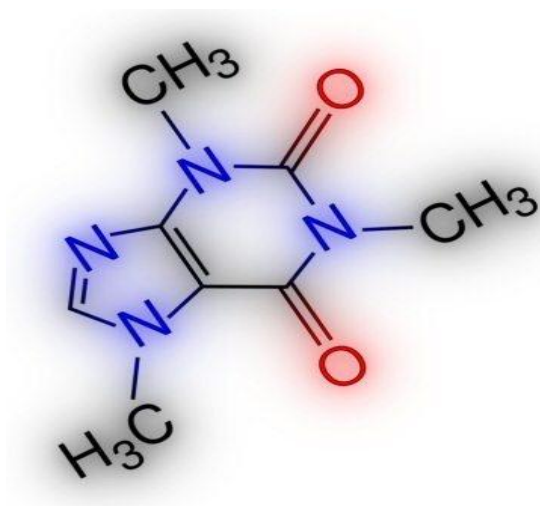
# 1 Teoretická část

V této části diplomové práce se zaměřím na literární rešerši k danému tématu. Literární rešerše bude následně sloužit jako výchozí zdroj pro realizaci praktické části diplomové práce. Informace byly čerpány z knih, odborných časopisů, internetových zdrojů a konzultacích s odborníky na dané téma. Teoretická část je rozdělena na podkapitoly, tvořící celek informací nutných pro uskutečnění výzkumu.

## 1.1 Kofein

Kofein jako takový nalezneme ve více než 60 známých druzích rostlin. Mezi hlavní zdroje kofeinu řadíme zejména kávovník, čajovník, kolové semeno, maté (Cesmína paraguayská), kakaovník a guaranu. Z těchto druhů rostlin se připravuje nápoj přímo nebo jejich extrakty jsou přidávány do nealkoholických nápojů. Kofein byl v roce 1820 objeven německým chemikem Friedliebem Ferdinandem Rungem. Lidské tělo ho přijímá buď orálně, nebo intravenózně. Je také možný transplacentární přenos. (Winston, 2005)

Kofein je bílá krystalická látka hořké chuti bez zápachu. Je to nejvíce rozšířený rostlinný alkaloid, který se využívá v potravinářském průmyslu. Chemicky se jedná o purinový derivát 1,3,7 - trimetylxantin. Sumární vzorec kofeinu je  $C_8H_{10}N_4O_2$ . Do skupiny metyloxantinů řadíme také teofylin a teobromin.



Teplota tání: 234–236,5 °C

Teplota varu: 178 °C (sublimuje)

Kyselost: 10,4

Hustota: 1,2 g/cm<sup>3</sup>

Obr. 1 - Vzorec kofeinu

(zdroj www: < <http://www.delikommat.cz/zajimavosti/fakta-o-kave/o-kofeinu>>)

Kofein řadíme mezi látky chuťové a povzbuzující. Dle vyhlášky č. 52/2002 Sb. se může používat pro nealkoholické nápoje v nejvyšším povoleném množství 250 mg.dm<sup>-3</sup>. U energických nápojů v nejvyšším povoleném množství 320 mg.dm<sup>-3</sup> a pro alkoholické nápoje v nezbytném množství. (Velíšek, 2002)

Kofein je velmi oblíbený, především díky jeho stimulačním účinkům, které se projevují poklesem únavy, zlepšením koncentrace, zlepšení nálady a zlepšení pracovní výkonnosti. Při dlouhodobé konzumaci, může dojít k návyku této látky a k projevům abstinenčním příznakům. Je proto zařazován mezi psychoanaleptika, což je skupina látek s povzbuzujícím a dráždivým účinkem.

V medicíně je kofein využíván jako součást analgetik – antipyretik, diuretik či v léčivých přípravcích na hubnutí. Ve formě injekcí se tato látka aplikuje k povzbuzení dechu a krevního oběhu, při horečnatých stavech a u infekčních onemocnění. Užívá se také jako protijed při otravách narkotiky, alkoholem a jinými drogami. (Loder, 2005)

Kofein zařazujeme do skupiny měkkých drog společně s tabákovými výrobky, alkoholem a produkty z konopí (marihuana, hašiš). Jedná se o drogy s akceptovatelným rizikem. (Valíček, 1999)

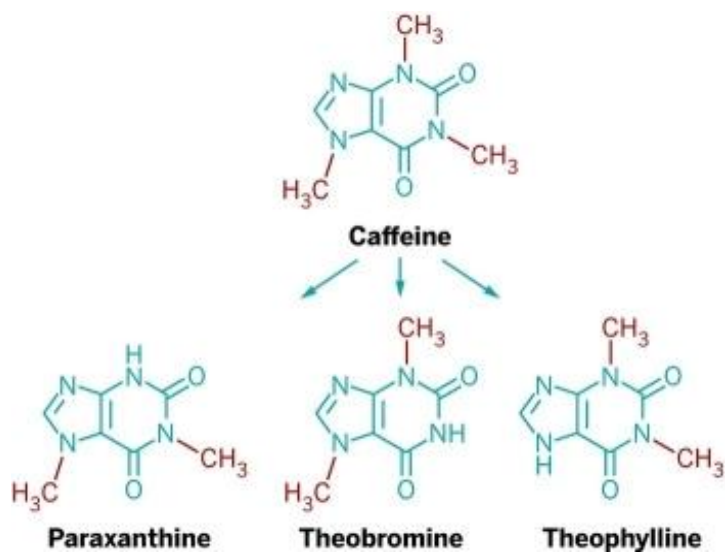
### **1.1.1 Metabolismus a účinky kofeinu v lidském těle**

Kofein vykazuje mnohé pozitivní i negativní účinky na lidský organismus. Účinnost kofeinu však může být ovlivněna mnoha faktory jako pohlaví, obsah žaludku, pravidelnost užívání potravin s obsahem kofeinu a mnohé další. (Caballero, 2009)

Nejprve se musí kofein vstřebat z našeho trávicího ústrojí. To znamená, že musí projít do žaludeční a střevní stěny, tam se dostat do krevních vlásečnic a s krví pronikat dál do těla. Ačkoli je poměrně špatně rozpustný ve vodě, z trávicího traktu se vstřebává poměrně rychle. Maximum své koncentrace v krvi dosáhne během jedné až dvou, u někoho i více hodin. Poté začíná jeho hladina opět klesat, v průběhu dvou až čtyř hodin asi na polovinu. (Krejčí, 2000)

Hlavním místem biotransformace kofeinu jsou játra, kde probíhají nejdůležitější reakce. Metabolismus kofeinu je realizován několika po sobě jdoucími a navzájem si konkurujícími kroky. Prvními produkty metabolismu jsou: paraxantin (1,7 - dimetylxantin), teobromin (3,7 - dimetylxantin) a teofylin (1,3-dimetylxantin).

Z molekul kofeinu vzniká více jak 25 různých látek – metabolitů, které jsou zbaveny původních kofeinových účinků. (Best, 2011)



Obr. 2 - Kofein a jeho metabolity

(zdroj www: < <http://www.wikiskripta.eu/index.php/Kofein>>)

Paraxantin je hlavním metabolitem kofeinu (Aresta, 2005). Bylo zjištěno, že paraxantin má ochranné účinky proti neurodegeneraci a ztrátě synaptické funkce neuronů a tím snižuje riziko onemocnění Parkinsonovou chorobou. Zvyšuje lipolýzu, což vede ke zvýšení hodnoty glycerolu a volných mastných kyselin v krevní plazmě. (Guerreiro, 2008)

Teofylin uvolňuje hladkou svalovinu průdušek, a proto je používán při léčbě průduškového astmatu. Dále jsou známy účinky na kardiovaskulární systém a také protizánětlivé účinky. V přírodě se vykytuje spolu s teobrominem v listech čajovníku (*Camellia sinensis*) a semenech kakaovníku (*Theobroma cacao*). Teobromin působí diureticky, dilatuje cévy a snižuje tak krevní tlak. (Best, 2011).

Každý z těchto metabolitů je dále metabolizován a poté vyloučen do moči. Kofein se může akumulovat u jedinců s těžkým onemocněním jater, což vede ke zvýšení jeho poločasu rozpadu. (Verbeeck, 2008).

U lidí, kteří pijí kávu a kouří, dochází k rychlejší přeměně kofeinu. Hladina kofeinu v krevní plazmě klesá rychleji. Zatímco u žen v pozdějších fázích gravidity se metabolismus kofeinu výrazně zpomaluje. Pokud ženy během gravidity přestanou kouřit, hladina kofeinu v jejich plazmě klesá ještě pomaleji. Kofein prochází placentou

do krve plodu. Káva vypitá matkou se dostává do krevního oběhu plodu, a to někdy i ve značném množství. (Krejčí, 2000)

Tab. 1 Vliv kofeinu na organismus

Dávka kofeinu	Účinky na organismus
<b>0,05-0,10g</b>	zlepšuje fyzickou výkonnost
<b>Do 0,3g</b>	zlepšuje duševní výkonnost
<b>Nad 0,6g</b>	může být tento efekt zvrácený a dojít k opačnému účinku.
<b>1 mg/kg</b>	bdělost
<b>5-8 mg/kg</b>	kardiovaskulární účinky, zvýšená diuréza a sekrece žaludečních šťáv, úzkost
<b>15 mg/kg</b>	psychotické syndromy
<b>150 mg/kg</b>	smrtelná dávka kofeinu

(Riedl, 1980)

### Mozek a psychika

Kofein velmi snadno proniká do mozku, kde vyvolává účinky, pro které tuto látku konzumujeme. Má mírný stimulační a povzbuzující účinek. To samé platí i pro teofylin. Tento proces je velmi složitý. Kofein dokáže na sebe vázat adenosin. Je to látka, kterou si mozek vytváří v době únavy nebo před spánkem. Látka se v takovýchto situacích napojuje na receptory mozkových buněk a díky tomuto procesu se zpomaluje nervová aktivita a také spánek. Adenosin v těle ovlivňuje mnoho funkcí například v mozku, cévách, ledvinách, plicích, trávicím ústrojí, imunitním systému a působí i na náš metabolismus. (Krejčí, 2000)

Jeho další funkcí je rozšiřovat mozkové cévy, tím se zajišťuje dostatečný přísun kyslíku při zpomalené srdeční aktivitě. Kofein vzbuzuje pocit štěstí a spokojenosti. Spokojenost a štěstí přináší tělu dopamin při přenosu nervového vzruchu v mozku, jehož koncentraci v těle zvyšuje kofein. (Institut-kávy, 2013)

Vliv kávy na spánek závisí na mnoha okolnostech. Roli hraje především věk. Ve stáří dochází k celkovému zkrácení spánku a zvyšuje se podíl mělkého spánku na úkor hlubokého. Mění se i citlivost k účinkům kofeinu. U osob ve věkovém rozmezí 50-63 let snížila dávka 330 mg celkové trvání spánku významně více než u mladých osob. (Krejčí, 2000)

### **Kardiovaskulární systém**

Kofein a teofilin rozšiřují cévy v celém těle včetně věnčitých tepen v srdci. Věnčité tepny vyživují srdeční sval. Posiluje metabolismus a stimuluje činnost srdce. Při konzumaci velkého množství kávy může docházet k tachykardii a arytmií. Nicméně u pravidelných konzumentů kávy ke stimulaci srdce díky jejich návyku nedochází. (Pendell, 2005)

Můžeme tedy říci, že po konzumaci kofeinu dochází ke zvýšení krevního tlaku, neboť se současně zvyšují hladiny některých látek v krevní plazmě, které na zvýšení tlaku mají přímý vliv. Dlouhodobou konzumací dochází časem k efektu tolerance ke kofeinu. Tělo se naučí přítomnost kofeinu snášet a přitom nereagovat negativně. Řadou provedených studií nebyl vliv kofeinu na zvyšování tlaku prokázán. Průkazně se potvrdil pouze fakt, že na krevní tlak má větší vliv kofein podávaný ve formě tablet, nežli pitím kávy se shodným obsahem kofeinu. (Augustín, 2003)

Jednou z mnoha závažných a rizikových situací pro krevní oběh je kombinace působení kávy na krevní tlak a stresová situace. Kofein samotný zvyšuje hladinu dvou hormonů, které stres uvolňuje do krve. Jedná se o kortizol a adrenokortikotropní hormon. Uklidňování kávou u stresových situací se nedoporučuje. (Krejčí, 2000)

### **Močový systém**

Při konzumaci kofeinu dochází k zvyšování vylučování vody. I když je kofein mírné diuretikum, konzumace méně než 500 mg denně nezpůsobuje dehydrataci ani chronickou nerovnováhu tekutin. (Winston, 2005)

Kofein zvyšuje vylučování moči ledvinami pouze krátkodobě a při dostatečném přísunu tekutin není 24 hodinová rovnováha bilance tekutin narušena. Vliv konzumace kofeinu na svalovinu močového měchýře (vznik tzv. dráždivého močového měchýře) a vznik močových kamenů není dáván do souvislosti s umírněnou konzumací kávy.

Maughan (2006) uvádí, že příjem kofeinu pod 6mg/kg s největší pravděpodobností nevede ke koncentraci kofeinu v moči přes 12 µg/ml. Této koncentrace je obvykle dosaženo, pokud je příjem kofeinu nad 9mg/kg a více. Ale ve vylučování kofeinu močí, existují individuální rozdíly mezi jedinci. Zneužíváním kombinovaných analgetických přípravků obsahující kofein může být člověk ohrožen analgetickou nefropatií. Projevuje závažnou poruchou renální funkce. (Martínková, 2007)

### **Trávicí systém**

Samotný účinek kofeinu na žaludeční sliznici je velmi sledovaný a důležitý aspekt. Jak je známo, kofein ovlivňuje funkci žaludku a žaludeční sliznice. Dochází k povzbuzení stahů žaludku, toku žluči a ke zvyšování vylučování žaludeční kyseliny a enzymu pepsinu. Tato reakce má příznivý dopad na trávení. Lidé trpící na onemocnění s peptickými vředy, vředy dvanácterníku by měli konzumovat pouze kávu bez kofeinu. Bylo prokázáno, že i nekofeinová káva zvyšuje vylučování žaludeční kyseliny. Při technologickém procesu pražení vznikají látky, které mají tendenci dráždit žaludeční sliznici. Jsou to látky, na které se přeměnila kyselina chlorogenová. (Augustín, 2003)

### **Respirační systém**

Při konzumaci kofeinu dochází k uvolňování hladkého svalstva a podpoře dýchání. Působí na nervová centra v horní části míchy, která intenzitu dechu řídí. Kofein působí jako bronchodilatancium- uvolňuje plicní pasáže a umožňuje dýchacím svalům relaxovat. Oba tyto účinky zmenšují odpor v dýchacích cestách, což zvyšuje plicní ventilaci. Využití má kofein i v léčbě dechové absence u nedonošených dětí. Podáván je v injekční formě u novorozenců předčasně narozených do 34-35 týdne gestačního věku. (Mueni, E. Opiyo, N. English, M., 2009)

### **Ostatní účinky v organismu**

Kofein má své využití i ve farmakologii, kde se uplatňuje jako přísada v určitých analgetických a antipyretických. Slouží jako lék k podpoře krevního oběhu a dechu, u infekčních chorob a horečnatých stavů. Je i protijedem po otravě narkotiky, alkoholem a dalšími drogami. (Petříková, 2006).

Kofein je obsažen v lécích uvedených v následující tabulce. (Grundmann 2001).



Tab. 2 Volně prodejné léky obsahující kofein

<b>Název léku</b>	<b>Obsah kofeinu v jedné tabletě (mg/tab)</b>
<b>Acifein</b>	50 mg
<b>Acylcoffin</b>	50 mg
<b>Aktinavad N</b>	31,3 mg
<b>Algyl</b>	70 mg
<b>Alnagon Neo</b>	80 mg
<b>Ataralgin</b>	70 mg
<b>Cephy</b>	40 mg
<b>Coldrex</b>	25 mg

(Grundmann, 2001)

### 1.1.2 Nežádoucí účinky kofeinu

K obecným projevům nadměrné konzumace kofeinu dochází k pocitu podráždění, neklidu, nespavosti, ztrátě energie, popřípadě i křečím. Může také ovlivňovat účinek některých léků například proti epilepsii. Projevy intoxikace kofeinem jsou uvedeny v tabulce číslo 3.

Nežádoucí účinky jsou v oblasti gastrointestinálního traktu. Uvolňuje dolní jícnový svěrač, což může předcházet refluxní chorobě. Způsobuje hypersekreci, která je spojena s žaludečními vředy. Také zvyšuje rychlost vyprazdňování žaludku a kyselého žaludečního obsahu do dvanácterníku, což může vést k zánětu duodenální sliznice. (Winston, 2005).

Dlouhodobá konzumace většího množství silné kávy může podle některých medicínských studií zvyšovat riziko výskytu ischemické choroby srdeční a infarktu myokardu. Dalšími nežádoucími projevy jsou bolest žaludku, kdy dochází k překyselení a problémy s ledvinami, jelikož se jedná o diuretikum. Vedle pálení žáhy se přitom mohou zhoršit i problémy s žaludečními a dvanácterníkovými vředy. Dalším negativním účinkem kofeinu je, že působí na mineralizaci kostí. Zvyšuje se vylučování vápníku močí. (Nawrot, 2003)

Káva je prakticky netoxická, za smrtelnou dávku se považuje až dávka kolem 10 g kofeinu, což odpovídá přibližně 100–200 šálkům. Otázkou zůstává, zda může vzniknout fyzická nebo psychická závislost na kofeinu. Náhlé přerušování konzumu kávy může u

osob zvyklých pít silnou kávu vést až k abstinenčním příznakům. To vše vede k podrážděnosti, neklidu, třesu, únavě a silným bolestem hlavy. (Dalvi,1986)

Kofein je považován za psychoaktivní látku. Dokonce se jedná o nejrozšířenější psychoaktivní látku naší doby. Určitým způsobem jsou ovlivněny naše pocity, vnímání, myšlení a chování. Psychoaktivita je základní součástí definice návykovosti, závislosti. Všechny psychoaktivní látky nevyvolávají závislost. K tomu je zapotřebí, aby jejich účinky byly žádoucí a vyvolaly touhu po opakování. (Krejčí, 2000)

Tab. 3 Projevy intoxikace kofeinem

<b><i>Centrální nervový systém</i></b>	agitovanost úzkost delirium bolesti hlavy nespavost podrážděnost svalový třes neklid křeče senzorické poruchy
<b><i>Kardiovaskulární systém</i></b>	arytmie palpitace tachykardie
<b><i>Gastrointestinální systém</i></b>	bolesti břicha průjem nauzea zvracení
<b><i>Ledviny</i></b>	zvýšená diuréza

(Grundmann, 2001)

## 1.2 Zdroje kofeinu

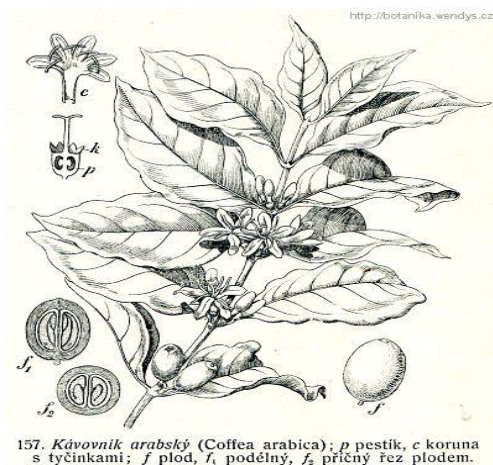
V další části práce jsou zmíněny a podrobně rozebrány jednotlivé zdroje kofeinu. Těchto zdrojů je v dnešní moderní době celé množství, vybrala jsem tedy a rozepsala ty nejdůležitější z nich.

## 1.2.1 Káva

Kávovník je rozšířená rostlina, která roste v celém tropickém a subtropickém pásmu. Řadíme ho mezi ovocné dřeviny. Rostliny kávovníku mají velké, zelené a lesklé listy, které dorůstají délky až 15 cm. Pražením zelené kávy se získává pražená káva, která je využívána k přípravě nápoje. Káva je konzumována díky svým příjemným sensorickým vlastnostem a povzbuzujícími účinky. Výživová hodnota kávy je nepatrná. Řadíme ji mezi pochutiny. (Pánek, 2002)

Pěstování kávovníků je rozšířeno do vhodných oblastí všech kontinentů. Na největší produkci kávy má Brazílie. Jedná se asi o 25% světové sklizně. Dále se káva pěstuje v Kolumbii, Mexiku, Indii, Indonésii a Etiopii. (Valíček, 2002).

- **Říše:** rostliny (*Plantae*)
- **Čeleď:** mořenovité (*Rubiaceae*)
- **Rod:** kávovník (*Coffea*)
- **Užívané části:** semena (*boby*)
- **Název významných odrůd:** *Coffea arabica* (*kávovník arabský*), *Coffea liberica* (*kávovník liberský*), *Coffea canephora* (*kávovník robusta*). (Castleman, 2001)



Obr. 3 Kávovník arabský

(zdroj [www: <http://botanika.wendys.cz/cizi/rostlina.php?118>](http://botanika.wendys.cz/cizi/rostlina.php?118))

### 1.2.1.1 Hospodářsky významné druhy kávovníku

Nejvýznamnější je *Coffea arabica* (kávovník arabský), tento keř produkuje zhruba 65% světové sklizně kávy. Počátky pěstování kávovníku arabského jsou již známi od 6. stoletím v Etiopii, později se jeho pěstování rozšířilo: ve 14. až 15. století do

Jemenu, v 16. až 17. století do jihovýchodní Asie a v 19. století do tropické Ameriky. Jedná se o nejdůležitější botanický druh, jelikož má vysokou kvalitu produkovaných plodů. (Krejčí, 2000)

Jedná se o stálezelený keř až strom, který dorůstá výšky 2-3 metry. Větve rovnovážně ostávají a letorosty jsou zelené. Listy kávovníku jsou vstřícné, eliptické a jsou 8-15 cm dlouhé. Okraj listu bývá většinou zvlňený. Svrchu je list tmavozelený lesklý a polokožovitý. Kávovník má pětičetné květy po 2-12 v úžlabních svazečcích a voní. (Pavliš, 2002)

Plodem kávovníku jsou peckovice. Barva může být bílá, žlutá, červené až fialová. Plod obsahuje dvě plochá semena, která jsou obalena volným osemením, které se nazývá stříbřitá blanka. V semeníku se může vyvinout pouze jedno celé zaoblené zrno, které se nazývá perlové zrno. Semena obsahují průměrně 1,3 % bílkovin, 12% tuku, 9% sacharidů a 1- 1,5% kofeinu. (Kadlec, 2002)

Kávovník arabský je snadno napadán listovou rzí a plody se semeny jsou napadány kávovým broukem. (Kadlec, 2002)

V Etiopii jsou ideální podmínky pro pěstování kávovníku arabského. Teploty zde kolísají kolem 20°C a je zde vydatný déšť během celého roku. Půda musí být dostatečně propustná, humusovitá a musí být sopečného původu. Pokud kávovník vzejde, trvá to tři roky, než začne kvést a plodit. Od šestého roku je již sklizeň plodů vydatná a keř může plodit až 30 let. Po odkvětu plody zrají 6-9 měsíců. (Krejčí, 2000)

U tohoto druhu se rozlišují dvě variety. *C. arabica* var. *typica*. Má úzké listy, které jsou při rašení bronzové. *C. arabica* var. *bourbon* má listy širší a při rašení jsou světle zelené. Nejdůležitější odrůdy jsou buď mutanty těchto variet, nebo to jsou jejich kříženci. (Valíček, 2002)

Druhým nejčastěji pěstovaným druhem je *Coffea canephora* (kávovník robusta). Tato odrůda se podílí asi 30% na světové produkci kávy. Odrůda je přizpůsobivá stanovištním podmínkám a odolná i vůči chorobám. Pochází z tropických deštných lesů povodí řeky Kongo. Jedná se robustní keř či nízký strom, který je vysoký 6-12 metrů. Větve jsou dlouhé a převislé. Listy jsou velké, dlouhé a konec listu je špičatý. Květy jsou bílé až narůžovělé. (Valíček, 2002)

Semena u tohoto druhu kávovníku jsou menší než u kávy arabské. Semena poskytují nižší jakost. Využívá se do směsí s arabskou kávou a k výrobě instantní kávy. (Kadlec, 2002)

Dalším významným druhem je *Coffea liberica* (kávovník liberijský). Tvoří asi 1% světové produkce. Je to velký strom z horských, vlhkých, nížinných pralesů Libérie. Pěstuje se především v Libérii, Kamerunu a na Pobřeží Slonoviny. Je to stálezelený strom nebo keř dorůstající výšky až 15 metrů. Zabezpečuje bohatou sklizeň, ale kvalita kávy připravená z jeho semen je nízká. Má hořce trpkou chuť. Tato káva se využívá především do kávových směsí. Kříženec arabiky a liberiky plodí obrovská zrna takzvaná sloní zrna. (Valíček, 2002)

Méně důležitými odrůdami kávovníku jsou *Coffea excelsa* (k. šari) a *Coffea stenophylla* (k. úzkolistý). *C. excelsa* roste v mnoha zemích, jako je Kongo a Vietnam. Dorůstá výšky až 20 metrů. Kvalita této odrůdy je nízká. Má ostrou, výraznou až odpornou vůni. Tato odrůda má vysoký obsah kofeinu. *C. stenophylla* roste v Kongu, Guineji a Sierra Leone. Je vysoký 7 metrů. Listy jsou malé a tmavozelené. V době zralosti jsou plody červené. Tato káva má uspokojivé chuťové vlastnosti. Velkou předností těchto druhů je, že jsou odolné vůči zhoubné listové rzi. (Kadlec, 2002)

### **1.2.1.2 Technologické zpracování kávy kávových semen**

Kvalita kávy je závislá na sklizni a na prvotním zpracování. Plody musí být dostatečně zralé a musí mít charakteristicky zabarvenou slupku. Plavením ve velkých nádržích se čistí. Poté se z nich semena získávají dvěma způsoby.

U suchého způsobu se plody suší. Jsou rozprostřeny v tenkých vrstvách na cihlových nebo betonových plochách po dobu 5-15 dnů na slunci. V průběhu sušení se několikrát denně přehazují. Po vysušení plodů dochází na loupacích strojích k vylouštění kávových zrn. Dochází ke zbavení se slupky a stříbité blanky. Kávová zrna se strojně čistí a řídí dle velikosti a jakosti. Suchý způsob zpracování plodů je méně nákladný, ale káva je nižší jakosti. Vzniká nepravá přírodní káva. Suché zpracování je využíváno například v Brazílii a západní Africe. (Kadlec, 2002)

Valíček (2002) uvádí, že suchý způsob zpracování je dosud nejrozšířenější metodou a je využíván především tam, kde je nedostatek vody. Při tomto postupu jsou zpracovány všechny plody včetně méně hodnotných. Méně kvalitní semena slouží k získávání kofeinu, který je využívám především ve farmacii.

Při mokřém způsobu je využito velké množství vody. Dokonale oddělí nezralé a nevyvinuté plody od plodů plně vyzrálých. Poté jsou kvalitní plody proudem unášeny do speciálního stroje. Zde dochází k odstranění většiny dužnatého oplodí a dále

putují do fermentačních nádrží. Samotná fermentace probíhá 12-24 hodin. Během tohoto procesu se semena zbaví zbytků a dužnatého oplodí. Dalším krokem je praní a sušení. Na loupacích strojích se odstraní suchý pergamenový endokarp a při leštění se semena zbaví i svrchní části osemení. Vyleštěná a suchá semena kávovníku se třídí podle hmotnosti, velikosti a barvy. Jedná se o několik stupňů kvality. Zelená káva se dále exportuje a v místech spotřeby dochází k pražení. (Valíček, 2002)

Konečným zpracováním zelených zrn je pražení. Tento proces důležitý pro samotnou kvalitu kávy. Zrna jsou pražena při teplotě 160-220 °C obvykle 10-20 minut horkým vzduchem za stálého míchání. Během pražení dochází k odpařování vody a dochází k řadě chemických reakcí. Jedná se především o reakce neenzymového hnědnutí a k řadě kondenzačních a pyrolytických reakcí. Po dosažení teploty 160°C se začnou ztrácet organické látky. S doprovodným uvolněním oxidu uhličitého zrna začnou nabývat na objemu. Jak se ztrácí voda a organické látky, dochází i ke snížení hmotnosti. Po samotném pražení se káva chladí studeným vzduchem 4-10 minut na sítěch nebo chladicích bubnech. Je nutné odstranit vadná zrna. Posledním krokem zpracování je mletí kávy a balení kávy pod invertním plynem nebo vakuově. Nutné je rychlé zchlazení kávy pro zachování aroma. (Kadlec, 2002)

### **1.2.1.3 Chemické složení kávy**

Augustin (2003) uvádí, že kofein se nachází nejen v kávových zrnech, ale i semenech, listech a květech kávovníku. Káva arabská obsahuje přibližně 0,53-1,45 % kofeinu, robusta 2,11-2,72 % kofeinu a káva liberijská 1,28-1,35 % kofeinu. (Velíšek, 1999)

Boby kávovníku obsahují kromě alkaloidů i trigonelin, aminokyseliny, proteiny, enzymy, sacharidy, polysacharidy, oleje, vosky, několik pigmentů a přibližně 180 těkavých látek. Pražením se chemické složení mění. Okolo 10% se kofeinu se vypaří. (Pendell, 2005)

Významnými složkami kávy jsou proteiny (13 %), aminokyseliny, polysacharidy (25-30 %), voda (10-13 %), kyselina chininová a kávová (10 %) a kyselina chlorogenová (4-6 %), vosky a tuky (0,1-0,8 %), pigmenty, vitamíny, minerální látky a stopové prvky (4 %). Káva obsahuje látky s antioxidačními účinky, tzv. polyfenoly. Je zde zastoupena kyselina chlorogenová, která je kombinací kyseliny

kávové a chininové. Kyselina se podílí na neutralizaci volných kyslíkových radikálů. Tímto procesem dochází k ochraně DNA a buněčné bílkoviny. (Petříková, 2006)

#### 1.2.1.4 Výrobky z kávy

- **Káva pražená zrnková** – může obsahovat maximálně 2,4% příměsí. Jedná se například o kávová zrna nepražená, černá nebo světlá. Tato zrna se po rozlomení vyznačují jinou vůní než kávovou. Kávový nálev musí mít výraznou ostrou vůni. Chuť musí být jemná, výrazná, hořká a nakyslá.
- **Pražená káva mletá** - musí být jednotně mletá. Dále musí být kávově hnědá s kávovou vůní. Kávový nálev musí mít vlastnosti stejné jako pražená zrnková
- **Pražená káva bez kofeinu** - tato káva smí obsahovat 0,1% kofeinu v sušině.
- **Instantní káva, rozpustná** – jedná se o kávový extrakt v prášku, granulích, vločkách, kostkách či jiné formě. Obsahuje nejméně 95% hmotnosti sušiny na bázi kávy. Na sensorické vlastnosti připraveného nálevu z rozpustné kávy jsou kladeny stejné požadavky jako na nálev z pražené kávy zrnkové nebo mleté. Je přítomna karamelová chuť a vůně. Získává se z vodnatého extraktu mleté pražené kávy, kdy dochází k odstranění vody s následnou úpravou například granulací.
- **Pasta kávového extraktu**
- **Kapalný kávový extrakt**
- **Rozpustný extrakt, instantní bez kofeinu** - může obsahovat nejvíce 0,3% kofeinu v sušině.
- **Ochucená rozpustná káva** - do této skupiny řadíme například Cappucino (pytlíkové) v různých chuťových variantách. Ke kávě je přidána sušená syrovátka, sušené odstředěné mléko, rostlinný olej a látky určené k aromatizaci. (Valíček, 2002)

#### 1.2.2 Čaj

Čaj je druhým nejoblíbenějším nápojem na světě. První oblíbeným nápojem je voda. Mnoho Evropanů a Američanů pije čaj jako slabý povzbuzující prostředek. Objevují se i poznatky o mnoha antioxidačních účincích čaje. Uvádí se, že několik šálků

denně zeleného čaje má preventivní účinek proti vzniku mnoha vážných onemocnění spojených se stárnutím, kam patří zejména rakovina a kardiovaskulární onemocnění. Někteří lidé a bylinkáři používají termín čaj pro nápoj připravený zalitím rostlinného materiálu horkou vodou. Však v odborné terminologii jsou rostlinné výtažky v horké vodě nazývány nálevy. Nejedná se tedy o čaj. Ve fytoterapii se pojem čaj vztahuje jen na nálev připravený z listů čajovníku. (Castleman, 2001)

- **Říše:** rostliny (*Plantae*)
- **Čeleď:** čajovníkovité (*Theaceae*)
- **Rod:** čajovník (*Camellia*)
- **Vědecký název:** *Camellia sinensis* (*čajovník čínský*)
- **Užívané části:** listy (Castleman, 2001)



Obr. 4 – Čajovník

(zdroj www: <<http://botanika.wendys.cz/cizi/rostlina.php?123>>)

Pod pojmem čaj pravý se rozumí různým způsobem zpracované výhonky, pupeny, listy a jemné části zdřevnatělých stonků stálezelených subtropických keřů nebo stromů čajovníku. Čajovník má přibližně 50 druhů. (Kadlec, 2002)

Čaj se vyrábí z lístků rostliny *Camellia sinensis* (čajovník). Je to keř nebo strom, který dorůstá výšky 2-15 metrů. V plantážích se výška udržuje maximálně do 1,5 metru. Je hustě obrostlý zelenými lístky. Lity jsou lesklé s pilovitými okraji, přibližně 4-20 centimetrů dlouhé. Květy jsou bílé, až narůžovělé. Pro výrobu čaje květy nejsou důležité. Plody jsou hladké, kožovité tobolky. Obsahují obvykle tři kulovitá hnědá



lesklá semena. Jsou dva původní druhy čajovníku: *Camellia sinensis* a *Camellia assamica*.(Krejčí, 2000)

Tato rostlina se pěstuje především v Číně, Indii, Srí Lance, Japonsku, Indonésii, Vietnamu, afrických a středoamerických státech. Je mnoho legend a příběhů, které zachycují historii této rostliny. První zmínka o čaji vznikla v Číně kolem roku 2000 před Kristem. Nejprve byl využíván jako lék, až kolem 14. století se stal nápojem pro běžnou konzumaci.(Krejčí, 2000)

Pěstitele rozdělují čajovník čínský do tří skupin, které jsou nazývány džáty. Čínská skupina je charakteristická odolností vůči nízkým teplotám. Z první sklizně po období vegetačního klidu poskytuje čaj vysoké kvality. Listy má jemné, menší a chudší na extraktivní látky. Pěstuje se hlavně v Číně a Japonsku. Ásanská skupina zahrnuje především nízké až středně vysoké stromy. Má dlouhé a lesklé listy s výraznou špičkou. Listy jsou bohaté na extraktivní látky, které jsou důležité pro kvalitu čaje. Příznivé je tropické klima. Pokles teplot pod  $-4^{\circ}\text{C}$  je poškozující. Pěstuje se především v Indii, Jávě a Africe. Indočínská (kambodžská) skupina má velmi malý význam. Zahrnuje nízké stromy a keře do výšky 5 metrů. Listy jsou lesklé a čepele listů nebývají zcela rozevřené. V současné době se pěstují kříženci uvedených džátů. Poskytují větší výnosy, však nedosahují jakosti původních skupin. (Kadlec, 2002)

### **1.2.2.1 Pěstování čajovníku a technologické zpracování**

O kvalitě a chuti čaje rozhodují podmínky pěstování a následné zpracování rostliny. Podnebí, oblast a nadmořská výška mají vliv na charakter různých druhů čaje. Teploty v rozmezí mezi  $18-28^{\circ}\text{C}$  a dostatek slunečního záření jsou nejlepší podmínky pro pěstování čaje. (Wachendorf, 2007)

Po vysazení rostliny se lístky čajovníku sklízí za 4-5 let, několikrát v roce. Sklizeň se provádí ručně. Vyžaduje to přesnost a soustředění. Ke sběru lístků stačí palec a ukazovák, kterými se uštipne vrcholový pupen a několik mladých lístků. Z vrchních pupenů je čaj nejkvalitnější. Vrcholové pupeny obsahují značné množství kofeinu, asi 4,5% u dámské a 3,5% u čínské skupiny čajovníků. Čajové lístky nejčastěji sbírají ženy. (Krejčí, 2000)

Samotný sběr se provádí čtyřikrát ročně v etapách:

- First Flush – sběr probíhá od března do poloviny dubna

- In between – sběr lístků se provádí od dubna do poloviny května
- Second flush – čaj se sklízí od května do června
- Autumnal – sběr čaje se provádí od října do listopadu. (Wachendorf, 2007)

Po sklizni se čerstvě utržené listy nechají zavadnout. Ty poté změkknou a zkrěhnou. Na polovinu se sníží i obsah vody. Po zvadnutí dochází k pražení lístků. Při tomto procesu mohou měnit baru. Následuje napařování, kdy se lístky zavěsí nad horkou vodu. Závěrečným procesem je vkládání listů do stroje, kde se svinují. Mohou se tvarovat i ručně. Ručně svinuté čaje jsou typické pro čínské zelené čaje vyšší kvality. (Rosen, 2000)

Dle způsobu zpracování rozeznáváme několik druhů čaje. Jedná se buď to o černý, nebo zelený čaj. Černý čaj je výsledkem procesu, jehož hlavními etapami je zvadnutí, svinování, fermentace, sušení a třídění, u zeleného čaje neprobíhá proces vadnutí a fermentace. U černého čaje při stáčení listů dochází k narušení buněčných struktur a enzymy následně vyvolají oxidační procesy. Tímto dochází k vytvoření typického vzhledu a aroma černého čaje. Poté je na řadě proces sušení. Jestliže jsou oxidační procesy předčasně ukončeny, jedná se o čaji polofermentovaný či polozelený, který se nazývá jako oolong. Zelený čaj neprochází oxidací a zpracovává se sušením. Enzymatické pochody jsou zde sušením či párou inaktivovány. U výroby bílého čaje se sbírají lístky s minimem chlorofylu a opět se bez oxidace přímo suší stejně jako čaje zelené. (Skácel, 2003)

### **1.2.2.2 Chemické složení čaje**

V sušině čaj obsahuje dvakrát větší množství kofeinu než pražené kávové boby. Čajové listy za čerstvého stavu obsahují 22% polyfenolů, 17% proteinů, 4% kofeinu, 27% vlákniny a malé množství  $\beta$ -karotenu, vitamíny skupiny D, vitamínu D a kyseliny askorbové. (Pendell, 2005)

Krejčí (2000) uvádí, že v malém množství jsou v čaji bílkoviny, sacharidy, lipidy, karotenoidy, organické kyseliny a minerály. Za zmínku stojí i aminokyselina teanin. Je přítomna jak v černém čaji, tak v zeleném. Příznivě se podílí na vytváření chuti.

Čaj způsobuje psychostimulační účinky vyvolané kofeinem a L-teaninem. Popisovány jsou i vedlejší účinky jako jsou například diuretické, vyšší produkce kyseliny chlorovodíkové v žaludku, kofeinem vyvolané extrasystoly,

nespavost a neschopnost koncentrace. Zmíněné nežádoucí účinky nejsou tak výrazné jako u kávy, jelikož kofein je vázán na třísloviny, které zpomalují účinek. (Suchý, 1994)

### 1.2.2.3 Dělení čajů

**Černý čaj** - jedná se fermentovaný čaj, v němž proběhla oxidace. Obsahuje malé množství tříslovin. Zabalené čajové lístky se po sběru nechají zvadnout, několik hodin kvasí, poté se suší a třídí se. Tímto procesem čajové lístky zhnědnou. Je oblíbený ve Velké Británii, Spojených státech a prakticky na celém západním světě. (Castleman, 2001)

**Zelený čaj** - tento čaj se od černého čaje liší svým zpracováním. Lísty se nefermentují. Obsažené třísloviny a chlorofyl se mění a čaj si uchovává zelkenu barvu. Čajové lístky se spaří při teplotě 85-90°C. Aby se inaktivovaly enzymy, dochází k sušení při teplotě 95°C. Následuje svinování, třídění a dosoušení. Vysušené lístky se leští, třídí a balí. Nálev ze zeleného čaje má žlutou až žlutozelenou barvu. Pro zelený čaj je typická slabá sírová chuť. (Kadlec, 2002)

**Žlutozelený čaj** – je především známý pod názvem oolong. Příprava tohoto čaje je podobná jako u čaje zeleného. Rozdíl je v tom, že prodělává ještě nedokonalou fermentaci a suší se ve stínu. Nálev není tak trpký jako u zeleného čaje. (Kadlec, 2002)

**Bílý čaj** – Jedná se o sušené nerozvinuté pupeny. Tyto pupeny jsou silně ochmýřené čajovými chloupky, které mají stříbřitou barvu. Bílý čaj se získává sušením nefermentovaných listových pupenů na slunci nebo na ohni. Využívá se ke krášlení černých druhů čaje, k nimž se přidává v množství 3-4%. (Kadlec, 2002)

**Ovoněný čaj** – je připravován z drobných zelených čajů, které jsou ovoněny různými intenzivně vonícími květy. Používá se například jasmín, magnolie, růže a mnoho dalších rostlin. (Kadlec, 2002)

**Čajový extrakt a instantní čaj** - V současné době vzrostla i výroba instantního čaje. Čajový nálev se odpaří, vysuší a pevný zbytek se rozemele na prášek, který je ve vodě rozpustný. Čajový extrakt se může mísit před sušením nebo po sušení s různými přísadami. Jedná se například o cukr, kyselinu citrónovou, extrakty z ovoce, aroma, potravinářská barviva a vitamínové preparáty. (Valíček, 2002)

**Bylinný čaj** – je to čaj složený z bylinných částí. Jsou to květy, listy, plody, semena a další. Bylinná směs se může mísit s pravým čajem nebo se směsí z ovoce. Obsah bylin musí činit minimálně 50% hmotnosti.

**Ovocný čaj** – je vyrobený ze sušeného jednodruhového ovoce. Podíl sušeného ovoce je vyšší než 50 % hmotnosti. (Kadlec, 2002)

### 1.2.3 Guarana

Latinsky se tato rostlina nazývá *Paullinia cupana*. Je známá především svými semeny, které jsou využívány k výrobě čajů, léčiv a doplňků stravy. Roste především v tropických deštných lesech Jižní Ameriky, v Brazílii, Ekvádoru, Kolumbii, Venezuele a Uruguay. Obsahuje vysoké množství guaraninu, jedná se o chemickou látku se stejnými charakteristickými vlastnostmi jako kofein. Guarantin je synonymum pro kofein (Lübeck, 2002)

- **Říše:** rostliny (*Plantae*)
- **Čeleď:** mýdelníkovité (*Sapindaceae*)
- **Rod:** paulinie (*Paullinia*)
- **Vědecký název:** *Paullinia cupana* (*Paulinie nápojná*). (Lübeck, 2002)



Obr. 5 – *Paullinia cupana*

(zdroj [www: <http://www.fao.org/docrep/t0646e/T0646E0m.htm#Guarana \(Paullinia cupana\)>](http://www.fao.org/docrep/t0646e/T0646E0m.htm#Guarana))

Guarana je popínavý stálezelený keř. Větve mohou být dlouhé až deset metrů. Má velké oválné listy, které jsou složeny z pěti dalších lístků. Květy jsou bílé až žluté a jsou drobné. Květy vyrůstají v úžlabních hroznech. Plody jsou malé červené tobolky. Plody dozrávají v říjnu až listopadu. Plody váží 0,5- 0,8 g.(Scholey, 2008)

### **1.2.3.1 Technologické zpracování guarany**

Plody jsou ručně loupány a dva dny se máčejí ve vodě. Je důležité, aby došlo ke změknutí dužiny, aby se vnější slupka lépe loupala. Poté začne proces fermentace. Zkvašené plody se ručně loupou a propírají se ve vodě. Následně se suší v hliněných mísách nad ohněm. Je nutné s mísou stále pohybovat, aby došlo k rovnoměrnému sušení semen. Pražené plody se přes noc nechávají doschnout v hliněné míse. Poté se plody přemístí do jutových pytlů, v nichž se rozbíjejí o podlahu, dokud slupka nepukne. V procesu prosévání se slupka odstraní. Zbýlý prášek se míchá a trochou vody a vzniká pasta. (Lübeck, 2002)

Různě tvarovaná pasta, známá pod názvem „bom“ nebo „poca“, se využívá k přípravě osvěžujícího nápoje. Dochází ke spaření kousku pasty vroucí vodou. Pastu lze přidávat i do různých alkoholických nápojů, limonád a sirupů. Tyto nápoje jsou oblíbené především v Brazílii. (Kadlec, 2002)

### **1.2.3.2 Vliv guarany na organismus**

Guarana působí komplexně na celý organismus. Je jí také připisován pozitivní vliv na kognitivní funkce, psychickou únavu. V homeopatii je tato rostlina ceněna. Je využívána jako prostředek proti bolestem hlavy a migréně. Dalším pozitivním účinkem je, že zlepšuje prokrvení, uvolňuje křeče a tonizuje cévy centrálního nervového systému. Studie prokazují, že guarana nepůsobí toxicky ani při akutním předávkováním.(Scholey, 2008)

Tato rostlina je uznána jako přijatelná složka některých nápojů. Vyšší množství nacházíme v energetických nápojích. Pro zvýšení stimulace organismu je guarana přidávána do tablet a kapslí, které poskytují stimulační účinek podobný kofeinu. (Webb, 2006)

Kadlec (2002) uvádí, že guaranová pasta není pouze pochutinou, ale je také lékem proti průjmům a úplavici.

### 1.2.3.3 Chemické složení guarany

Guarana obsahuje 49% rostlinných vláken. Obsahuje také různé směsi alkaloidů jako xantin, theobromin a theofylin. Za aktivní antioxidační účinky guarany vděčíme obsahu saponinů, tříslovin a flavonoidů, které se v guaraně vyskytují v poměrně vysokých dávkách. Dále pak obsahuje stopy adeninu a guaninu, stopy cholesterolu, xantinu a hypoxantinu a další aktivní látky. 1 g guarany odpovídá přibližně 40 mg kofeinu. (Lübeck, 2002)

## 1.3 Energetické nápoje

Energetické nápoje se staly fenoménem této doby. Jejich postupující vývoj a stále stoupající prodej je důsledkem požadavku být stále svěží a výkonný. V zahraničí jsou tyto nápoje označovány jako „energy drinks“, kdy mají být takovým „tonikem“, které skýtá legální alternativu k lehkým drogám. Tyto nápoje se na našem trhu objevily v polovině devadesátých let a původně se vyráběly pro sportovce jako doplňkový nápoj. Dnes je využívají mladí lidé ve smyslu životabudiče. (Fořt, 2005)

Poprvé byl energetický nápoj legislativně definován v Německu. Byl definován jako nápoj obsahující kofein a alespoň jednu z dalších složek: taurin, inositol, glukuronolakton. Stanoveny jsou limity pro kofein (320 mg/l), taurin (4000 mg/l), inositol (200 mg/l) a pro glukuronolakton (2400 mg/l). Nápoj nesmí obsahovat alkohol a musí být označen nápisem, který upozorňuje, že energetický nápoj nesmí být konzumován s alkoholem a s fyzickou námahou. (Suková, 2010)

V současné době definice pro energetický nápoj neexistuje, a to jak v České republice, tak v Evropě. Legislativa energetické nápoje řadí mezi nealkoholické nápoje, které jsou obohaceny např. glukuronolaktonem, taurinem, vitaminy, rostlinnými extrakty a dalšími složkami. Je mnoho definic, které se snaží popsat a tím i poskytnout spotřebiteli potřebné informace.

Seifert (2001) uvádí, že se jedná o nealkoholické nápoje. Obsahující kofein, taurin, vitaminy, bylinné doplňky a cukr nebo sladidla. Nápoj slouží jako prostředek, který příznivě ovlivňuje energii, úbytek váhy, výdrž, sportovní výkony a koncentraci.

V české literatuře se uvádí, že energetické nápoje jsou řazeny do nealkoholických nápojů poskytujících energii ke zlepšení fyzického a duševního výkonu jedince. Hlavními obsaženými látkami jsou kofein, aminokyseliny jako taurin, vitamíny skupiny B a rostlinné extrakty s povzbuzujícím účinkem. (Winklerová, 2010)

Požítí tohoto nápoje zajišťuje vysoký přísun energie. Obsah kofeinu v těchto nápojích je různý. V průměru je však vysoký, obvykle je vyšší než v jiných nealkoholických nápojích. Rozmezí obsahu kofeinu je 50 až 500 mg v jednom balení či nápoji. Přísady jako guarana, Yerba maté, kola ořech mohou zvýšit obsah kofeinu v těchto nápojích, aniž by tento kofein byl zahrnut do údajů na nápoji. Různé značky energetických nápojů obsahují kofein v rozmezí od 50–550 mg/250 ml. Na trhu existují i 50 ml lahvičky s energetickými koncentráty. (Reissing, 2009)

Jak již bylo zmíněno, energetické nápoje obsahují taurin. Je to aminokyselina, která stimuluje mozkovou aktivitu. Optimalizuje činnost CNS a zlepšuje prokrvení mozku, čímž dochází ke stimulaci myšlenkových pochodů a celkovému zvýšení výkonnosti a bdělosti. Taurin působí antioxidačně a je důležitý pro syntézu žlučových kyselin. V kombinaci s kofeinem a cukrem dochází ke stimulaci svalové kontrakce. Naše tělo si ho dokáže vyrobit samo. V potravě se nejvíce vyskytuje v mase a masných výrobcích, ve vyšším množství jej obsahují také mořští živočichové. Rostliny taurin nedokáží vyrobit. Energetické nápoje obsahují i guaranu, její semena obsahují nejvyšší množství kofeinu, kdy 3-5 gramů obsahuje až 250 mg kofeinu. Kreatin vytváří kreatinfosfát, který obnovuje ve svalech hladinu ATP a tím napomáhá zvyšovat energetický výkon svalů. D-glukurono- $\gamma$ -lakton se přidává do nápojů proto, že by měl podpořit získání energie a pomoci při detoxikaci. V lidském těle vzniká v játrech. Pomáhá snižovat únavu, podporuje paměť a schopnost koncentrace. L-karnitin je nezbytný pro transport mastných kyselin. Je tedy prostředníkem v tvorbě metabolické energie. Komplex B-vitaminů jsou látky, které pomáhají při získávání energie z přijímaných potravin i cukru, který se v energetických nápojích nachází. Žeňšen by měl vylepšit kognitivní funkce, soustředění a paměť, ale pozitivní účinky se projeví od dávky 100 až 200 mg/den. Do mnoha energetických nápojů se přidává tzv. maté, výtažek z listů stále zeleného stromu *Ilex paraguarensis*, případně glukuronolakton (Red Bull), někdy vitamíny, popř. extrakty z tonizujících bylin. Nápoje dále obsahují další přídatné látky, jako např. barviva, aroma, konzervanty, jejichž přísun do organismu není žádoucí. (Suková, 2010)

Velké dávky kofeinu v energetických nápojích mívají za důsledek nespavost, bolesti hlavy a zažívacího traktu. Pokud jedinec vypije velké množství tohoto nápoje, mohou se dostavit závratě, nevolnost, nadměrné pocení a návaly horka. U jedince se dostaví i diuretický účinek, který může vést až k dehydrataci organismu. Nebezpečná je kombinace energetického nápoje s alkoholem. Lékaři považují tuto kombinaci za určitou náhradu drog, kdy dochází k obrovskému nabuzení organismu. Jedinec vypije mnohem více alkoholu než normálně, pokud je míchán s energetickým nápojem. Mládež požívající tuto kombinaci pravidelně si vytváří základy alkoholové závislosti.

Kombinace kofeinu a alkoholu při pravidelné konzumaci může přivodit kromě bolesti hlavy i onemocnění vyšším krevním tlakem, srdeční arytmii nebo vede ke zvýšení agresivního chování. Toto chování je nebezpečné nejen pro okolí, ale i pro samotného konzumenta. (Suková, 2010)

V současné době se konzumace energetických nápojů stala velmi populární. Je to určitá forma náhrady spánku mezi adolescenty a mladými dospělými. Je spojována hlavně v souvislosti se zvládnutím školních, sportovních nebo každodenní povinností. Rizikovým faktorem je i jejich obsah jednoduchých cukrů, které vedou k nárůstu obezity a problémům se zubním kazem. Těmito nápoji je také nahrazována nedostatečná výživa jedince. (Winklerová, 2010)

Na českém trhu jsou k dostání tyto energetické nápoje: Atomics, Red Bull, Monster Energy, Big Shock, Kamikaze, Semtex, Party Power, Rocket (nápoj), Rockstar Energy, Erektus, Crazy Wolf, Black Panter, NO FEAR Energy, Fakeer. Obsah kofeinu v některých energetických nápojích uvádím v níže uvedené tabulce.

Tab. 4 Obsah kofeinu v energetických nápojích

<b>Energetický nápoj 0,250 ml</b>	<b>Obsah kofeinu (mg)</b>
Red Bull	80
Semtex	58
Erektus	57
Kamikaze	57

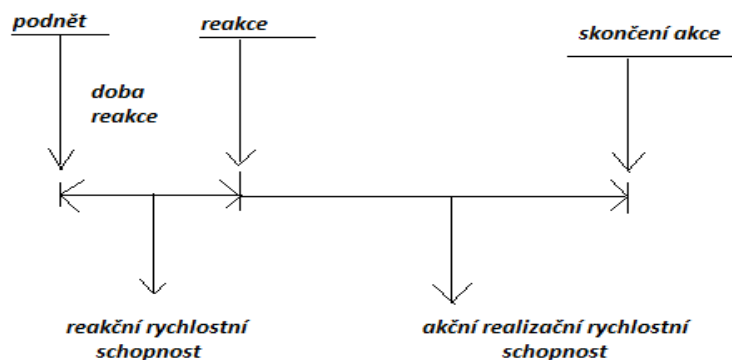
(zdrojwww:<<http://www.nazeleno.cz/bio/zdrava-vyziva/energeticke-napoje-pozor-na-koferin-a-dalsi-latky.aspx>>)



## 1.4 Reakční schopnosti a pozornost

Reakční doba je časový interval, který začíná působením určitého podnětu. Tento interval končí odpovídající reakcí, nejčastěji se jedná o pohybovou reakci. V literatuře se můžeme setkat s termínem reakční čas. V zahraničí jsou tyto termíny označovány jako reaction time a reaktion zeit. (Kukačka a kol, 2006)

Čelikovský (1990) uvádí, že reakční rychlost představuje schopnost člověka reagovat na určitý podnět v co nejkratším časovém úseku. Jedná se o dobu, která udává trvání přenosu signálu od receptoru k efektoru. Zmíněný časový interval ovlivňuje výslednou rychlost pohybu, neboť v praxi je součástí konečného výsledku. Časový interval slouží obvykle jako kritérium pro posouzení a nepřímý odhad úrovně reakční rychlostní schopnosti viz. obrázek číslo 6.



Obr. 6 – Následnost reakční a realizační schopnosti při celkovém hodnocení pohybového projevu (Čelikovský, 1990)

Reakční doba je čas, který uplyne od počátku vnímání podnětu do počátku vykonávání odezvy na tento stimul. Publikace Human Factors Design Handbook přinesla rozšířený pojem vymezující jednoduchý reakční čas jako nejkratší možný čas mezi momentem, kdy smysly detekují podnět a časem, v němž tělo začne vykonávat odezvu. Komplexní reakční doba zahrnuje proces lidského myšlení. (Woodson, 1991)

„Celkový reakční čas lze vyjádřit jako součet doby trvání vizuální percepce a doby trvání rozhodování, na něž bezprostředně navazuje samotná motorická odezva. Vizuální percepce zahrnuje interval potřebný pro detekci stimulu od doby, kdy jej bylo možné detekovat, zatímco doba rozhodování reprezentuje čas potřebný pro výběr a rozhodnutí o odezvě. Poté tělo započne výkon příslušné odezvy. Nad rámec definice reakčního

času se staví čas potřebný pro svalový pohyb, který nicméně tvoří neopomenutelnou kategorii, neboť zkoumání pouze reakční rychlosti bez zájmu o motorické odezvy by pozbylo pro forenzní biomechaniku praktického významu. Vyjádření reakční rychlosti v termínech těchto komponent je následující:

$$t_{tr} = p + r$$

kde  $t_{tr}$  je reakční čas,  $t_p$  je čas potřebný pro percepci,  $t_r$  je čas potřebný pro rozhodování.“ (Straus, 2000)

Dondres (1969) uvádí ve své publikaci klasifikační schéma kategorizace reakčních časů. Z tohoto schématu dodnes vycházejí experti, při deskripci a rozlišení mezi rychlostmi reakce:

- jednoduché – skládá se ze samotného podnětu, na nějž subjekt odpovídá co nejrychleji jak je to možné, ihned po objevení daného stimulu.
- rozpoznávací - sestávající ze dvou a více stimulů, ale s pouze jednou odpovědí korespondující s jedním stimulem. Na zbylé stimuly nesmí subjekt reagovat.
- výběrové – je tvořený dvěma či více podněty, na které subjekt musí tvořit odlišné odezvy. Subjekt musí vybrat, jaký signál byl přítomen a poté učinit odpověď vhodnou pro tento podnět.

Reakční rychlostní schopnost je závislá na druhu podnětu a typu požadované odpovědi. Podněty mohou být buď to taktilní (dotykové), audiální (zvukové) a vizuální (zrakové). Nejkratší doba vedení vzruchu je u dotykových podnětů 0,15 až 0,14 sekund. Nejdelší vedení vzruchu je u podnětů vizuálních 0,21 až 0,19 sekund. Středních hodnot dosahují podněty sluchové 0,16 až 0,15 sekund. (Čelíkovský, 1990)

Kohlíková (2011) ve své publikaci uvádí následující, že délka prosté reakční doby je závislá na typu smyslového podnětu. Nejkratší reakce je na taktilní podněty (80-100 ms), delší je na akustické podněty (105-180 ms) a na podněty optické (150 – 240 ms). Získané hodnoty jsou závislé na motivaci a emocích, věku, pohlaví, zdravotním stavu jedince, trénovanosti, intenzita signálu a na biofyzikálních podmínkách.

Čelíkovský (1990) uvádí, že reakční rychlostní schopnost ovlivňuje celá řada dalších faktorů. Rozdíly v reakční době vykazují například horní a dolní končetiny. Horní končetiny mají zpravidla kratší čas latence než dolní končetiny. Rychlejší reakci je možné pozorovat i u dominantní a funkčně preferované končetiny. Významným

činitelem je také síla podmětu, jeho aktuálnost pro sledovanou osobu, doba kdy jedinec čeká na podmět, stupeň koncentrace a zaměřenost jedince na podmět a únava. Všechny tyto aspekty je nutné brát v úvahu při diagnostice reakční rychlostní schopnosti.

Kohlíková (2011) uvádí, že prostá reakční doba je časový interval mezi smyslovým podmětem a odpovědí, která je zabezpečována formou volní motorické reakce. Jedná se o dobu, kdy působení smyslového podmětu se reaguje jednou, předem dohodnutou odpovědí. Interval se uvádí v sekundách nebo v ms je součtem časových úseků těchto aktivit:

- vzniká akční potenciál v příslušných exteroceptorech
- převod vzruchů senzoričných či senzitivních, vlákny do vyšších ústředí CNS
- zpracování informací cestou polysynaptických okruhů analyzačních ústředí (jsou ovlivnitelné tréninkem)
- převod a vedení vzruchu pyramidovou drahou k motoneuronům v příslušných míšních segmentech
- vedení vzruchů motoneurony a převod na nervosvalovou ploténku do motorických jednotek příslušných svalových skupin
- šíření akčních potenciálů ve svalových vláknech
- korigování pohybu končetiny proprioreceptivními reflexy

Kromě prosté reakční doby můžeme stanovit i reakční dobu rozlišovací (diskriminační), kdy z různých druhů signálů je vybírán jediný druh na který jedinec reaguje. Reakční doba výběrová (disjunkční), je složena z různých druhů signálů a jsou vybírány pouze některé druhy. Na každý druh se reaguje jiným způsobem. (Kohlíková, 2011)

Jsou dva typy motorických testů. První je zaměřen na odhad reakčního času a jeho princip je založen na zachycení padajícího předmětu. Druhý test je zaměřen na měření celkového rychlostního projevu většinou složeného z reakčního i rychlostního projevu. Reaktometr je zařízení, které podá signál zvukový, nebo vizuální, případně oba současně a zapne stopky. Testovaný okamžitě reaguje stisknutím příslušného tlačítka. Toto zařízení dovoluje testovat jak jednoduché podněty, tak i podněty složené, tedy rychlost výběrové reakční schopnosti. (Kukačka a kol, 2006)

## 1.5 SWOT analýza kofeinu

Teoretickou část práce jsem chtěla ukončit souhrnem o kofeinu a jeho vlivu na člověka. K tomu jsem se rozhodla využít SWOT analýzu, ve které se snažím najít na kofeinu silné a slabé stránky.

Tab. 5 SWOT analýza

<b>SILNÉ STRÁNKY</b>	<b>SLABÉ STRÁNKY</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• dostupnost v mnoha podobách,</li><li>• nalezneme ho ve více jak 60 druzích rostlin,</li><li>• využití ve farmacii,</li><li>• ovlivňuje funkci žaludku a žaludeční sliznice,</li><li>• stimuluje CNS a zlepšuje koncentraci (zkracuje reakční dobu),</li><li>• rychlé vstřebávání z trávicího traktu,</li><li>• po použití pokles únavy,</li><li>• odbourávání tuků.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• možná závislost,</li><li>• abstinenční příznaky,</li><li>• snadná dostupnost pro mladé,</li><li>• diuretické účinky,</li><li>• vysoká konzumace způsobuje tachykardii a arytmií,</li><li>• působí na mineralizaci kostí - zvyšuje se vylučování vápníku močí.</li></ul>
<b>PŘÍLEŽITOSTI</b>	<b>HROZBY</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• lépe ochránit mladé lidi před užíváním (možno zákonem),</li><li>• osvětlit lidem vliv kofeinu na organismus,</li><li>• možné studie v lékařských oborech.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• může dojít k psychickému či fyzickému návyku,</li><li>• transplacentární přenos,</li><li>• uvolňuje dolní jícnový svěrač- může se vytvořit reflexní choroba,</li><li>• smrtelná dávka 10 gramů,</li><li>• snižují se účinky některých léků na epilepsii,</li><li>• kvalita původních rostlin.</li></ul>

## **2 Výzkumná část**

### **2.1 Cíl práce**

Obecným cílem praktické části diplomové práce bylo zjistit, zda má kofein vliv na změnu reakční doby u respondentů. Jedná se o předpokládané zkrácení reakční doby u vizuálního podnětu. K výzkumu byly použity kofeinové tablety a energetické nápoje. Diplomová práce bude potvrzovat či vyvracet vliv kofeinu na změnu reakční doby. Ke zpracování všech získaných výsledků bylo použito statistické vyhodnocení. Součástí práce je zodpovězení si na hypotézy.

### **2.2 Úkoly práce**

Pro diplomovou práci byly stanoveny následující úkoly:

1. Analyzovat českou i zahraniční odbornou literaturu a ověřené internetové zdroje vztahující se k danému tématu.
2. Na základě prostudované literatury vypracování teoretické části diplomové práce.
3. Definování, vymezení pojmů a klíčových slov k danému tématu.
4. Sestavení vhodné experimentální skupiny, mužské populace ve věku 25 – 30 let.
5. Provedení daného výzkumného šetření.
6. Provést dotazníkové šetření u výzkumného vzorku.
7. Provedení měření za pomoci reaktometru.
8. Zpracování a vyhodnocení získaných dat.
9. Provedení diskuze.
10. Shrnutí závěrů.

## 2.3 Hypotézy

Pro výzkum byly stanoveny tři hypotézy. Předpokládá se jejich zodpovězení na základě provedeného experimentu a zhodnocení dalších výsledků v závěrečné diskuzi.

Předpokládám, že:

H1: Kofeinové tablety a energetické nápoje zkracují reakční dobu respondentů.

H2: Účinek kofeinové tablety (200mg obsah kofeinu) a dvou energetických nápojů (160 mg obsah kofeinu) je dlouhodobější a přetrvává i dvě hodiny po stimulaci.

H3: Reakční doba pod vlivem kofeinové tablety (obsah kofeinu 200mg), je významně statisticky kratší, než pod vlivem dvou energetických nápojů (160 mg kofeinu).

### 3 Metodologie

#### 3.1 Charakteristika souboru

Výzkumné části práce se zúčastnilo 10 respondentů. Jednalo se o příslušníky Armády ČR. Všichni zvolení respondenti byly muži ve věkovém rozpětí 25-30 let. Průměrný věk respondentů byl 27,9 let. Byla zachována homogenita souboru z důvodu toho, že nebylo cílem výzkumu porovnávat vliv kofeinu mezi muži a ženami. Tyto jedince jsem si zvolila záměrně. Prvním předpokladem je jejich dobrý zdravotní stav. Každoročně podléhají lékařským prohlídkám, ať už základním či rozšířeným. Pouze tři probandi měli mírné zdravotní komplikace. Druhým předpokladem je fakt, že mnohdy pracují při velké fyzické a psychické námaze, na hranici schopností běžné populace. Mojí úvahou jsem dospěla k závěru, že právě tato skupina jedinců by mohla mít zkušenosti s užíváním povzbuzujících doplňků stravy. V následující tabulce je stručný popis jednotlivých respondentů a jejich zkušenosti s kofeinovými preparáty. Tyto informace jsem získala z dotazníkového šetření. Všichni dotazovaní respondenti konzumují výrobky obsahující kofein. Nejčastěji v podobě kávy. Zkušenosti s kofeinovými doplňky stravy má sedm respondentů z deseti. Následně tři dotazovaní uvedli, že konzumují kofeinové tablety. Většina respondentů konzumuje energetické nápoje. Pouze dva respondenti nekonzumují nápoje tohoto typu. Zdravotní komplikace uvedli tři respondenti. Jednalo se o refluxní chorobu, arytmií a nízký krevní tlak.

Tab. 6 Přehled měřených respondentů

<b>Respondent číslo 1</b>	
Věk	28 let
Váha	87 kg
Konzumace výrobků obsahující kofein	ANO
Zkušenosti s kofeinovými doplňky stravy	ANO
Konzumace kofeinových tablet	NE
Konzumace energetických nápojů	ANO
Konzumace jiných energetických přípravků	ANO

Zdravotní komplikace	Žádné
<b>Respondent číslo 2</b>	
Věk	29 let
Váha	90 kg
Konzumace výrobků obsahující kofein	ANO
Zkušenosti s kofeinovými doplňky stravy	NE
Konzumace kofeinových tablet	NE
Konzumace energetických nápojů	ANO
Konzumace jiných energetických přípravků	ANO
Zdravotní komplikace	Žádné
<b>Respondent číslo 3</b>	
Věk	27 let
Váha	84 kg
Konzumace výrobků obsahující kofein	ANO
Zkušenosti s kofeinovými doplňky stravy	ANO
Konzumace kofeinových tablet	ANO
Konzumace energetických nápojů	ANO
Konzumace jiných energetických přípravků	ANO
Zdravotní komplikace	refluxní choroba
<b>Respondent číslo 4</b>	
Věk	30 let
Váha	81 kg
Konzumace výrobků obsahující kofein	ANO
Zkušenosti s kofeinovými doplňky stravy	ANO
Konzumace kofeinových tablet	NE
Konzumace energetických nápojů	NE
Konzumace jiných energetických přípravků	ANO
Zdravotní komplikace	Žádné
<b>Respondent číslo 5</b>	
Věk	25 let
Váha	79 kg
Konzumace výrobků obsahující kofein	ANO



Zkušenosti s kofeinovými doplňky stravy	ANO
Konzumace kofeinových tablet	ANO
Konzumace energetických nápojů	ANO
Konzumace jiných energetických přípravků	ANO
Zdravotní komplikace	Arytmie
<b>Respondent číslo 6</b>	
Věk	29 let
Váha	85 kg
Konzumace výrobků obsahující kofein	ANO
Zkušenosti s kofeinovými doplňky stravy	NE
Konzumace kofeinových tablet	NE
Konzumace energetických nápojů	NE
Konzumace jiných energetických přípravků	NE
Zdravotní komplikace	Žádné
<b>Respondent číslo 7</b>	
Věk	26 let
Váha	90 kg
Konzumace výrobků obsahující kofein	ANO
Zkušenosti s kofeinovými doplňky stravy	ANO
Konzumace kofeinových tablet	NE
Konzumace energetických nápojů	ANO
Konzumace jiných energetických přípravků	ANO
Zdravotní komplikace	Žádné
<b>Respondent číslo 8</b>	
Věk	27 let
Váha	80 kg
Konzumace výrobků obsahující kofein	ANO
Zkušenosti s kofeinovými doplňky stravy	NE
Konzumace kofeinových tablet	NE
Konzumace energetických nápojů	ANO
Konzumace jiných energetických přípravků	NE
Zdravotní komplikace	Žádné

<b>Respondent číslo 9</b>	
Věk	28 let
Váha	88 kg
Konzumace výrobků obsahující kofein	ANO
Zkušenosti s kofeinovými doplňky stravy	ANO
Konzumace kofeinových tablet	ANO
Konzumace energetických nápojů	ANO
Konzumace jiných energetických přípravků	ANO
Zdravotní komplikace	Žádné
<b>Respondent číslo 10</b>	
Věk	30 let
Váha	86 kg
Konzumace výrobků obsahující kofein	ANO
Zkušenosti s kofeinovými doplňky stravy	ANO
Konzumace kofeinových tablet	NE
Konzumace energetických nápojů	ANO
Konzumace jiných energetických přípravků	ANO
Zdravotní komplikace	nízký krevní tlak

### **3.2 Organizace experimentálního šetření**

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na shromažďování a zjišťování dat v oblasti vlivu kofeinu na změnu reakční doby jedince. Celý experiment jsem začala aplikovat v březnu roku 2014. V první řadě jsem oslovila zaměstnance Armády ČR, zda jsou ochotni podstoupit předložený výzkum.

Jak již bylo zmíněno, experiment probíhal v březnu 2014. Byl rozdělen do jednotlivých dnů, kdy se konzumovali kofeinové tablety či energetické nápoje. Kofeinové tablety jsem zvolila především z důvodu přesného stanovení obsahu kofeinu. Jedna kofeinová tableta obsahovala 200 mg čistého kofeinu. Tyto tablety obsahují pouze pojiva (mikrokystalická celulóza, stearan hořečnatý) a jsou bez cukru. Jsou tedy vhodné pro kohokoliv. Tablety jsou určeny pro sportovce, studenty, řidiče a pro lidi s pocitem únavy. Vhodné dávkování je 1-2 tablety denně. Pro lepší vstřebání je

doporučeno rozdrčení tablety. Je nutné kofeinovou tabletu zapít dostatečným množstvím vody. Výrobek není určen jako náhrada pestré stravy testovaného.



Obr. 7 Kofeinové tablety

Jako další produkt obsahující kofein jsem zvolila energetické nápoje. Jednalo se o Red-Bull. Tento energetický nápoj jsem zvolila především díky jeho známosti u respondentů a popularitě daného nápoje. Pro výzkum jsem použila plechovky o obsahu 250 ml. Jedná se o doplněk stravy, který obsahuje cukr a náhradní sladidla. Jeden nápoj obsahuje: perlivou vodu, kofein (32 mg / 100 ml), taurin, glukuronolakton, inositol, vitamíny (niacin, kyselina pantothenová, B6 a B12), sacharózu, glukózu, regulátor kyselosti, citrát sodný, aroma, barviva (karamel, riboflavin). Nutriční hodnoty na 100 ml jsou: Energetická hodnota 192 kJ (45 kcal), bílkoviny 0 g, sacharidy 11,3 g, tuky 0 g, vláknina 0 g, sodík 0,08 g. Energetický nápoj obsahuje taurin. Jedná se o aminokyselinu, která stimuluje mozkovou aktivitu. Optimalizuje činnost CNS a zlepšuje prokrvení mozku, čímž dochází ke stimulaci myšlenkových pochodů a celkovému zvýšení výkonnosti a bdělosti.



Obr. 8 Energetický nápoj

K samotnému testování bylo nutné vlastnit reaktometr. Tento přístroj mi poskytl vedoucí práce. Jedná se o přístroj měřící rychlost reagování organismu na vnější podnět. Přístroj má zabudované digitální stopky. Stroj po uvedení do provozu v nepravidelném intervalu 1 až 7 sekund zapíná světlo, kde je zabudována žárovka 6 W. Daný přístroj podá signál zvukový či vizuální a zapne stopky. Testovaný okamžitě reaguje stisknutím příslušného tlačítka. Pro daný výzkum byl použit pouze vizuální podnět, kdy se rozsvítila žárovka. Před samotnou realizací testování na cílovém souboru, byl reaktometr prověřen na několika nezávislých osobách. Hlavním důvodem bylo zjištění časové náročnosti, způsobu záznamu výsledků a odstranění rušivých vnějších vlivů prostředí.



Obr. 9 Reaktometr

### 3.3 Popis experimentálního šetření

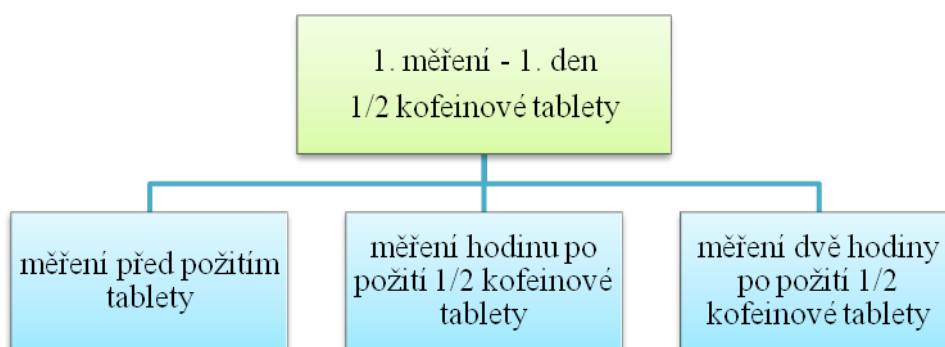
Samotné testování respondentů probíhalo od 24 – 27. 3. 2014. Pro daný výzkum mi byla poskytnuta místnost, kde probíhalo celé testování. Prostory byly využity na čtyři dny v časovém rozpětí 8:00 – 13:00 hodin. Do místnosti měli přístup pouze, testovaní respondenti, autor diplomové práce a zapisovatel výsledků získaných reaktometrem. Hlavním důvodem bylo zamezení okolních nepříznivých vlivů a rušivých elementů. Místnost byla vybavena psacím stolem a kancelářskými židlemi.

Pět dní před zahájením testů, byli respondenti požádáni, aby v den měření vyřadili výrobky obsahující kofein a kofeinovou suplementaci ze svého jídelníčku. Před

zahájením samotného testování proběhla krátká instruktáž s názornou ukázkou, jak pracovat s reaktometrem. Testovaným byl vysvětlen princip testování a proběhlo několik zkušebních měření na optický podnět. Respondenti přistupovali k testování jednotlivě, ostatní setrvaly v druhé místnosti, až do ukončení testování jim předcházející osoby. Všechny získané výsledky z testování, byly zaznamenávány do předem připravených formulářů viz. příloha I. Každé měření na optický podnět probíhalo dvanáctkrát. Respondent tedy musel dvanáctkrát reagovat co nejrychleji na optický podnět. Pokud se tedy rozsvítla žárovka na reaktometru, respondent musel zmáčknout příslušné tlačítko a na reaktometru se znázornil jeho reakční čas. Hodnoty byly znázorněny v milisekundách. Poté byly zapsány do formuláře jednotlivého respondenta.

Součástí měření bylo i vyplnění dotazníku na téma Vliv kofeinu na změnu reakční doby. Dotazník se týkal konzumace kofeinových preparátů a obsahoval 17 otázek týkajících se daného tématu. Hodící se varianta odpovědi byla respondentem zaškrtnuta.

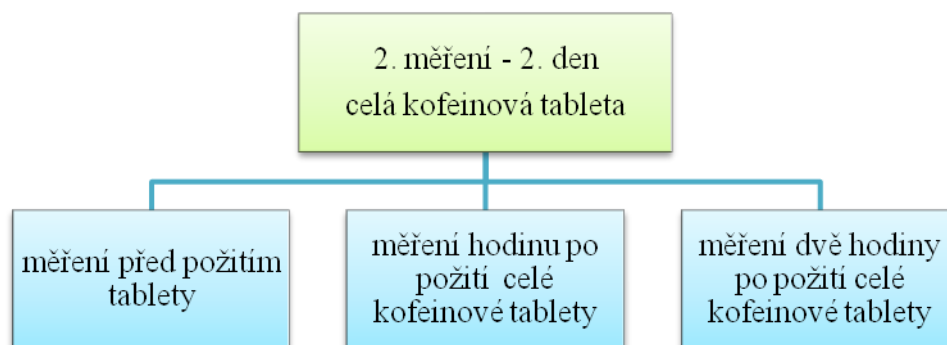
První měření probíhalo v pondělí 24. 3. 2014. Měření se zúčastnilo 10 respondentů. Jako prvotní proběhlo měření kofeinové tablety. K prvnímu měření byla respondentům poskytnuta pouze půlka kofeinové tablety, která obsahovala 100 mg čistého kofeinu. Aplikace tablety byla provedena perorálně, kdy musela být zapita dostatečným množstvím vody. Měření reaktometrem v daný den probíhalo třikrát. První měření bylo provedeno před aplikací půlky kofeinové tablety. Druhé měření tohoto dne bylo provedeno po jedné hodině po aplikaci půlky kofeinové tablety. Závěrečné měření bylo provedeno po dvou hodinách od požití půlky kofeinové tablety. Viz. obrázek č. 9.



Obr. 10 Přehled prvního měření reakční doby

Druhé měření probíhalo 25. 3. 2014 na již uvedeném místě. Probíhalo obdobně jako první měření. Rozdíl byl pouze v množství konzumovaného kofeinu. Tento den byla respondentům podána celá kofeinová tableta. Tato tableta obsahovala 200 mg čistého

kofeinu. Každý z respondentů byl měřen třikrát. Jednalo se o měření před aplikací kofeinové tablety, kdy každý jedinec musel dvanáctkrát reagovat na optický podnět. Poté následovalo perorální podání celé kofeinové tablety. Po konzumaci kofeinové tablety byl respondent měřen po hodinové prodlevě, pak následovalo závěrečné měření po dvou hodinách po aplikaci kofeinové tablety. Viz. obrázek č. 10.



Obr. 11 Přehled druhého měření reakční doby

Třetí den 26. 3. 2014 probíhalo další měření, kdy byl respondenty konzumovaný energetický nápoj. Jednalo se o Red-Bull 0,250 ml. Tento nápoj obsahuje 32 mg / 100 ml kofeinu. První měření na optický podnět proběhlo před konzumací samotného nápoje. Respondenti opět dvanáctkrát reagovali na tento podnět. Po hodinové konzumaci nápoje proběhlo druhé měření o dvanácti pokusech. Všechny pokusy byly zaznamenávány do připravených tabulek. Třetí měření proběhlo po dvouhodinové odmlce po konzumaci jednoho energetického nápoje. Viz níže uvedený obr. č. 11.



Obr. 12 Přehled třetího měření reakční doby

Závěrečné měření diplomové práce proběhlo 27. 3. 2014. Při závěrečném měření respondenti konzumovali dva energetické nápoje Red-Bull. Jednalo se tedy o 0,500 ml nápoje, kdy obsah kofeinu byl 160 mg. První měření proběhlo před samotnou

konzumací energetického nápoje. Respondenti reagovali v co nejkratším možném čase na optický podnět. Druhé měření proběhlo hodinu po konzumaci a třetí měření proběhlo dvě hodiny po konzumaci nápoje. Následuje přehled posledního měření viz. obr. č.12.



Obr. 13 Přehled čtvrtého měření reakční doby

## 4 Výsledky a diskuze

V této části diplomové práce jsou vyhodnocena získaná data z provedených měření. K dispozici je tabulkové zpracování, grafické a slovní hodnocení k naměřeným hodnotám. Získaná data jsou statisticky zpracována, komparována a je vyvozen jednoznačný závěr práce. Při statistickém zpracování mi byla nápomocna RNDr. Jana Borůvková, Ph.D. Součástí výsledků jsou i odpovědi na stanovené hypotézy. Závěr diplomové práce je věnován diskuzi.

### 4.1 Analýza a interpretace výsledků

V následující praktické části práce je analýza a interpretace získaných výsledků. Jsou zde popsána jednotlivá měření reakční doby. Výsledky měření budou uvedeny v tabulkách a grafech.

#### 4.1.1 První měření RD – ½ kofeinové tablety

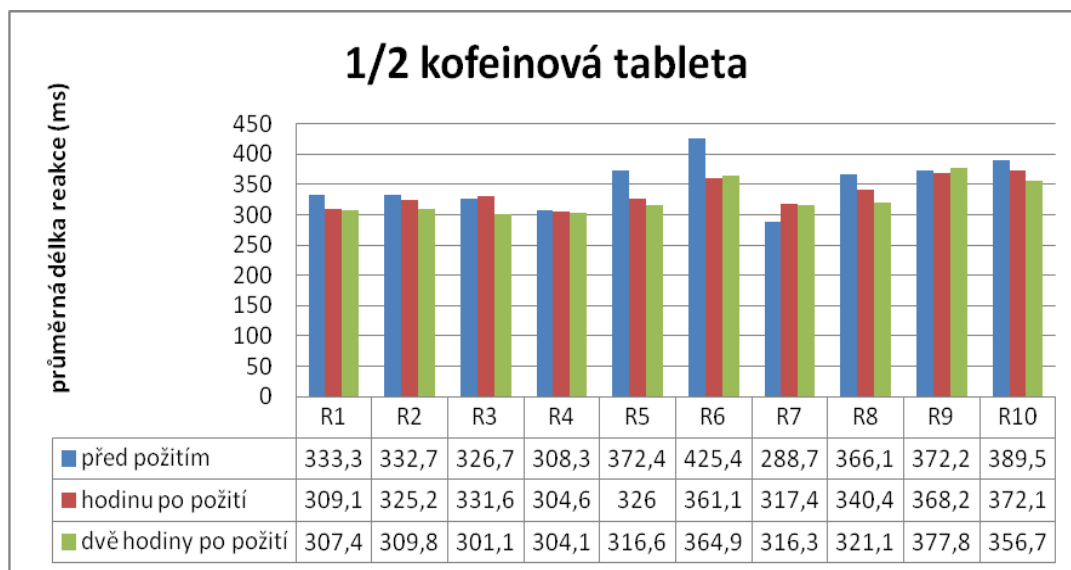
V níže uvedené tabulce jsou zpracovány výsledky prvního měření. Respondenti konzumovali půlku kofeinové tablety. Jsou zde zapsány průměrné naměřené hodnoty jednotlivých respondentů. Je zde znázorněno měření před požitím, hodinu po požití a dvě hodiny po konzumaci půlky tablety. Všechny naměřené hodnoty jsou uváděny v milisekundách.

Tab. 7 Průměrné naměřené hodnoty reakční doby – ½ kofeinové tablety

<b>Respondent</b>	<b>Před požitím</b>	<b>Hodinu po požití</b>	<b>Dvě hodiny po požití</b>
<b>1.</b>	333,3	309,1	307,4
<b>2.</b>	332,7	325,2	309,8
<b>3.</b>	326,7	331,6	301,1
<b>4.</b>	308,3	304,6	304,1
<b>5.</b>	372,4	326	316,6
<b>6.</b>	425,4	361,1	364,9
<b>7.</b>	288,7	317,4	316,3
<b>8.</b>	366,1	340,4	321,1
<b>9.</b>	372,2	368,2	377,8
<b>10.</b>	389,5	372,1	356,7



Na níže uvedeném grafu jsou zobrazeny průměrné hodnoty respondentů na optický podnět po požití 1/2 kofeinové tablety. Z grafu je patrné, že u většiny měřených jedinců se zkracuje reakční doba po konzumaci 100 mg čistého kofeinu. Kofein je špatně rozpustný ve vodě, ale z trávicího traktu se vstřebává poměrně rychle. Maximum své koncentrace v krvi dosáhne během jedné až dvou hodin. U některých respondentů tento interval trvá i déle. Poté začíná hladina kofeinu opět klesat, v průběhu dvou až čtyř hodin asi na polovinu.



Graf 1 Průměrné naměřené hodnoty reakční doby – 1/2 kofeinové tablety

#### 4.1.2 Druhé měření RD – celá kofeinová tableta

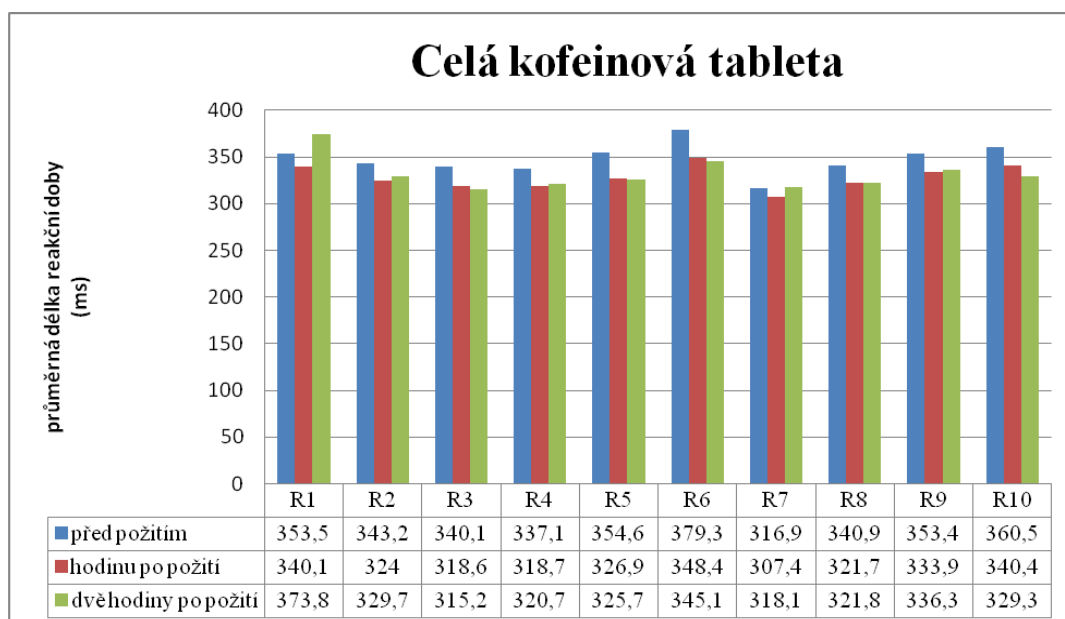
V tabulce č. 8 jsou zpracovány výsledky druhého měření. Respondenti konzumovali celou kofeinovou tabletu. Obsahovala 200 mg čistého kofeinu. Jsou zde zapsány průměrné naměřené hodnoty jednotlivých respondentů, kteří reagovali na optický podnět. Tabulka obsahuje měření před požitím, hodinu po požití a dvě hodiny po konzumaci celé tablety.

Tab. 8 Průměrné naměřené hodnoty reakční doby – celá kofeinová tableta

Respondent	Před požitím	Hodinu po požití	Dvě hodiny po požití
1.	353,5	340,1	373,8
2.	343,2	324	329,7
3.	340,1	318,6	315,2

4.	337,1	318,7	320,7
5.	354,6	326,9	325,7
6.	379,3	348,4	345,1
7.	316,9	307,4	318,1
8.	340,9	321,7	321,8
9.	353,4	333,9	336,3
10.	360,5	340,4	329,3

Na uvedeném grafu č. 2. jsou zobrazeny průměrné hodnoty respondentů na optický podnět po požití celé kofeinové tablety. U všech respondentů se zkracuje reakční doba po konzumaci této tablety. Pouze u prvního respondenta dochází k pomalejší reakci po dvou hodinách po konzumaci. Z tohoto grafu je patrné, že došlo u každého respondenta po hodině po požití tablety ke zlepšení reakce na optický podnět.



Graf 2 Průměrné naměřené hodnoty reakční doby – celá kofeinová tableta

#### 4.1.3 Třetí měření RD – Red Bull 0,250 ml

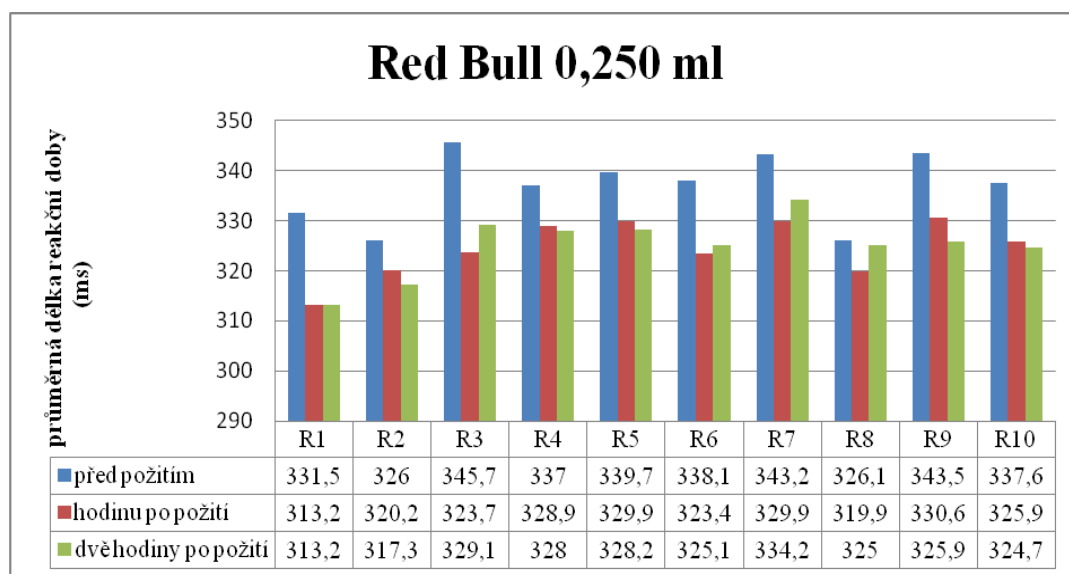
V níže uvedené tabulce jsou zpracovány výsledky třetího měření. Respondenti konzumovali energetický nápoj o obsahu 0,250 ml. Obsahoval 80 mg kofeinu. V tabulce jsou zapsány průměrné naměřené hodnoty jednotlivých respondentů, kteří

reagovali dvanáctkrát na optický podnět. Tabulka obsahuje měření před požitím, hodinu po požití a dvě hodiny po konzumaci energetického nápoje.

Tab. 9 Průměrné naměřené hodnoty reakční doby – Red-Bull 0,25 ml

Respondent	Před požitím	Hodinu po požití	Dvě hodiny po požití
1.	331,5	313,2	313,2
2.	326	320,2	317,3
3.	345,7	323,7	329,1
4.	337	328,9	328
5.	339,7	329,9	328,2
6.	338,1	323,4	325,1
7.	343,2	329,9	334,2
8.	326,1	319,9	325
9.	343,5	330,6	325,9
10.	337,6	325,9	324,7

Na uvedeném grafu č. 3. jsou zobrazeny průměrné hodnoty respondentů na optický podnět po požití energetického nápoje. U všech respondentů se viditelně zkracuje reakční doba po hodině konzumace nápoje.



Graf 3 Průměrné naměřené hodnoty reakční doby – Red-Bull 0,250 ml

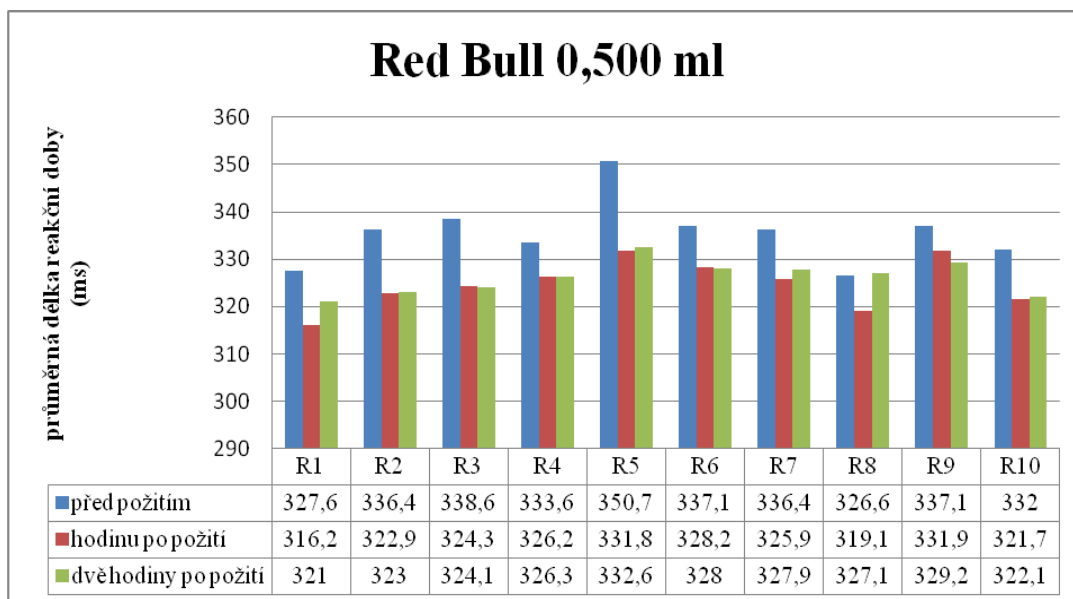
#### 4.1.4 Čtvrté měření RD – Red Bull 0,500 ml

V uvedené tabulce č. 10. jsou zpracovány výsledky čtvrtého měření. Respondenti konzumovali dva energetické nápoje o obsahu 0,250 ml. Celkový přísun kofeinu do organismu byl 160 mg. V tabulce jsou zapsány průměrné naměřené hodnoty jednotlivých respondentů, kteří reagovali dvanáctkrát na optický podnět. Tabulka obsahuje měření před požitím, hodinu po požití a dvě hodiny po konzumaci energetických nápojů.

Tab. 10 Průměrné naměřené hodnoty reakční doby – Red-Bull 0,500 ml

<b>Respondent</b>	<b>Před požitím</b>	<b>Hodinu po požití</b>	<b>Dvě hodiny po požití</b>
<b>1.</b>	327,6	316,2	321
<b>2.</b>	336,4	322,9	323
<b>3.</b>	338,6	324,3	324,1
<b>4.</b>	333,6	326,2	326,3
<b>5.</b>	350,7	331,8	332,6
<b>6.</b>	337,1	328,2	328
<b>7.</b>	336,4	325,9	327,9
<b>8.</b>	326,6	319,1	327,1
<b>9.</b>	337,1	331,9	329,2
<b>10.</b>	332	321,7	322,1

Na níže uvedeném grafu jsou názorně zobrazeny průměrné hodnoty respondentů po požití dvou energetických nápojů. U každého respondenta se zlepšila reakční doba hodinu po konzumaci dvou energetických nápojů. U třech respondentů došlo ke zlepšení reakční doby i po dvou hodinách po konzumaci. Velké dávky kofeinu v energetických nápojích mívají za důsledek nespavost, bolesti hlavy a zažívacího traktu. Pokud jedinec vypije velké množství tohoto nápoje, mohou se dostavit závratě, nevolnost, nadměrné pocení a návaly horka. Respondenti si na uvedené komplikace nestěžovali.



Graf 4 Průměrné naměřené hodnoty reakční doby – Red-Bull 0,500 ml

## 4.2 Celkové vyhodnocení průměrných naměřených hodnot RD respondentů

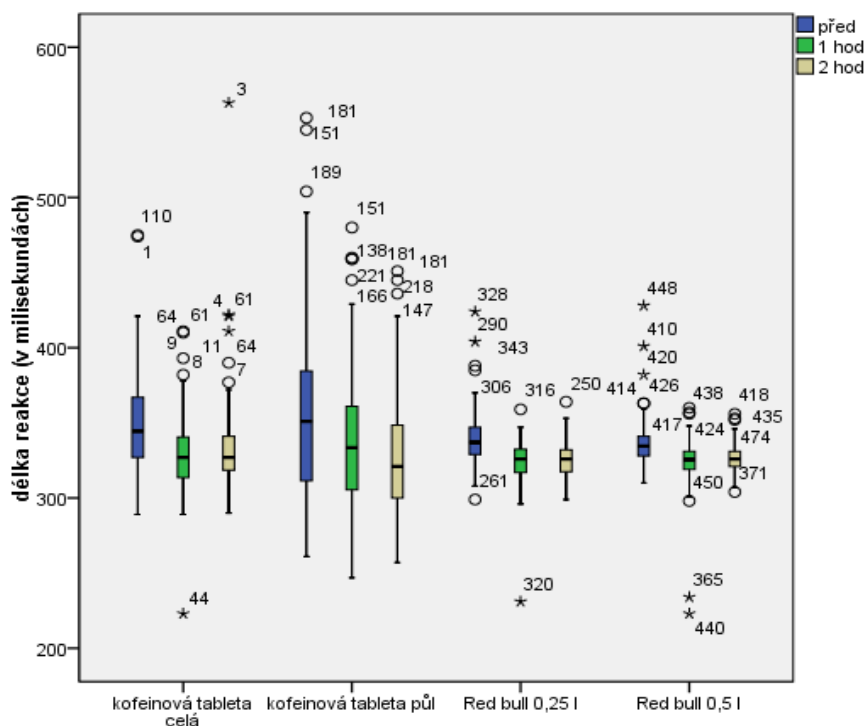
Tabulka č. 11. znázorňuje popisnou statistiku. Je zde uveden průměr všech naměřených hodnot. Popisná statistika zjišťuje a sumarizuje informace. Dále je zpracovává ve formě grafů a tabulek. Dochází k výpočtu číselné charakteristiky. V tomto případě se jedná o průměr, směrodatnou odchylku, medián, minimum a maximum.

Z tabulky je patrné, že po jakémkoliv konzumaci kofeinových produktů, došlo ke zlepšení reakční doby u respondentů. U celé kofeinové tablety dochází k výraznému zlepšení reakce po hodinovém intervalu. Před požitím kofeinové tablety byla průměrná hodnota u všech respondentů 349,95 milisekund. Po jedné hodině došlo ke zlepšení reakční doby. Průměrná hodnota byla 328,15 ms. Po dvou hodinách průměrná hodnota stoupla o 5,05 ms oproti měření po jedné hodině po konzumaci kofeinové tablety. Stále byla reakční doba kratší než u prvního měření před konzumací tablety. Po požití půlky kofeinové tablety dochází ve všech měření ke zlepšení reakce respondentů. U energetického nápoje dochází v obou případech ke zlepšení hodinu po konzumaci. Poté se opět reakce mírně zpomaluje. U jednoho balení Red-bullu se reakce zpomaluje o pouhých 1,36 ms dvě hodiny po konzumaci. U konzumace dvou Red-bullů se reakce zhoršuje o 3 ms. Jedná se o nepatrné zhoršení reakce u daných respondentů.

Tab. 11 Statistický přehled naměřených výsledků reakční doby

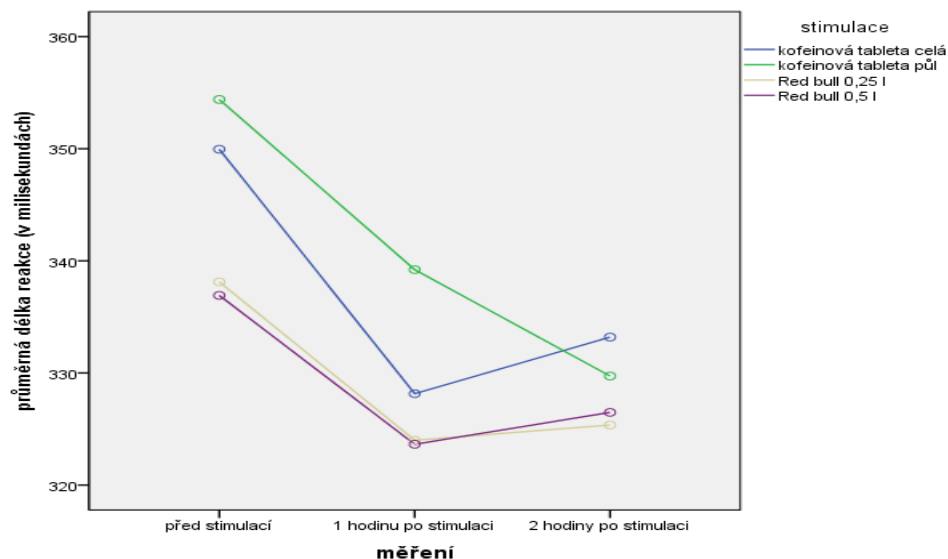
		N	Průměr	Sm. odch	Medián	Minimum	Maximum
kofeiová tableta celá	Před	120	349,95	33,211	344,5	289	475
	1 hod	120	328,15	25,440	327,0	223	411
	2 hod	120	333,20	31,665	327,0	290	563
kofeiová tableta půl	Před	120	354,39	56,676	351,0	261	553
	1 hod	120	339,22	44,202	333,5	247	480
	2 hod	120	329,73	40,167	321,0	257	451
Red bull 0,25 l	Před	120	338,12	17,319	337,0	299	424
	1 hod	120	324,00	14,590	326,0	231	359
	2 hod	120	325,36	11,498	326,0	299	364
Red bull 0,5 l	Před	120	336,92	14,794	334,5	310	428
	1 hod	120	323,64	16,378	325,5	223	360
	2 hod	120	326,48	9,337	326,0	304	356

Jedná se o porovnání naměřených hodnot při různých typech stimulací – před stimulací, 1 hodinu po stimulaci a 2 hodiny po stimulaci kofeinem (°označuje odlehle hodnoty, \* označuje extrémní hodnoty). Navazuje na tabulku č. 11.



Graf 5 Krabicové grafy – porovnání hodnot reakční doby

V následujícím grafu je porovnání průměrných hodnot při různých typech stimulací. Jedná se o znázornění před konzumací kofeinu, 1 hodinu po konzumaci kofeinu a 2 hodiny po konzumaci kofeinu.



Graf 6 Porovnání hodnot reakční doby

Součástí statistického zpracování byl i test normality. Jednalo se o Kolmogorovův-Smirnovův test. Je to metoda matematické statistiky, která umožňuje testovat, zda dvě jednorozměrné náhodné proměnné pocházejí ze stejného rozdělení pravděpodobnosti, případně zda jedna jednorozměrná náhodná proměnná má předpokládané rozdělení. Součástí byl i Shapiro-Wilk test.

Tab. 12 Statistické testy – testy normality

		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Před	kofeinová tableta celá	,098	120	,007	,946	120	,000
	kofeinová tableta půl	,076	120	,085	,944	120	,000
	Red bull 0,25 l	,106	120	,002	,888	120	,000
	Red bull 0,5 l	,150	120	,000	,766	120	,000
1 hod	kofeinová tableta celá	,098	120	,006	,949	120	,000
	kofeinová tableta půl	,077	120	,077	,952	120	,000
	Red bull 0,25 l	,100	120	,005	,861	120	,000
	Red bull 0,5 l	,174	120	,000	,727	120	,000
2 hod	kofeinová tableta celá	,169	120	,000	,721	120	,000
	kofeinová tableta půl	,118	120	,000	,935	120	,000
	Red bull 0,25 l	,065	120	,200	,989	120	,467
	Red bull 0,5 l	,081	120	,051	,981	120	,089

Ve sloupcích Sig. je uvedena  $p$ -hodnota příslušného testu. Pokud je hodnota  $< 0,050$ , zamítáme nulovou hypotézu „data mají normální rozdělení“. Pro většinu skupin tedy platí, že data nemají normální rozdělení. Proto není možné použít k testování rozdílů t-testy nebo ANOVA a je nutné využít neparametrické metody. Byla tedy použita neparametrická ANOVA pro opakovaná měření (Friedmanův test). Testovali jsme nulovou hypotézu „průměrná pořadí jsou pro všechny tři opakovaná měření stejná“, jinými slovy: typ stimulace nemá vliv na změnu reakční doby.

Tab. 12 Neparametrická ANOVA pro opakovaná měření (Friedmanův test)

		Průměrné pořadí	Sig.
kofeinová tableta celá	před	2,59	0,000
	1 hod	1,61	
	2 hod	1,80	
kofeinová tableta půl	před	2,35	0,000
	1 hod	1,92	
	2 hod	1,73	
Red bull 0,25 l	před	2,60	0,000
	1 hod	1,61	
	2 hod	1,79	
Red bull 0,5 l	před	2,66	0,000
	1 hod	1,57	
	2 hod	1,77	

Ve sloupci Sig. jsou uvedeny  $p$ -hodnoty tohoto testu. Všechny jsou  $< 0,000$ , proto zamítáme nulovou hypotézu a přijímáme tvrzení, že mezi jednotlivými typy stimulací existují statisticky významné rozdíly.

Při porovnání průměrných pořadí se zdá, že mezi hodnotami naměřenými před konzumací kofeinu a po konzumaci kofeinu jsou rozdíly, zatímco mezi hodnotami naměřenými 1 a 2 hodiny rozdíly nejsou (jsou minimální). Abychom mohli posoudit i statistickou významnost těchto rozdílů, byl použit znaménkový test, který testuje nulovou hypotézu „mezi měřeními nejsou rozdíly“.  $P$ -hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 13 Znaménkový test

	1 hod 2 hod	před 1 hod	před 2 hod
kofeinová tableta celá	,311	,000	,000
kofeinová tableta půl	,142	,001	,000
Red bull 0,25 l	,359	,000	,000
Red bull 0,5 l	,171	,000	,000



Je tedy zřejmé, že mezi rozdíly mezi hodnotami naměřenými jednu hodinu po stimulaci a dvě hodiny po stimulaci nejsou statisticky významné rozdíly ( $p > 0,050$ ). Na druhou stranu mezi hodnotami naměřenými před konzumací a po ní jsou statisticky významné rozdíly ( $p < 0,050$ ). Z této statistiky je patrné, že kofein významně ovlivňuje reakční dobu. Po konzumaci kofeinu se zkracuje reakční doba respondentů.

### Porovnání kofeinových produktů

Pro posouzení účinku jednotlivých typů kofeinových produktů byl spočítán rozdíl v reakční době před a jednu hodinu po konzumaci. Byla využita neparametrická ANOVA pro porovnání skupin (Kruskal-Wallisův test).

Tab. 14 Kruskal-Wallisův test

	N	průměrný rozdíl	Průměrné pořadí
kofeinová tableta celá	120	-21,8000	205,42
kofeinová tableta půl	120	-15,1750	246,96
Red bull 0,25 l	120	-14,1167	250,76
Red bull 0,5 l	120	-13,2750	258,86

K porovnání čtyř skupin byl použit Kruskal-Wallisův test, který testuje nulovou hypotézu „mezi skupinami nejsou rozdíly“. P-hodnota tohoto testu ( $p = 0,013$ ) ukazuje na statisticky významné rozdíly mezi některými kofeinovými produkty. Pro posouzení rozdílů mezi dvojicemi použitých stimulantů byly vypočítány  $p$ -hodnoty Mann-Whitneyova testu, který testuje nulovou hypotézu „mezi dvěma skupinami není rozdíl“. Vypočítané  $p$ -hodnoty jsou uvedeny v tabulce.

Tab. 15 Mann-Whitney test

	kofeinová tableta celá	kofeinová tableta půl	Red bull 0,25 l	Red bull 0,5 l
kofeinová tableta celá		0,090	0,004	0,001
kofeinová tableta půl	0,090		0,987	0,786
Red bull 0,25 l	0,004	0,987		0,557
Red bull 0,5 l	0,001	0,786	0,557	

Statisticky významné rozdíly byly prokázány mezi těmito dvojicemi látek. Jednalo se o celou kofeinovou tabletu a Red-Bullu 0,250 ml. Významné rozdíly byly i mezi celou kofeinovou tabletou a Red-Bullem 0,500 ml. Mezi touto dvojicí jsou významné statistické rozdíly. Ze statistiky je patrné, že nejvyšší účinek na reakční dobu respondentů měla celá kofeinová tableta. Účinky ostatních látek nejsou statisticky významné.

## 5 Diskuze

Z literární rešerše vyplývá, že kofein může působit v řadě lidských činností prospěšně, může i negativně ovlivnit výkon organismu, a to ve vyšších dávkách kofeinu. Při vysokých dávkách se objevují bolest hlavy, podráždění, nervozita, svalové záškuby a palpitace. Vstřebání kofeinu může být ovlivněno mnoha faktory. Jedná se například o tělesnou hmotnost, pohlaví, věk, zdravotní a psychický stav organismu a předchází užívání kofeinových přípravků. Pro diplomovou práci byly zvoleny kofeinové tablety a energetické nápoje. Tyto přípravky byly zvoleny především z dostupnosti a z důvodu, že již byl ve výrobku stanoven přesný obsah kofeinu. Existují i jistá zdravotní omezení pro užívání kofeinu a jedná se například o hypertenzi, kardiovaskulární obtíže, renální poruchy, gravidita, některé nervové choroby, žaludeční a dvanáctníkové vředy. Naši respondenti byli v dobré fyzické kondici. Pouze tři jedinci měli zdravotní potíže.

Cílem práce bylo zjistit, zda kofein má vliv na změnu reakční doby probandů. Výzkum byl aplikován na příslušníky AČR. U tohoto souboru byl sledován reakční čas jedince na optický podnět. Změny reakčního času byly zaznamenávány reaktometrem. Jeden z hlavních faktů je ten, že bylo přeměřeno pouze deset respondentů. Nelze tedy stanovené výsledky brát směrodatně, jakoby tomu bylo, pokud bychom měli více změřených respondentů.

Součástí praktické části práce bylo stanovení hypotéz. Ty v průběhu práce byly potvrzeny či vyvráceny. Pro diplomovou práci byly stanoveny tři hypotézy.

### **Kofeinové tablety a energetické nápoje zkracují reakční dobu respondentů.**

První hypotéza se zaměřila na všechny typy stimulace zkracující čas nutný k reakci. Dle získaných dat a výsledků se tato hypotéza potvrdila. Všechny použité kofeinové produkty zkracují reakční dobu respondentů. Při konzumaci půlky kofeinové tablety, dochází ke zlepšení reakční doby respondentů hodinu po konzumaci o 15 milisekund. O dvě hodiny později se reakční doba zlepšila o 24, 66 milisekund s porovnáním se vstupním měřením. Celá kofeinová tableta pozitivně ovlivnila reakční dobu především hodinu po konzumaci. Průměrná vstupní hodnota byla 349,95 ms. Reakce se zlepšila po jedné hodině o 21,8 milisekund. U jednoho energetického nápoje došlo ke zkrácení reakční doby hodinu po konzumaci o 13,48 ms. Druhé měření poukázalo na mírné zhoršení reakce. Reakční doba respondentů se zhoršila o 1,36 ms ve srovnání s prvním

měření. U dvou energetických nápojů byla průměrná vstupní hodnota reakční doby 336,92 ms. Hodinu po konzumaci se reakce zlepšila o 13,28 ms. Dvě hodiny po požití došlo k mírnému poklesu reakční doby o 2,84 ms. Je tedy patrné, že po konzumaci energetických nápojů se reakční doba zkracuje, především hodinu po konzumaci. Poté se reakce mírně zpomaluje. Myslím si, že hlavním důvodem je to, že součástí energetických nápojů jsou i jiné látky, které povzbuzují reakci jedince. Kofein tedy stimuluje centrální nervový systém. Po stimulaci kofeinem dochází k oddálení únavy, zbystruje se myšlení, zlepšuje se koncentrace jedinců a působí jistou euforií. Statisticky zpracované hodnoty považují za relevantní informace, vypovídající o vlivu kofeinu na reakční schopnosti respondentů. Je možné tedy vyvodit jednoznačný závěr, že dochází ke zkrácení reakční doby, na vizuální podnět, po stimulaci kofeinovými tabletami a energetickým nápojem.

**Účinek kofeinové tablety (200mg obsah kofeinu) a dvou energetických nápojů (160 mg obsah kofeinu) je dlouhodobější a přetrvává i dvě hodiny po stimulaci.**

Druhá hypotéza se zaměřila na účinek konzumovaných látek. Abych si mohla odpovědět na tuto hypotézu, musela jsem provést několik měření jdoucích po sobě. Měřila jsem respondenty před samotnou stimulací látkami, hodinu po stimulaci a dvě hodiny po stimulaci. Při porovnání průměrných pořadí se zdá, že mezi hodnotami naměřenými před stimulací poukazují na rozdíly. Zatímco mezi hodnotami naměřenými hodinu a dvě hodiny po stimulaci, ukazují na rozdíly minimální. Abychom mohli posoudit i statistickou významnost těchto rozdílů, byl použit znaménkový test, který testuje nulovou hypotézu „mezi měřeními nejsou rozdíly“. Dle získaných výsledků je zřejmé, že rozdíly mezi hodnotami naměřenými jednu hodinu po stimulaci a dvě hodiny po stimulaci nejsou statisticky významné rozdíly. Na druhou stranu však můžeme říci, že mezi hodnotami naměřenými před stimulací a po ní jsou statisticky významné rozdíly. Závěrem tedy mohu říci, že účinek všech látek je dlouhodobější. Je stejný jednu hodinu po stimulaci a dvě hodiny po stimulaci kofeinových produktů. I druhá stanovená hypotéza byla potvrzena.

**Reakční doba pod vlivem kofeinové tablety (obsah kofeinu 200mg), je významně statisticky kratší, než pod vlivem dvou energetických nápojů (160 mg kofeinu).**

Třetí hypotéza se zaměřila na rozdíly účinku mezi kofeinovou tabletou (200mg čistého kofeinu) a energetickým nápojem (160 mg kofeinu). K tomuto porovnání byl

použit Kruskal-Wallisův test, který testoval nulovou hypotézu. Tento test poukazuje na statisticky významné rozdíly mezi některými skupinami kofeinových produktů. Pro posouzení rozdílů mezi dvojicemi požitých stimulantů byly vypočítány pomocí Mann-Whitneyova testu. Statisticky významné rozdíly byly prokázány mezi těmito dvojicemi látek: kofeinová tableta celá a Red-Bull 0,250 ml, kofeinová tableta celá a Red-Bull 0,500 ml. Závěrem tedy mohu říci, že nejvyšší účinek na reakční dobu respondentů měla kofeinová tableta celá. V účincích ostatních podávaných látek nejsou statisticky významné rozdíly. Třetí hypotéza byla potvrzena na základu získaných výsledků během výzkumu.

Na Masarykově univerzitě byla zpracována bakalářská práce podobného typu. Jednalo se o vliv kofeinu na reakční schopnosti člověka. Práce byla zpracována Petrem Kubíčkem v roce 2013. Zkoumaným respondentům bylo aplikováno 3mg kofeinu na kilogram tělesné hmotnosti. Respondenti reagovali také na optický podnět. Průměrné hodnoty před požitím se pohybovaly kolem 717,16 milisekund. V mém měření se pohybovaly v rozmezí 336-354 milisekund. Myslím si, že tyto rozdíly jsou zapříčiněny především dobrou kondicí a psychickou vyrovnaností respondentů. Dalším důvodem mohou být i klidné podmínky k měření. Závěrem vybrané bakalářské práce jsou výsledky měření, že kofeinová suplementace ve zvolené dávce, tedy 3mg/kg tělesné hmotnosti, zkrátila reakční dobu u respondentů na vizuální podnět. V mé práci jsem také dospěla k výsledkům, že kofein má vliv na změnu reakční doby respondentů. Domnívám se, že měření deseti probandů poukázalo na tyto změny. Díky získaným výsledkům byly potvrzeny všechny stanovené hypotézy. Pro získání více informací, bych doporučila měření více respondentů.

## 6 Závěr

Uvedenou diplomovou práci na téma: Vliv kofeinu na změnu reakční doby jsem vypracovala se záměrem upozornit na fakt, že kofein ovlivňuje reakční dobu daných respondentů. Práce je rozdělena do dvou stěžejních kapitol. Teoretická část je věnována všeobecně známým skutečnostem, týkajících se kofeinu a vlivu kofeinu na lidský organismus. Připomněla jsem podstatu této látky a její vlastnosti. Mým cílem bylo prezentovat především to, že kofein ovlivňuje reakční dobu jedince, a že po požití kofeinu dochází ke změnám v organismu. Praktická část byla zaměřena na samotné měření a získání potřebných výsledků. V této části bylo přistoupeno k uskutečnění samotného měření. Získané výsledky mohou pomoci v dalším prozkoumávání vlivu kofeinu na člověka. V současné době velmi využívanou látkou nejen jako doplněk stravy, ale i ve farmacii a ve sportu. Tato látka je konzumována v takovém množství a tak ohromném geografickém měřítku, že je pro všechny odborníky zabývající se zdravím velmi důležitým tématem. O požívání kofeinu a jeho vlivu na samotné zdraví se nashromáždilo mnoho informací a stále jich přibývá. Již víme, že kofein ovlivňuje lidský organismus v negativním i pozitivním smyslu. Má diplomová práce byla zaměřena na výzkum jednoho z těchto pozitivních vlivů, jednalo se o zkrácení reakční doby u respondentů. Tento vliv kofeinu na lidský organismus se mi podařilo potvrdit a zároveň kladně odpovědět na všechny tři stanovené hypotézy.

## 7 Seznam použitých zdrojů

AUGUSTÍN, J., 2003. *Povídání o kávě: kávovníkové zrno (Coffea arabica), káva a kávoviny jako významné potravinářské pochutiny*. Olomouc: Fontána, 354 s., ISBN 80-733-6040-3.

BEST, Ben. *Is Caffeine a Health Hazard* [online]. [cit. 2013-11-27]. Dostupné z WWW: <<http://www.benbest.com/health/caffeine.html#contents>>

CABALLERO, B., 2009. *Guide to nutritional supplements*. Oxford, UK: Elsevier/Academic Press, 548 s. ISBN 01-237-5109-8

ČELIKOVSKÝ, S., 1990. *Antropomotorika: pro studující tělesnou výchovu*. 3. přeprac. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 286 s. ISBN 80-042-3248-5.

DALVI, RR., 1986. *Acute and chronic toxicity of caffeine: a review*. Vet. Hum. Toxicol., vol. 28, p. 144–150.

FOŘT, P., 2004. *Výživa pro dokonalou kondici a zdraví*. Praha: Grada, 181 s. ISBN 80-247-1057-9

GRUNDMANN, M., 2001. *Lékové interakce s kofeinem I*. Skripta pro předmět: Klinická farmakologie FNŠP a Zdravotně sociální fakulty OU Ostrava,

GUERREIRO, S. et al., 2008. *Paraxanthine, the Primary Metabolite of Caffeine, Provides Protection against Dopaminergic Cell Death via Stimulation of Ryanodine Receptor Channels*. *Molecular Pharmacology*, 980–989

KADLEC, P. a kol., 2002. *Technologie potravin II*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 236 s. ISBN 80-7080-510-2.

KOHLÍKOVÁ, E., 2011 *Vybraná témata praktických cvičení z fyziologie člověka*. 2., nezměn. vyd. Karolinum, 83, s. ISBN 978-80-246-1921-7

KREJČÍ, Ivan, 2000. *O kávě a čaji, aneb, Víme proč je pijeme?*. Vyd. 1. Praha: Grada, 100 s. Zdraví, sv. 15. ISBN 80-716-9535-1.

KUKAČKA, V.; MARŠÁLEK, M.; ZEDNÍKOVÁ, J., 2006. *Změny reakční doby u jezdců po tréninkové zátěži*. Collection of Scientific Papers, Faculty of Agriculture in České Budějovice, Series for Animal Sciences, 23(1), ISSN 1212-558X.

LODER, E., 2005. *Fixed drug combinations for the acute treatment of migraine: place in therapy*. *CNS Drugs*, vol. 19, p. 769–784.

LÜBECK, W., 2007. *Zelený čaj - uzdravující požitek*. Praha: Fontána, 143 s. ISBN 978-80-7336-413-7.

MARTÍNKOVÁ, J., 2007. *Farmakologie pro studenty zdravotnických oborů*. Praha: Grada Publishing, 380 s., ISBN 978-80-247-1356-4.

MAUGHAN, R. J., 2006. BURKE, L. *Výživa ve sportu, Příručky pro sportovní medicínu*. 1. české vyd. Praha: Galén, 312 s., ISBN 80-7262-318-4.

MUENI, E. OPIYO, N. ENGLISH, M. *Caffeine for the management of apnea in preterm infants*. *Int Health*. © 2009 December [online]. [cit. 2014-03-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2912513/>>

NAWROT, P., et al. 2003. *Effects of caffeine on human health*. *Food Addit. Contam.*, vol. 20, p. 1–30.

NORMANN, J., 2004. *Káva*. 2. české vyd. Praha: Slovart, 40 s. ISBN 80-7209-514-5.

PÁNEK, J., 2002. *Základy výživy*. 1. vyd. Praha: Svoboda Servis, ISBN 80-863-2023-5.

PAVLIŠ, Jindřich, Jaroslav KOBLÍŽEK a Petr JELÍNEK, 2002. *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. Vyd. 1. V Brně: Academia, 119 s. ISBN 80-715-7627-1.



PENDELL, Dale, 2005. *Pharmako dynamis: excitanty a empatogenika*. 1. vyd. Překlad Miroslav Krůta, Martin König. Praha: Dybbuk, 317 s. ISBN 80-868-6206-2.

PETŘÍKOVÁ V, PATOČKA J. *Káva očima toxikologa [online]*. © 2006. [cit. 2013-05-03]. Dostupné z WWW: <[http://www.pmfhk.cz/VZL/VZL%203\\_4\\_2006/007%20Petrikova-T.pdf](http://www.pmfhk.cz/VZL/VZL%203_4_2006/007%20Petrikova-T.pdf)>

POKORNÁ, J., MATĚJOVÁ, H., 2010. *Pitný režim*. Výživa a potraviny, vol. 65, s. 38–40.

REISSIG, C. J., 2009. *Caffeinated energy drinks—A growing problem*. *Drug Alcohol Depem.*, sv. 99, č. 1–3, s. 1–10.

ROSEN, D., 2000. *Rádce milovníka zeleného čaje*. Praha: Pragma, 139 s. ISBN 80-7205-755-3.

SCHOLEY, A. - HASKELL, C., 2008. *Neurocognitive effects of guarana plant extract*. *Drugs Future*, 33, s. 869–74

SKÁCEL, J., 2003. *O čaji*. Výživa a potraviny, 58, č. 5, s. 77-78.

STRAUS, J., *Prodloužení reakční doby v závislosti na hladině alkoholu [online]*. Dostupné z WWW: <<http://www.mvcr.cz/soubor/straus-reakcni-cas-clanek-pdf.aspx>>

SUCHÝ, V., 1994. *Farmakognosie. Část speciální I*. Bratislava: Univerzita Komenského, 178 s. ISBN 9788022307277.

VALÍČEK, P. 2002. *Užitkové rostliny tropů a subtropů*. Vyd. 2., upr. a dopl. Praha: Academia, 2002, 486 s. ISBN 80200000031.

VANÍČEK, P., 2000. *Rostlinné omamné drogy*. 1. vyd. Benešov: Start, ISBN 80-862-3109-7.

VELÍŠEK, Jan, 2002. *Chemie potravin* 3. 2. upr. vyd. Tábor: OSSIS, 331 s. ISBN 80-866-5903-8.

VERBEECK, R., 2008. *Pharmacokinetics and dosage adjustment in patients with hepatic dysfunction*. Eur. J. Clin. Pharmacol.

WACHENDORF, V., 2007 *Čaj*. Bratislava: Slovart, 96 s. ISBN: 978-80-7209-922-1.

WEEBB, GEOFFREY P., 2006. *Dietary supplements and functional foods*. Oxford: Blackwell Publishing, ISBN 1405119098.

WINSTON, A. P. et al, 2005. *Neuropsychiatric effects of caffeine*. *Advances in Psychiatric Treatment*, sv. 11, č. 11, s. 432–439.

WOODSON, W. E. - TILLMAN, B. - TILLMAN, P. 1991. *Human Factors Design Handbook*. New York: McGraw-Hill Professional, s. 630.

## **8 Seznam zkratek**

AČR - Armáda České republiky

SWOT - Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats

CNS - Centrální nervová soustava

ms - milisekundy

ml - mililitr

mg - miligram

## **9 Přílohy**

### **Seznam příloh:**

Příloha I. Dotazník k diplomové práci – Vliv kofeinu na změnu reakční doby.

Příloha II. Zapisovací formulář – Reakční doba na optický podnět.

## **Příloha I.**

### **Dotazník k diplomové práci – Vliv kofeinu na změnu reakční doby.**

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Pedagogická fakulta  
Katedra výchovy ke zdraví

Bc. Miroslava Bauerová

### **Dotazník k diplomové práci - Vliv kofeinu na změnu reakční doby**

Prosím Vás o vyplnění následujícího dotazníku. Tento dotazník je sestavený za účelem sesbírání materiálů k diplomové práci na téma Vliv kofeinu na změnu reakční doby. Vybranou variantu zakroužkujte. Předem Vám děkuji za spolupráci.

1. Jakého jste pohlaví?

- a) Žena                      b) Muž

2. Kolik kilogramů vážíte?

.....

3. Pijete kávu?

- a) ANO                      b) NE

4. Jak silnou kávu pijete?

- a) slabou kávu      b) silnou kávu                      c) velmi silnou kávu

5. Jak často pijete kávu?

- a) denně                      b)několikrát do týdne                      c) příležitostně

6. Pokud jste zvolil/a možnost denně, jak často ji pijete?

- a) 1x denně      b) 2x denně      c) 3x denně      d) 4x denně      e) více jak 5x denně

7. Jak velkou kávu pijete?
- a) malý šálek (100 – 200 ml)
  - b) střední šálek (200 – 300 ml)
  - c) velký šálek (300– 500 ml)
8. Jakou kávu pijete nejčastěji?
- a) espresso
  - b) caffè Latté
  - c) cappuccino
  - d) instantní káva
  - e) turecká káva
9. Pro jaké účinky pijete kávu?
- a) bdělost
  - b) zvýšená pozornost
  - c) lepší paměť
  - d) lepší tělesná aktivita
  - e) lepší duševní aktivita
  - f) pro uvolněn
  - g) jiné .....
10. Znáte kofeinové tablety?
- a) ANO
  - b) NE
11. Konzumujete kofeinové tablety?
- a) ANO
  - b) NE
12. Konzumujete energetické nápoje?
- a) ANO
  - b) NE
13. Pokud ano, jak často je konzumujete?
- a) příležitostně
  - b) 1x měsíčně
  - c) 2-3x týdně
  - d) více jak 4x týdně
  - e) každý den
14. Při jakých příležitostech pijete nejčastěji energetické nápoje?
- a) v zátěžových situacích
  - b) při duševní nerovnováze
  - c) na večírku
  - d) jen tak
15. Pokud konzumujete energetické nápoje na večírku, kolik jich vypijete?
- a) jeden
  - b) dva
  - c) tři
  - d) 4 a více
16. Kombinujete energetické nápoje s alkoholem?

- a) ANO                      b) NE

17. Trpíte nějakým následujícím onemocněním?

- a) arytmie   b) vysoký krevní tlak   c) nízký krevní tlak   d) nadváha  
e) obezita   f)diabetes mellitus   g) reflexní onemocnění

**Příloha II.**

**Zapisovací formulář – Reakční doba na optický podnět.**

**Reakční doba (RD/ms) na optický podnět.**

**JMÉNO:..... DEN A HODINA MĚŘENÍ:.....**

<b>Měření</b>	<b>Naměřené hodnoty reakční doby</b>	
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		