



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ

FACULTY OF CHEMISTRY

ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

ENKAPSULACE AKTIVNÍCH A DOPLŇKOVÝCH SLOŽEK ENERGETICKÝCH NÁPOJŮ

ENCAPSULATION OF ACTIVE AND COMPLEMENTARY COMPONENTS OF ENERGY DRINKS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Petra Kšenžighová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Petra Matoušková, Ph.D.

BRNO 2020

Zadání bakalářské práce

Číslo práce: FCH-BAK1570/2019 Akademický rok: 2019/20
Ústav: Ústav chemie potravin a biotechnologií
Studentka: **Petra Kšenzíghová**
Studijní program: Chemie a technologie potravin
Studijní obor: Potravinářská chemie
Vedoucí práce: **Ing. Petra Matoušková, Ph.D.**

Název bakalářské práce:

Enkapsulace aktivních a doplňkových složek energetických nápojů

Zadání bakalářské práce:

V rámci práce budou řešeny následující dílčí cíle:

- 1) Rešerše – aktivní složky energy drinků, výběr doplňkových složek
- 2) Enkapsulace zvolených aktivních látek
- 3) Návrh energy drinků s obsahem vybraných aktivních látek ve volné i enkapsulované formě

Termín odevzdání bakalářské práce: 31.7.2020:

Bakalářská práce se odevzdává v děkanem stanoveném počtu exemplářů na sekretariát ústavu. Toto zadání je součástí bakalářské práce.

Petra Kšenzíghová
student(ka)

Ing. Petra Matoušková, Ph.D.
vedoucí práce

prof. RNDr. Ivana Márová, CSc.
vedoucí ústavu

V Brně dne 31.1.2020

prof. Ing. Martin Weiter, Ph.D.
děkan

ABSTRAKT

Táto bakalárska práca bola zameraná na vývoj energetického nápoja s obsahom rastlinných práškov a aktívnych látok vo voľnej i enkapsulovanej forme. Z rastlinných práškov bol vybraný zelený jačmeň, matcha tea, moringa a mladá pšenica. Teoretická časť popisuje aktívne a doplnkové zložky energetických nápojov, ich nutričné vlastnosti a vplyv na zdravie. V tejto časti je tiež popísaná samotná enkapsulácia. V praktickej časti boli pripravené extrakty z rastlinných práškov, v ktorých boli stanovované bioaktívne látky a to celkový obsah fenolických látok, flavonoidy a antioxidanty. Vo vzorkách bol tiež stanovený celkový obsah karotenoidov a chlorofylov. Odšťavením ovocia boli získané ovocné šťavy, v ktorých bol následne stanovovaný vitamín C a obsah antioxidantov. Lipozómové sójové a slnečnicové častice boli pripravené s obsahom kofeínu, taurínu a vitamínu C. V časticiach bola stanovovaná enkapsulačná účinnosť, koloidná stabilita, veľkosť a dlhodobá stabilita. Všetky pripravené častice s výnimkou slnečnicových častíc s enkapsulovaným taurínom boli stabilné. Nakoniec prebehla senzoričná analýza, kde respondenti hodnotili pripravené energetické nápoje z pohľadu chuti, konzistencie, vône a vzhľadu. Na základe výsledkov z meraní bol navrhnutý nový energetický nápoj.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

Energetické nápoje, nutraceutické nápoje, enkapsulácia, aktívne zložky, kofeín, lipozómy

ABSTRACT

This bachelor thesis was focused on the development of an energy drink containing plant powders and active substances in both free and encapsulated form. Green barley, matcha tea, moringa and young wheat were chosen as plant powder samples. The theoretical part describes the active and complementary constituents of energy drinks, their nutritional properties and impact on health. The encapsulation itself is also described in this section. In the practical part, extracts from plant powders were prepared, in which bioactive substances were determined, namely total phenolic content, flavonoids and antioxidants. The total content of carotenoids and chlorophylls was also determined in the samples. By juicing the fruit, fruit juices were obtained in which vitamin C and antioxidant content were subsequently determined. Liposome particles differing in soy and sunflower lecithin were prepared containing caffeine, taurine and vitamin C. Encapsulation activity, colloidal stability, size and long-term stability were determined in the particles. All prepared particles, with the exception of encapsulated taurine in sunflower particles, were stable. Finally, a sensory analysis was performed, where respondents evaluated the prepared energy drinks in terms of taste, consistency, smell and appearance. Based on the results of measurements, a new energy drink was designed.

KEY WORDS

Energy drinks, nutraceutical beverages, encapsulation, active compounds, caffeine, liposomes

KŠENŽIGHOVÁ, Petra. Enkapsulace aktivních a doplňkových složek energetických nápojů. Brno, 2020. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/123932>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií. Vedoucí práce Petra Matoušková.

PREHLÁSENIE

Prehlasujem, že som bakalársku prácu vypracovala samostatne a že som správne a úplne citovala všetky použité literárne zdroje. Bakalárska práca je z hľadiska obsahu majetkom Fakulty chemickej VUT v Brne a môže byť využitá ku komerčným účelom len so súhlasom vedúceho bakalárskej práce a dekana FCH VUT.

.....
podpis študenta

POĎAKOVANIE

Chcela by som poďakovať vedúcej práce Ing. Petre Matouškovej, Ph.D. za odborné vedenie práce, cenné rady, trpezlivosť a ústretovosť. Rovnako by som chcela poďakovať konzultantke práce Ing. Júlii Hoovej za všetku pomoc v laboratóriu a pri písaní práce, za ochotu, nápady a výborné rady. Ďalej by som rada poďakovala prof. RNDr. Ivane Márovej, CSc. za umožnenie mi pracovať v tomto tíme a nakoniec celej mojej rodine za podporu.

OSNOVA

1	ÚVOD	9
2	TEORETICKÁ ČASŤ	10
2.1	Energetické nápoje.....	10
2.2	Zloženie energetických nápojov a ich vplyv na zdravie.....	10
2.3	Zdravý životný štýl	11
2.3.1	Vplyv na zdravie	11
2.4	Aktívne zložky.....	11
2.4.1	Kofeín	11
2.4.2	Taurín.....	13
2.4.3	Vitamín C.....	15
2.4.4	Antioxidanty	15
2.4.5	Fenolické látky.....	16
2.4.6	Flavonoidy	16
2.5	Doplnkové zložky.....	16
2.5.1	Zelený jačmeň.....	16
2.5.2	Mladá pšenica	17
2.5.3	Moringa.....	18
2.5.4	Matcha tea.....	18
2.5.5	Ovocná zložka.....	19
2.5.6	Baza ako bylinná zložka	20
2.6	Enkapsulácia	21
2.6.1	Materiály pre enkapsuláciu	22
2.6.2	Enkapsulácia do lipozómov	22
2.6.3	Nanotechnológie a nanočastice z legislatívneho hľadiska.....	23
3	CIEĽ PRÁCE.....	24
4	EXPERIMENTÁLNA ČASŤ	25
4.1	Použité chemikálie.....	25
4.2	Použité prístroje a pomôcky	25
4.3	Použitý materiál	26
4.4	Príprava extraktov.....	27
4.4.1	Vodné a etanolové extrakty	27
4.4.2	Automatické extrakcie, Soxtherm.....	27
4.4.3	Postupné extrakty.....	27
4.4.4	Ovocné extrakty	28
4.5	Charakterizácia extraktov	28
4.5.1	Stanovenie celkových fenolických látok	28
4.5.2	Stanovenie celkových flavonoidov	29
4.5.3	Stanovenie antioxidačnej aktivity	29

4.6	Fotometrické stanovenie lipofilných farbív	29
4.6.1	Stanovenie chlorofyly	29
4.6.2	Stanovenie karotenoidov	29
4.7	Stanovenie vitamínu C	30
4.7.1	Štandardizácia odmerného roztoku 2,6-dichloroindofenolu	30
4.8	Stanovenie kofeínu metódou HPLC s PDA detekciou	30
4.8.1	Príprava vzoriek	30
4.8.2	Kalibračná krivka	30
4.9	Príprava lipozómov	30
4.10	Charakterizácia lipozómov	31
4.10.1	Stanovenie enkapsulačnej účinnosti	31
4.10.2	Stanovenie dlhodobej stability lipozómov	31
4.10.3	Stanovenie veľkosti a stability častíc	32
4.11	Príprava energetických nápojov	32
4.12	Senzorická analýza	32
5	VÝSLEDKY A DISKUSIA	33
5.1	Charakterizácia extraktov	33
5.1.1	Výťažnosť extrakcie pomocou Soxtherma	33
5.1.2	Stanovenie celkového obsahu fenolických látok	33
5.1.3	Stanovenie celkových flavonoidov	34
5.1.4	Stanovenie antioxidačnej aktivity	36
5.1.5	Porovnanie účinnosti extrakcie polárnymi rozpúšťadlami zo získaných olejov	37
5.1.6	Postupné extrakty	39
5.1.7	Zhrnutie	41
5.2	Stanovenie vitamínu C	42
5.3	Stanovenie antioxidačnej aktivity v ovocných šťavách	42
5.4	Fotometrické stanovenie lipofilných farbív	43
5.4.1	Chlorofyly	43
5.4.2	Karotenoidy	44
5.5	Stanovenie kofeínu metódou HPLC s PDA detekciou	45
5.6	Charakterizácia lipozómov	46
5.6.1	Stanovenie enkapsulačnej účinnosti a dlhodobej stability lipozómov	46
5.6.2	Stanovenie veľkosti a stability častíc	47
5.7	Senzorická analýza	49
5.7.1	Senzorické hodnotenie chuti	50
5.7.2	Senzorické hodnotenie ďalších vlastností	51
5.7.3	Poradový test energetických nápojov	52

5.8	Návrh energetického nápoja	52
6	ZÁVER	54
7	ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV	56
8	ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK	62
9	PRÍLOHY	64
9.1	Príloha 1	64
9.2	Príloha 2	65
9.3	Príloha 3	66

1 ÚVOD

Pojem energetický nápoj je každému pomerne dobre známy. Takmer každý si predstaví plechovku so sladkým tekutým obsahom. Energetický drink sa stal veľmi populárnym a siahajú po ňom ľudia všetkých vekových kategórii za účelom zvýšenia energie, výkonu, nálady alebo aj z prostého dôvodu sladkej chute. Mohli by sme sa však zamyslieť koľko ľudí skutočne vie, aké látky taký jeden nápoj obsahuje a ako pôsobí na telo. Zloženie energetických nápojov je prevažne rovnaké a na trhu sú rôzne ďalšie varianty ako „zero sugar“, s rôznou ovocnou príchuťou či s vyšším obsahom kofeínu. V dnešnej dobe je však stále viac populárny zdravý životný štýl. Nálepka „bio“ alebo „organic“ a zvýšenie obsahu vitamínov, antioxidantov alebo minerálov v produkte je magnetom pre spotrebiteľov. Stále viac populárne superpotraviny sú zdrojom mnohých esenciálnych a nutrične bohatých látok, avšak konečný produkt nebýva pre spotrebiteľov sensoricky vhodný.

Preto by sa dalo zamyslieť nad navrhnutím energetického nápoja, ktorý by obsahoval iné a lepšie zloženie jednotlivých látok, ktoré by boli chuťovo prijateľne nakombinované a rovnako by sa znížil podiel cukru. Rastlinné prášky obsahujú veľké množstvo bioaktívnych zlúčenín, vitamínov a minerálov. Rovnako ovocie je bohaté na množstvo vitamínov a antioxidantov. Kofeín by sa v nápoji vyskytoval v troch formách a to v prírodnom stave pridanej suroviny, vo voľnej forme a nakoniec v časticiach, ktoré by zabezpečili pozvoľné uvoľnenie v tele a tak predĺžili jeho účinok. Využívanie nanotechnológií v potravinárstve je čím ďalej tým viac rozšírené a stále sa vyvíjajúce. Rovnako sa dajú zaobaliť aj ďalšie zlúčeniny ako napríklad vitamíny.

Predmetom tejto práce je vývoj nového typu energetického nápoja, ktorý by bol navrhnutý s cieľom vhodného nakombinovania jednotlivých zložiek, aby bol chuťovo prijateľný a nutrične bohatý.

2 TEORETICKÁ ČASŤ

2.1 Energetické nápoje

Energetické nápoje sú nealkoholické produkty, ktoré dodávajú energiu. Účelom energetických nápojov je efektívne kompenzovať stratu vody, energie a elektrolytov v ľudskom tele pred alebo po vyčerpávajúcich a namáhavých činnostiach a aktivitách. Konzumácia energetických nápojov rapídne rastie. V súčasnosti sú energetické a športové nápoje veľmi rozšírené nielen medzi športovcami, ale aj medzi obyčajnými ľuďmi rôzneho veku. Medzi hlavných konzumentov patria tínedžeri a mladí ľudia vo veku od 18 do 34 rokov. Energetické nápoje patria do kategórie funkčných nápojov. Tie nie sú legislatívne stanovené. Funkčné nápoje sa v literatúre uvádzajú ako potraviny, ktorých pozitívne účinky vďaka obohateniu určitými prísadami a zdravotné prínosy presahujú ich nutričnú hodnotu. Funkčné nápoje zahŕňajú aj športové a nutraceutické nápoje. Športové nápoje sú určené na konzumáciu pred cvičením alebo počas cvičenia z dôvodu zabránenia dehydratácie, dodávaniu sacharidov, poskytovania elektrolytov, pričom typicky neobsahujú kofeín, čím sa líšia od energetických nápojov. Na druhej strane sú nutraceutické nápoje určené na podporu a zlepšenie zdravia. Tieto nápoje obsahujú bioaktívne zlúčeniny ako sú koncentrované extrakty z čajov, ovocia, zeleniny alebo bylín. Niektoré nutraceutické nápoje sú obohatené vitamínmi, minerálmi a obsahujú významné množstvo antioxidantov, najmä fenolické látky. Energetické nápoje by sa v niektorých prípadoch v závislosti od zloženia mohli zahŕňať do kategórie nutraceutických nápojov [1][2][3][4].

2.2 Zloženie energetických nápojov a ich vplyv na zdravie

Energetické nápoje poskytujú zvýšenú energetickú podporu súvisiacu s ich zložením kofeínu, taurínu, rastlinných extraktov a vitamínov. Výskum naznačuje, že formulácie energetických nápojov môžu okrem zvyšovania spotreby energie tiež zlepšovať náladu, zvyšovať fyzickú vytrvalosť, znižovať duševnú únavu a zvyšovať reakčný čas. Vznikajú obavy týkajúce sa bezpečnosti používania energetických nápojov a je nutné zvýšiť úsilie na zaistenie bezpečnosti konzumácie nápojov spotrebiteľov. Na trhu v súčasnosti existujú stovky energetických nápojov. Mnohé z nich majú veľmi podobné zložkové profily. Väčšina týchto nápojov pozostáva hlavne z kofeínu a taurínu, ktoré sú prítomné v rôznych koncentráciách. Do nápoja sa zvyčajne pridáva aj cukor, pretože je zdrojom rýchleho prílevu energie. Ďalšími bežne používanými zložkami sú výťažky zo ženšenu, guarany, yerba mate a zeleného čaju. Rôzne kombinácie zložiek sú rozhodujúce pre výraznú celkovú chuť, množstvo energie, ako aj trvanie počas ktorého táto energia vydrží a taktiež aj zdravotné vlastnosti nápoja. Na českom a slovenskom trhu existuje množstvo energetických nápojov (Príloha 1). Medzi najpopulárnejšie patrí Red Bull, Monster, Tiger, Semtex, Hell a Big Shock. Všetky z vymenovaných nápojov obsahujú kofeín v koncentrácii 0,03 %, teda 32 mg na 100 ml. Všetky nápoje taktiež obsahujú taurín v koncentrácii prevažne 400 mg na 100 ml čo predstavuje 0,4 %. Cukor je ich nevyhnutnou súčasťou a môže byť vo forme sacharózy, glukózy alebo glukózovo-fruktózového sirupu. Existujú však aj edície energetických nápojov od jednotlivých značiek so zníženým obsahom cukru alebo varianta bez cukru. Každá značka má svoje vlastné receptúry a do nápojov pridáva rôzne vitamíny, najmä B. Vitamín C je pridávaný ako antioxidant. Vo všetkých nápojoch je používaná kyselina citrónová ako regulátor

kyslosti, nápoje sú sytené oxidom uhličitým a u všetkých tvorí konečnú chuť a senzorické vlastnosti aróma a farbivo najmä riboflavín. Do energetického nápoja monster je pridávaný aj extrakt z koreňa ženšenu a semien guarany [3].

2.3 Zdravý životný štýl

Stále viac ľudí vyhľadáva antioxidanty pri nákupe funkčného nápoja. Zvyšovanie obsahu antioxidantov a fenolických látok v energetických nápojov by mohlo zvýšiť ich predaj, čo je možné dosiahnuť začlenením zeleného čaju, yerba mate, ženšenu alebo ovocnej šťavy do nového nápojového zloženia. Zvýšením funkčnosti nápojov by sa tiež zvýšil počet spotrebiteľov, ktorí sa zameriavajú na zdravý životný štýl. Medzi možnosti na zvýšenie funkčnosti patrí začlenenie vitamínov či minerálov, aktívnych zložiek, prírodných príchuťí, pigmentov, ovocia a zníženie obsahu cukrov [3].

Zdravšie formy energetických nápojov sa vyskytujú na trhu pod rôznymi značkami. Medzi dobre dostupný perlivý nealkoholický energetický nápoj v Českej republike patrí Go and Fun, ktorý neobsahuje taurín a kofeín pochádza z prírodného zdroja v obsahu 32 mg/100 ml. V nápoji sú vitamíny C, niacín, B6, B12 a rastlinné extrakty z guarany, maté, zeleného čaju, ženšenu a rhodioly. Odporúča sa pre pestrú a vyváženú stravu a zdravý životný štýl.

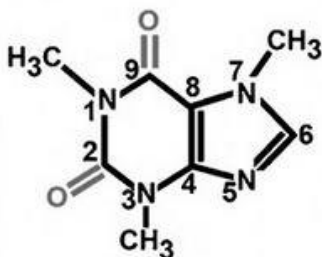
2.3.1 Vplyv na zdravie

Látky nachádzajúce sa v energetickom nápoji majú stimulačné účinky na organizmus. Jednoduché cukry zapríčiňujú okamžitý vzostup hladiny cukru v krvi a kofeín prekryje pocit únavy. Akýkoľvek prísun energie je však len krátkodobý a zvyčajne ho vystrieda reaktívna hypoglykémia. Z doterajších výskumov vyplýva, že energetické nápoje okrem zvýšenia energie, môžu tiež zlepšovať náladu, zlepšiť fyzickú výkonnosť, znížiť duševnú únavu a zlepšiť reakčný čas. Konzumácia takýchto nápojov spôsobuje aj negatívne účinky ako sú priberanie, bolesť hlavy a úzkosť. Energetický nápoj môže obsahovať viac ako 200 mg kofeínu na porciu a až 400 kcal (1674 kJ) [1][3].

2.4 Aktívne zložky

2.4.1 Kofeín

Kofeín je organická molekula zložená zo štyroch najbežnejších prvkov: uhlíka, vodíka, dusíka a kyslíka (Obrázok 1). Molekulový vzorec kofeínu je $C_8H_{10}N_4O_2$. Kofeín je prirodzene sa vyskytujúci alkaloid. Patrí do skupiny purínových alkaloidov, často označovaných metylxantíny, medzi ktoré patria okrem iného teofylín, teobromín a paraxantín. Xantíny sú klasifikované podľa počtu a polohy metylovej skupiny. Kofeín obsahuje na uhlíku 1,3 a 7 tri metylové skupiny [5].



Obrázok 1: Štruktúrny vzorec kofeínu [5]

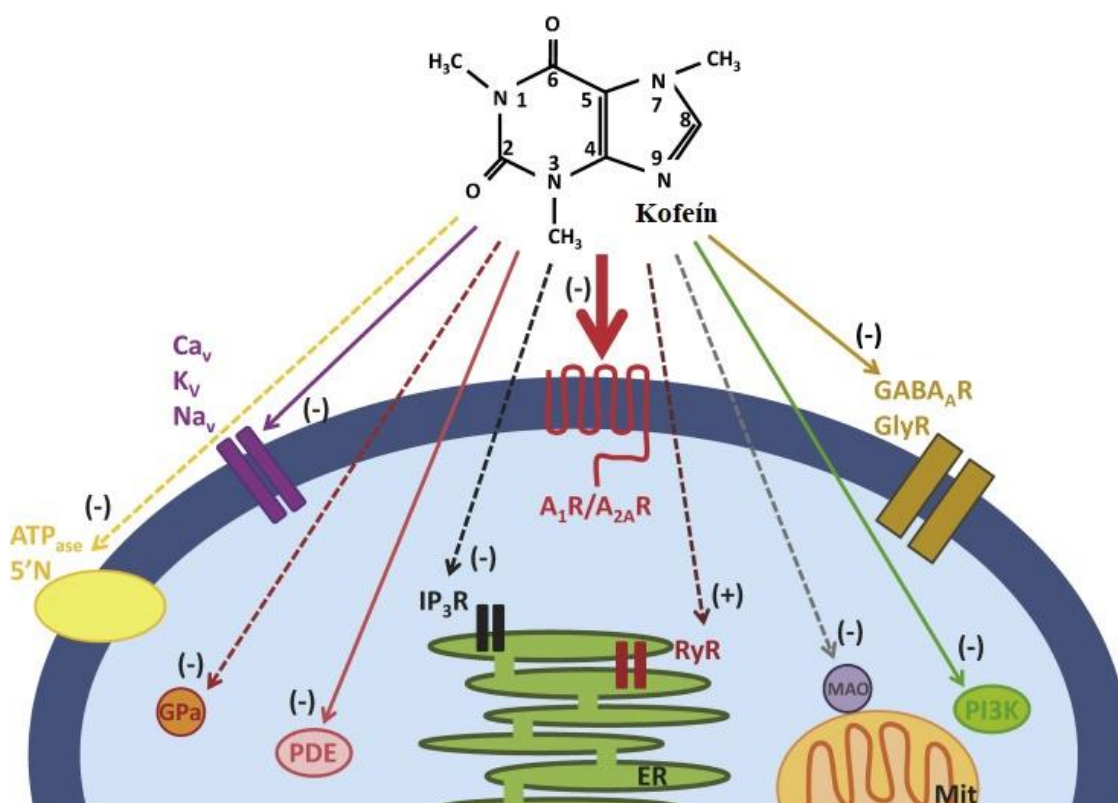
2.4.1.1 Kofeín ako zložka energetických nápojov

Z doterajších výskumov vyplýva, že denný príjem kofeínu ≤ 400 mg nepreukazoval žiadne negatívne účinky. Priemerný obsah kofeínu v energetickom nápoji sa pohybuje od 80 do 140 mg, čo je porovnateľné s obsahom kofeínu v dvoch plechovkách nealkoholického nápoja s obsahom kofeínu [3].

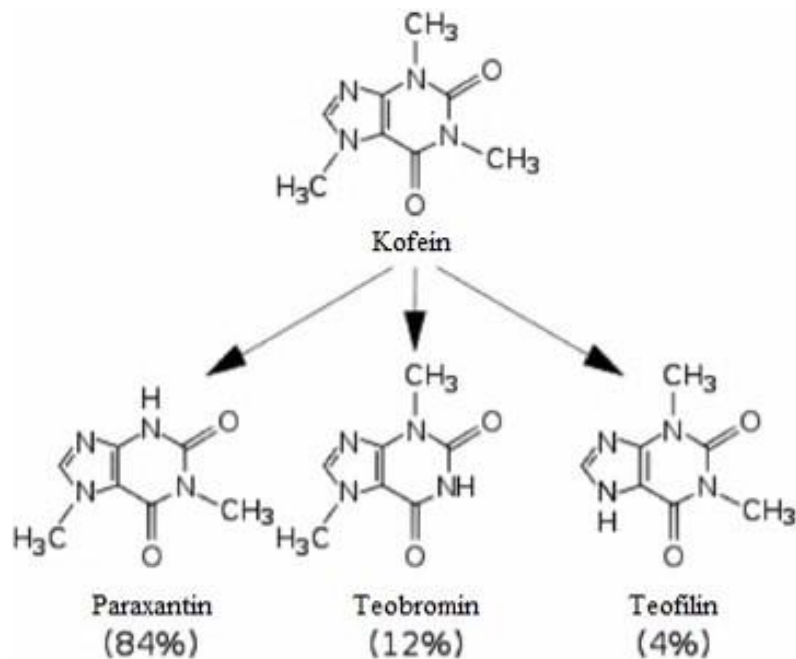
2.4.1.2 Fyziologický účinok

Kofeín je prirodzene sa vyskytujúci stimulátor centrálnej nervovej sústavy (CNS) a je najrozšírenejším psychoaktívnym stimulantom na svete. Najčastejšie je získavaný z kávových zŕn, ale je možné ho nájsť aj prirodzene sa vyskytujúci v niektorých druhoch čaju a kakaových bôboch. Kofeín patrí medzi prísady do sódy a energetických nápojov. Hlavným cieľom konzumácie kofeínu je boj proti únave a ospalosti, ale existuje aj mnoho ďalších spôsobov využitia [5].

Primárny mechanizmus účinku kofeínu je na adenosínových receptoroch v mozgu, kde pôsobí ako ich blokátor (Obrázok 2). Vzhľadom k tomu, že je dobre rozpustný v tukoch a vo vode ľahko prechádza cez hematoencefalickú bariéru, k nástupu účinku typicky dochádza za 45 až 60 minút a trvá približne 3 až 5 hodín. Je tiež známe, že kofeín zvyšuje vylučovanie epinefrínu, čo môže viesť k rôznym sekundárnym metabolickým zmenám, ktoré môžu pozitívne ovplyvniť fyzickú alebo duševnú výkonnosť človeka. Kofeín má tiež diuretický účinok bez ohľadu na jeho spotrebu ako energetický nápoj, čaj alebo káva. Po požití sa kofeín rýchlo vstrebáva z tráviaceho traktu a podlieha demetyláciám, ktorých výsledkom sú paraxantín, teobromín a teofylín (Obrázok 3) [3][6].



Obrázok 2: Mechanizmus účinku kofeínu na adenosínové receptory v mozgu [7]



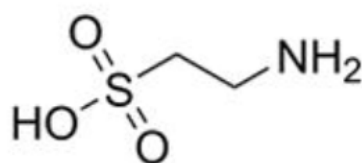
Obrázok 3: Metabolity kofeínu [3]

2.4.1.3 Doplnok stravy pri športe

Posledné štúdie ukazujú, že kofeín užívaný ako doplnok výživy pred cvičením zlepšuje aeróbnu vytrvalosť zvýšením oxidácie tukov, čím pomáha chrániť glykogén vo svaloch. Tiež dokazujú, že kofeín obsiahnutý v potravinárskych prísadách a nápojoch prispieva k ergogénnym účinkom v anaeróbných podmienkach a keď sa užíva v kombinácii s rôznymi inými zložkami ako napríklad taurínom, vytvára jeho zvýšený účinok [2].

2.4.2 Taurín

Taurín je aminokyselina s obsahom síry s antioxidačnými vlastnosťami [8]. Chemicky sa jedná o 1-aminoetán-2-sulfonovú kyselinu (Obrázok 4). Vzniká z cysteínu a medziproduktom biosyntézy je cysteová kyselina. Taurín sa nachádza voľne v tkanivách cicavcov, u morských kôrovcov a hmyzu, no rastliny túto aminokyselinu nesyntetizujú [1][9].



Obrázok 4: Štruktúrny vzorec taurínu [8]

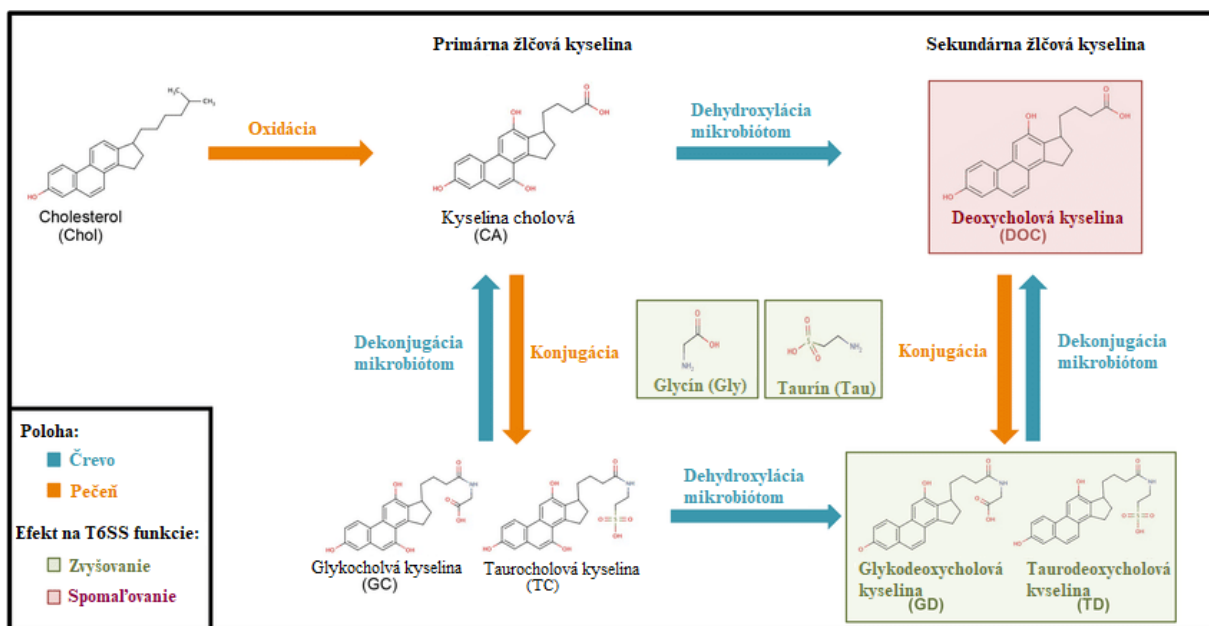
2.4.2.1 Taurín ako zložka energetických nápojov

Taurín patrí medzi jednu z hlavných zložiek pridávaných do energetických nápojov a výrobkov určených pre športovú výživu. Priemerná dávka taurínu v energetických nápojoch je 200 až 400 mg na 100 g. Je potrebné poznamenať, že taurín je synergentom kofeínu. Taurín sa pridáva do energetických nápojov, lebo podporuje koncentráciu pri fyzickom výkone a oddiaľuje nástup psychickej únavy [1][10].

2.4.2.2 Fyziologický účinok

Taurín sa podieľa na niekoľkých dôležitých fyziologických funkciách vrátane konjugácie žľových kyselín, osmoregulácie, protizápalovej aktivity, neuromodulácie, antioxidantnej aktivity a udržiavania normálnej mitochondriálnej funkcie a produkcie ATP. Väčšina z týchto aktivít zahŕňa kovalentnú reakciu medzi taurínom a inou aktívnou látkou. Kovalentná reakcia medzi taurínom a oxidačnou kyselinou chlórnu prispieva k protizápalovému aj antioxidantnému účinku taurínu [10].

Taurín sa uplatňuje v metabolizme lipidov prostredníctvom žľových kyselín (Obrázok 5) [8]. Desiatky rokov je známa základná fyziologická funkcia taurínu pri premene cholesterolu na žľové kyseliny. Žľové kyseliny sú nevyhnutné pre dobré trávenie tukov, takže ak má človek problémy s trávením, príčinou môže byť aj nedostatok taurínu. Množstvo príjmu taurínu v potrave človeka sa veľmi líši. Rozmedzie sa pohybuje medzi 9 až 400 mg. Taurín dokáže zbavovať telo toxínov a podieľa sa na detoxikácii najrôznejších liečiv. Dostatočný príjem taurínu je pre organizmus človeka dôležitý, avšak ľudské telo nemá gény pre syntézu taurínu. Človek je teda závislý na príjme taurínu z potravy alebo na tvorbe taurínu v pečeni z inej aminokyseliny ako metionín či cysteín [11].



Obrázok 5: Metabolizmus žľových kyselín [12]

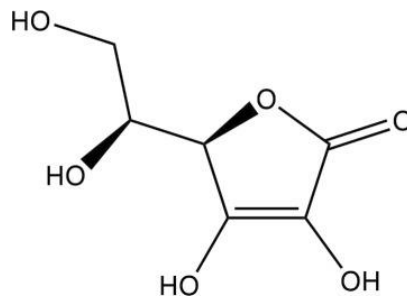
2.4.2.3 Doplnok stravy pri športe

Taurín bol prvýkrát objavený v roku 1827, má viacnásobné vlastnosti, ktoré sa dajú účinne využiť pri športovej výžive. Taurín je súčasťou mnohých špecializovaných výrobkov určených na športovú výživu. Cvičením sa znižuje obsah taurínu v kostrových svaloch avšak jeho normálna hladina je dôležitá pre funkciu týchto svalov. Existujú rôzne štúdie s protichodnými názormi na účinnosť taurínu v športovej praxi o vplyve taurínu na silu svalov, čas vývoja svalovej únavy a rýchlosť jeho zotavenia. Kým jedny štúdie tvrdia, že užívaním 6 g taurínu denne počas 7 dní sa môže zvýšiť tolerancia záťaže kvôli antioxidantným účinkom taurínu, druhé protichodne tvrdia, že užívaním 5 g taurínu denne počas 7 dní nemení jeho obsah vo svalovom tkanive a nemá žiadny vplyv na metabolizmus svalov počas cvičenia. Taurín hrá

tiež dôležitú úlohu pri regulácii uvoľňovania vápenatých iónov Ca^+ zo sarkoplazmatického retikula a pomáha udržiavať citlivosť kontraktilných prvkov na Ca^+ , čo je v športe mimoriadne dôležité. Ďalšie štúdie tvrdia, že doplnenie stravy taurínom vedie k nárastu taurínu vo svalovom tkanive. Ukázalo sa, že koncentrácia taurínu zavedeného do doplnkov výživy počas dvoch týždňov zvýšila obsah taurínu vo svaloch potkanov takmer o 40 %, čo zlepšilo svalovú kontrakciu. Intenzívne fyzické cvičenia znižujú koncentráciu taurínu vo svaloch a majú negatívny vplyv na kontraktilitu. Ďalšia štúdia ukázala, že súčasné podávanie taurínu a kofeínu počas dvojtýždňového obdobia viedlo k zníženiu nárastu laktátu vo svaloch [2].

2.4.3 Vitamín C

Vitamín C je kyselina askorbová (Obrázok 6: Štruktúrny vzorec vitamínu C, ktorá má štruktúru veľmi podobnú cukru glukóze. Človek si nedokáže kyselinu askorbovú z glukózy vytvoriť ako väčšina iných živočíchov a preto musí vitamín C prijať z čerstvej zeleniny alebo ovocia. Citróny, pomaranče, papriky, kapusta, kiwi, jahody, brokolica, petržlen, ružičkový kel, ale aj šípky sú považované za vynikajúce zdroje vitamínu C [11].



Obrázok 6: Štruktúrny vzorec vitamínu C [13]

2.4.3.1 Fyziologický účinok

Vitamín C patrí medzi prírodné antioxidanty. Zvyšuje imunitu a odolnosť organizmu, čím znižuje riziko ochorenia z nachladnutia ako aj riziko vzniku rakoviny [11]. Telo vyžaduje vitamín C pre normálne fyziologické funkcie. Pomáha pri syntéze a metabolizme tyrozínu, kyseliny listovej a tryptofánu, hydroxylácii glycínu, prolínu, lyzínkarnitínu a katecholamínu. Uľahčuje premenu cholesterolu na žlčové kyseliny a tým znižuje hladinu cholesterolu v krvi. Ako antioxidant chráni telo pred rôznymi škodlivými účinkami voľných radikálov, znečisťujúcich látok a toxínov. Vitamín C chráni imunitný systém, znižuje závažnosť alergických reakcií a pomáha bojovať proti infekciám. Nedostatok vitamínu C je často spojený s anémiou, infekciami, zlým hojením rán, kapilárnym krvácaním, svalovou degeneráciou a neurotickými poruchami. Nedostatok vitamínu C sa znižuje jeho prijímaním vo veľkých dávkach a na rozdiel od vitamínov rozpustných v tukoch je jeho toxicita zriedkavá [14].

2.4.4 Antioxidanty

Energetické nápoje sa radia medzi funkčné nápoje a tie vznikajú pridávaním látok, ktoré zabraňujú oxidačným procesom a likvidujú voľné radikály. Funkčné nápoje by mali preventívne pôsobiť proti vzniku chorôb a nedostatočnej činnosti niektorých orgánov. Antioxidanty sú látky, ktoré sa vyskytujú v potravinách. Do tejto skupiny radíme napríklad vitamín C, A a E, fenolické látky, karotenoidy či mikroelementy ako selén a zinok. Obsah antioxidantov v potravinách predlžuje ich trvanlivosť, udržiava ich nutričnú hodnotu a má

významný vplyv na ľudské zdravie. Antioxidanty majú schopnosť zabrániť oxidačným dejom prebiehajúcim v organizme človeka. Antioxidanty chránia telo pred škodlivým účinkom voľných radikálov. Voľné radikály sú vysoko reaktívne, nestabilné, energeticky nabité molekuly s nespáreným elektrónom. Radikály sú fyziologicky škodlivé, pretože oxidujú biomolekuly. Pri narušení rovnováhy medzi oxidačnými procesmi a antioxidantnými mechanizmami dochádza k oxidačnému stresu a môže dochádzať k voľnoradikálovým ochoreniam [15][16][17].

2.4.5 Fenolické látky

Fenolické látky sú rastlinné metabolity, ktoré tvoria súčasť stravy. Nachádzajú sa v nápojoch a potravinách, napríklad v jablkách, citrusoch, slivkách, brokolici, v kakau, čaji, káve a v mnohých ďalších. Polyfenoly majú antioxidantné, antisklerotické, estrogénne, antikarcinogénne, antimikrobiálne, imunomodulačné a protizápalové účinky na ľudské zdravie. Bežné polyfenoly v potrave sú flavanoly (kakao, čaj, jablká, fazuľa), flavanóny (hesperidín v citrusových plodoch), hydroxycinamáty (káva, mnoho druhov ovocia), flavonoly (kvercetín v cibuli, jablkách a čaji) a antokyaníny (bobule) [17][18].

2.4.6 Flavonoidy

Flavonoidy sú prirodzene sa vyskytujúce fenolové zlúčeniny. Nachádzajú sa v ovocí a zelenine a ich príjem je v porovnaní s inými antioxidantami ako vitamín C a E pomerne vysoký. Existuje viac ako 400 % rôznych identifikovaných flavonoidov. Tieto zlúčeniny chránia rastliny pred poškodením ultrafialovým žiarením a patogénmi. U ľudí a cicavcov boli preukázané prospešné antivírusové, protizápalové, antialergické, protirakovinové a kardioprotektívne účinky flavonoidov. Väčšina týchto účinkov je spôsobená antioxidantnými a chelatačnými schopnosťami flavonoidov. Flavonoidy sú vysoko účinnými zachytávačmi väčšiny typov oxidujúcich molekúl vrátane singletového kyslíka a iných voľných radikálov produkovaných lipidovou peroxidáciou [19].

2.5 Doplnkové zložky

Energetické nápoje obsahujú okrem energeticky účinných látok aj zložky podporujúce zdravie, vrátane antioxidantných fenolických látok, ktoré sú zložkami ovocných alebo čajových extraktov pridávaných do nápoja. Produkty s vysokým obsahom antioxidantov sú dôležité, pretože pomáhajú chrániť bunky v tele pred škodlivými účinkami voľných radikálov, o ktorých je známe, že poškodzujú proteíny, lipidy a DNA, čím znižujú riziko chorôb ako rakovina alebo srdcové choroby [3].

2.5.1 Zelený jačmeň

Jačmeň „*Hordeum vulgare L.*“ je štvrtou najdôležitejšou plodinou na svete a má najvyšší obsah vlákniny. Zelený jačmeň má mladé zelené listy a stonku. Je bohatý na výživné a funkčné zložky ako vláknina, bielkoviny, tuk, vitamín A, vitamín C, mikronutrienty ako vápnik, síra, chróm, železo, horčík a draslík, chlorofyl, superoxiddismutáza, saponarín, lutonarín, fenolické látky, flavonoidy, kyselina gama-aminomaslová (GABA), tryptofán, polysacharidy či alkaloidy. Hlavnou úlohou jeho funkčných zložiek je prínos pre zdravie. Jačmeň obsahuje 30-násobok tiamínu a 11-násobok vápnika kravského mlieka, 6,5-násobok karoténu a 5-krát viac železa ako špenát, 7-násobok vitamínu C v pomarančoch, 4-krát viac tiamínu ako v pšeničnej múke, 2-krát

viac proteínu zrn jačmeňa, jeho celkové flavonoidy a alkaloidy sú 2,1-krát, 10,7-krát a GABA 37,8-krát viac ako u hnedej ryže.

Jačmeň je jednou z najlepších surovín modernej výživy a slúži k prevencii chronických chorôb ako sú cukrovka, obezita, kardiovaskulárne ochorenia. Podporuje spánok, má antidiabetický účinok, reguluje krvný tlak, zvyšuje imunitu, chráni pečeň, má protirakovinové, protizápalové, antioxidantné, protinádorové, antidepresívne účinky, a detoxikačné účinky, zabraňuje kardiovaskulárnym chorobám, únave a zápche a je doplnok vápnika [20].



Obrázok 7: Jačmeň [21]

2.5.2 Mladá pšenica

Pšenica je mladá tráva pšeničnej rastliny „*Triticumaestivum Linn*“, naklíčená počas 6 až 10 dní. Klíčenie spôsobuje rozsiahle zmeny v semenách. V tomto štádiu dochádza k syntéze užitočných zlúčenín ako sú vitamíny a fenoly. Pšenica je bohatým zdrojom vitamínov, antioxidantov, minerálov, aminokyselín a životne dôležitých enzýmov, ktoré zohrávajú dôležitú úlohu v protirakovinovom prístupe tohto rastlinného výrobku. Pšenica tiež obsahuje vitamín C a E, β -karotén, kyselinu ferulovú a vanilovú. Pšenica preukazuje liečivé schopnosti pri rôznych chorobách. Prospešné účinky môžu byť príčinou antioxidantných vlastností. Nazýva sa tiež „zelená krv“ kvôli vysokému obsahu chlorofylu, ktorý má štrukturálnu podobnosť s hemoglobínom, čo vedie k vysokému prísunu kyslíka do všetkých tkanív tela [22][23].



Obrázok 8: Mladá pšenica [24]

2.5.3 Moringa

Moringa olejodárna „*Moringa oleifera*“ je pôvodom z Indie a rastie v tropických a subtropických oblastiach sveta. Odoláva silným suchám a miernym mrazom a preto je široko pestovaná vo svete. Vďaka jej vysokým výživovým hodnotám a prítomnosti esenciálnych fytochemikálií prítomných v jej listoch, strukoch a semenách je každá časť stromu vhodná na výživové alebo komerčné účely. Listy sú bohaté na minerály ako vápnik, draslík, zinok, horčík, železo a meď a na vitamíny ako β -karotén vitamínu A, vitamín B ako je kyselina listová, nikotínová a pyridoxín, vitamín C, D a E. Fytochemikálie ako sú triesloviny, steroly, terpenoidy, flavonoidy, saponíny, antrachinóny, alkaloidy a redukujúci cukor prítomné spolu s protirakovinovými látkami ako glukozinoláty, izotiokynáty, glykozidové zlúčeniny a glycerol-1,9-oktadekanoát. Výťažky z listov sa používajú na liečbu podvýživy, zvyšovanie materského mlieka dojčiacich matiek. Listy majú tiež nízku kalorickú hodnotu a môžu sa použiť v potrave pre obéznych. Moringa sa používa ako potenciálne antioxidantné, protirakovinové, protizápalové, antidiabetické a antimikrobiálne činidlo. Moringa obsahuje 7-krát viac vitamínu C ako pomaranče, 10-krát viac vitamínu A ako mrkva, 17-krát viac vápnika ako mlieko, 9-krát viac bielkovín ako jogurt, 15-krát viac draslíka ako banány a 25-krát viac železa ako špenát [25].

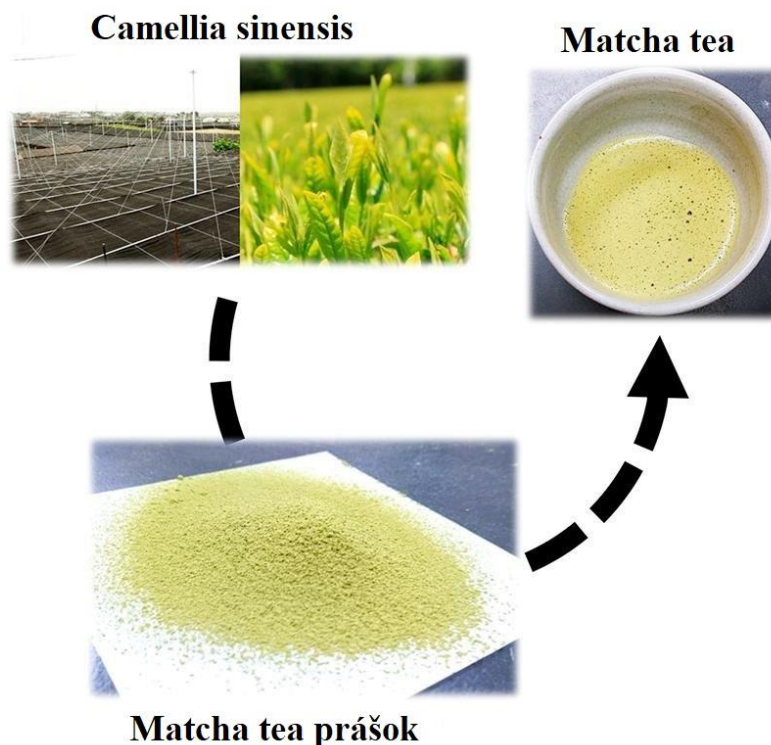


Obrázok 9: *Moringa oleifera* [26]

2.5.4 Matcha tea

Matcha tea je jemne mletý prášok z listov špeciálne pestovanej čajovej rastliny „*Camellia sinensis*“. Na výrobu matcha tea sa čajovníky pestujú pod 90% tieňom a listy sa potom pomelú na prášok pomocou kamenných mlynov. Čajové listy na výrobu zeleného čaju rastú na slnečnom svetle bez tieňa a sušené listy sa extrahujú vodou na prípravu zeleného čaju. Matcha tea pripravený zmiešaním celého matcha prášku priamo v horúcej vode sa v Japonsku

bežne používa ako doplnok výživy alebo ako dochucovadlo v snackoch. Uvádza sa, že obsah rôznych bioaktívnych zložiek matcha tea a iných čajových prípravkov, ako je napríklad zelený čaj, sa líši v dôsledku rôznych kultivačných podmienok a spracovania. Matcha tea je prevažne konzumovaný kvôli svojej osviežujúcej chuti, aróme a rôznym ďalším vlastnostiam ako sú antioxidačné, antikarcinogénne, antimutagénne a antihypertenzívne. Všetky uvedené vlastnosti sa pripisujú najmä vysokému fenolickému obsahu prítomnému v zelenom čaji. Katechíny tvoria hlavnú časť obsahu polyfenolov v zelenom čaji a uvádza sa, že derivát epigalokatechín 3-galát (EGCG) je jedným z hlavných a biologicky účinných katechínov zeleného čaju. Ďalšími hlavnými zložkami sú voľné aminokyseliny a to hlavne l-theanín, kofeín a vitamíny [27][28][29].



Obrázok 10: *Camellia sinensis* [27]

2.5.5 Ovocná zložka

Konzumácia ovocia a zeleniny je nevyhnutnou súčasťou zdravej výživy. Vo svete sa každoročne zvyšuje spotreba štiav a výrobkov z nich. Ovocné a zeleninové šťavy majú ochranné funkcie a dodávajú telu výživové zložky, ktoré znižujú riziko kardiovaskulárnych a onkologických ochorení. Miešanie štiav s rastlinnými extraktami liečivých, korených a aromatických prírodných surovín obohacuje nápoje o vitamíny, minerály a ďalšie biologicky aktívne látky. Takéto nápoje sa klasifikujú ako funkčné. Biologicky aktívne látky obsiahnuté v rastlinných potravinách majú významný vplyv na metabolizmus. Čerstvo vylisované šťavy majú nižší obsah vlákniny a vyšší obsah kalórií. Je dobre známe, že ovocné a zeleninové šťavy obsahujú biologicky účinné látky, ktoré majú antioxidačný účinok [2].

2.5.5.1 Fyziologický účinok

Strava s vysokým obsahom ovocia a zeleniny môže znížiť riziko chronických chorôb, ako sú kardiovaskulárne choroby a rakovina. Fytochemikálie obsiahnuté v ovoci a zelenine zahrňajúce

fenoly, flavonoidy a karotenoidy hrajú kľúčovú úlohu pri znižovaní rizika chronických chorôb. Konzumácia prírodných štiav zvyšuje antioxidačnú aktivitu krvného séra. Je však potrebné poznamenať, že ovocné šťavy, ako aj nápoje s cukrom a náhradami cukru, môžu byť rizikovými faktormi pri rozvoji obezity a cukrovky 2. typu [2][30].

2.5.5.2 Jablko

Jablko predstavuje jednu z najvýživnejších potravín v zdravej výžive, pretože obsahuje vodu, cukry, organické kyseliny, vitamíny, minerály a vlákninu. Jablká sú známe vysokým obsahom polyfenolických antioxidantov a sú bohatým zdrojom fytochemikálii. Hlavnými fenolovými zlúčeninami v jablkách sú kyselina chlorogenová, epikatechín, procyanidíny, floretín a kvercetíny. Veľmi silnú antioxidačnú aktivitu potom vykazujú zlúčeniny ako katechín, floridzín a kyselina chlorogenová. Konzumácia jabĺk sa na základe štúdií spája so zníženým rizikom niektorých druhov rakoviny, kardiovaskulárnych chorôb, astmy a cukrovky [30][31].

2.5.5.3 Ananás

Ananás je tropické šťavnaté ovocie. Konzumovaný môže byť ako výživový doplnok. Zrelé ananásy sa všeobecne konzumujú čerstvé a spolu s ananásovou šťavou sú zdrojom vlákniny, sacharidov, vitamínov, minerálov a to najmä vitamínu C, vápnika a draslíka. Čerstvé ananásy sú bohaté na bromelain, ktorý sa používa ako protizápalový liek, ktorý znižuje opuch v zápalových stavoch, ako sú bolesť v krku, artritída a mnoho ďalších. Plody sú dobré pre tráviaci systém a pomáhajú udržiavať ideálnu hmotnosť a vyváženú výživu. Z ananásu sa vyrábajú rôzne potravinové výrobky, ako je džem, želé, jogurt či zmrzlina [32].

2.5.5.4 Pomelo

Pomelo je citrusový plod, pôvodom z juhovýchodnej Ázie a teplého tropického podnebia. Pomelo je považované za najväčšie citrusové ovocie so sladko-kyslou chuťou dužiny, ktorá sa konzumuje. Pomelo je zdrojom vitamínu C a antioxidantov ako sú β -karotén, terpenoidy, alkaloidy, polyfenolov a flavonoidov. Taktiež je bohaté na draslík, fosfor, kyselinu listovú, bielkoviny, vitamíny B1, B2 a B12. Pomelo má antioxidačné, antidiabetické a antimikrobiálne vlastnosti [33].

2.5.5.5 Hruška

Hruška má vysokú výživovú hodnotu a je zdrojom mnohých živín vrátane vlákniny, vitamínov C, A, B1, B2, B3, minerálov ako sodík, fosfor, vápnik, draslík, železo a horčík. Obsahujú sorbitol, fruktózu, antioxidanty a flavonoly, najmä antokyany. Hruška sa konzumuje v surovom stave alebo sa z nej vyrábajú koláče, zmrzliny či džemy. Hrušku je vhodné zaradiť do diéty pretože má nízku kalorickú hodnotu. Hrušky majú priaznivý účinok pri liečení zápchy, zápalu čreva a obličkových kameňov [34][35].

2.5.6 Baza ako bylinná zložka

Baza čierna je domorodá pre väčšinu krajín Európy. Pestuje sa v malej miere v niekoľkých európskych krajinách za účelom výroby rôznych potravinárskych produktov. Plody sa používajú na priemyselnú výrobu želé, džemu, dezertov, vína či koncentrovanej šťavy, ktorá má využitie aj ako farbivo rôznych potravín ako sú napríklad cukríky. Extrakty bazových kvetov sa používajú ako prírodné ochucovacie zložky v alkoholických a nealkoholických

nápojoch, ovocných pálenkách a rôznych liehovinách, šumivom víne, čaji, jogurtoch alebo zmrzline. Výrobky obsahujúce extrakty z kvetu bazy sú čím ďalej tým viac žiadané najmä kvôli charakteristickej aróme bazy. Kvety, listy a kôra rastliny „*Sambucus nigra*“ sú mimoriadne bohaté na antioxidanty a boli často používané v tradičnej medicíne ako liek na prechladnutie či opar. O vyluhovanom extrakte z kvetov je známe, že má protizápalové a diuretické funkcie. Plody bazy čiernej majú účinky zvyšujúce imunitu a antivírusové účinky. Kvet čiernej bazy je bohatým zdrojom bioaktívnych flavonoidov a fenolických kyselín, ktoré sú prospešné pri mnohých chorobách, hlavne srdcových či rakovine. Nedávno boli preukázané aj antidiabetické vlastnosti kvetov čiernej bazy. Nápoje obsahujúce extrakt bazy predstavujú zaujímavý doplnok rastlinných prírodných zdrojov, pretože sa vyznačujú vysokým obsahom fenolov. Bazové nápoje a sirupy sú odporúčané ako dobrý zdroj fenolov v strave [36].

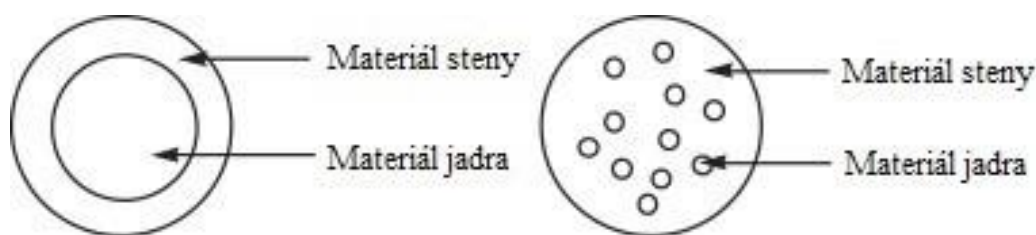
2.6 Enkapsulácia

Enkapsulácia je definovaná ako spôsob zachytenia jednej látky dovnútra inej látky, čím sa získajú častice s priemerom nanometrov až niekoľko milimetrov. Tieto častice môžu uvoľňovať svoj obsah za určitých okolností s kontrolovanou rýchlosťou. Látka, ktorá je enkapsulovaná, sa môže nazvať ako jadro, náplň, aktívna, vnútorná alebo účinná fáza. Látka, ktorá je používaná na enkapsuláciu sa môže nazývať povlak, membrána, plášť, nosný materiál, vonkajšia fáza alebo matrica. Tieto látky môžu byť vyrobené z cukrov, proteínov, prírodných a modifikovaných polysacharidov, lipidov a syntetických polymérov [37][38][39].

Hlavným dôvodom enkapsulácie je chrániť materiál jadra pred nepriaznivými environmentálnymi podmienkami, ako sú nežiadúce účinky svetla, vlhkosti a kyslíka, čím sa prispieva k zvýšeniu skladovateľnosti produktu a podporuje riadené uvoľňovanie enkapsulácie. V potravinárskom priemysle môže byť proces mikroenkapsulácie aplikovaný z rôznych dôvodov, ktoré sú zhrnuté nasledovne:

- ochrana materiálu jadra pred degradáciou znížením jeho reaktivity na vonkajšie prostredie;
- zníženie rýchlosti odparovania alebo prenosu enkapsulovaného materiálu do vonkajšieho prostredia;
- zmena fyzikálnych vlastností pôvodného materiálu, aby sa umožnila ľahšia manipulácia;
- uvoľňovanie enkapsulovaného materiálu v priebehu časového úseku alebo v určitom čase;
- maskovať nežiadúcu chuť alebo vôňu enkapsulovaného materiálu;
- riedenie enkapsulovaného materiálu, keď sú potrebné len malé množstvá, pričom sa dosiahne rovnomerné dispergovanie v hostiteľskom materiáli;
- pomôcť oddeliť zložky zmesi, ktoré by inak navzájom reagovali.

Enkapsuláciou vznikajú kapsle s rôznymi typmi morfológie. Dva najčastejšie a hlavné typy sú mononukleárna kapsla a agregáty. Mononukleárna kapsla má jedno jadro zabalené do obalu. U agregátov je veľa jadier vložených v matrici. Ich špecifické tvary v rôznych systémoch sú ovplyvnené technológiami spracovania jadra a materiálmi stien, z ktorých sú kapsle vyrobené [39].



Obrázok 11: Dve hlavné formy enkapsulácie [39]

2.6.1 Materiály pre enkapsuláciu

Enkapsulačné materiály musia spĺňať radu kritérií pri ich výbere pre enkapsuláciu. Hlavným kritériom je zamerať sa na miesto pôsobenia, teda prostredie, v ktorom má byť materiál použitý a na jeho aktivitu a účel. Okrem toho zostáva kľúčovým faktorom pri výbere najvhodnejších materiálov cenové obmedzenie. Použité materiály musia byť tiež potravinárske, biologicky odbúrateľné a schopné vytvárať bariéru medzi vnútornou fázou a jej okolím. Väčšina materiálov používaných pre enkapsuláciu sú biomolekuly. Zo všetkých materiálov sú najčastejšie používané polysacharidy. Škrob a jeho deriváty ako amylóza, amylopektín, dextríny, maltodextríny, polydextróza a celulóza a jej deriváty. Používajú sa tiež rastlinné exudáty a extrakty – arabská guma, pektíny a rozpustné sójové polysacharidy. Následne sú v potravinách prítomné aj morské extrakty, ako sú karagénany a alginát. Využívajú sa tiež mikrobiálne a živočíšne polysacharidy ako dextrán, chitosan, xantán a gellan. Okrem prírodných a modifikovaných polysacharidov sú na zapuzdrenie vhodné aj proteíny a lipidy. Príkladmi najbežnejších mliečnych a srvátkových proteínov sú kazeíny – kazeín, želatína a glutén. Medzi lipidovými materiálmi vhodnými na použitie v potravinách sú masťné kyseliny, alkoholy, vosky, glyceridy a fosfolipidy. Okrem vyššie uvedeného sa používajú aj iné materiály ako je PVP, parafín, šelak, anorganické materiály [40].

2.6.2 Enkapsulácia do lipozómov

Lipozómy sú koloidné častice, ktoré sa skladajú z membránového systému tvoreného lipidovými dvojvrstvami enkapsulujúcimi vodný priestor. Lipozómy sa môžu použiť na zachytenie, dodanie, uvoľnenie látok rozpustných vo vode, v tukoch a amfifilných materiáloch. Základným mechanizmom tvorby lipozómov a nanolipozómov je hydrofilno-hydrofóbná interakcia medzi fosfolipidmi a molekulami vody. Hlavnou výhodou ich použitia je schopnosť riadiť rýchlosť uvoľňovania inkorporovaných materiálov a dodávať ich na správne miesto v správnom čase. Bioaktívne látky enkapsulované do lipozómov môžu byť chránené pred trávením v žalúdku a vykazujú významné hladiny absorpcie v gastrointestinálnom trakte, čo vedie k zvýšeniu biologickej aktivity a biologickej dostupnosti [39].

Druhy potravinových zložiek, ktoré môžu byť enkapsulované do lipozómov [41]:

- Ochucovadlá ako oleje, koreniny, sladidlá
- Antioxidanty, antimikrobiálne látky a konzervačné látky
- Kyseliny, zásady, pufre
- Esenciálne oleje, aminokyseliny, vitamíny a minerály
- Enzýmy alebo mikroorganizmy
- Farbivá
- Látky s nežiaducou vôňou a chuťou

2.6.3 Nanotechnológie a nanočastice z legislatívneho hľadiska

Súčasnú právnu predpisovú neuvádzajú ani nedefinujú nanočastice. Mnohé organizácie vyvinuli normy súvisiace s vývojom, popisom a použitím nanočastíc. V normách sa zohľadňujú aj potenciálne riziká vyplývajúce z nanočastíc a následná ochrana zdravia ľudí a životného prostredia. Uvoľňovanie nanočastíc v životnom prostredí tiež predstavuje vážne environmentálne riziko a je tiež nevyhnutné stanoviť normy pre výrobu, použitie a likvidáciu nanočastíc. Európsky úrad pre bezpečnosť potravín (EFSA) zverejnil pokyny pre posudzovanie bezpečnosti aplikácií nanovied a nanotechnológii, ktoré obsahujú testy a metódy, ktoré je možné urobiť a použiť [42][43].

3 CIEĽ PRÁCE

Cieľom práce bol vývoj a charakterizácia moderných energetických drinkov.

V rámci práce boli riešené nasledujúce čiastkové ciele:

- 1) Rešerš – aktívne zložky energy drinkov, výber doplnkových zložiek
- 2) Enkapsulácia zvolených aktívnych látok
- 3) Návrh energetických drinkov s obsahom vybraných aktívnych látok vo voľnej i enkapsulovanej forme

4 EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

4.1 Použité chemikálie

Etanol, Lach-Ner (Česká republika)
Folin-Ciocalteu činidlo, Penta (Česká republika)
Uhlíčitán sodný, Lach-Ner (Česká republika)
Kyselina gallová, Sigma-Aldrich (Nemecko)
Dusitan sodný, Lach-Ner (Česká republika)
Hydroxid sodný, Lach-Ner (Česká republika)
Chlorid hlinitý hexahydrát, Lach-Ner (Česká republika)
Katechin, Sigma-Aldrich (Nemecko)
ABTS, Sigma-Aldrich (Nemecko)
Trolox, Sigma-Aldrich (Nemecko)
Kyselina chlór vodíková 35%, Lach-Ner (Česká republika)
Chloroform, Penta (Česká republika)
2,6 – dichloroindofenol, Sigma-Aldrich (Nemecko)
Kyselina L-askorbová, Sigma-Aldrich (SRN)
Hexán, Penta (Česká republika)
Kofeín, Sigma-Aldrich (SNR)
Kofeín, Fichema s.r.o (Česká republika)
Dimetylsulfoxid čistý, Lach-Ner (Česká republika)
Acetonitril pre HPLC, Gradient Grade, Sigma-Aldrich (SRN)
Metanol pre HPLC, Gradient Grade, Sigma-Aldrich (SRN)
Cholesterol- zmes hydroxy-5-cholestenu a cholesten-3B-olu-Serva, Sigma-Aldrich (Nemecko)
Lecitín zo sójových bôbov, Sigma-Aldrich (Nemecko)
Slnečnicový lecitín, Fichema s.r.o (Česká republika)

4.2 Použité prístroje a pomôcky

Analytické váhy, Boeco (Nemecko)
Predvážky, Ohaus (USA)
Automatické pipety v rôznom rozsahu objemu, Discovery (Nemecko)
Centrifuga Boeco U-32R, Hettich Zentrifugen (SRN)
Vortex: Genius 3, IKA Vortex (SRN)
Spektrofotometer, Implen (Nemecko)
Extrakčné zariadenie, Soxtherm (Nemecko)
Rotačná vakuová odparka, Heidolph (Nemecko)
Temperovaná trepačka, Heidolph Inkubator 1000, Labicom (Česká republika)

HPLC/PDA zostava:

- HPLC Thermo Fisher Scientific (USA)
- Termostat, LCO 101, Column Oven, ECOM (Česká republika)
- Detektor PDA, PDA Plus Detector, Finnigan SURVEYOR
- Pumpa, MS PUMP PLUS, Finnigan SURVEYOR, Thermo (USA)
- Vyhodnocovací software Xcalibur
- Kolóna Kinetex C18, 5mm, 4,6x150mm

Držiak predkolóny Phenomenex –KJ0 –4282, ECOM (Česká republika)
 Predkolóna –C18, AJ0 –4287,
 PhenomenexoFiltry pre HPLC, PRE-CUT, ALLtech (UK)
 Ultrazvuk, PS 02000 Ultrasonic Compact Cleaner 1,25 L, PowerSonic (Slovenská republika)
 Ultrazvukový homogénizátor, Bandelin Sonoplus HS3200 –Sonorex Technik (Nemecko)
 Zetasizer Nano ZS, Malvern (UK)
 Odšťavovač
 Bežné laboratórne sklo a pomôcky

4.3 Použitý materiál

V tejto práci boli používané rastlinné prášky, bazový sirup, taurín a kofeín potravinárskej kvality, ovocie, a to hruška, jablko, ananás a pomelo. Rastlinné prášky (Obrázok 12) a bazový sirup boli zakúpené v lokálnom obchode zdravej výživy v Brne Zdraví s chutí a ich presný popis je uvedený v tabuľke 1. Kofeín a taurín potravinárskej kvality boli zakúpené v internetovom obchode Fichema s.r.o..

Tabuľka 1: Názvy a značky rastlinných práškov a sirupu

Názov	Značka
BIO Matcha Tea HARMONY	Matcha Tea
Zelený jačmeň prášok Bio	Les fruit du paradis
Mladá pšenica prášok Bio	Les fruit du paradis
Moringa Bio prášok	NATU
Bazový sirup	Báľkovy bylinkové sirupy



Obrázok 12: Použité rastlinné prášky

4.4 Príprava extraktov

V práci boli práškové materiály podrobené extrakcii ku stanoveniu biologicky aktívnych zlúčenín.

4.4.1 Vodné a etanolové extrakty

Na prípravu vodných a etanolových extraktov bolo do skúmaviek navážených po 1 g vzorky práškov na 10 ml destilovanej vody alebo roztok 20 % etanolu (Tabuľka 3). Extrakcia prebiehala po dobu 24 hodín na temperovanej trepačke pri teplote 37 °C. Extrakty boli zcentrifugované pri 7 500 ot/min a boli odobrané supernatanty pre ďalšie stanovenia.

4.4.2 Automatické extrakcie, Soxtherm

Na prípravu olejov bolo do patrón navážených 10 g práškov moringy, jačmeňa a pšenice a 2 g matcha tea. Patróny boli vložené do extrakčných skúmaviek a zaliate 150 ml hexánu. Extrakcia prebiehala 3,5 hodiny v extrakčnom zariadení Soxtherm (Tabuľka 2, Obrázok 13). Z extraktov bol v sklenených slzičkách odparený prebytočný hexán na vákuovej odparke. Oleje boli v koncentrácii 0,1 g/ml rozpúšťané v etanole a dimetylsulfoxide pre ďalšie stanovenia (Tabuľka 3).



Obrázok 13: Extrakcia olejov na prístroji Soxtherm

Tabuľka 2: Parametre prístroja Soxtherm

Parameter	Hodnota
Maximálna teplota	200 °C
Teplota extrakcie	170 °C
Redukčný pulz	3 s
Redukčný interval	3,5 min
Dĺžka horúcej extrakcie	1,5 hod
Odparovanie A	5 intervalov
Odparovací čas	1 hod
Odparovanie B	2 intervaly
Odparovanie C	10 min
Dĺžka programu	3 hod, 4 min

Tabuľka 3: Parametre a označenia jednotlivých extraktov a ich rozpúšťadiel

Označenie	Rozpúšťadlo	Hmotnostná koncentrácia [g/ml]
E1H ₂ O	destilovaná voda	0,1
E2EtOH	20% etanol	0,1
E3Hex	hexán, etOH	0,1
E4Hex	hexán, DMSO	0,1

4.4.3 Postupné extrakty

Ku zisteniu postupnej extrakcie vybraných bioaktívnych látok boli vybrané tri rôzne rozpúšťadlá a to dve polárne a jedno nepolárne (Tabuľka 4). Na prípravu postupných extraktov bolo do skúmaviek navážených po 0,5 g vzorky práškov na 5 ml destilovanej vody. Extrakcia

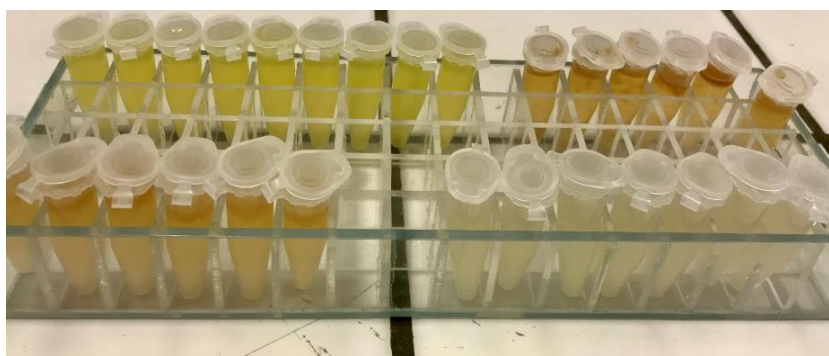
prebiehala po dobu 24 hodín na temperovanej trepačke pri teplote 37 °C. Extrakty boli zcentrifugované pri 7 500 ot/min a boli odobrané supernatanty pre ďalšie stanovenia. K sedimentu z predošlej extrakcie bolo pridaných 5 ml 20% etanolu a prebehla extrakcia po dobu ďalších 24 hodín na temperovanej trepačke pri teplote 37 °C. Extrakty boli zcentrifugované pri 7 500 ot/min a boli odobrané supernatanty pre ďalšie stanovenia. Sediment bol na petriho miskách sušený 24 hodín v sušiarňi pri 65 °C. Vysušené a zvážené sedimenty boli pridané do extrakčných patrón a vložené do extrakčných skúmaviek. Do každej skúmavky bolo pridaných 150 ml hexánu a prebehla extrakcia v extrakčnom prístroji Soxtherm. Z extraktov bol v sklenených slzičkách odparený prebytočný hexán na vákuovej odparke. Oleje boli v koncentrácii 0,1 g/ml rozpúšťané v etanole a dimetylsulfoxide pre ďalšie stanovenia.

Tabuľka 4: Parametre a označenia jednotlivých postupných extraktov a ich rozpúšťadiel

Časové rozmedzie [hod]	Označenie	Rozpúšťadlo	Hmotnostná koncentrácia [g/ml]
0–24	D1H ₂ O	destilovaná voda	0,1
24–48	D2EtOH	20% etanol	0,1
48–72	D3Hex	hexán	0,1

4.4.4 Ovocné extrakty

Čerstvé ovocie bolo jednotlivo odšťavené. Získaná ananásová, pomelová, hrušková a jablková šťava bola prefiltrovaná cez dvojité gázu. Extrakty boli ponechané pre ďalšie stanovenia (Obrázok 14).



Obrázok 14: Ovocné odšťavené šťavy

4.5 Charakterizácia extraktov

Pripravené vodné, etanolové extrakty a získané oleje z rastlinných práškov boli charakterizované na základe celkového obsahu fenolov, flavonoidov a antioxidačnej aktivity. Pripravené ovocné šťavy boli charakterizované na základe obsahu antioxidačnej aktivity a vitamínu C.

4.5.1 Stanovenie celkových fenolických látok

Do skúmaviek bolo napipetovaných po 1 ml desaťkrát zriedeného Follin-Ciocaltautovho činidla, 1 ml destilovanej vody a 50 µl vzorky. Obsahy skúmaviek boli premiešané a ponechané 5 minút stáť pri laboratórnej teplote. Následne bol do skúmaviek pridaný 1 ml nasýteného roztoku Na₂CO₃. Roztoky boli znova premiešané a stáli 15 minút pri laboratórnej teplote. Po tejto dobe bola meraná absorbanca roztoku pri vlnovej dĺžke 750 nm oproti blanku,

v ktorom bola na začiatku namiesto vzorky pridaná destilovaná voda. Každá vzorka bola analyzovaná v troch paralelných stanoveniach.

Pre zostrojenie kalibračnej krivky bol použitý rovnaký postup, kde namiesto vody bola pripravená a pipetovaná kalibračná rada kyseliny gallovej v koncentrácii od 0,1 do 0,7 mg/ml.

4.5.2 Stanovenie celkových flavonoidov

Do skúmaviek bolo napipetovaných 1,5 ml destilovanej vody, 0,5 ml vzorky a 0,2 ml 5% roztoku dusitanu sodného. Obsahy skúmaviek boli premiešané a ponechané 5 minút stáť pri laboratórnej teplote. Následne boli do skúmaviek pridané 0,2 ml 10% chloridu hlinitého. Roztoky boli znova premiešané a stáli 5 minút. Potom bolo do roztokov pridaných po 1,5 ml 5% hydroxidu sodného a 1 ml destilovanej vody a roztoky boli premiešané a ponechané 15 minút stáť pri laboratórnej teplote. Po tejto dobe bola meraná absorbanca roztoku pri vlnovej dĺžke 510 nm oproti blanku, ktorým bola destilovaná voda.

Pre zostrojenie kalibračnej krivky bol použitý rovnaký postup, kde namiesto vody bola pripravená a pipetovaná kalibračná rada katechínu rozpustného v etanole v koncentrácii od 0,05 do 0,3 mg/ml.

4.5.3 Stanovenie antioxidačnej aktivity

Roztok ABTS bol rozpustený v destilovanej vode na koncentráciu 7 mmol/l. Radikálový anión bol získaný reakciou s 2,45 mmol/l peroxodisíranom draselným. Takto pripravený roztok bol ponechaný najmenej 12 hodín v tme. Roztok ABTS^{•+} bol pred meraním zriedený etanolom na hodnotu absorbancie približne 0,700. Meranie bolo robené pri vlnovej dĺžke 734 nm oproti etanolu.

Do epinky bolo vždy napipetovaných po 1 ml roztoku ABTS^{•+} a 10 µl vzorky a roztok bol uchovaný v tme. Po 10 minútach bol zmeraný pokles absorbancie. Ako A₀ bol použitý 1 ml ABTS^{•+} a 10 µl destilovanej vody. Každá vzorka bola analyzovaná v troch paralelných stanoveniach.

Pre zostrojenie kalibračnej krivky bol použitý rovnaký postup, kde namiesto vzorky bola pripravená a pipetovaná kalibračná rada troloxu v koncentrácii od 40 do 400 µg/ml.

4.6 Fotometrické stanovenie lipofilných farbív

4.6.1 Stanovenie chlorofylu

Navážky rastlinných práškov boli rozotrené s pieskom, štipkou uhličitanu vápenatého a niekoľkými mililitrami acetónu. Zmes bola prefiltrovaná cez filter do odmernej banky, ktorá bola následne doplnená acetónom po značku. Následne bola zmeraná absorbanca pri 645 nm a 663 nm oproti acetónu. Koncentrácie chlorofylu a (c_a), chlorofylu b (c_b) a celková koncentrácia oboch farbív (c_a+ c_b) boli vypočítané podľa nasledujúcich vzťahov:

$$c_a = 12,70 \cdot A_{663} - 2,69 \cdot A_{645} \text{ [mg/ml]} \quad (1)$$

$$c_b = 22,90 \cdot A_{645} - 4,68 \cdot A_{663} \text{ [mg/ml]} \quad (2)$$

$$c_a + c_b = 8,02 \cdot A_{663} + 20,20 \cdot A_{645} \text{ [mg/ml]} \quad (3)$$

4.6.2 Stanovenie karotenoidov

Vzorky pripravené pomocou postupu podľa kapitoly 4.6.1 boli tiež premerané na obsah karotenoidov, a to pri absorpčnom maxime β-karoténu o vlnovej dĺžke 450 nm. Koncentrácia

obsahu karotenoidov v reálnych vzorkách bola teda vypočítaná pomocou regresnej rovnice pripravenej kalibračnej rady štandardu β -karoténu.

Navážka štandardu β -karoténu bola kvantitatívne prevedená do odmernej banky, ktorá bola následne doplnená acetónom po značku. Kalibračná rada roztokov v koncentráciách od 0,5 do 10 $\mu\text{g/ml}$ bola pripravená postupným riedením zásobného roztoku štandardu β -karoténu. Kalibračná krivka bola vypočítaná zo závislosti koncentrácie pri vlnovej dĺžke 450 nm.

4.7 Stanovenie vitamínu C

4 ml vzorky boli pipetované do malého objemu 2% HCl v 100 ml odmernej banke. Banka bola doplnená 2% HCl po značku. Do troch titračných baniek bolo pipetovaných po 25 ml takto pripraveneho roztoku. Roztoky boli titrované odmerným roztokom 2,6-dichloroindofenolom s koncentráciou 0,000 5 mol/dm³ do bledo ružového sfarbenia stáleho minimálne 15 sekúnd.

4.7.1 Štandardizácia odmerného roztoku 2,6-dichloroindofenolu

V malom množstve 2% HCl bolo v 10 ml odmernej banke rozpustených 10 mg kyseliny L-askorbovej. Odmerná banka bola doplnená 2% HCl po značku a premiešaná. Do troch titračných baniek bolo pipetovaných po 10 ml 2% HCl a po 1 ml štandardu. Roztoky boli titrované odmerným roztokom 2,6-dichloroindofenolom s koncentráciou 0,000 5 mol/dm³ do bledo ružového sfarbenia stáleho minimálne 15 sekúnd.

4.8 Stanovenie kofeínu metódou HPLC s PDA detekciou

4.8.1 Príprava vzoriek

Supernatanty vodných extraktov boli zriedené a prefiltrované cez nylónový filter veľkosti 0,45 μm do vialiek. Meranie prebiehalo v triplikátoch rovnakým postupom uvedeným pri kalibračnej krivke.

4.8.2 Kalibračná krivka

Pre prípravu kalibračnej rady v rozsahu koncentrácie 0,000 1–1 mg/ml bol použitý štandard kofeínu. Vzorka štandardu bola aplikovaná na kolónu pomocou dávkovacej šmyčky s objemom 20 μl . Delenie zmesi prebiehalo na kolóne Kinetex 5u C 18 s reverznou fázou pri 30 °C. Bola použitá izokratická elúcia pri prietoku 0,6 ml/min mobilnej fáze, doba analýzy bola 10 minút. Mobilnou fázou bola zmes metanolu a vody v pomere 60:40. Vzorka bola detekovaná na PDA detektore pri vlnovej dĺžke 270 nm. Z chromatogramu s rôznymi koncentraciami štandardu boli zistené plochy píkov a bola zostavená externá kalibračná krivka pre kvantitatívne stanovenie koncentrácie štandardu.

4.9 Príprava lipozómov

Boli pripravené roztoky štandardu kofeínu, kyseliny askorbovej a taurínu o koncentracii 1 mg/ml. Enkapsulácia bola robená do dvoch typov lipozómov líšiacich sa v pôvodnom lecitíne a to sójovom-svetložltej farby a slnečnicovom-svetlohnedej farby (Obrázok 15). 10 mg cholesterolu a 90 mg sójového alebo slnečnicového lecitínu bolo pridaných do 10 ml pripraveneho roztoku určeného k enkapsulácii. Lipozómy boli pripravené sonifikáciou tyčovým ultrazvukom s účinnosťou 50% v prerušovaných intervaloch po dobu jednej minúty. Súčasne prebiehalo chladenie kadičky vo vodnom kúpeli. V tabuľke 5 sú spísané všetky pripravené lipozómy.



Obrázok 15: Pripravené lipozómy

Tabuľka 5: Označenia lipozómov

Značka	Enkapsulovaná látka	Druh lecitínu
L1	/	sójový
L2	/	slnečnicový
K1	kofeín	sójový
K2	kofeín	slnečnicový
T1	taurín	sójový
T2	taurín	slnečnicový
V1	vitamín C	sójový
V2	vitamín C	slnečnicový

4.10 Charakterizácia lipozómov

4.10.1 Stanovenie enkapsulačnej účinnosti

Po enkapsulácii boli vzorky 5 minút centrifugované pri 6 000 ot/min a následne bol supernatant jednu hodinu centrifugovaný pri 14 500 ot/min. V získanom supernatante a v roztoku pred enkapsuláciou bol stanovený celkový obsah aktívnej látky. Enkapsulačná účinnosť (EU) bola vypočítaná z rozdielu nameraných koncentrácií aktívnej látky v roztoku pred a po enkapsulácii. Pre porovnanie boli pripravené prázdne častice ako blank. EU kofeínu bola stanovovaná pomocou HPLC, vitamínu C titračne a taurínu použitím alkoholového 0,5% roztoku ninhydrínu. Roztok ninhydrínu bol zmiešaný s vodným roztokom vzorky taurínu v pomere 1:1, následne bola zmes 5 minút inkubovaná na vriacom vodnom kúpeli a po ochladení bola zmeraná absorbancia pri 570 nm.

4.10.2 Stanovenie dlhodobej stability lipozómov

Pripravené lipozómy zo sójového lecitínu boli skladované a v rámci jedného mesiaca bolo pozorované uvoľňovanie aktívnych zložiek, kofeínu a vitamínu C z lipozómov do vodného prostredia. Aktívne zložky boli v časových intervaloch opätovne stanovené a to podľa postupu uvedeného v kapitole 4.10.1.

4.10.3 Stanovenie veľkosti a stability častíc

Roztoky s lipozómami boli 5 minút odstredované pri 6 000 ot/min. Bol zliaty supernatant, ktorý bol znova jednu hodinu centrifugovaný pri 14 500 ot/min. Supernatant bol odliaty a usadené lipozómy boli rozsuspendované v destilovanej vode, stokrát zriedené a v takto pripravených roztokoch bola zmeraná veľkosť a stabilita častíc. Veľkosť častíc bola stanovená pomocou DLS použitím prístroja Zeta sizer. Roztoky boli prevedené do kyvety a následne bola zmeraná distribúcia veľkosti, priemerná veľkosť a polydisperzita častíc. Stabilita častíc bola stanovená z hodnôt zeta potenciálu. Všeobecne sa ako stabilné častice považujú častice s hodnotou zeta potenciálu mimo rozmedzie –30 a 30 mV.

4.11 Príprava energetických nápojov

Pre prípravu energetických nápojov boli vybrané dva rastlinné prášky na základe obsahu bioaktívnych zlúčenín. Ovocné šťavy boli v nápojoch kombinované na základe obsahu antioxidantov, vitamínu C a výslednej chute. Celkovo boli pripravené 4 nápoje, ktorých základné zloženie bolo: voda, ovocná šťava, rastlinný prášok, bazový sirup a cukor. Čisté formy kofeínu a taurínu boli pre senzorickú analýzu vynechané. Dva nápoje obsahovali matcha tea a dva moringu (Tabuľka 6). Prvý nápoj bol zostavený na základe návrhu energetického nápoja v kapitole 5.7. Tento nápoj bol navrhnutý podľa predlohy a zároveň je poskladaný zo zložiek s najvyšším obsahom bioaktívnych látok a to presne z matcha tea, hruškovej a ananásovej ovocnej šťavy.

Tabuľka 6: Zloženie nápojov pre senzorickú analýzu

Kód vzorky	Zloženie energetického nápoja
R1	Matcha tea 0,1%, hrušková šťava 2,6%, ananásová šťava 1,1%, voda 84,5%, bazový sirup 1,7%, cukor 10%
S2	Matcha tea 0,5%, hrušková šťava 10%, jablková šťava 10% , pomelová šťava 10%, ananásová šťava 10%, voda 50%, bazový sirup 4%, cukor 5,5%
Q3	Moringa 0,5%, hrušková šťava 10%, jablková šťava 10% , pomelová šťava 10%, ananásová šťava 10%, voda 50%, bazový sirup 4%, cukor 5,5%
U4	Moringa 1%, pomelová šťava 20%. ananásová šťava 15%, voda 50%, bazový sirup 9%, cukor 5%

4.12 Senzorická analýza

Respondenti hodnotili 4 vzorky energetických nápojov v dotazníku zameranom na chuť, konzistenciu, vôňu a vizuálnu stránku energetického nápoja. V prílohách (Kapitola 10.3) je priložený dotazník.

5 VÝSLEDKY A DISKUSIA

Praktická časť bakalárskej práce bola zameraná na vývoj nového energetického nápoja, prípravu a charakterizáciu extraktov z vybraných rastlinných materiálov, stanovovanie látok vo vybranom čerstvom ovocí a enkapsuláciu aktívnych látok a to kofeínu, vitamínu C a taurínu. Na základe analýz boli potom zostavené reálne nápoje, ktoré boli na záver podrobené senzorickej analýze.

5.1 Charakterizácia extraktov

Vodné, etanolové a hexánové extrakty z rastlín moringa, zelený jačmeň, mladá pšenica a matcha tea boli pripravené podľa postupov v kapitole 4.4. V 24 hodinových a postupných 48 a 72 hodinových extraktoch boli stanovované fenolické látky, flavonoidy a antioxidačná aktivita podľa postupov v kapitole 4.5.

5.1.1 Výťažnosť extrakcie pomocou Soxtherma

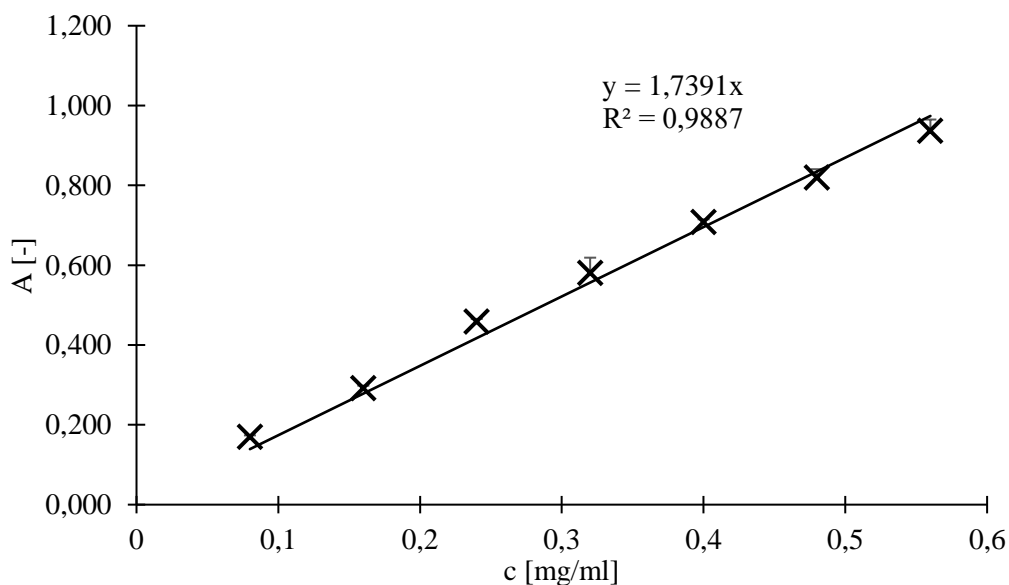
Oleje boli extrahované pomocou prístroja Soxtherm podľa postupu v kapitole 4.4.2. Výťažnosť extrakcie je znázornená v tabuľke 7.

Tabuľka 7: Percentuálna výťažnosť automatickej extrakcie

Extrakt	Matcha tea	Zelený jačmeň	Moringa	Mladá pšenica
%	4,98	20,95	7,38	10,13

5.1.2 Stanovenie celkového obsahu fenolických látok

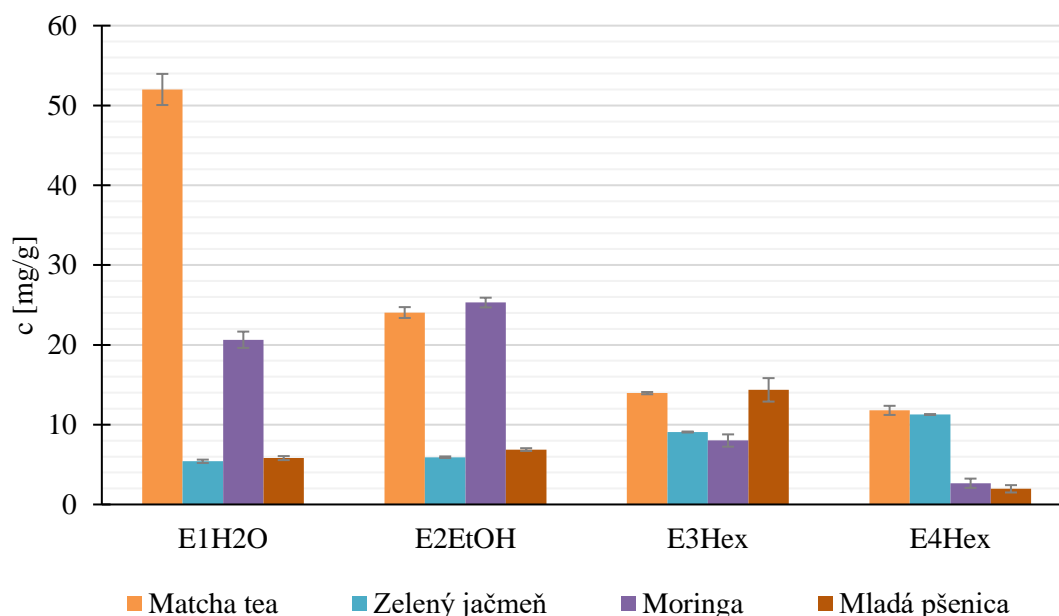
Celkový obsah fenolických látok bol v extraktoch stanovovaný spektrofotometricky. Kyselina gallová bola použitá ako štandard. Postup je popísaný v kapitole 4.5.1. Koncentrácia jednotlivých extraktov bola vypočítaná pomocou rovnice lineárnej regresie z grafu kalibračnej krivky kyseliny gallovej (Obrázok 16) a prepočítaná na miligramy fenolických látok na gram materiálu, v prípade vodných a etanolových extraktov bol výpočet prepočítaný na gram suchého podielu a v prípade extrakcie hexánom je výsledok uvedený na gram oleja. Vypočítané koncentrácie sú uvedené v tabuľke 8. Pri každom extrakte je výsledkom priemerná hodnota z troch paralelných meraní a smerodajná odchýlka (Tabuľka 3).



Obrázok 16: Kalibračná krivka kyseliny gallovej

Tabuľka 8: Výsledné koncentrácie fenolických látok jednotlivých extraktov

Extrakt	Matcha tea	Zelený jačmeň	Moringa	Mladá pšenica
	c [mg/g]	c [mg/g]	c [mg/g]	c [mg/g]
E1H ₂ O	52,00 ± 1,95	5,41 ± 0,21	20,64 ± 1,02	5,81 ± 0,25
E2EtOH	24,05 ± 0,68	5,92 ± 0,10	25,30 ± 0,61	6,88 ± 0,17
E3Hex	13,95 ± 0,14	9,08 ± 0,06	8,01 ± 0,77	14,36 ± 1,47
E4Hex	11,79 ± 0,57	11,27 ± 0,00	2,66 ± 0,58	1,96 ± 0,46

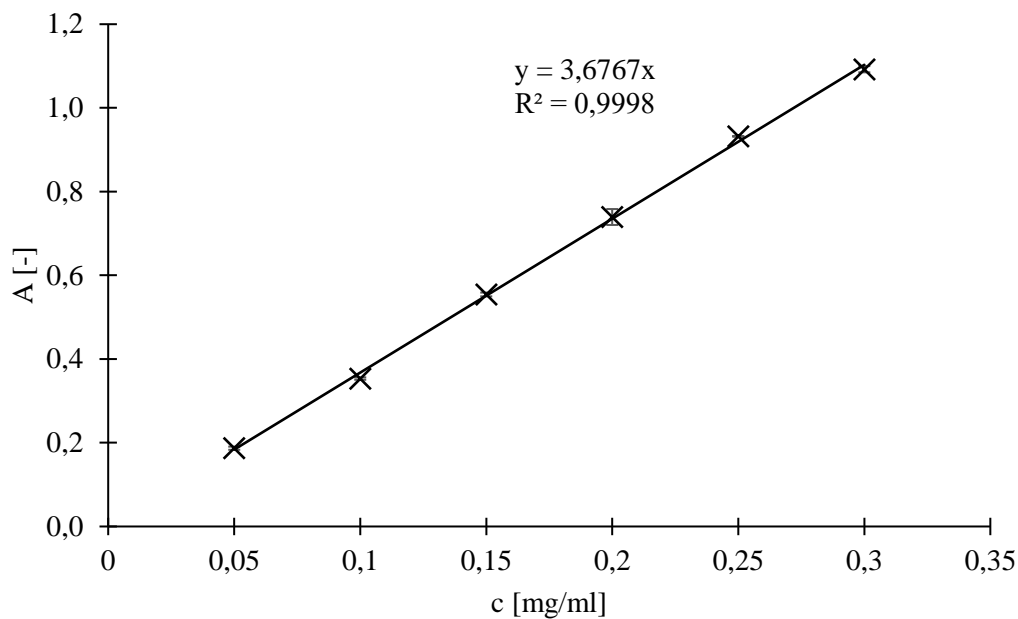


Obrázok 17: Porovnanie obsahu fenolických látok v extraktoch z čerstvého materiálu

Graf zobrazuje porovnanie extraktov, ktoré boli pripravované z čerstvých materiálov (Obrázok 17). Z grafu je vidieť, že najvyššia koncentrácia fenolických látok bola stanovená pri 24 hodinovom vodnom extrakte matcha tea a to $52,00 \pm 1,95$ mg/g. Vodné a etanolové extrakty matcha tea, moringa a mladej pšenice vykazovali vyššie hodnoty fenolických látok ako oleje získané pomocou hexánovej extrakcie prístroja Soxtherm, v ktorých naopak oleje zo zeleného jačmeňa dosahovali vyššie hodnoty. Extrahovanie väčšieho obsahu fenolických látok môže priamo súvisieť s polaritou. Fenolické látky sú hydrofilnej povahy a v tomto experimentálnom kroku sa potvrdilo, že sa budú lepšie uvoľňovať v hydrofilných rozpúšťadlách ako je voda či etanol v porovnaní s lipofilným rozpúšťadlom hexánom [44].

5.1.3 Stanovenie celkových flavonoidov

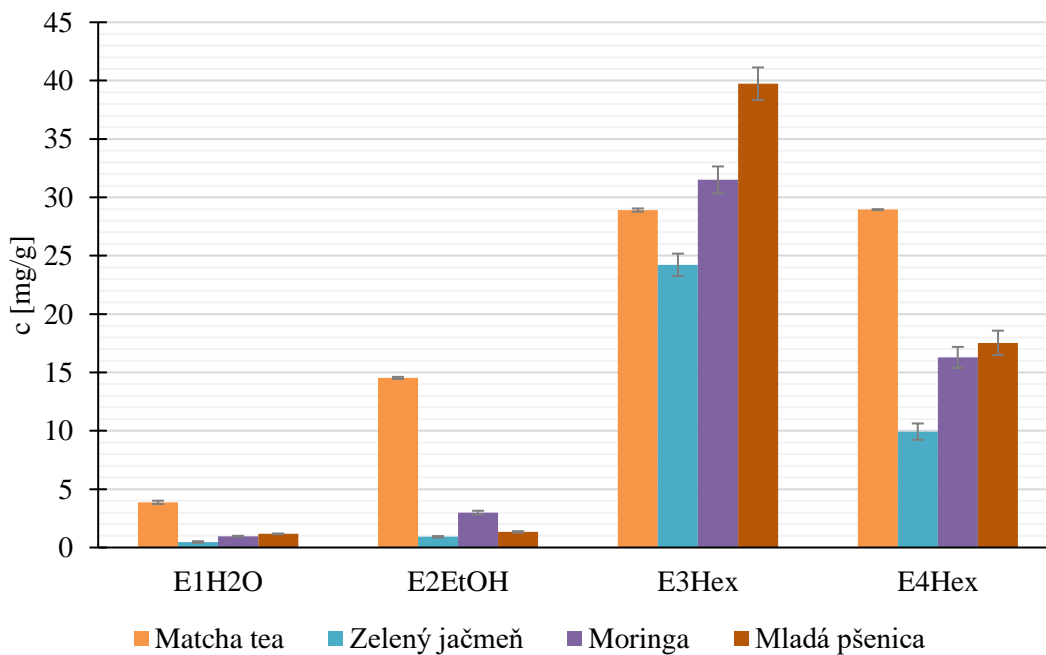
Celkové flavonoidy boli v extraktoch stanovované spektrofotometricky. Katechín bol použitý ako štandard. Postup je popísaný v kapitole 4.5.2. Obsah celkových flavonoidov v jednotlivých extraktoch bol vypočítaný pomocou rovnice lineárnej regresie z grafu kalibračnej krivky katechínu (Obrázok 18). Nakoniec bola koncentrácia prepočítaná na miligramy flavonoidov na gram materiálu, v prípade vodných a etanolových extraktov bol výpočet prepočítaný na gram suchého podielu a v prípade extrakcie hexánom je výsledok uvedený na gram oleja. Vypočítané koncentrácie sú uvedené v tabuľke 9. Pri každom extrakte je výsledkom priemerná hodnota z troch paralelných meraní a smerodajná odchýlka (Tabuľka 3).



Obrázok 18: Kalibračná krivka katechínu

Tabuľka 9: Výsledné koncentrácie flavonoidov jednotlivých extraktov

Extrakt	Matcha tea	Zelený jačmeň	Moringa	Mladá pšenica
	c [mg/g]	c [mg/g]	c [mg/g]	c [mg/g]
E1H ₂ O	3,87 ± 0,14	0,47 ± 0,07	0,97 ± 0,03	1,17 ± 0,03
E2EtOH	14,53 ± 0,09	0,92 ± 0,06	2,99 ± 0,16	1,34 ± 0,06
E3Hex	28,91 ± 0,14	24,22 ± 0,96	31,50 ± 1,15	39,74 ± 1,39
E4Hex	28,95 ± 0,04	9,93 ± 0,70	16,29 ± 0,90	17,53 ± 1,05

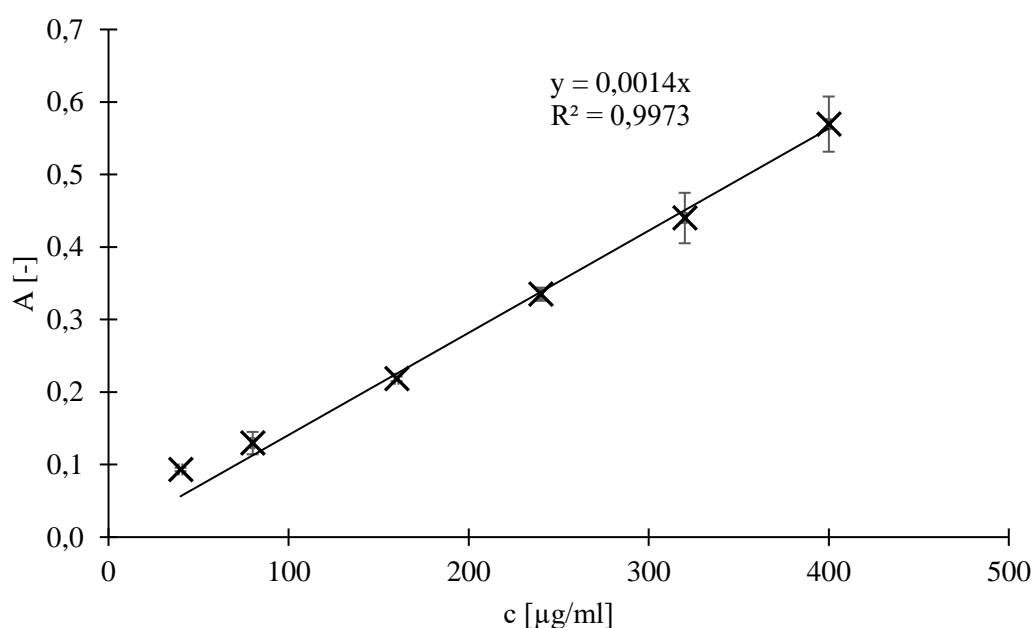


Obrázok 19: Porovnanie obsahu flavonoidov v extraktoch z čerstvého materiálu

Graf (Obrázok 19) zobrazuje porovnanie extraktov, ktoré boli pripravované z čerstvých materiálov. Z grafu je vidieť, že v olejových extraktoch boli stanovené vyššie koncentrácie flavonoidov ako vo vodných a etanolových extraktoch. Najväčší obsah flavonoidov bol stanovený v oleji z mladej pšenice rozpúšťanom v etanole $39,74 \pm 1,39$ mg/g. Najnižšie koncentrácie flavonoidov boli stanovované v extraktoch zo zeleného jačmeňa.

5.1.4 Stanovenie antioxidačnej aktivity

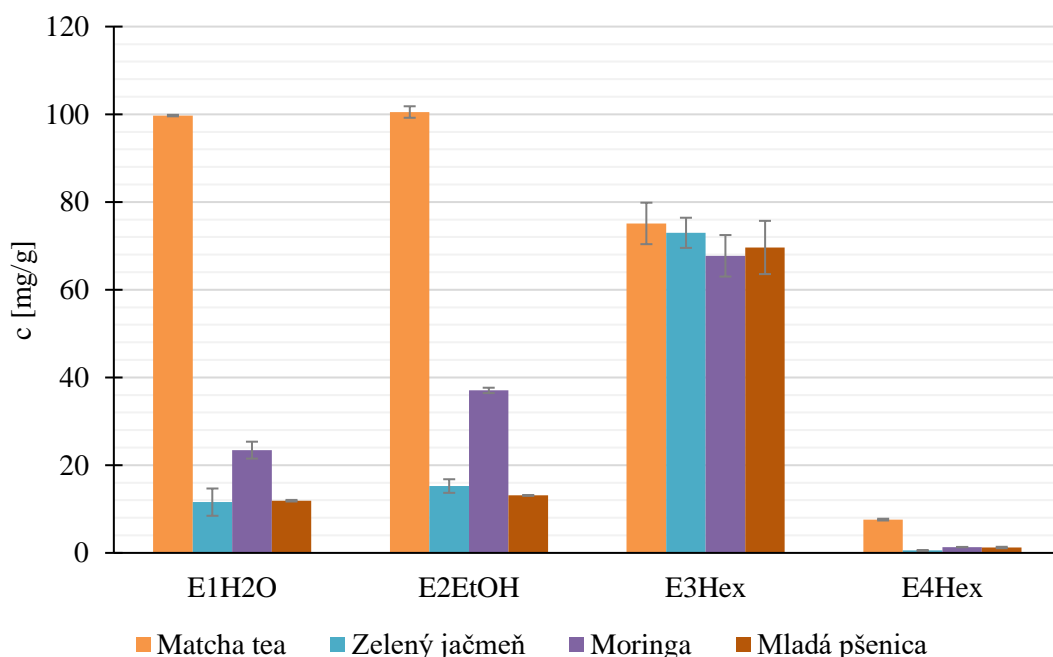
Celková antioxidačná aktivita látok v extraktoch bola stanovená spektrofotometricky. Roztok troloxu bol použitý ako štandard. Postup je popísaný v kapitole 4.5.3. Antioxidačná aktivita bola vypočítaná pomocou rovnice lineárnej regresie z grafu kalibračnej krivky roztoku troloxu (Obrázok 20). Nakoniec bola koncentrácia prepočítaná na miligramy antioxidantov na gram materiálu. Vypočítané koncentrácie sú uvedené v tabuľke 10. Pri každom extrakte je výsledkom priemerná hodnota z troch paralelných meraní a smerodajná odchýlka (Tabuľka 3).



Obrázok 20: Kalibračná krivka roztoku troloxu

Tabuľka 10: Výsledné koncentrácie antioxidantov jednotlivých extraktov

Extrakt	Matcha tea	Zelený jačmeň	Moringa	Mladá pšenica
	c [mg/g]	c [mg/g]	c [mg/g]	c [mg/g]
E1H ₂ O	$99,71 \pm 0,17$	$11,57 \pm 3,11$	$23,43 \pm 1,93$	$11,90 \pm 0,18$
E2EtOH	$100,52 \pm 1,31$	$15,24 \pm 1,55$	$37,05 \pm 0,61$	$13,10 \pm 0,08$
E3Hex	$75,12 \pm 4,73$	$72,98 \pm 3,44$	$67,74 \pm 4,73$	$69,64 \pm 6,07$
E4Hex	$7,59 \pm 0,20$	$0,55 \pm 0,03$	$1,32 \pm 0,04$	$1,23 \pm 0,16$



Obrázok 21: Porovnanie obsahu antioxidantov v extraktoch z čerstvého materiálu

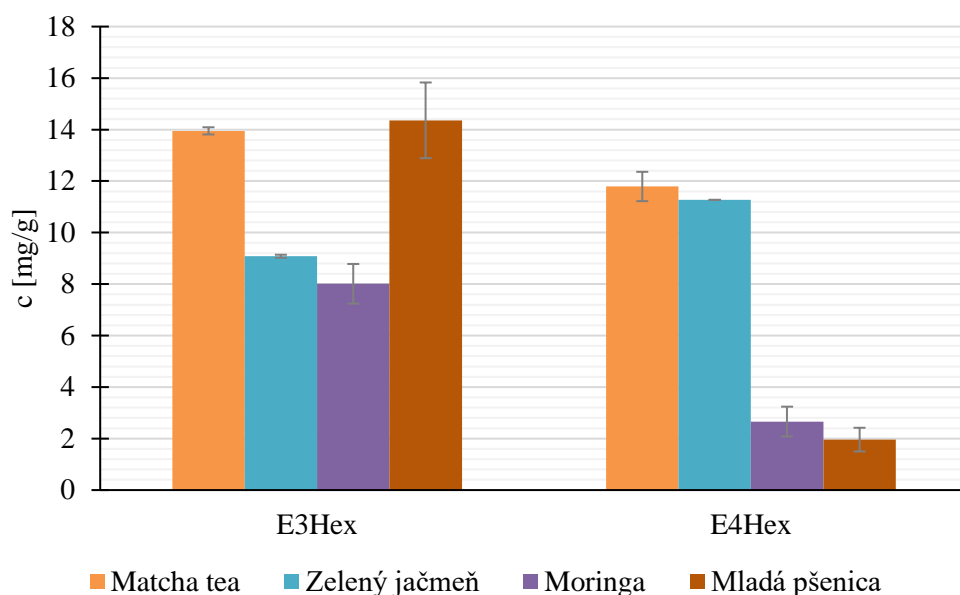
Graf (Obrázok 21) zobrazuje porovnanie extraktov, ktoré boli pripravované z čerstvých materiálov. Z grafu je vidieť, že všetky extrakty z matcha tea obsahovali v každej sérii najvyššie koncentrácie antioxidantov. Najväčší obsah antioxidantov bol stanovený v etanolovom matcha tea extrakte $100,52 \pm 1,31$ mg/g. Olejové extrakty rozpúšťané v etanole obsahovali najviac antioxidantov v porovnaní s extraktami vodnými, etanolovými a olejmi rozpúšťanými v DMSO s výnimkou matcha tea. Najnižšie koncentrácie antioxidantov boli stanovené u olejov rozpúšťaných v dimetylsulfoxide.

5.1.5 Porovnanie účinnosti extrakcie polárnymi rozpúšťadlami zo získaných olejov

Vzorky rastlinných práškov boli podrobené automatickej extrakcii hexánom pomocou prístroja Soxtherm podľa postupu v kapitole 4.4.2. K charakterizácii výsledného materiálu, oleja, bolo potrebné získané množstvo rozpustiť v polárnom rozpúšťadle a následne prebehla spektrofotometrická analýza celkového obsahu fenolických látok podľa postupu v kapitole 4.5.1, flavonoidov podľa postupu v kapitole 4.5.2 a antioxidačnej aktivity podľa postupu v kapitole 4.5.3. Pri každej vzorke je výsledkom priemerná hodnota z troch paralelných meraní a smerodajná odchýlka (Tabuľka 11 a 12).

Tabuľka 11: Výsledné koncentrácie olejov jednotlivých extraktov

Extrakt	Matcha tea	Zelený jačmeň	Moringa	Mladá pšenica
	c [mg/g]	c [mg/g]	c [mg/g]	c [mg/g]
E3Hex	$13,95 \pm 0,14$	$9,08 \pm 0,06$	$8,01 \pm 0,77$	$14,36 \pm 1,47$
E4Hex	$11,79 \pm 0,57$	$11,27 \pm 0,00$	$2,66 \pm 0,58$	$1,96 \pm 0,46$

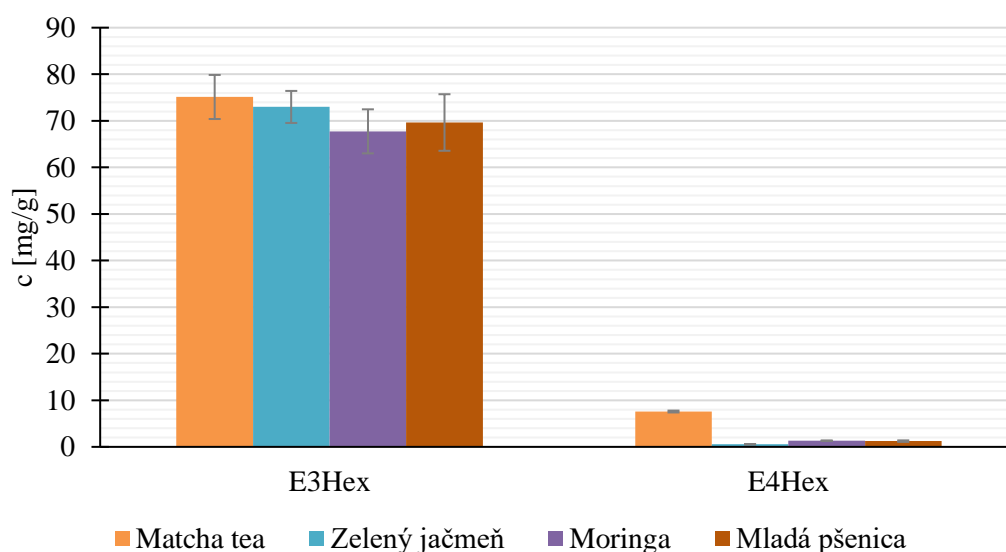


Obrázok 22: Porovnanie obsahu fenolických látok v olejoch pri zvolení rôzneho rozpúšťadla

Graf zobrazuje porovnanie olejov rozpúšťaných v etanole (E3Hex) a dimetylsulfoxide (E4Hex) (Obrázok 22). Vyššie koncentrácie fenolických látok boli namerané po rozpúšťaní oleja v etanole, jedine pri oleji zo zeleného jačmeňa dochádzalo k lepšej rozpustnosti v dimetylsulfoxide. Najvyššia koncentrácia fenolických látok bola nameraná v mladej pšenici $14,36 \pm 1,47$ mg/g v oleji, ktorý bol rozpúšťaný v etanole a najnižšia rovnako v mladej pšenici $1,96 \pm 0,46$ mg/g, avšak v oleji rozpúšťanom v dimetylsulfoxide.

Tabuľka 12: Výsledné koncentrácie olejov jednotlivých extraktov

Extrakt	Matcha tea	Zelený jačmeň	Moringa	Mladá pšenica
	c [mg/g]	c [mg/g]	c [mg/g]	c [mg/g]
E3Hex	$75,12 \pm 4,73$	$72,98 \pm 3,44$	$67,74 \pm 4,73$	$69,64 \pm 6,07$
E4Hex	$7,59 \pm 0,20$	$0,55 \pm 0,03$	$1,32 \pm 0,04$	$1,23 \pm 0,16$



Obrázok 23: Porovnanie obsahu antioxidantov v olejoch pri zvolení rôzneho rozpúšťadla

Graf zobrazuje porovnanie olejových extraktov rozpúšťaných v etanole (E3Hex) a dimetylsulfoxide (E4Hex) (Obrázok 23). Najvyššie obsahy antioxidantov boli stanovené v matcha tea pri oboch rozpúšťadlách. Moringa obsahovala najmenšie koncentrácie antioxidantov $67,74 \pm 4,73$ mg/g z extraktov rozpúšťaných v etanole a zelený jačmeň $0,55 \pm 0,03$ mg/g v extraktoch rozpúšťaných v dimetylsulfoxide.

5.1.5.1 Zhrnutie

Vyššie koncentrácie fenolických látok a antioxidantov boli stanovené v olejoch rozpúšťaných v etanole, na základe čoho je možné usúdiť, že etanol je vhodnejším polárnym rozpúšťadlom pre oleje z rastlín, vybraných v tejto práci.

5.1.6 Postupné extrakty

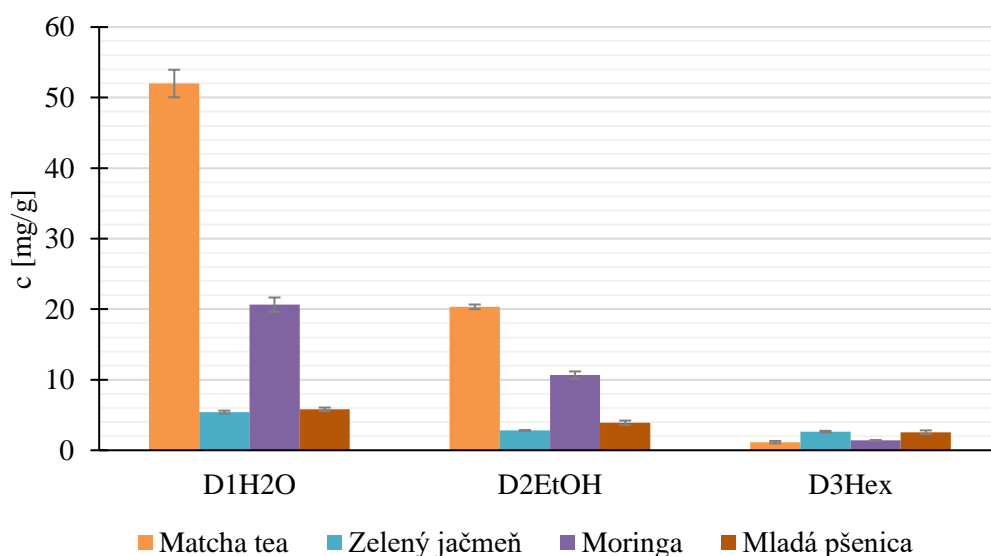
V tomto experimentálnom kroku sa vybrané bioaktívne látky, polyfenoly, flavonoidy a antioxidanty uvoľňovali postupne počas lúhovania v 24 hodinových intervaloch vo vode, etanole a nakoniec bola vykonaná automatická extrakcia hexánom pomocou prístroja Soxtherm podľa postupu v kapitole 4.4.3. Po každej extrakcii boli v supernatantoch stanovované bioaktívne látky spektrofotometricky podľa postupov popísaných v kapitole 4.5.

5.1.6.1 Obsah fenolických látok

Celkový obsah fenolických látok bol skúmaný nielen z hľadiska extrakcie priamo z čerstvého materiálu, ale tiež z hľadiska zastúpenia fenolických látok postupne extrahovaných pomocou vody, etanolu a nakoniec hexánom za automatickej extrakcie pomocou prístroja Soxtherm.

Tabuľka 13: Výsledné koncentrácie fenolických látok v postupných extraktoch

Extrakt	Matcha tea	Zelený jačmeň	Moringa	Mladá pšenica
	c [mg/g]	c [mg/g]	c [mg/g]	c [mg/g]
D1H ₂ O	$52,00 \pm 1,95$	$5,41 \pm 0,21$	$20,64 \pm 1,02$	$5,81 \pm 0,25$
D2EtOH	$20,34 \pm 0,33$	$2,80 \pm 0,05$	$10,66 \pm 0,52$	$3,89 \pm 0,32$
D3Hex	$1,15 \pm 0,17$	$2,64 \pm 0,12$	$1,39 \pm 0,05$	$2,56 \pm 0,26$



Obrázok 24: Porovnanie obsahu fenolických látok v postupných extraktoch

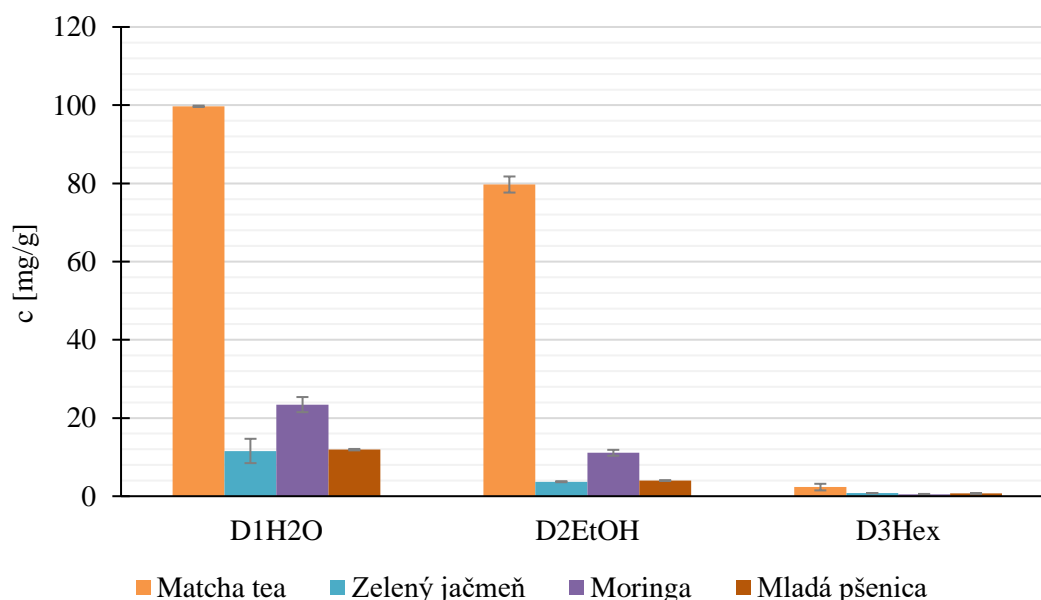
Z grafu (Obrázok 24) je možné pozorovať, že koncentrácie fenolických látok v roztoku vždy klesla po predchádzajúcej extrakcii. Postupný pokles koncentrácie fenolických látok je možné diskutovať na základe polariry a predpokladu ich lepšieho vyextrahovania v hydrofilnom rozpúšťadle. Fenolické látky sa najskôr uvoľnili do polárneho rozpúšťadla teda vody v najväčších koncentráciách. V nasledujúcej extrakcii materiálu do etanolu došlo k opakovanému uvoľneniu fenolických látok. V tretej extrakcii rovnakého materiálu v lipofilnom rozpúšťadle došlo k najnižšiemu uvoľneniu látok, čo je možné odôvodniť lipofilnou povahou hexánu ako rozpúšťadla a zároveň vplyvom predchádzajúcich extrakcii, kedy došlo k výraznému uvoľneniu fenolických látok z materiálu. Najvyšší pokles koncentrácie fenolických látok bol zaznamenaný pri matcha tea, čo sa dá odôvodniť tým, že matcha tea obsahoval najviac fenolických látok, a z hľadiska polariry sa najlepšie uvoľnili látky vo vode ako polárnom rozpúšťadle a najmenej sa ich uvoľnilo v rozpúšťadle nepolárnom teda hexáne.

5.1.6.2 Antioxidanty

V získaných extraktoch a olejoch získaných postupnou extrakciou podľa postupov uvedených v kapitole 4.4 bola stanovená tiež antioxidačná aktivita podľa postupu v kapitole 4.5.3.

Tabuľka 14: Výsledné koncentrácie postupných extraktov

Extrakt	Matcha tea	Zelený jačmeň	Moringa	Mladá pšenica
	c [mg/g]	c [mg/g]	c [mg/g]	c [mg/g]
D1H ₂ O	99,71 ± 0,17	11,57 ± 3,11	23,43 ± 1,93	11,90 ± 0,18
D2EtOH	79,71 ± 2,06	3,71 ± 0,13	11,10 ± 0,76	4,00 ± 0,04
D3Hex	2,33 ± 0,84	0,79 ± 0,01	0,48 ± 0,10	0,70 ± 0,03

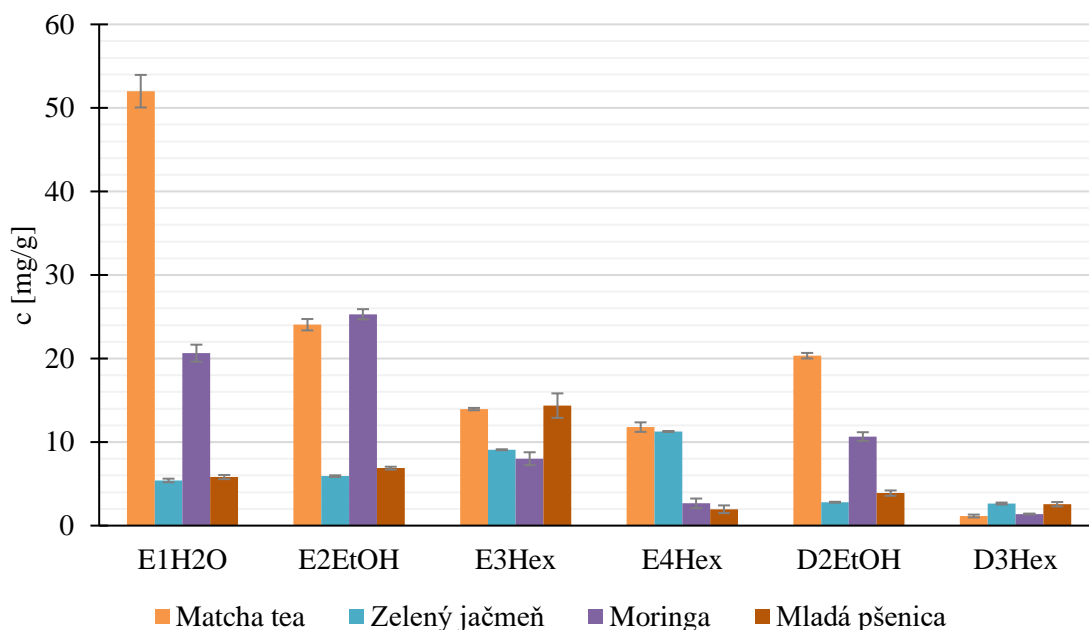


Obrázok 25: Porovnanie obsahu antioxidantov v postupných extraktoch

Z grafu (Obrázok 25) je možné pozorovať obdobný trend ako tomu bolo pri fenolických látkach, a to že koncentrácie antioxidantov v roztoku vždy klesla po predchádzajúcej extrakcii, čo je spôsobené postupným uvoľňovaním látok do extrakčných činidiel a interakciou polárnymi skupinami. Najvyšší pokles bol zaznamenaný pri matcha tea.

5.1.7 Zhrnutie

V charakterizácii vodných extraktov, etanolových extraktov a olejov boli spektrofotometricky stanovované bioaktívne látky a to fenolické látky, flavonoidy a antioxidanty. Jednotlivé extrakty boli porovnávané a diskutované v predošlých odstavcoch a boli rozdelené na základe extraktov z čerstvého materiálu, postupnej extrakcie a olejov rozpúšťaných v dvoch rôznych rozpúšťadlách. Príklad porovnania všetkých extraktov jednej skupiny bioaktívnych látok a to fenolických látok názorne zobrazuje nasledujúci graf (Obrázok 26).



Obrázok 26: Porovnanie obsahu fenolických látok v extraktoch

Graf (Obrázok 26) zhrňa koncentrácie fenolických látok všetkých výluhov jednotlivých materiálov. Z grafu sa dá vyčítať, že vodný výluh matcha tea vykazoval z pomedzi ostatných najvyššiu koncentráciu $52,00 \pm 1,95$ mg/g. Rovnaký olejový postupný extrakt (D3Hex) vykazoval zároveň najnižšiu koncentráciu 1,15 mg/g. Postupné extrakty etanolový (D2EtOH) a hexánový (D3Hex) obsahovali menšie koncentrácie fenolických látok ako extrakty etanolové a hexánové z čerstvých materiálov. Na základe získaných výsledkov je možné tvrdiť, že v extraktoch z čerstvého materiálu a to vodný (E1H2O), etanolový (E2EtOH), olej rozpúšťaný v etanole (E3Hex) a olej rozpúšťaný v DMSO (E4Hex) došlo k lepšiemu uvoľneniu fenolických látok ako v extraktoch postupných a teda je lepšie stanovovať fenolické látky v extrakte z čerstvého materiálu. Fenolické látky sa extrahujú v prípade 24 hodinových extraktov z čerstvého materiálu priamo do etanolu, vody alebo hexánu. V prípade postupných 24, 48 a 72 hodinových extraktoch dochádza k extrakcii postupne do vody, etanolu a nakoniec hexánu, teda dochádza k extrakcii do etanolu a hexánu rozdielnym spôsobom a látky sa uvoľňujú naraz alebo postupne, čo môže spôsobiť skreslenie výsledkov a následných porovnávaní z hľadiska lepšej extrakcie. Ďalším faktorom ovplyvňujúcim uvoľňovanie fenolických látok do rozpúšťadiel je ich stabilita. Fenolické látky sú nestabilné a v priebehu merania mohli dochádzať k ich degradácii [45]. V prípade dokázania rozdielného extrahovania látok vzhľadom k rozdielnemu postupu by sa museli látky premerať na HPLC, čo je k zváženiu ako krok v budúcnosti.

5.2 Stanovenie vitamínu C

Obsah vitamínu C bol titračne stanovený v ovocných šťavách pripravených odšťavením čerstvého ovocia a bylinnom sirupe podľa postupu uvedenom v kapitole 4.6. Pri každej vzorke je výsledkom priemerná hodnota z troch paralelných meraní a smerodajná odchýlka.

Tabuľka 15: Namerané hodnoty obsahu vitamínu C v ovocných extraktoch a sirupe

Extrakt	Ananás	Hruška	Pomelo	Jablko	Sirup
c [$\mu\text{g/ml}$]	$139,82 \pm 0,05$	$7,60 \pm 0,02$	$76,75 \pm 0,02$	$4,56 \pm 0,00$	$3,80 \pm 0,02$

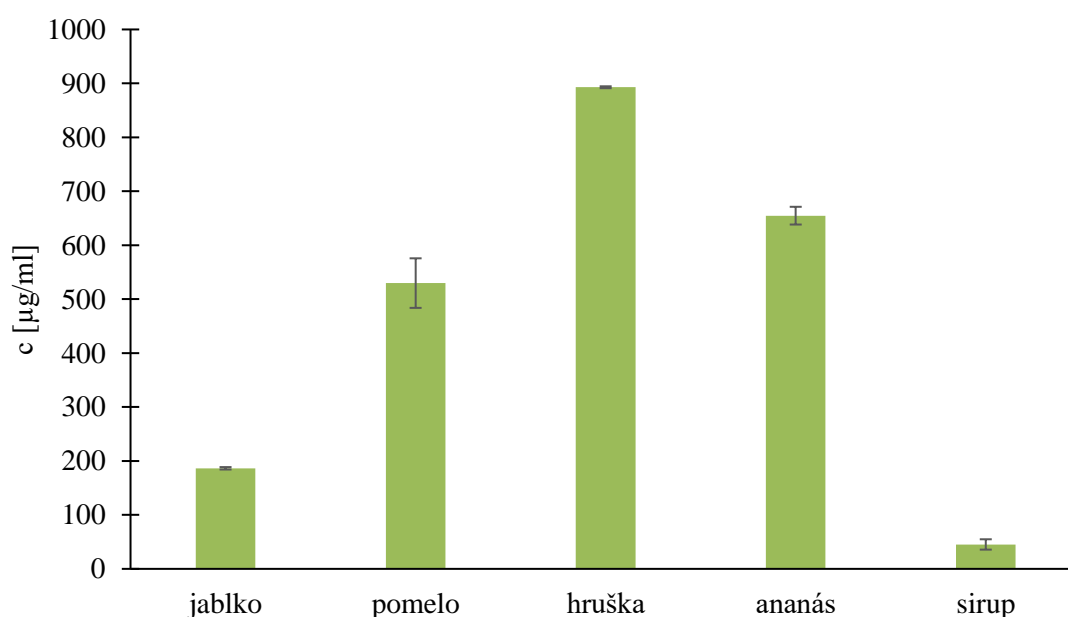
Z ovocných štiav bol najvyšší obsah vitamínu C stanovený v ananáse $139,80 \pm 0,05 \mu\text{g/ml}$ a najnižší v jablku $4,56 \pm 0,00 \mu\text{g/ml}$. Bazový sirup obsahoval najmenej vitamínu C $3,80 \pm 0,02 \mu\text{g/ml}$. Doporučená denná dávka vitamínu C je u dospelých žien 75 mg a u chlapov 90 mg. Fajčiar by mal prijať denne ešte navyše 35 mg vitamínu C [46]. Vitamín C je však nestabilná zlúčenina a za menej vhodných podmienok dochádza k jeho rozpadu, pričom degradácia závisí na mnohých faktoroch ako kyslík, svetlo, teplo, teplota a doba skladovania. V ovocných šťavách mohlo dôjsť k rýchlej degradácii vitamínu krátko po spracovaní hneď z viacerých uvedených faktorov [47].

5.3 Stanovenie antioxidačnej aktivity v ovocných šťavách

Obsah antioxidantov v ovocných extraktoch bol stanovený spektrofotometricky podľa postupu uvedeného v kapitole 4.5.3. Zo stanovenej kalibračnej rovnice (Obrázok 20) $y = 0,0014 \cdot x$ bola vypočítaná celková antioxidačná aktivita. Vypočítané antioxidačné aktivity ovocných štiav sú uvedené v tabuľke 16. Pri každej vzorke je výsledkom priemerná hodnota z troch paralelných meraní a smerodajná odchýlka.

Tabuľka 16: Výsledné koncentrácie antioxidantov ovocných štiav

Šťava	Jablko	Pomelo	Hruška	Ananás
c [$\mu\text{g/ml}$]	$186,4 \pm 2,2$	$529,8 \pm 45,9$	$892,9 \pm 1,8$	$654,8 \pm 16,4$



Obrázok 27: Porovnanie obsahu antioxidantov v ovocných šťavách

Z grafu je vidieť porovnanie koncentrácie antioxidantov v jednotlivých ovocných šťavách (Obrázok 27). Najvyšší obsah antioxidantov z pomedzi ovocných štiav bol stanovený v hruške $892,9 \pm 1,8 \mu\text{g/ml}$ a najnižší obsah antioxidantov bol stanovený v jablku $186,4 \pm 2,2 \mu\text{g/ml}$. Všetky stanovované ovocia sú výborným zdrojom antioxidantov. V jablku sú hlavnými antioxidantami katechín, kyselina chlorogénová a floridzín [30]. V pomele sa nachádzajú antioxidanty ako β -karotén, terpenoidy a alkaloidy. Hlavným antioxidantom v hruške je kyselina chlorogénová [48]. V ananáse sa nachádza bromelanín, ktorý má antioxidačné vlastnosti [49]. Vitamín C je antioxidantom a nachádza sa v každom stanovovanom ovocí. Najvyšší obsah vitamínu C bol stanovený v ananáse a to $139,80 \pm 0,05 \mu\text{g/ml}$. (Kapitola 2.5.5)

5.4 Fotometrické stanovenie lipofilných farbív

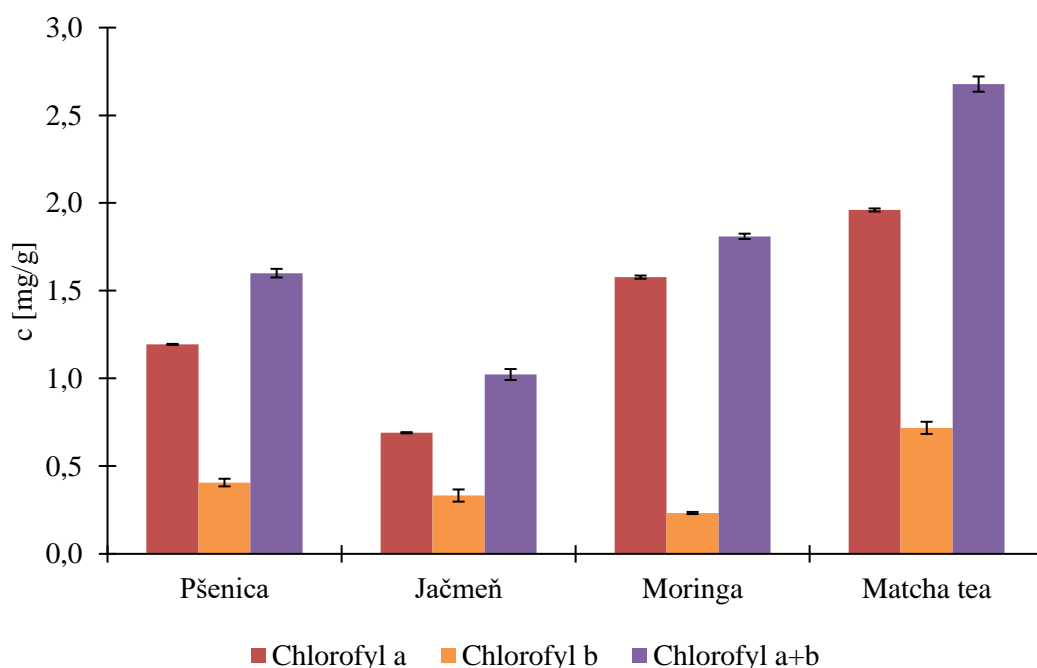
V rastlinných práškoch boli spektrofotometricky stanovené karotenoidy a chlorofyly podľa postupu v kapitole 4.6. Všetky vzorky boli premerané trikrát a výsledkom je vždy priemerná hodnota a smerodajná odchýlka.

5.4.1 Chlorofyly

Celkový obsah chlorofylu bol stanovený spektrofotometricky podľa postupu popísaného v kapitole 4.6.1.

Tabuľka 17: Namerané hodnoty chlorofylov

Extrakt	chlorofyl a	chlorofyl b	chlorofyl a+b
	c [mg/g]	c [mg/g]	c [mg/g]
Pšenica	$1,194 \pm 0,003$	$0,406 \pm 0,022$	$1,600 \pm 0,025$
Jačmeň	$0,690 \pm 0,003$	$0,332 \pm 0,035$	$1,022 \pm 0,031$
Moringa	$1,578 \pm 0,009$	$0,233 \pm 0,006$	$1,810 \pm 0,015$
Matcha tea	$1,960 \pm 0,009$	$0,718 \pm 0,035$	$2,678 \pm 0,043$

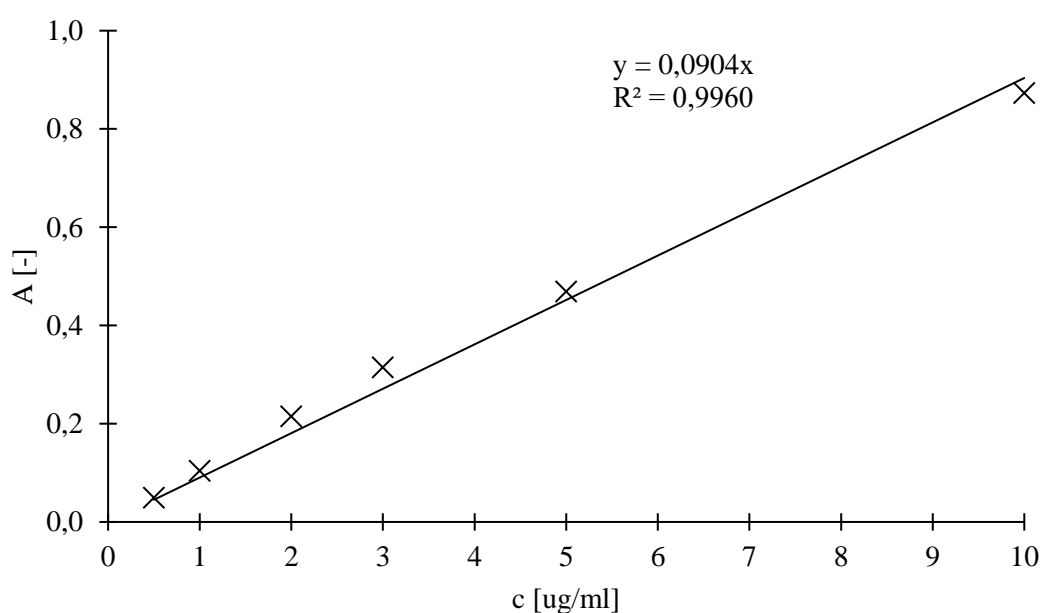


Obrázok 28: Porovnanie nameraných hodnôt jednotlivých chlorofylov

Celková najvyššia koncentrácia chlorofylov a+b $2,678 \pm 0,043$ mg/g, chlorofylu a $1,960 \pm 0,009$ mg/g a chlorofylu b $0,718 \pm 0,035$ mg/g bola stanovená vo vzorke matcha tea. Z tabuľky 17 a grafu 28 sa dá vyčítať, že vo všetkých vzorkách prevažoval obsah chlorofylu a nad obsahom chlorofylu b. Najnižší obsah celkových chlorofylov, konkrétne $1,022 \pm 0,031$ mg/g bol stanovený vo vzorke jačmeňa, ktorá zároveň obsahovala najnižší obsah chlorofylu a $0,690 \pm 0,003$ mg/g. Najnižšia hodnota chlorofylu b $0,233 \pm 0,006$ mg/g bola stanovená vo vzorke moringy.

5.4.2 Karotenoidy

Celkový obsah karotenoidov bol stanovený spektrofotometricky podľa postupu popísaného v kapitole 4.6.2 a následne vypočítaný pomocou kalibračnej rovnice β -karoténu (Tabuľka 18).

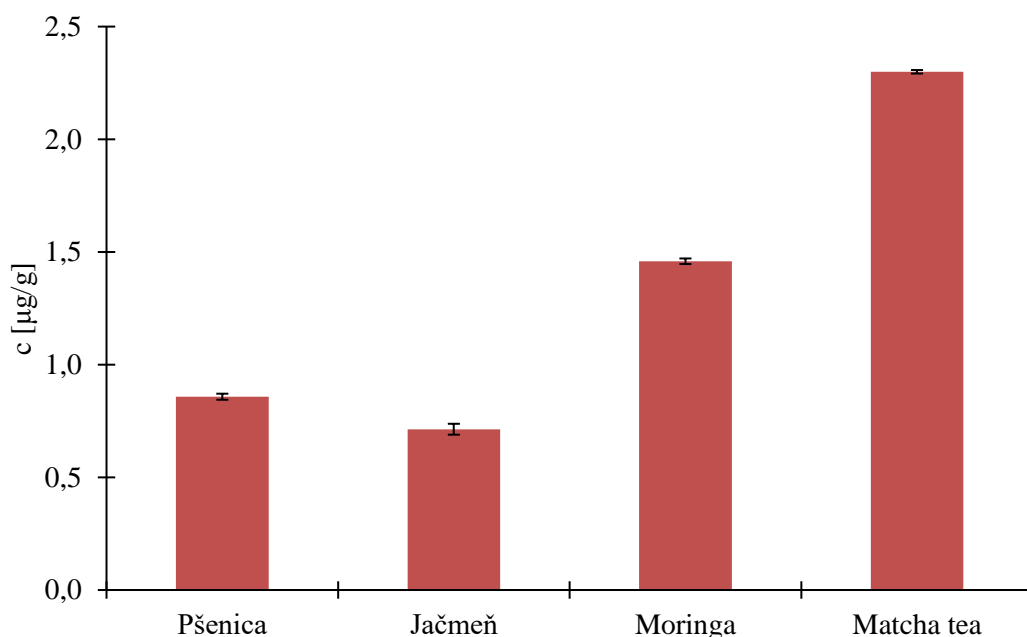


Obrázok 29: Kalibračná krivka β -karoténu

Tabuľka 18: Namerané hodnoty karotenoidov

Extrakt	c [$\mu\text{g/g}$]
Pšenica	$0,858 \pm 0,013$
Jačmeň	$0,713 \pm 0,024$
Moringa	$1,459 \pm 0,012$
Matcha tea	$2,300 \pm 0,008$

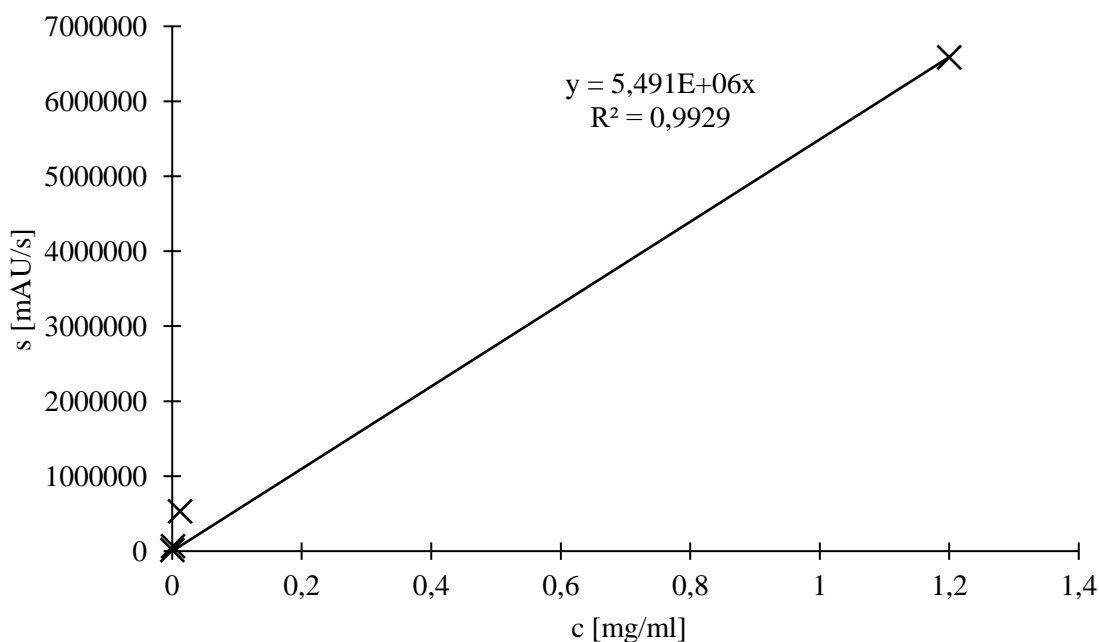
V tomto experimentálnom kroku boli stanovované karotenoidy extrahované pomocou acetónu z rastlinných práškov. Najvyšší obsah karotenoidov bol stanovený v matcha tea $2,300 \pm 0,008$ $\mu\text{g/g}$ a najnižší obsah $0,713 \pm 0,024$ $\mu\text{g/g}$ bol stanovený v extrakte z jačmeňa. Z výsledkov sa dá pozorovať, že vzorky obsahovali viac chlorofylu než karotenoidov. Karotenoidy sú prevažne známe ako pigmenty oranžovej až červenej farby a chlorofyly zelené [50][51]. Kvôli vzhľadu rastlinných práškov sa teda nižšia koncentrácia karotenoidov predpokladala.



Obrázok 30: Porovnanie obsahu karotenoidov v rastlinných extraktoch

5.5 Stanovenie kofeínu metódou HPLC s PDA detekciou

Obsah kofeínu bol stanovovaný vo vzorkách rastlinných práškov a v zakúpenom potravinárskom kofeíne podľa postupu uvedenom v kapitole 4.8. Zo zostavenej a premeranej kalibračnej rady kofeínu bola získaná kalibračná krivka na základe ktorej pomocou rovnice lineárnej regresie bol vypočítaný obsah kofeínu v jednotlivých vzorkách a prepočítaný na miligramy kofeínu na gram materiálu. Vypočítané koncentrácie sú uvedené v tabuľke 19. Pri každom extrakte je výsledkom priemerná hodnota z troch paralelných meraní a smerodajná odchýlka.



Obrázok 31: Kalibračná krivka kofeínu

Tabuľka 19: Koncentrácie kofeínu v rastlinných práškoch a kofeíne Fichema

Vzorka	c [mg/g]
Kofeín Fichema	1,00
Zelený jačmeň	0,64
Matcha tea	9,08
Mladá pšenica	ND
Moringa	ND

Najvyšší obsah kofeínu bol stanovený metódou HPLC v matcha tea a to 9,08 mg/g. Matcha tea je z lístkov zeleného čaju (Kapitola 2.5.4) a teda tu bol najvyšší obsah kofeín predpokladaný. Najmenší obsah kofeínu bol detekovaný v zelenom jačmeni a to 0,64 mg/g. V mladej pšenici a moringe kofeín nebol detekovaný. Čistota zakúpeného kofeínu Fichema do potravinárstva bola premeraná a odpovedá navážke.

5.6 Charakterizácia lipozómov

Lipozómové častice s obsahom kofeínu, taurínu a vitamínu C boli pripravené podľa postupu v kapitole 4.9. Enkapsulácia bola robená do dvoch typov lipozómov líšiacich sa v pôvodnom lecitíne a to sójovom a slnečnicovom. Celkovo bolo pripravených 6 typov častíc a následne prebehli ich jednotlivé stanovenia.

5.6.1 Stanovenie enkapsulačnej účinnosti a dlhodobej stability lipozómov

Pripravené roztoky štandardu kofeínu, kyseliny askorbovej a taurínu s koncentráciou 1 mg/ml boli enkapsulované ultrazvukom do sójových a slnečnicových lipozómov. Stočené a nariedené lipozómy prázdne a s aktívnou zlúčeninou boli premerané metódou DLS na prístroji Zeta Sizer, postup je popísaný v kapitole 4.10.1.

5.6.1.1 Enkapsulačná účinnosť

Enkapsulačná účinnosť bola stanovená v pripravených lecitínových časticiach a vypočítaná ako rozdiel koncentrácie aktívnej látky pred a po enkapsulácii do lipozómových častíc. Kofeín bol stanovovaný pomocou HPLC podľa postupu v kapitole 4.8, vitamín C titračne podľa postupu v kapitole 4.7 a taurín použitím 0,5% alkoholového roztoku ninhydrínu podľa postupu v kapitole 4.11.1. Výsledky enkapsulačnej účinnosti (EU) sú uvedené v tabuľke 20.

Tabuľka 20: Enkapsulačná účinnosť jednotlivých pripravených častíc

EU [%]	Sójový lipozóm	Slnečnicový lipozóm
Kofeín	20,49	21,44
Kyselina askorbová	42,64	21,53
Taurín	0	0

U pripravených lipozómov bola stanovená pomerne nízka enkapsulačná účinnosť, iba pri enkapsulovanej kyseline askorbovej do sójových lipozómov bola nameraná EU 42,64%. Z hľadiska stability a enkapsulačnej účinnosti sa tak k ďalšiemu pozorovaniu dlhodobej stability a následnému využitiu vybrali lipozómy zo sójového lecitínu. Pri tauríne bolo upustené od enkapsulácie, keďže sa mohol vplyvom zahrievania pri príprave lipozómov pomocou ultrazvukovej sondy degradovať a zle sa enkapsuloval do lipozómov. Z tohto dôvodu došlo

k rozhodnutiu ho pridávať do nápoja vo voľnej forme. Alternatívou by mohla byť enkapsulácia taurínu do iného typu častíc ako napríklad alginátových pomocou enkapsulátora, kde by nedochádzalo k zahrievaniu pri enkapsulácii, avšak jednalo by sa už o mikročastice, ktoré by mohli ovplyvniť sensorické vlastnosti konečného nápoja.

5.6.1.2 Dlhodobá stabilita lipozómov

Dlhodobá stabilita bola meraná v pripravených časticiach zo sójového lecitínu s enkapsulovanými aktívnymi zložkami podľa postupu v kapitole 4.10.3. Jedná sa o postupné uvoľňovanie aktívnych látok z lipozómov v rámci času. Častice boli uchovávané vo vodnom prostredí pri zníženej teplote 8 °C po dobu 1 mesiaca.

Tabuľka 21: Porovnanie dlhodobej stability lipozómov

Uvoľnené množstvo [%]	Enkapsulovaná zložka	
	Kofeín	Kyselina askorbová
1 deň	ND	ND
3 dni	ND	18,1
1 týždeň	ND	18,1
3 týždne	8,6	ND
1 mesiac	11,2	ND

K rozpadu sójových lipozómov a teda k jeho uvoľneniu dochádzalo po troch týždňoch uchovania (Tabuľka 21), kvôli jeho malej enkapsulačnej účinnosti. Pri vitamíne C došlo k jeho rozpadu a uvoľneniu až po troch dňoch uskladnenia a uvoľňoval sa týždeň. Po dlhšom uchovaní vitamínu C dochádzalo k jeho degradácii, vzhľadom k jeho labilnosti [47].

5.6.2 Stanovenie veľkosti a stability častíc

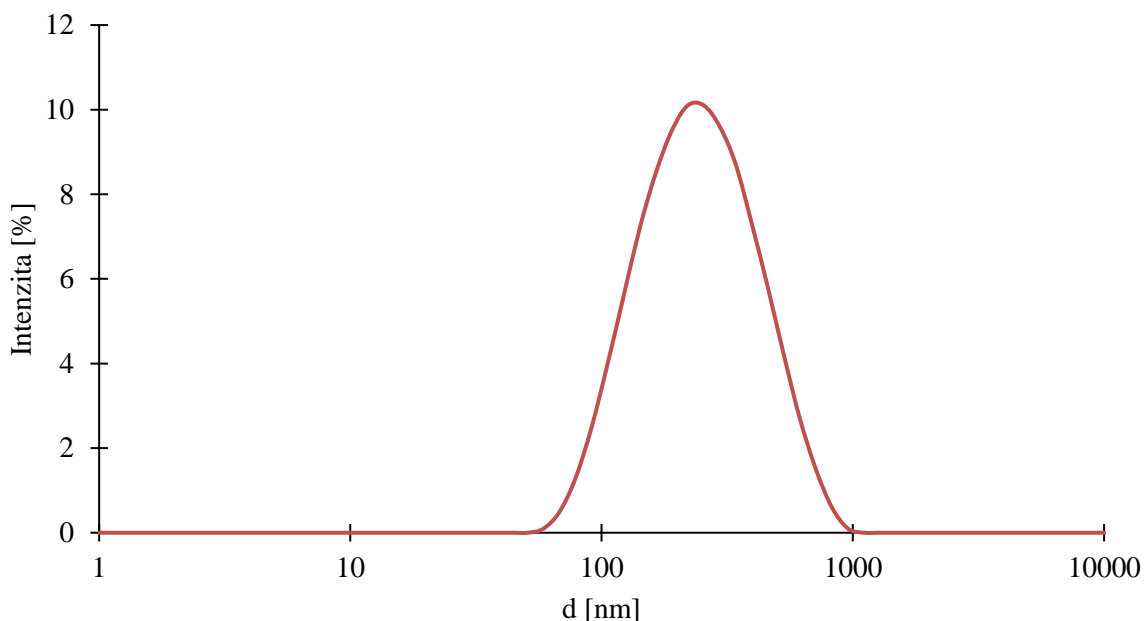
Veľkosť častíc bola stanovená pomocou DLS použitím prístroja Zeta sizer a stabilita častíc pomocou zeta potenciálu podľa postupu v kapitole 4.10.4. Všetky vzorky boli merané trikrát a výslednou hodnotou bol pri každej vzorke vypočítaný priemer a smerodajná odchýlka.

Tabuľka 22: Namerané veľkosti častíc

Lipozóm	Veľkosť [nm]	PDI [/]
L0	191,1 ± 1,6	0,234 ± 0,012
L2	203,9 ± 2,9	0,254 ± 0,021
K1	230,6 ± 1,9	0,334 ± 0,028
K2	225,1 ± 1,9	0,245 ± 0,004
T1	214,8 ± 2,6	0,287 ± 0,014
T2	175,8 ± 1,9	0,226 ± 0,002
V1	209,9 ± 3,0	0,226 ± 0,012
V2	185,0 ± 0,6	0,195 ± 0,011

Veľkosť častíc sa pohybovala v rozmedzí 175,8–230,6 nm. Častice pripravené zo sójového lecitínu mali väčšie veľkosti ako slnečnicové častice. Najväčšiu veľkosť 230,6 ± 1,9 nm mali sójové častice s enkapsulovaným kofeínom (Obrázok 32) a najmenšiu častice zo slnečnicového lecitínu s enkapsulovaným taurínom. Pri časticiach s taurínom bola však enkapsulačná účinnosť

nulová, mohlo sa teda jednať o častice prázdne a tie spravidla bývajú menšie, než častice s enkapsulovanou zložkou [52]. Pri každej vzorke bola stanovená väčšia veľkosť pri časticiach zo sójového lecitínu a taktiež aj stanovené vyššie hodnoty indexu polydisperzity. Najvyššia hodnota indexu polydisperzity $0,334 \pm 0,028$ bola stanovená pri sójových časticiach z kofeínu. Táto hodnota však spadá do rozmedzia, kde častice stále vykazujú svoju uniformnosť. Najnižšia hodnota indexu polydisperzity $0,195 \pm 0,011$ bola stanovená v slnečnicových časticiach z vitamínu C. V Prílohe 2 sú graficky zobrazené závislosti intenzity rozptylu svetla na veľkosti a distribúcii častíc pre vitamín C, taurín a kofeín.



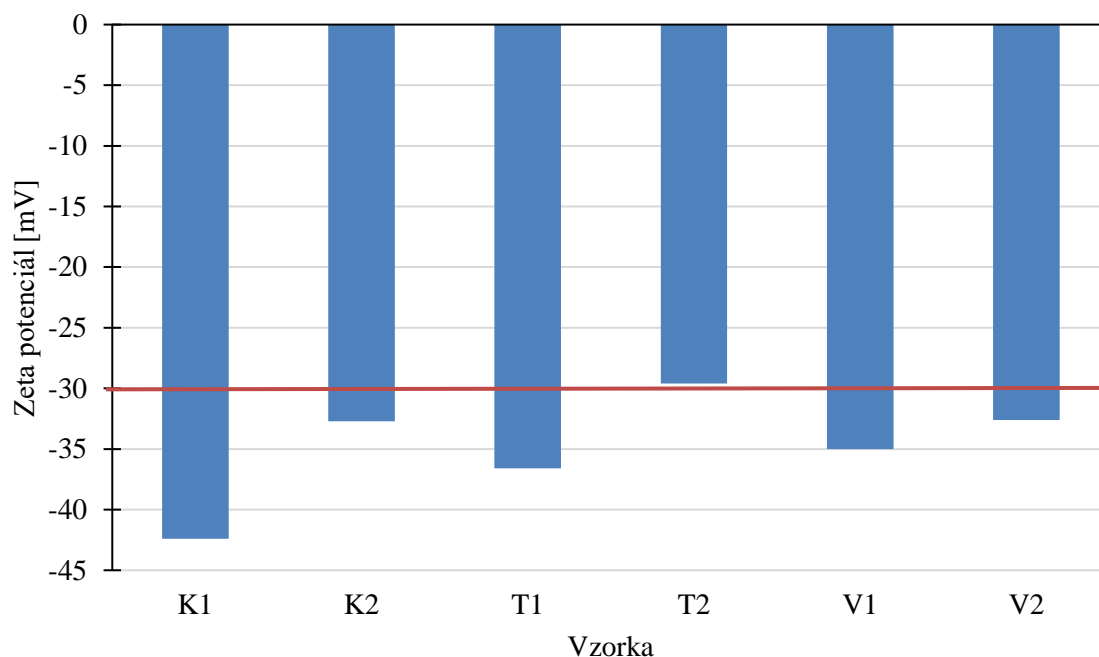
Obrázok 32: Závislosť intenzity rozptylu svetla na veľkosti a distribúcii častíc kofeínu

5.6.2.1 Zeta potenciál

Stabilita pripravených lipozómov bola meraná prístrojom Zetasizer Nano zmeraním ich zeta potenciálov. Namerané hodnoty sú uvedené v tabuľke 22 a graficky zobrazené v obrázku 33.

Tabuľka 23: Namerané hodnoty zeta potenciálov

Lipozóm	Zeta potenciál [mV]
L0	$-48,1 \pm 1,2$
L2	$-42,5 \pm 0,6$
K1	$-42,4 \pm 1,8$
K2	$-32,7 \pm 1,0$
T1	$-36,6 \pm 1,8$
T2	$-29,6 \pm 0,4$
V1	$-35,0 \pm 0,8$
V2	$-32,6 \pm 0,4$

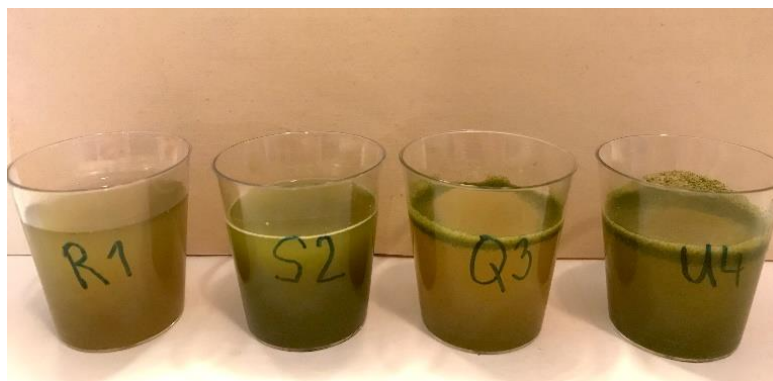


Obrázok 33: Porovnanie nameraných zeta potenciálov vzoriek

Najväčší zeta potenciál lipozómov s aktívnou zložkou $-42,4 \pm 1,8$ mV bol nameraný v kofeíne enkapsulovanom do sójového lecitínu. Najnižšia hodnota zeta potenciálu $-29,6 \pm 0,4$ mV bola stanovená u slnečnicovej častice s enkapsulovaným taurínom, ktorá sa zároveň na základe určenia tejto hodnoty dá označiť za nestabilnú, pretože spadá do intervalu nestability -30 mV až 30 mV. Všetky ostatné namerané hodnoty zeta potenciálov lipozómových častíc sa nachádzajú mimo tento interval nestability za hranicou -30 mV (Obrázok 33) a teda je možné ich označiť ako stabilné. Pri porovnaní častíc pripravených zo sójového a slnečnicového lecitínu vykazovali väčšie zeta potenciály častice zo sójového lecitínu.

5.7 Senzorická analýza

Senzoricky boli hodnotené 4 vzorky pripravených energetických nápojov (Obrázok 34). Nápoje boli zložené podľa výsledkov z predchádzajúcich meraní v práci, aby mali vysoké nutričné hodnoty a zároveň boli chuťovo prijateľné (Tabuľka 6). Vzorky hodnotilo 20 respondentov, z toho 8 žien a 12 mužov vyplnením dotazníku, ktorý je zobrazený v prílohe (Kapitola 10.2). Respondenti hodnotili chuť, konzistenciu, vôňu či vzhľad vzoriek.

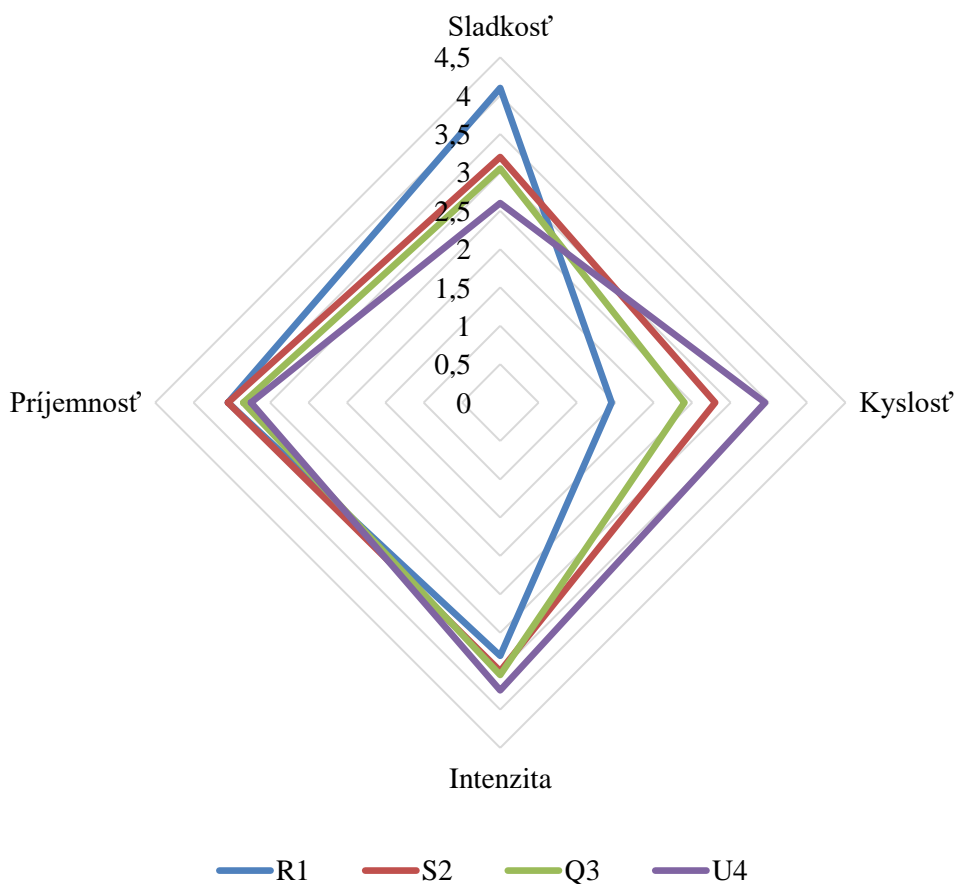


Obrázok 34: Pripravené vzorky pre sensorickú analýzu

15% hodnotiteľov uvidelo, že energetické nápoje majú veľmi radi a 85% hodnotiteľov uviedlo, že energetické nápoje nemajú radi.

5.7.1 Senzorické hodnotenie chuti

V prvej časti senzorickej analýzy hodnotili respondenti sladkosť, kyslosť, intenzitu a príjemnosť chuti nápoja. Vzorky boli hodnotené na stupnici od 1 po 5, pričom 1 prezentovala najmenšiu sladkosť/kyslosť nápoja a najmenej príjemnú chuť. Chuť vzorky ohodnotená číslom 5 bola najsladšia, najkyslejšia a mala najpríjemnejšiu alebo najintenzívnejšiu chuť. Respondenti zároveň uvádzali akú inú chuť vo vzorkách cítili.



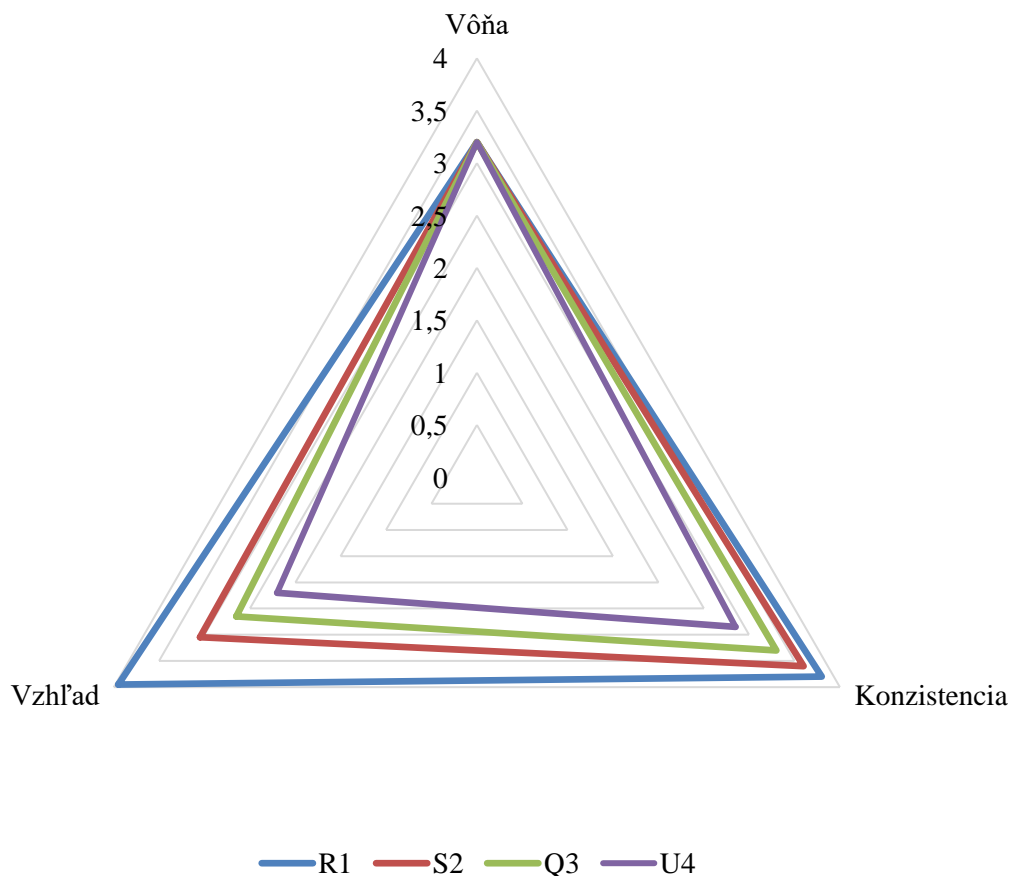
Obrázok 35: Senzorické hodnotenie chuti vzoriek nápojov

Z grafu je možné vyčítať (Obrázok 35), že vzorka R1 bola ohodnotená ako najsladšia a zároveň najmenej kyslá. Rovnako mala najmenej intenzívnu chuť spomedzi ostatných vzoriek, ale z hľadiska príjemnosti sa umiestnila na prvom mieste spolu so vzorkou S2. Obe tieto vzorky obsahovali matcha tea, čo môže byť dôvod prečo boli lepšie ohodnotené ako vzorky Q3 a U4, ktoré obsahovali moringu. Respondenti uvádzali, že vo vzorkách Q3 a U4 im vadili malé čiastočky. Vzorka U4 bola ohodnotená ako najintenzívnejšia, najkyslejšia a zároveň najmenej sladká. Túto chuť pravdepodobne spôsobila kombinácia ovocnej šťavy z ananásu a pomela. Vzorky S2 a Q3 boli hodnotené priemerne medzi vzorkami R1 a U4. Tieto vzorky obsahovali

zmes všetkých ovocných štiav, čo mohlo spôsobiť vyváženejšiu chuť a menšiu odlišnosť spôsobenú rozdielnym pridaným rastlinným práškom.

5.7.2 Senzorické hodnotenie ďalších vlastností

Ako druhé respondenti hodnotili vôňu, konzistenciu a vzhľad nápojov. Vzorky boli hodnotené na stupnici od 1 po 5, pričom čím vyššie číslo bolo danej vlastnosti vzorky pridelené, tým bola táto vlastnosť lepšie ohodnotená.

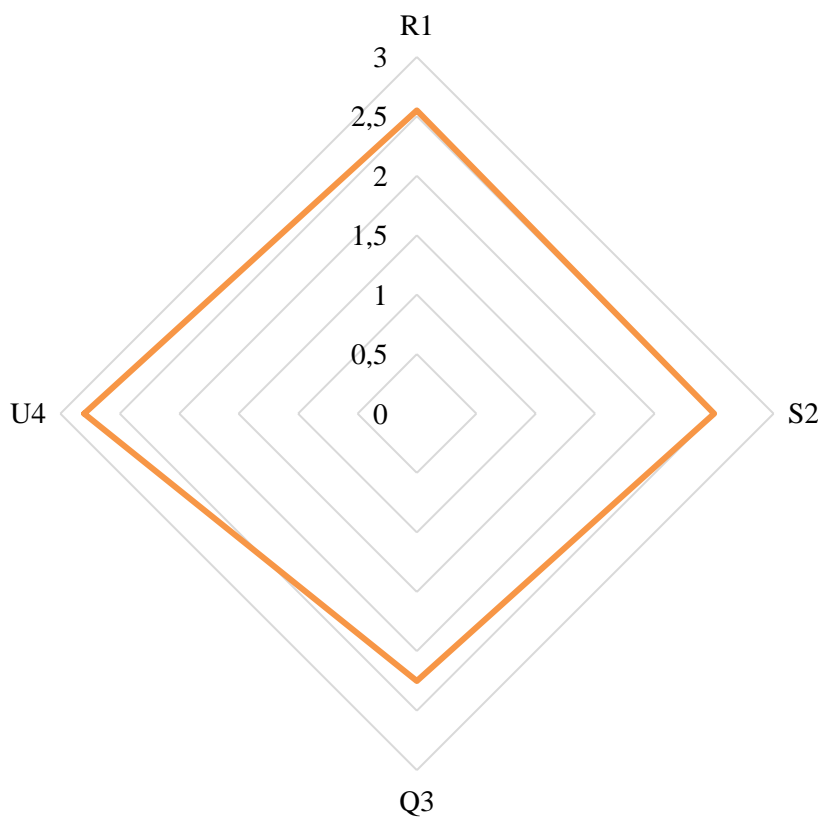


Obrázok 36: Senzorické hodnotenie vlastností vzoriek

Z výsledkov senzorickej analýzy a vyššie uvedeného grafu (Obrázok 36) vyplýva, že všetky vzorky mali veľmi podobnú vôňu a boli ohodnotené rovnakou priemernou známku 3,2. Vzorka R1 bola najlepšie ohodnotená z pohľadu konzistencie a vzhľadu. Za ňou nasledovali postupne vzorky S2, Q3 a najhoršie ohodnotený vzhľad a konzistenciu mala vzorka U4.

5.7.3 Poradový test energetických nápojov

Na záver respondenti zorad'ovali vzorky od 1-najlepšej po 4-najhoršiu.



Obrázok 37: Poradový test vzoriek

Najlepšie bola hodnotená vzorka Q3 s priemernou známkou 2,25. Respondenti uvádzali, že vo vzorke cítili chuť zeleného čaju, bazového sirupu či korenistú chuť. Ako druhá sa umiestnila vzorka S2 s priemernou známkou 2,5 a tesne za ňou vzorka R1 s priemerným hodnotením 2,55. Vzorka U4 bola celkovo ohodnotená ako najhoršia s priemernou známkou 2,8. Hodnotitelia uvádzali, že im v prípade vzoriek Q3 a U4 vadil najviac vzhľad a čiastočky, ktoré plávali či usadzovali sa v nápojoch. Riešením by mohlo byť pridávať do nápojov len vyextrahované supernatanty bez usadenín, čím by sa docielila väčšia priehľadnosť nápojov a rovnako lepšia konzistencia bez čiastočiek.

5.8 Návrh energetického nápoja

Cieľom návrhu nového energetického nápoja je odlišný, zdravší a nutrične bohatší typ nápoja. Energetický drink, ktorý bol navrhnutý v tejto práci spĺňa požiadavku pre získanie energie jeho vypitím, čo je docielené pridaním kofeínu vo voľnej aj enkapsulovanej forme. Znamená to, že požitím nápoja dochádza k okamžitému prísunu energie, avšak enkapsulovaná forma kofeínu zabezpečí jeho postupné uvoľňovanie, čo predĺži dobu získavania energie a tým aj účinok energetického drinku v tele. Energetický drink je navrhnutý na báze ovocných štiav a rastlinných práškov, ktoré majú vysoké nutričné hodnoty a obsahujú značné množstvá biologicky aktívnych látok či vitamínu C, ktoré sú prospešné pre zdravie človeka. Pre navrhnutie energetického nápoja boli využité získané informácie z meraní z tejto práce. Zloženie nápoja by pozostávalo z vody, ovocnej šťavy, bazového sirupu, kofeínu, taurínu,

vitamínu C, rastlinných práškov a cukru. Kofeín by bol do nápoja pridaný vo voľnej aj enkapsulovanej forme a tiež vo forme prírodnej, čiže rastlinných práškov, ktoré obsahujú kofeín. Celkové množstvo kofeínu v nápoji by bolo 32 mg/100 ml z toho maximálne 0,28 obj. % v enkapsulovanej forme vzhľadom na preukázateľnosť bezpečnosti častíc a ich viability [53]. Taurín by bol do nápoja pridávaný vo voľnej forme v koncentrácii 400 mg/100 ml. Ovocná šťava by bola pridávaná z ovocia, ktoré obsahovalo najviac antioxidantov a vitamínu C, čiže kombinácia šťavy hruškovej so šťavou ananásovou. 100 ml nápoja by obsahovalo 0,2 ml hruškovej šťavy, čo predstavuje 1,79 µg antioxidantov a 0,02 µg vitamínu C. Na 100 ml nápoja by bolo pridaných 0,1 ml ananásovej šťavy čo predstavuje 0,65 µg antioxidantov a 0,14 µg vitamínu C. 100 ml nápoja by obsahovalo 0,05 % bazového sirupu. Zo stanovovaných rastlinných práškov dopadol najlepšie matcha tea, ktorý by bol do nápoja pridávaný v obsahu 0,1 %, čo by v 100 ml obsahovalo 0,997 mg antioxidantov a 9,08 mg kofeínu. Tento návrh by mohol uspieť u spotrebiteľa aj na základe senzorickej analýzy.

6 ZÁVER

Táto bakalárska práca sa zaoberala vývojom nového typu moderného energetického nápoja. V práci boli pripravované a charakterizované extrakty a častice. Na základe nameraných dát bol navrhnutý nový typ energetického nápoja, ktorý bol navyše podrobený senzorickej analýze. V teoretickej časti sú popísané energetické nápoje, aktívne zložky ako kofeín, taurín či vitamín C, ďalej doplnkové zložky a to hlavne rastlinné materiály použité v tejto práci, V tejto časti práce je rovnako popísaná enkapsulácia.

V prvej časti experimentálnej práce boli pripravované vodné, etanolové extrakty a oleje získané automatickou extrakciou hexánom z rastlinných práškov, ktoré boli následne charakterizované. V pripravených 24 hodinových a 48, 72 hodinových extraktoch bol stanovovaný celkový obsah fenolických látok, flavonoidy a antioxidanty. Ako prvé boli pripravené 24 hodinové extrakty, z ktorých boli prevažne stanovené najvyššie hodnoty bioaktívnych látok v matcha tea, Najvyššie koncentrácie polyfenolov $52,00 \pm 1,95$ mg/g boli stanovená vo vodnom extrakte matcha tea a najvyššie koncentrácie antioxidantov $100,52 \pm 1,31$ mg/g boli stanovená v etanolovom extrakte matcha tea. Druhé najvyššie koncentrácie bioaktívnych látok boli stanovené v etanolovom extrakte moringy a to $25,30 \pm 0,61$ mg/g polyfenolov a $37,05 \pm 0,61$ mg/g antioxidantov. V extraktoch, ktoré sa lúhovali postupne v časovom rozmedzí 24, 48 a 72 hodín bolo možné pozorovať postupné uvoľňovanie bioaktívnych látok z pôvodnej navážky rastlinného materiálu, presne polyfenolov a antioxidantov a teda ich pokles v závislosti na danom extrahovadle. Z nameraných hodnôt bolo možné vyčítať, že sa polárne látky lepšie extrahovali do polárnych rozpúšťadiel ako voda a etanol. Príkladom môže byť matcha tea, kde sa fenolické látky lepšie uvoľnili do vody $52,00 \pm 1,95$ mg/g ako do etanolu $24,05 \pm 0,68$ mg/g a zároveň boli v týchto dvoch rozpúšťadlách namerané vyššie hodnoty fenolických látok v porovnaní s olejmi rozpúšťanými v etanole, kde koncentrácia činila $13,95 \pm 0,14$ mg/g a DMSO $11,79 \pm 0,57$ mg/g. Rovnaký trend bolo možné pozorovať aj pri stanovovaní antioxidantov v matcha tea, kde boli namerané vyššie hodnoty uvoľnených látok v etanole $100,52 \pm 1,31$ mg/g a vode $99,71 \pm 0,17$ mg/g oproti olejom rozpúšťaným v etanole $75,12 \pm 4,73$ mg/g a DMSO $7,59 \pm 0,20$ mg/g.

V experimentálnej časti bol ďalej stanovovaný vitamín C a antioxidačná aktivita v ovocných šťavách a bylinnom sirupe. Vybrané ovocie bolo odšťavené a v práci tak bola použitá čerstvá ovocná šťava. Najvyšší obsah vitamínu C bol stanovený v ananásovej šťave a to $139,8$ ug/ml. Hrušková šťava obsahovala najviac antioxidantov a to $7,6$ ug/ml.

Ďalej boli v rastlinných práškoch spektrofotometricky stanovované lipofilné farbivá. Najvyššie obsahy karotenoidov $2,300 \pm 0,008$ μ g/g, chlorofylu a $1,960 \pm 0,009$ mg/g, chlorofylu b $0,718 \pm 0,035$ mg/g a celkových chlorofylov $2,678 \pm 0,043$ mg/g boli stanovené v matcha tea a hneď za ním nasledovala moringa.

Metódou HPLC bol stanovovaný kofeín vo vzorkách rastlinných práškov a v potravinárskom kofeíne, pri ktorom bola preverená jeho čistota. Kofeín bol detekovaný zo všetkých rastlinných práškov len v zelenom jačmeni a v matcha tea, kde bola jeho koncentrácia najvyššia $9,08$ mg/g. V práci boli pripravované a charakterizované lipozómové častice. Celkovo bolo pripravených 6 typov častíc z kofeínu, taurínu a vitamínu C, pričom obal tvoril sójový alebo slnečnicový lecitín. Ako prvá bola stanovená enkapsulačná účinnosť častíc. Najvyššia enkapsulačná účinnosť bola pri časticiach z vitamínu C a to $42,64$ %. Taurín sa zle enkapsuloval

do lipozómov, z toho dôvodu bola zvolená jeho voľná forma v energetickom nápoji a teda okamžitý účinok na organizmus. Vybrané lipozómy zo sójového lecitínu boli skladované pri zníženej teplote po dobu jedného mesiaca a bolo pozorované postupné uvoľňovanie aktívnych zložiek do vodného prostredia. Kofeín bol uvoľnený až po troch týždňoch, pričom najvyššia hodnota 11,2 % bola stanovená po mesiaci. Kyselina askorbová sa uvoľnila už po troch dňoch, avšak po dlhšom uchovaní častíc dochádzalo k jej degradácii. V časticiach zo sójového lecitínu boli namerané vyššie hodnoty indexu polydisperzity a rovnako boli tieto častice väčšie. Jednalo sa o priemernú veľkosť 175,8–230,6 nm a PDI 0,3. Všetky pripravené častice boli uniformné a navyše častice zo sójového lecitínu boli najstabilnejšie s hodnotou zeta potenciálu $-42,4 \pm 1,8$ mV. Častice zo slnečnicového lecitínu boli stabilné s výnimkou slnečnicovej častice z taurínu, kde jej hodnota zeta potenciálu $-29,6$ mV bola mierne pod hranicou a potvrdila neúspech enkapsulácie taurínu a využitie tejto aktívnej zlúčeniny skôr vo voľnej forme.

Senzorická analýza bola robená so štyrmi pripravenými vzorkami nápoja, ktoré sa líšili v obsahu rastlinných práškov a ovocných štiav. Respondenti hodnotili pri každej vzorke chuť, konzistenciu, vzhľad a vôňu. Najlepšie bola hodnotená vzorka Q3 so známku 2,25, ktorá bola zložená zo všetkých ovocných štiav a moringy. Za vzorkou Q3 boli hodnotené vzorky v poradí S2, R1 a U4.

Na záver bol zostavený návrh nového typu energetického nápoja na základe nameraných hodnôt a výsledkov. Z rastlinných práškov bol vybraný matcha tea, ktorý vykazoval najvyšší obsah fenolických látok $52,00 \pm 1,95$ mg/g a antioxidantov $99,71 \pm 0,17$ mg/g. Z ovocných štiav boli vybrané hrušková a ananásová šťava za základe obsahu bioaktívnych látok a vitamínu C. Na základe výsledkov práce a senzorickej analýzy by mohol byť pre spotrebiteľa vhodný nápoj Q3 alebo R1.

7 ZOZNAM POUŽITÝCH ZDROJOV

- [1] *Ako funguje jedlo*. Bratislava: Príroda, 2018. ISBN 978-80-551-5944-7.
- [2] DIEL, Friedhelm a Roman KHANFERYAN. Sports and energy drinks. *Foods and Raw Materials* [online]. 2018, **6**(2), 379-391 [cit. 2020-06-01]. DOI: 10.21603/2308-4057-2018-2-379-391. ISSN 2308-4057. Dostupné z: <http://jfrm.ru/issues/56/92/>
- [3] HECKMAN, M.A., K. SHERRY a E. Gonzalez DE MEJIA. Energy Drinks: An Assessment of Their Market Size, Consumer Demographics, Ingredient Profile, Functionality, and Regulations in the United States. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* [online]. 2010, **9**(3), 303-317 [cit. 2020-06-01]. DOI: 10.1111/j.1541-4337.2010.00111.x. ISSN 15414337. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1541-4337.2010.00111.x>
- [4] KUBCOVÁ BERÁNKOVÁ, Jana. Funkční potraviny a legislativa. *Informační centrum bezpečnosti potravin* [online]. 2009 [cit. 2020-07-04]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/funkcni-potraviny-a-legislativa.aspx>
- [5] *Caffeine: Chemistry, Analysis, Function and Effects* [online]. Cambridge: Royal Society of Chemistry, The, 2012 [cit. 2020-06-01]. ISBN 978-1-84973-367-0.
- [6] EVANS, Justin, John R. RICHARDS a Amanda S. BATTISTI. Caffeine. EVANS, J, JR RICHARDS a AS BATTISTI. *Caffeine* [online]. Treasure Island (FL): StatPearls, 2020Jan-, 2020 Mar 22 [cit. 2020-06-01]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519490/>
- [7] CORTÉS, Antoni, Verònica CASADÓ-ANGUERA, Estefanía MORENO a Vicent CASADÓ. Caffeine, Adenosine A 1 Receptors, and Brain Cortex. *Molecular Aspects. Neuropathology of Drug Addictions and Substance Misuse* [online]. Elsevier, 2016, 2016, , 741-752 [cit. 2020-07-04]. DOI: 10.1016/B978-0-12-800634-4.00074-3. ISBN 9780128006344. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128006344000743>
- [8] CURRAN, Christine Perdan a Cecile A. MARCZINSKI. Taurine, caffeine, and energy drinks: Reviewing the risks to the adolescent brain. *Birth Defects Research* [online]. 2017, **109**(20), 1640-1648 [cit. 2020-06-02]. DOI: 10.1002/bdr2.1177. ISSN 24721727. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/bdr2.1177>
- [9] VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin*. Rozš. a preprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009. ISBN 978-80-86659-15-2.
- [10] SCHAFFER, Stephen W., Kayoko SHIMADA, Chian Ju JONG, Takashi ITO, Junichi AZUMA a Kyoko TAKAHASHI. Effect of taurine and potential interactions with caffeine on cardiovascular function. *Amino Acids* [online]. 2014, **46**(5), 1147-1157 [cit. 2020-06-02]. DOI: 10.1007/s00726-014-1708-0. ISSN 0939-4451. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00726-014-1708-0>
- [11] STRUNECKÁ, Anna a Jiří PATOČKA. *Doba jedová*. Praha: Triton, 2012. ISBN 978-80-7387-469-8.
- [12] BACHMANN, Verena, Benjamin KOSTIUK, Daniel UNTERWEGER, Laura DIAZ-SATIZABAL, Stephen OGG, Stefan PUKATZKI a Mathieu PICARDEAU. Bile Salts Modulate the Mucin-Activated Type VI Secretion System of Pandemic *Vibrio cholerae*. *PLOS Neglected Tropical Diseases* [online]. 2015, **9**(8) [cit. 2020-07-04]. DOI:

10.1371/journal.pntd.0004031. ISSN 1935-2735. Dostupné z:
<https://dx.plos.org/10.1371/journal.pntd.0004031>

- [13] WANG, Yaxiong, Ping LIU, Baoqing ZENG, Liming LIU a Jianjun YANG. Facile Synthesis of Ultralong and Thin Copper Nanowires and Its Application to High-Performance Flexible Transparent Conductive Electrodes. *Nanoscale Research Letters* [online]. 2018, **13**(1) [cit. 2020-06-02]. DOI: 10.1186/s11671-018-2486-5. ISSN 1931-7573. Dostupné z: <https://nanoscalereslett.springeropen.com/articles/10.1186/s11671-018-2486-5>
- [14] CHAMBIAL, Shailja, Shailendra DWIVEDI, Kamla Kant SHUKLA, Placheril J. JOHN a Praveen SHARMA. Vitamin C in Disease Prevention and Cure: An Overview. *Indian Journal of Clinical Biochemistry* [online]. 2013, **28**(4), 314-328 [cit. 2020-06-02]. DOI: 10.1007/s12291-013-0375-3. ISSN 0970-1915. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s12291-013-0375-3>
- [15] VIETORIS, Vladimír, Bronislava KUKLIŠOVÁ, Zuzana SASÁK, Hana BALKOVÁ a Alica BOBKOVÁ. *Vzťah medzi antioxidačnou aktivitou a organoleptickými vlastnosťami vybraných druhov čajov a kávy*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2015. ISBN 978-80-552-1358-3.
- [16] KOCHANOVÁ, Radka a Jozef HUDEC. *Regulácia antioxidačnej a antiradikálovej aktivity boluľovín*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2009. ISBN 978-80-552-0266-2.
- [17] HORČIN, Vojtech a Vladimír VIETORIS. *Technológia výroby nealkoholických nápojov*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2007. ISBN 978-80-8069-882-9.
- [18] WILLIAMSON, G. The role of polyphenols in modern nutrition. *Nutrition Bulletin* [online]. 2017, **42**(3), 226-235 [cit. 2020-06-02]. DOI: 10.1111/nbu.12278. ISSN 14719827. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/nbu.12278>
- [19] BENEDET, John A., Hisao UMEDA a Takayuki SHIBAMOTO. Antioxidant Activity of Flavonoids Isolated from Young Green Barley Leaves toward Biological Lipid Samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 2007, **55**(14), 5499-5504 [cit. 2020-06-02]. DOI: 10.1021/jf070543t. ISSN 0021-8561. Dostupné z: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf070543t>
- [20] ZENG, Yawen, Xiaoying PU, Jiazhen YANG, et al. Preventive and Therapeutic Role of Functional Ingredients of Barley Grass for Chronic Diseases in Human Beings. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* [online]. 2018, **2018**, 1-15 [cit. 2020-06-02]. DOI: 10.1155/2018/3232080. ISSN 1942-0900. Dostupné z: <https://www.hindawi.com/journals/omcl/2018/3232080/>
- [21] KAMIYAMA, Masumi a Takayuki SHIBAMOTO. Flavonoids with Potent Antioxidant Activity Found in Young Green Barley Leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 2012, **60**(25), 6260-6267 [cit. 2020-07-05]. DOI: 10.1021/jf301700j. ISSN 0021-8561. Dostupné z: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf301700j>
- [22] KULKARNI, Sunil D., Jai. C. TILAK, R. ACHARYA, Nilima S. RAJURKAR, T. P. A. DEVASAGAYAM a A. V. R. REDDY. Evaluation of the antioxidant activity of wheatgrass (*Triticum aestivum* L.) as a function of growth under different conditions.

- Phytotherapy Research* [online]. 2006, **20**(3), 218-227 [cit. 2020-06-02]. DOI: 10.1002/ptr.1838. ISSN 0951-418X. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/ptr.1838>
- [23] GORE, Rucha Diwakar. Wheatgrass: Green Blood can Help to Fight Cancer. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH* [online]. 2017, **11**(6), ZC40-ZC42 [cit. 2020-06-02]. DOI: 10.7860/JCDR/2017/26316.10057. ISSN 2249782X. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5534514/>
- [24] AATE, Jayshree, Pallavi URADE, Lata POTEY a Satish KOSALGE. Wheat Grass and its Health Benefits. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Research* [online]. 2017, **9**(4), 288+298 [cit. 2020-07-05]. ISSN 2349-7203. Dostupné z: www.ijppr.humanjournals.com
- [25] GOPALAKRISHNAN, Lakshmi priya, Kruthi DORIYA a Devarai Santhosh KUMAR. Moringa oleifera: A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food Science and Human Wellness* [online]. 2016, **5**(2), 49-56 [cit. 2020-06-02]. DOI: 10.1016/j.fshw.2016.04.001. ISSN 22134530. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2213453016300362>
- [26] Moringa oleifera Lam. In: *U.S. Department of Agriculture* [online]. [cit. 2020-07-05]. Dostupné z: <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=MOOL>
- [27] KURAUCHI, Yuki, Hari Prasad DEVKOTA, Kengo HORI, Yuiko NISHIHARA, Akinori HISATSUNE, Takahiro SEKI a Hiroshi KATSUKI. Anxiolytic activities of Matcha tea powder, extracts, and fractions in mice: Contribution of dopamine D1 receptor- and serotonin 5-HT1A receptor-mediated mechanisms. *Journal of Functional Foods* [online]. 2019, **59**, 301-308 [cit. 2020-06-02]. DOI: 10.1016/j.jff.2019.05.046. ISSN 17564646. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1756464619303093>
- [28] FAROOQ, Sumaya a Amit SEHGAL. Antioxidant Activity of Different Forms of Green Tea: Loose Leaf, Bagged and Matcha. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal* [online]. 2018, **6**(1), 35-40 [cit. 2020-06-02]. DOI: 10.12944/CRNFSJ.6.1.04. ISSN 2347467X. Dostupné z: <http://www.foodandnutritionjournal.org/volume6number1/antioxidant-activity-of-different-forms-of-green-tea-loose-leaf-bagged-and-matcha/>
- [29] DIETZ, Christina, Matthijs DEKKER a Betina PIQUERAS-FISZMAN. An intervention study on the effect of matcha tea, in drink and snack bar formats, on mood and cognitive performance. *Food Research International* [online]. 2017, **99**, 72-83 [cit. 2020-06-02]. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.05.002. ISSN 09639969. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0963996917301941>
- [30] BOYER, Jeanelle a Rui Hai LIU. Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutrition Journal* [online]. 2004, **3**(1), 3:5 [cit. 2020-06-02]. DOI: 10.1186/1475-2891-3-5. ISSN 1475-2891. Dostupné z: <http://nutritionj.biomedcentral.com/articles/10.1186/1475-2891-3-5>
- [31] MUSACCHI, Stefano a Sara SERRA. Apple fruit quality: Overview on pre-harvest factors. *Scientia Horticulturae* [online]. 2018, **234**, 409-430 [cit. 2020-06-02]. DOI: 10.1016/j.scienta.2017.12.057. ISSN 03044238. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030442381730780X>

- [32] FARID HOSSAIN, Md., Shaheen AKHTAR a Mustafa ANWAR. Nutritional Value and Medicinal Benefits of Pineapple. *International Journal of Nutrition and Food Sciences* [online]. 2015, **4**(1), 84-88 [cit. 2020-06-02]. DOI: 10.11648/j.ijnfs.20150401.22. ISSN 2327-2694. Dostupné z: <http://www.sciencepublishinggroup.com/j/ijnfs>
- [33] ALI, Md. Yousuf, Nur-E Noushin RUMPA, Sudip PAUL, et al. Antioxidant Potential, Subacute Toxicity, and Beneficiary Effects of Methanolic Extract of Pomelo (*Citrus grandis* L. Osbeck) in Long Evan Rats. *Journal of Toxicology* [online]. 2019, **2019**(2529569), 1-12 [cit. 2020-05-05]. DOI: 10.1155/2019/2529569. ISSN 1687-8191. Dostupné z: <https://www.hindawi.com/journals/jt/2019/2529569/>
- [34] REILAND, Holly a Joanne SLAVIN. Systematic Review of Pears and Health. *Nutrition Today* [online]. 2015, **50**(6), 301-305 [cit. 2020-05-05]. DOI: 10.1097/NT.000000000000112. ISSN 0029-666X. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4657810/>
- [35] SILVA, G. J., Tatiane Medeiros SOUZA, Rosa Lía BARBIERI a Antonio COSTA DE OLIVEIRA. Origin, Domestication, and Dispersing of Pear (*Pyrus* spp.). *Advances in Agriculture* [online]. 2014, **2014**, 1-8 [cit. 2020-05-05]. DOI: 10.1155/2014/541097. ISSN 2356-654X. Dostupné z: <http://www.hindawi.com/journals/aag/2014/541097/>
- [36] MIKULIC-PETKOVSEK, Maja, Justyna SAMOTICHA, Klemen ELER, Franci STAMPAR a Robert VEBERIC. Traditional Elderflower Beverages: A Rich Source of Phenolic Compounds with High Antioxidant Activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 2015, **63**(5), 1477-1487 [cit. 2020-06-02]. DOI: 10.1021/jf506005b. ISSN 0021-8561. Dostupné z: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf506005b>
- [37] JAFARI, Seid Mahdi. *Nanoencapsulation technologies for the food and nutraceutical industries* [online]. London: Elsevier, 2017, 636 s. [cit. 2020-06-02]. DOI: 10.1016/C2015-0-04253-8. ISBN 978-0-12-809436-5. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/book/9780128094365/nanoencapsulation-technologies-for-the-food-and-nutraceutical-industries#book-description>
- [38] ZUIDAM, N.J a Viktor NEDOVIC, ed. *Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing* [online]. New York, NY: Springer New York, 2010 [cit. 2020-06-02]. DOI: 10.1007/978-1-4419-1008-0. ISBN 978-1-4419-1008-0. Dostupné z: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-1008-0#editorsandaffiliations>
- [39] FANG, Zhongxiang a Bhesh BHANDARI, 2010. Encapsulation of polyphenols – a review. *Trends in food science and food technology* [online]. **21**(10), 510-523 [cit. 2020-02-08]. DOI: 10.1016/j.tifs.2010.08.003. ISSN 09242244. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924224410001925>
- [40] NEDOVIC, Viktor, Ana KALUSEVIC, Verica MANOJLOVIC, Steva LEVIC a Branko BUGARSKI, 2011. An overview of encapsulation technologies for food applications. *Procedia Food Science* [online]. **1**, 1806-1815 [cit. 2020-02-08]. DOI: 10.1016/j.profoo.2011.09.265. ISSN 2211601X. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2211601X11002665>
- [41] MOZAFARI, M. Reza, Kianoush KHOSRAVI-DARANI, G. Gokce BORAZAN, Jian CUI, Abbas PARDAKHTY a Seyhun YURDUGUL. Encapsulation of Food Ingredients

- Using Nanoliposome Technology. *International Journal of Food Properties* [online]. 2008, **11**(4), 833-844 [cit. 2020-06-02]. DOI: 10.1080/10942910701648115. ISSN 1094-2912. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10942910701648115>
- [42] BHATT, Indu a Bhumi Nath TRIPATHI. Interaction of engineered nanoparticles with various components of the environment and possible strategies for their risk assessment. *Chemosphere* [online]. 2011, **82**(3), 308-317 [cit. 2020-07-05]. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2010.10.011. ISSN 00456535. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0045653510011434>
- [43] KM EFSA. Nové pokyny týkající se nanotechnologií v potravinách a krmivech. *Informační centrum bezpečnosti potravin* [online]. 12.7.2018 [cit. 2020-07-05]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/nove-pokyny-tykajici-se-nanotechnologii-v-potravinach-a-krmivech.aspx>
- [44] TSAO, Rong. Chemistry and Biochemistry of Dietary Polyphenols. *Nutrients* [online]. 2010, **2**(12), 1231-1246 [cit. 2020-05-05]. DOI: 10.3390/nu2121231. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <http://www.mdpi.com/2072-6643/2/12/1231>
- [45] DENG, Jianjun, Haixia YANG, Esra CAPANOGLU, Hui CAO a Jianbo XIAO. Technological aspects and stability of polyphenols. *Polyphenols: Properties, Recovery, and Applications* [online]. Elsevier, 2018, 2018, , 295-323 [cit. 2020-07-05]. DOI: 10.1016/B978-0-12-813572-3.00009-9. ISBN 9780128135723. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128135723000099>
- [46] *Vitamin C: FACT SHEET FOR CONSUMERS* [online]. National Institutes of Health, 2019 [cit. 2020-05-05]. Dostupné z: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminC-Consumer/>
- [47] BURDURLU, Hande Selen, Nuray KOCA a Feryal KARADENIZ. Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage. *Journal of Food Engineering* [online]. 2006, **74**(2), 211-216 [cit. 2020-06-02]. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2005.03.026. ISSN 02608774. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877405001457>
- [48] ÖZTÜRK, Ahmet, Leyla DEMIRSOY, Hüsnü DEMIRSOY, Adem ASAN a Osman GÜL. Phenolic Compounds and Chemical Characteristics of Pears (*Pyrus Communis* L.). *International Journal of Food Properties* [online]. 2014, **18**(3), 536-546 [cit. 2020-07-05]. DOI: 10.1080/10942912.2013.835821. ISSN 1094-2912. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10942912.2013.835821>
- [49] SAPTARINI, NyiM, Driyanti RAHAYU a IrmaE HERAWATI. Antioxidant activity of crude bromelain of pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr) crown from Subang district, Indonesia. *Journal of Pharmacy And Bioallied Sciences* [online]. 2019, **11**(8), S551–S555 [cit. 2020-07-05]. DOI: 10.4103/jpbs.JPBS_200_19. ISSN 0975-7406. Dostupné z: <http://www.jpbonline.org/text.asp?2019/11/8/551/273938>
- [50] MEZZOMO, Natália a Sandra R. S. FERREIRA. Carotenoids Functionality, Sources, and Processing by Supercritical Technology: A Review. *Journal of Chemistry* [online]. 2016, **2016**, 1-16 [cit. 2020-07-05]. DOI: 10.1155/2016/3164312. ISSN 2090-9063. Dostupné z: <http://www.hindawi.com/journals/jchem/2016/3164312/>

- [51] PAREEK, Sunil, Narashans Alok SAGAR, Sunil SHARMA, Vinay KUMAR, Tripti AGARWAL, Gustavo A. GONZÁLEZ-AGUILAR a Elhadi M. YAHIA. Chlorophylls: Chemistry and Biological Functions. *Fruit and Vegetable Phytochemicals* [online]. Chichester, UK, 2017, 2017-10-16, , 269-284 [cit. 2020-07-05]. DOI: 10.1002/9781119158042.ch14. ISBN 9781119158042. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/9781119158042.ch14>
- [52] BOKROVÁ, Jitka. *Příprava a využití vybraných biopolymerů, nanočástic a nanovláken pro kosmetické a potravinářské účely* [online]. Brno, 2018 [cit. 2020-07-05]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/113568?zp_id=113568. Dizertační práce. Vysoké učení technické v Brně.
- [53] BOKROVA, Jitka, Ivana MAROVA, Petra MATOUSKOVA a Renata PAVELKOVA. Fabrication of novel PHB-liposome nanoparticles and study of their toxicity in vitro. *Journal of Nanoparticle Research* [online]. 2019, **21**(3) [cit. 2020-07-06]. DOI: 10.1007/s11051-019-4484-7. ISSN 1388-0764. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11051-019-4484-7>

8 ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

A	absorbancia
ABTS	2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)
A ₁ R	adenosínový receptor A ₁
A _{2A} R	adenozínový receptor A _{2A}
ATP _{ase}	Na ⁺ -K ⁺ -ATPase
Ca _v	voltage-gated calcium channels
DLS	Dynamic Light Scattering
DMSO	dimetylsulfoxid
ER	endoplazmatické retikulum
EU	Enkapsulačná účinnosť
etOH	etanol
GABA _A R	gamma-aminobutyric acid A receptor
GlyR	glycine receptor
GPa	glykogen phosphorylase a
HPLC	High performance liquid chromatography
IP ₃ R	inositol triphosphate receptor
K _v	voltage-gated potassium channels
MAO	monoamine oxidase
Mit	mitochondria
Na _v	voltage-gated sodium channels
ND	nedetekované
PDA	Photodiode array
PDE	phosphodiesterase
PDI	polydisperzita
PI ₃ K	inositol triphosphate receptor
RyR	ryanodine-sensitive calcium-release channel
UK	Veľká Británia
USA	Spojené štáty Americké
UV	ultrafialová oblasť
VIS	viditeľná oblasť
5'N	5'-nucleotidase

Jednotky

μg – mikrogram

mg – miligram

g – gram

μl – mikroliter

ml – mililiter

l – liter

mV – milivolt

ot – otáčka

s – sekunda

min – minúta

hod – hodina

nm – nanometer

mol







mmol

dm^3 – meter kubický

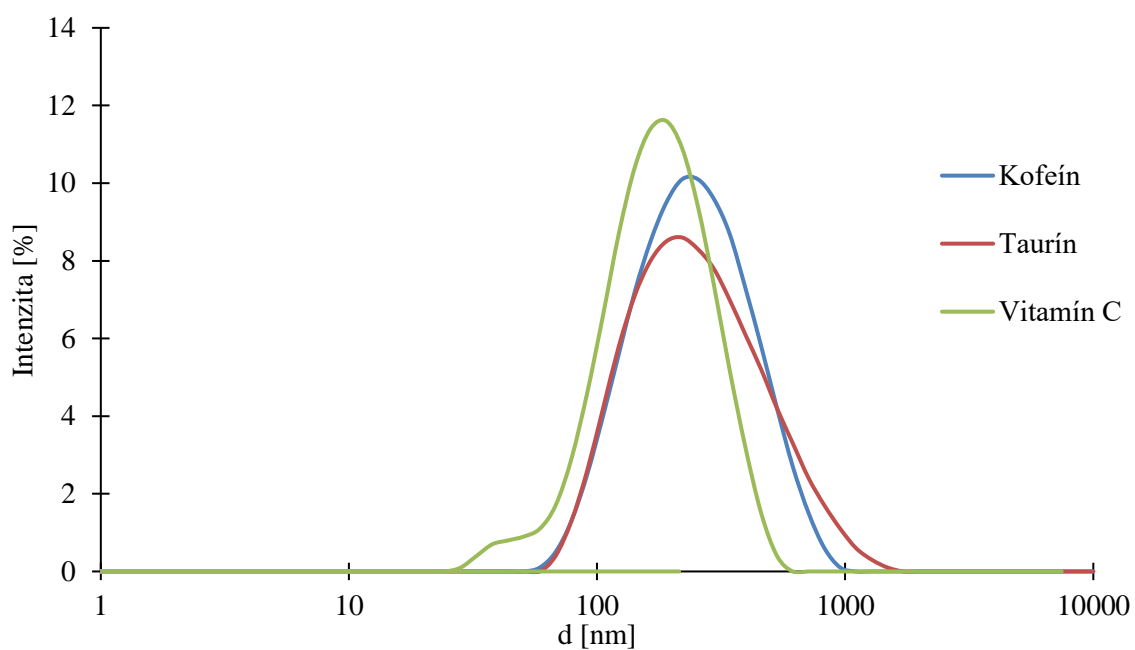
$^{\circ}\text{C}$ – stupeň celzia

9 PRÍLOHY

9.1 Príloha 1

Energetický nápoj	Zloženie energetického nápoja
<p data-bbox="268 358 375 392">Red bull</p> 	<p data-bbox="491 421 1380 548">Voda, sacharóza, glukóza, kyselina citrónová, oxid uhličitý, taurín (0,4%), regulátor kyslosti (uhličitan sodný, uhličitan horečnatý), kofeín (0,03%), vitamíny (B3, B5, B6, B12), aróma, farbivá (karamel, riboflavín)</p>
<p data-bbox="268 616 375 649">Monster</p> 	<p data-bbox="462 616 1404 862">Voda, sacharóza, glukózový sirup, kyselina citrónová, aróma, oxid uhličitý, taurín (0,4%), regulátor kyslosti (citrany sodné), extrakt z koreňa ženšenu (0,08%), L-karnitín-L-tartrát, kofeín (0,03%), konzervačné látky (kyselina sorbová, kyselina benzoová), farbivo (antokyany), vitamíny (B3, B6, B2, B12), chlorid sodný, D-glukoronolaktón, extrakt zo semien guarany (0,002%), inozitol, sladidlo (sukralosa), maltodextrín</p>
<p data-bbox="292 873 367 907">Tiger</p> 	<p data-bbox="486 936 1380 1052">Voda, cukor, regulátory kyslosti (kyselina citrónová, citran sodný) oxid uhličitý, taurín (0,4%), aróma, kofeín (0,03%), inozitol, farbivá (riboflavín, amoniak sulfitový karamel), vitamíny (B3, B5, B6, B12, D, G)</p>
<p data-bbox="247 1126 391 1160">Hell classic</p> 	<p data-bbox="470 1209 1396 1288">Voda, cukor, kyselina citrónová, oxid uhličitý, taurín, regulátor kyslosti (citrany sodný), kofeín, aróma, amoniakový karamel, vitamíny (B3, B5, B6, B2, B12)</p>
<p data-bbox="231 1382 422 1415">Semtex original</p> 	<p data-bbox="486 1451 1380 1579">Voda, cukor, glukózo-fruktózový sirup, taurín, regulátory kyslosti (kyselina citrónová, citrany sodné), kofeín, arómy, farbivo (E150d), antioxidant (kyselina askorbová) vitamíny (B2, B3, B5, B6)</p>
<p data-bbox="255 1650 391 1684">Big Shock</p> 	<p data-bbox="470 1736 1396 1848">Voda, cukor, kyselina citrónová, taurín (400 mg/100 ml), aróma, vitamíny (C, B3, B5, B6, B2, B9), kofeín (32 mg/100 ml) antioxidant: kyselina L-askorbová, farbivo: amoniak-sulfitový karamel</p>

9.2 Príloha 2



Obrázok 38: Závislosť intenzity rozptylu svetla na veľkosti a distribúcii častíc

9.3 Príloha 3

Dotazník pre senzorické hodnotenie energetických nápojov

Vážení hodnotitelia,

prosím Vás o zhodnotenie vzoriek pripravených energetických nápojov v krátkom dotazníku. Na senzorickej analýze budete hodnotiť 4 vzorky energetických nápojov. Výsledky budú použité k spracovaniu mojej bakalárskej práce.

Hodnotiteľ:

Dátum	
Čas	
Vek	

muž/žena

zdravotný stav: dobrý/zlý

fajčiar/nefajčiar

Aké je vaše stanovisko ohľadom energetických nápojov?

- Energetické nápoje mám veľmi rád/a
- Energetické nápoje nemám príliš rád/a
- Energetické nápoje vôbec nemám rád/a

Senzorické hodnotenie vzoriek

Chuť

- Sladkosť a kyslosť vzorky prosím ohodnoťte podľa stupnice od 1-najmenej sladká/kyslá chuť po 5-najviac sladká/kyslá chuť
- Intenzitu a príjemnosť chuti prosím ohodnoťte podľa stupnice od 1- najhoršia chuť po 5- najlepšia chuť
- V stĺpci iná chuť prosím napíšte akú inú chuť ste pri ochutnaní spozorovali

Vzorka	Sladkosť	Kyslosť	Intenzita	Príjemnosť	Iná chuť
R1					
S2					
Q3					
U4					

Vôňa, konzistencia, vzhľad

Ohodnoťte vzorky na stupnici od 1 po 5 (čím vyššie číslo, tým lepšie ohodnotená daná vlastnosť).

Vzorka	Vôňa	Konzistencia	Vzhľad
R1			
S2			
Q3			
U4			

Poradový test energetických nápojov

Zorad'te vzorky nápojov podľa Vašich preferencií (1- najlepší nápoj, 5- najhorší nápoj). Do poznámky prípadne napíšte, akú chuť Vám daná vzorka pripomínala.

Číslo poradia	Kód vzorky	Poznámka
1.		
2.		
3.		
4.		

Ďakujem Vám za vyplnenie dotazníka.