



# 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

# CHARAKTERIZACE VYBRANÝCH SUPERPOTRAVIN JAKO SLOŽEK SMOOTHIE NÁPOJŮ

CHARACTERIZATION OF SOME SUPER-FOODS AS COMPONENTS OF SMOOTHIE DRINKS

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Adriana Prachárová

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. RNDr. Ivana Márová, CSc.

BRNO 2019

## Zadání bakalářské práce

Číslo práce: FCH-BAK1443/2018 Akademický rok: 2018/19  
Ústav: Ústav chemie potravin a biotechnologií  
Studentka: **Adriana Prachárová**  
Studijní program: Chemie a technologie potravin  
Studijní obor: Potravinářská chemie  
Vedoucí práce: **prof. RNDr. Ivana Márová, CSc.**

### Název bakalářské práce:

Charakterizace vybraných superpotravin jako složek smoothie nápojů

### Zadání bakalářské práce:

Cílem práce je studium složení a účinků smoothie nápojů s obsahem vybraných druhů semínek.

V rámci práce budou řešeny následující dílčí úkoly:

- 1) literární rešerše zaměřená na smoothie nápoje, jejich složení a možné účinky na lidské zdraví
- 2) příprava modelových smoothie nápojů na bázi vybraných druhů ovoce s přidavkem "superpotravin" typu rostlinných semínek
- 3) charakterizace složení směsných smoothie nápojů
- 4) stanovení antioxidační aktivity a biologických účinků modelových směsných smoothie nápojů s obsahem superpotravin.

### Termín odevzdání bakalářské práce: 2.6.2019:

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

-----  
Adriana Prachárová  
student(ka)

-----  
prof. RNDr. Ivana Márová, CSc.  
vedoucí práce

-----  
prof. RNDr. Ivana Márová, CSc.  
vedoucí ústavu

V Brně dne 31.1.2019

-----  
prof. Ing. Martin Weiter, Ph.D.  
děkan

## **Abstrakt**

Táto bakalárska práca sa zaoberá vlastnosťami vybraného superpotravinového ovocia a semienok, venuje sa predstaveniu ich biologicky aktívnych látok a následnému porovnaniu ich nutričných vlastností. Teoretická časť práce sa zameriava na charakterizáciu samotného ovocia (ananás, banán, čučoriedka, kiwi, malina a pomaranč) a semienok (chia semienka, mak a mandle). Dôležitú súčasť tejto sekcie predstavuje charakterizácia bioaktívnych látok obsiahnutých v danom ovocí či semienkach, ako sú polyfenoly, flavonoidy, antioxidačná aktivita, vitamín C, vitamín E a mastné kyseliny. Ďalej práca popisuje metódy merania. V experimentálnej časti práce bol zmeraný obsah polyfenolov, flavonoidov a antioxidačnej aktivity vo vybranom ovocí a semienkach a následne boli vypočítané koncentrácie na 1 g sušiny. Na záver bola uskutočnená senzorická analýza pozostávajúca z osemnástich kombinácií ovocia a semienok. Jej cieľom bolo zistiť, či sú dané kombinácie nielen nutrične vysoké, ale v nápojoch aj senzoricky prijateľné pre konzumenta.

## **Abstract**

This bachelor thesis deals with properties of selected fruits and seeds of superfoods, the introduction of their biologically active substances and comparison of their nutritional properties. The theoretical part focuses on characterizing the fruit itself (pineapple, banana, blueberry, kiwi, raspberry and orange) and seeds (chia seeds, poppy seeds and almonds). It is focused on characterization of bioactive substances contained in them, such as polyphenols, flavonoids, antioxidant activity, vitamin C, vitamin E and fatty acids. Further, used methods are described. In the experimental part, the content of the antioxidant activity and biological effects in selected fruits and seeds was measured and concentrations was calculated per 1 g of dry matter. Finally, a sensory analysis consisting of eighteen fruit and seed combinations is introduced. The aim of the thesis was to find out which of tested combinations are nutritionally high and, simultaneously, acceptable for consumer.

## **Kľúčové slová**

Superpotraviny, biologicky aktívne látky, senzorická analýza

## **Keywords**

Superfoods, biologically active substances, sensory analysis

*PRACHÁROVÁ, Adriana. Charakterizace vybraných superpotravin jako složek smoothie nápojů. Brno, 2019. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/115845>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií. 39 s. Vedoucí práce pani prof. RNDr. Ivana Márová, CSc.*

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

.....  
Adriana Prachárová

#### POĎAKOVANIE

Rada by som sa poďakovala pani prof. RNDr. Ivane Márovej, CSc. za odborný dohľad a cenné rady pri písaní tejto práce. Taktiež ďakujem Ing. Renáte Pavelkovej za pomoc s prácou v laboratóriách, ochotu a venovaný čas. Ďakujem študentom VUT, ktorí sa ochotne zúčastnili senzorickej analýzy.

## Obsah

1	Úvod .....	7
2	Teoretická časť .....	8
2.1	Superpotraviny .....	8
2.2	Vybrané superpotraviny využívané k príprave smoothie nápojov .....	8
2.2.1	Ananás .....	8
2.2.2	Banány .....	9
2.2.3	Čučoriedky .....	9
2.2.4	Kiwi .....	9
2.2.5	Maliny .....	10
2.2.6	Pomaranč .....	10
2.2.7	Mandle .....	11
2.2.8	Chia semienka .....	11
2.2.9	Mak .....	11
2.3	Biologicky aktívne látky v superpotravínach .....	12
2.3.1	Vitamíny .....	12
2.3.2	Minerály .....	14
2.3.3	Antioxidanty .....	14
2.3.4	Mastné kyseliny .....	16
2.4	Metódy využívané k analýze ovocia a semienok .....	16
2.4.1	Spektrofotometria .....	16
2.4.2	Vysokoúčinná kvapalinová chromatografia .....	16
2.4.3	Plynová chromatografia .....	17
2.5	Senzorická analýza .....	17
3	Cieľ práce .....	18
4	Praktická časť .....	19
4.1	Použitá chemikálie .....	19
4.2	Prístroje .....	19
4.3	Príprava vzoriek .....	20
4.4	Stanovenie vitamínu C metódou HPLC s UV-VIS detekciou .....	20
4.5	Stanovenie Vitamínu E metódou HPLC .....	20
4.6	Stanovenie mastných kyselín metódou GC .....	21
4.7	Stanovenie celkových polyfenolov .....	21
4.8	Stanovenie celkových flavonoidov .....	22
4.9	Stanovenie antioxidačnej aktivity .....	22
4.10	Senzorická analýza .....	22
5	Výsledky a diskusia .....	23

5.1 Stanovenie sušiny .....	23
5.2 Spektrofotometrické stanovenie celkových polyfenolov .....	23
5.3 Spektrofotometrické stanovenie celkových flavonoidov .....	24
5.4 Spektrofotometrické stanovenie ABTS .....	25
5.5 Chromatografické stanovenie vitamínu C .....	26
5.6 Chromatografické stanovenie vitamínu E.....	27
5.7 Chromatografické stanovenie mastných kyselín.....	28
5.8 Senzorická analýza .....	28
5.8.1 Senzorické hodnotenie vzoriek.....	29
6 Záver.....	32
7 Použitá literatúra.....	33
8 Zoznam použitých skratiek a symbolov .....	37
9 Prílohy .....	38
Príloha 1: Dotazník senzorickej analýzy smoothie nápojov .....	38

# 1 ÚVOD

V 21. storočí je zdravý životný štýl jedna z najpreberanejších tém ľudstva. Okrem pravidelného pohybu je však základom aj kvalitné stravovanie. Konzumácia potravín obohatených o potrebné živiny môže spôsobiť nielen skvelý pocit vo vlastnom tele, ale dokonca znížiť riziko určitých degeneratívnych ochorení a zároveň poskytovať viac zdravotných výhod. Medzi takéto potraviny patria superpotraviny. Napriek tomu, že na tento pojem neexistuje žiadna definícia daná zákonom, už samotné slovo „super“ oboznamuje o tom, že sa jedná o potraviny, ktoré sú bohaté na vitamíny, minerály, antioxidanty, mastné kyseliny, enzýmy, vlákninu a ďalšie zložky. Výhodou je, že väčšina z nich pochádza nielen z exotických krajín sveta, ale môžu byť pestované aj v záhradách. Tieto potraviny majú viac jedinečných vlastností hlavne v prírodných formách. Pre vysoký obsah biologicky aktívnych látok je vhodné ich konzumovať najmä v surovom stave a skladovať pri teplotách maximálne do 42 °C. Dôležité je nielen ich skladovanie, ale aj spracovanie pri príprave a podávaní jedál tak, aby neprišli o svoje jedinečné látky. V prípade ovocia a zeleniny je potrebné postupovať rýchlo a v čo najmenšom počte krokov spracovania.

Superpotraviny sú schopné zvýšiť vitalitu ľudskeho tela a byť tak cestou pre zlepšenie celkového zdravia posilnením imunitného systému. Najdôležitejšie bioaktívne zložky superpotravín, sú polynenasýtené mastné kyseliny ( $\omega$ -3,  $\omega$ -6), antioxidanty, vitamíny, minerály a rôzne enzýmy. Keďže najdôležitejšími vlastnosťami superpotravín je ich antioxidantná aktivita, medzi najvýznamnejšie antioxidanty superpotravín patria predovšetkým vitamíny E, A a C, polyfenolické látky, selén,  $\beta$ -karotén, zinok, albumín, kyselina močová, bilirubín, koenzým Q10 a polyfenoly [2].

Zohrávajú významnú úlohu v prevencii degeneratívnych chorôb a podpory zdravia. Podporujú funkciu imunitného systému, pôsobia antioxidantne, urýchľujú hojenie a regeneráciu, bojujú proti únave a starnutiu. Zvyšujú vitalitu, silu a energiu tela, produkciu serotonínu. Antioxidanty nájdené v mnohých superpotravínach môžu pomôcť predchádzať rakovine, predchádzať cukrovke a tráviacim problémom, znížiť riziko vzniku kardiovaskulárnych ochorení. Superpotraviny sú tiež známe tým, že chránia orgány pred toxínmi, pomáhajú znižovať hladinu cholesterolu, regulujú metabolizmus a majú protizápalové účinky. Konzumácia superpotravín výrazne uľahčuje dosiahnutie ideálnej hmotnosti. Tvoria nevyhnutnú súčasť vyváženej stravy [2, 3].

## 2 TEORETICKÁ ČASŤ

Pretože zoznam superpotravín je dlhý a rôznorodý, teoretická časť tejto práce je zameraná na oboznámenie sa s piatimi druhmi ovocia a tromi druhmi semienok, ktoré boli v práci študované. Konkrétne ide o ananás, banán, čučoriedky, kiwi, maliny, pomaranč, chia semienka, mandle a mak.

### 2.1 Superpotraviny

Superpotraviny, resp. funkčné potraviny alebo „superfoods“, je názov pre potraviny, ktoré majú vďaka vysokej koncentrácii živín a biologickej aktivite vysokú výživnú a biologickú hodnotu. Tým, že obsahujú rôzne bioaktívne zložky, majú zdraviu prospešné účinky pre ľudský organizmus. Majú tiež vysoký obsah živín, vitamínov, minerálnych látok, esenciálnych aminokyselín, proteínov, vlákniny, enzýmov a ďalších látok prospešných pre ľudské zdravie [1].

Superpotraviny sú považované za prechod medzi potravinami a liekmi. Sú to prírodné zložky s prínosom pre ľudské zdravie. Majú predovšetkým preventívnu funkciu. Všeobecne je možné superpotraviny definovať ako potravinu, ktorá zlepšuje výživu a zdravie konzumenta [2].

### 2.2 Vybrané superpotraviny využívané k príprave smoothie nápojov

Medzi superpotraviny používané na prípravu smoothies patria ananás, banán, čučoriedky, kiwi, maliny a pomaranč. Okrem ovocia je stále populárnejšou voľbou pridávať do smoothie nápojov aj rôzne orechy a semiačka, napríklad mandle, mak alebo chia semienka.

#### 2.2.1 Ananás

Ananás je plod 1,5 metrovej tropickej rastliny ananásovníka (*Ananas comosus*), ktorý patrí do čeľade Bromeliaceae. Pôvodne bol pestovaný v Strednej a Južnej Amerike a postupom času sa začal pestovať aj v iných častiach sveta. V súčasnosti existuje okolo 40 druhov ananásu, čo z neho robí tretie najviac konzumované ovocie po banánoch a citrusových plodoch. Mnohí spotrebitelia oceňujú exotickú vôňu ananásového ovocia. Na sladkokyslej chuti sa podieľajú kyselina jablčná a citrónová. Žltá jedlá dužina tvorí 60% celkového podielu ovocia. Ananás sa vyznačuje radom zdravotných výhod. Obsahuje vysoké množstvo takmer všetkých vitamínov, okrem vitamínu B12 a E, a vyznačuje sa vysokým obsahom minerálnych látok, najmä horčíka a sodíka. Najdôležitejšou zložkou je enzým bromelin, vďaka ktorému patrí ananás medzi jedno z najlepších prírodných liečiv. Tým, že je bromelin silná protizápalová látka, podporuje hojenie rán, dokáže zmierňovať bolesť a opuchy. Taktiež štiepi bielkoviny a zráža mlieko. Konzumovanie ananásu znižuje riziko trombózy, podporuje liečbu močového ústrojenstva a pôsobí preventívne proti črevným chorobám. Konzumuje sa v rôznych formách spracovania, napríklad sterilizovaný alebo sušený, avšak jeho nevýhodou je, že ako čerstvý sa musí rýchlo spotrebovať, lebo hrozí hnitie [4, 5, 6].



### 2.2.2 Banány

Banány (*Musa*) sú hlavnou základnou potravinou pre milióny ľudí na svete. Banány sú plody ovocného stromu banánovníka. Banánovníky rastú vo všetkých tropických oblastiach, kde sa rozšírili pôvodne z juhovýchodnej Ázie. Plody vyrastajú po odkvitnutí kvetov ako zelené zhluky banánov, ktoré postupne dozrievajú do žltej farby a dorastajú do dĺžky v rozmedzí 6–30 cm. Banány sú cenným zdrojom vitamínov skupiny B6, vitamínov A a C. Bohaté sú na minerálne látky vápnik, fosfor, horčík a biogénny prvok draslík, ktorý napomáha svalovej funkcii. Dužina banánu obsahuje množstvo sacharidov, z ktorých prevláda glukóza, fruktóza a sacharóza. Všetky časti tejto rastliny majú liečivé účinky. Rastlinná miazga sa aplikuje v prípadoch bodnutia hmyzom, pri horúčkach a epilepsiách. Mladé listy sa prikladajú zase v prípade popálenín a dužina banánu pomáha proti hnačke. Banány sa väčšinou konzumujú v surovom a dozretom stave, avšak môžu sa pridávať do jedál ako dochucovadlo či sladidlo. V prípade konzumácie nezrelých plodov môžu vzniknúť nevoľnosti a nadúvanie, pretože v sebe nesú pomaly stráviteľné škroby. Banánové rastliny môžu byť tiež použité pri výrobe papiera, kobercov, ale vhodné sú aj ako krmivo pre zvieratá [5, 7, 8].

### 2.2.3 Čučoriedky

Čučoriedky (*Vaccinium myrtillus*) sú plody čučoriedky obyčajnej. Rastú divoko v chladnejších väčšinou ihličnatých lesoch. Čučoriedka obyčajná je krík s hustým vetvením s rastom väčšinou do výšky 60-90 cm, avšak niektoré odrody môžu dorastať až do výšky 3 metrov. Ľahko sa konzumujú, nevyžadujú šúpanie a spotrebiteľovi nevzniká po konzumácii žiaden odpad. Tmavomodro-fialová farba bobúľ je spôsobená vysokou koncentráciou antokyanínov, vďaka ktorým má vysoký antioxidačný účinok. Bobule a listy sa používajú na liečebné účely, vrátane liečenia hnačky, skorbutu, infekcií, popálenín a cukrovky. Čučoriedky sa používajú ako doplnok výživy pre kardiovaskulárne ochorenia, infekcie močových ciest, očné problémy, cukrovku a ďalšie stavy. Majú cenný prínos v podpore zdravia napríklad vplyv na prevenciu rôznych typov rakoviny, ako je rakovina hrubého čreva. Špecifické štúdie ukázali potenciálny inhibičný účinok flavonoidov kaempferolu a luteolínu na rozvoj rakoviny vaječníkov. Čučoriedky môžu byť zahrnuté do vyváženej stravy kvôli ich nízkemu glykemickému indexu, ktorý môže regulovať hladinu cukru v krvi, najmä u ľudí trpiacich cukrovkou typu II, znižovať inzulínovú rezistenciu a pôsobiť pozitívne na ľudí s obezitou a metabolickým syndrómom [5, 9].

Čučoriedky sa konzumujú čerstvé, používajú sa k príprave kompótov, džemov, odvarov. Taktiež sa ľahko pridávajú k iným potravinám (napríklad ako polevy pre raňajkové cereálie). Dnes sa už predávajú výtlačky z čučoriedok v tabletách, kapsulách a kvapkách alebo ako prášok. Listy sa používajú na výrobu čajov [5, 9].

### 2.2.4 Kiwi

Kiwi sú jedlé bobule drevín rodu *Actinidia*, pôvodom pochádzajúce z Číny, kde boli pestované už tristo rokov. Kiwi je dvojdomá popínavá rastlina rastúca do výšky 9 metrov. Plod má oválny tvar veľkosťou

podobný vajcu. Zvrchu chráni kiwi svetlohnedá tenká, vláknitá koža s jemnými chlpmi, vo vnútri sa nachádza svetlo zelená alebo zlatá dužina s drobnými čiernymi semenami. Kiwi ovocie má veľmi jemnú textúru so sladko-kyslou jedinečnou chuťou. Najviac zastúpeným vitamínom v kiwi je vitamín C, avšak jeho obsah závisí od vhodnej doby a spôsobu skladovania, pretože má veľkú tendenciu degradovať. Obsahuje tiež vitamíny A, B1, B2, E a K, a minerály železo, draslík, vápnik, fosfor, horčík. Bohatý je na karotenoidy lutein a zeaxanthín. Vďaka vysokému obsahu antioxidantov má priaznivé účinky na ľudský organizmus. Zmierňuje gastrointestinálne ochorenia, pomáha bojovať so stresom, prechladnutím a ďalšími chorobami. Nevýhodou tohto ovocia je, že u ľudí trpiacich alergiou na peľ alebo latex vyvoláva alergické reakcie, pretože obsahuje enzým aktinidín štiepiaci bielkoviny. Po kontakte kiwi s ústnou dutinou môže nastať opuch hrdla [7, 10].

### **2.2.5 Maliny**

Ostružina malinová (*Rubus idaeus*) je jednou z najstarších ovocných rastlín, ktorá sa do Európy rozšírila križiackymi výpravami z Malej Ázie v polovici 15. storočia. Vo svete aktuálne existuje vyše 2 000 druhov červených, žltých a čiernych malín. Maliny majú svoju charakteristickú vôňu, za ktorú je zodpovedný ketón 4-(4-hydroxypfenyl)butan-2-on, degradované karotenoidy a tiež hexenol. Z plodov a listov maliny sa vyrábajú prísady do čajov, pretože majú vysoký obsah bioaktívnych látok. Obsahujú lipidy, bielkoviny, sacharidy, najmä fruktózu a glukózu, a veľké množstvo minerálnych látok, ako sú horčík, zinok, vápnik, meď. Obsahujú aj veľké množstvo organických kyselín. Maliny majú dobré antioxidantné účinky vďaka vitamínu C a B9 a množstvu polyfenolických látok. Maliny môžu spôsobovať alergické reakcie u ľudí citlivých na histamín. Vďaka ich lákavému vzhľadu majú široké uplatnenie v cukrárenských a potravinárskych odvetviach. Nevýhodou je, že strata vody, morfológická krehkosť, zmäkčenie a prítomnosť patogénov ovplyvňujú kvalitu, a maliny sa rýchlo kazia, čo býva často problém pri predajnosti [5, 11].

### **2.2.6 Pomaranč**

Pomarančovník je subtropický strom. Dorastá do výšky až 10 metrov a patrí k druhom, ktoré sú pestované počas celého roka. Plody – pomaranče majú vonkajšiu oranžovú alebo žltú pevnú kôru, ktorá obsahuje vonné silice a chráni pomaranč pred stratou živín a vysychaním. Pod kôrou sa nachádza biela hubovitá vrstva, charakteristická množstvom flavonoidov a pektínov. Vo vnútri sa nachádza oranžová dužina obsahujúca veľké množstvo kvapaliny. Vyznačuje sa vysokým obsahom kyseliny citrónovej vitamínu C a vitamínu A. Ďalej je bohatý na vitamíny B, ako je kyselina pantotenová, kyselina listová a biotin. Obsahuje vzácny prvok selén, ktorý napomáha zdravému imunitnému systému,  $\beta$ -karotén, draslík, horčík a vápnik. Dužina obsahuje veľa flavonoidov, ktoré chránia vitamín C pred oxidáciou a zvyšujú jeho účinnosť. Tým, že sú pomaranče sladké, šťavnaté a osviežujúce, používajú sa na prípravu smoothie nápojov a džúsov. Okrem potravinárstva sa tiež využíva v liečiteľstve jeho kôra, ktorá má silné protizápalové účinky [12, 13].

### **2.2.7 Mandle**

Mandľa obecná pochádza zo Západnej Ázie, kde bola pestovaná viac ako 300 rokov pred našim letopočtom. V súčasnosti sa najviac pestuje vo Francúzsku, Taliansku a Južnej Amerike. Mandle sú označované ako orechy, avšak sú to jedlé semená v tvare slzy, ktoré sú plodom ovocného mandľového stromu. Celý plod je kôstka, v ktorej je uzavreté požívateľné jadro. Mandle sa rozdeľujú na horké a sladké. Na rozdiel od sladkých mandlí, horké mandle obsahujú veľké množstvo glykosidu amygdalínu, čo spôsobuje, že tieto mandle sú pre človeka už v malom množstve smrteľné. Sladké mandle majú široké využitie v cukrárenskom, potravinárskom priemysle a v kozmetike. Mandle sú vysoko výživné, bohaté na antioxidanty, vitamíny a minerály. Majú vysoký obsah zdravých tukov, prevažne mononenasytené tuky, ktoré pomáhajú chrániť srdce udržiavaním hladín (zdravý) HDL cholesterolu proti (škodlivý) LDL cholesterolu. Sú veľkým zdrojom vlákniny a proteínov vďaka esenciálnym aminokyselinám. Taktiež obsahujú dôležité živiny vrátane vitamínu E, selénu, zinku, vápnika, horčíka, vitamínov B, najmä biotínu (vitamín B7) a ďalšie minerálne látky. Úprava orechov spočíva v šúpaní a triedení podľa veľkosti a vzhľadu. Nakoniec sa orechy bielia kvôli zlepšeniu farby, solia, pražia a dochucujú [14].

### **2.2.8 Chia semenka**

Chia sú jedlé semená púštnej rastliny šalvia *hispanica*, ktorá pochádza zo Severnej Guatemaly a Mexika. Rastlina produkuje mnoho malých bielych a tmavých semien, ktoré dozrievajú na jeseň. Semienka boli používané už v období mayskej a aztéckej ríše. Chia semenka majú vysoký obsah oleja (30–40 %) a sú bohaté na nenasýtené mastné kyseliny, predovšetkým omega-3 mastné kyseliny (najviac zastúpená kyselina linolénová, 54–67 %) a omega-6 (kyselina linolová, 12–21 %). Semienka sú dobrým zdrojom proteínu, ktorých obsah je vyšší ako u iných tradičných plodín, ako je napríklad pšenica, kukurica, ryža. Chia semenka sú dobrým zdrojom vlákniny a polyfenolových zlúčenín s antioxidantnou aktivitou. Obsahujú vysoký podiel vápnika, rovnako ako bóru, ktorý pomáha dostať vápnik do kostí. Neobsahujú lepok, čo z nich robí vynikajúce superpotraviny pre ľudí citlivých na lepok. Semienka šalvie je vhodné pred konzumáciou ponoriť do vody, kedy sa zo semien vylúči slizovitý gél. Tento gél sa skladá z rozpustnej vlákniny, ktorá tvorí približne 6% semien chia. Vzniknutý gél má vlastnosti, ktoré umožňujú jeho aplikáciu v rôznych formách výrobkov v potravinárskom priemysle, ako je zahusťovadlo, gél a chelatačné činidlo. Ďalej môžu byť využité aj ako náhrady tuku v potravinárskom priemysle [15, 16].

### **2.2.9 Mak**

Stopy pestovania maku sa datujú už od neskorej doby bronzovej. V dnešnej dobe sa mak najviac pestuje v Českej republike, ale vo veľkom množstve sa pestuje aj vo Francúzsku a Španielsku a zahrňuje okolo 120 odrôd. Je to jednoročná rastlina vysoká 50cm s lákavými farbami kvetov červenej, bielej a fialovej. Mak poskytuje olejnaté semenka, ktoré majú všestranné účely. Semená sú malé. Z hľadiska využitia

sa delí na dva typy – mak ako liečivá rastlina alebo droga a mak ako potravina. Mak produkuje alkaloidy v latexe, ktoré slúžia ako ópium. Z potravinárskeho hľadiska sa používajú odrody maku olejného, ktorý obsahuje malé množstvo alkaloidov. Mak je bohatý na tuky a mastné kyseliny, pričom prevažujú kyselina linolová a olejová. Taktiež je mak bohatý na antioxidantne pôsobiace vitamíny E a B. Z minerálnych látok je najbohatšou potravinou vyznačujúcou sa obsahom vápnika. Horčík, fosfor, draslík sú tiež obsiahnuté vo veľkom množstve. Z maku sa najčastejšie lisujú oleje, ďalej tvorí náplne do rôznych koláčov a posypy sladkých aj slaných výrobkov. Z okvetných lístkov sa vyrábajú čaje proti nachladnutiu [17].

## **2.3 Biologicky aktívne látky v superpotravinách**

Superpotraviny obsahujú biologicky aktívne látky:

- vitamíny
- antioxidanty
- minerálne látky
- mastné kyseliny
- esenciálne aminokyseliny
- enzýmy a koenzýmy
- vlákninu
- polysacharidy

Tieto látky dokážu najrôznejšími spôsobmi priaznivo ovplyvňovať zdravie. Mali by sa konzumovať pravidelne ako súčasť výživy. Ide o látky, ktoré môžu pomôcť zastaviť poškodzovanie buniek, a tým aj zabrániť niektorým chorobám [18].

### **2.3.1 Vitamíny**

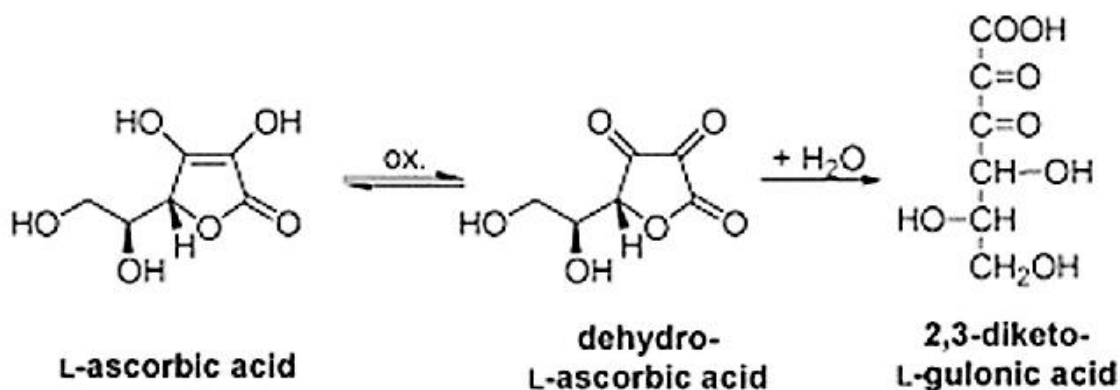
Vitamíny patria medzi látky, ktoré sú dôležité pre správnu funkciu a rozvoj ľudského organizmu. Získavame ich prirodzene zo stravy, pretože si ich telo nedokáže samo vyrobiť. V ľudskom organizme zodpovedajú za katalýzu biochemických reakcií. Podľa rozpustnosti možno vitamíny rozdeliť na dve skupiny, rozpustné v tukoch (A, D, E, F, K) a rozpustné vo vode (B, C, H). Vitamíny sú nevyhnutné pre tvorbu imunitných buniek, protilátok podieľajúcich sa na imunitnej reakcii. Nedostatok vitamínov urýchľuje starnutie a zvyšuje výskyt infekčných chorôb a rakoviny [19].

Okrem vitamínov v potrave prijímame aj provitamíny. To sú látky, z ktorých si telo môže vytvárať vlastné vitamíny nevyhnutné pre život. Príkladom je provitamín A, inak beta-karotén. Nachádza sa vo farebnej zelenine a ovocí, najmä v mrkve alebo v marhuliach. Je to surovina, z ktorej si telo tvorí vitamín A [20].

### 2.3.1.1 Vitamín C

V prírode sa vyskytujú 4 stereoizoméry kyseliny askorbovej, ale len jeden vykazuje aktivitu vitamínu C, a to kyselina 2-keto-L-gulonová, inak L-askorbová. Triviálny názov je vitamín C [23].

Kyselina askorbová patrí do skupiny vitamínov a podieľa sa na redoxných procesoch. Keďže je vo vode rozpustnou zlúčeninou, ľahko sa vstrebáva, ale v tele sa neukladá. Je nevyhnutná pre biosyntézu kolagénu, karnitínu a neurotransmitterov. Väčšina rastlín a živočíchov syntetizuje kyselinu askorbovú pre vlastnú potrebu, avšak ľudia ju nedokážu syntetizovať pre nedostatok enzýmu gulonolaktón-oxidázy. Vitamín C sa preto musí dopĺňať najmä prostredníctvom ovocia a zeleniny, prípadne vo forme doplnkov stravy. Kyselina askorbová je labilná molekula, ktorá má tendenciu stratíť svoju aktivitu počas jej spracovania, aj keď vďaka svojej redukčnej vlastnosti má schopnosť sa v potravinách uchovať. Hlavnými metabolitmi kyseliny askorbovej u človeka sú kyselina dehydroaskorbová, kyselina 2,3-diketoglukonová a kyselina šťaveľová. Pokles hladiny vitamínu C býva zaznamenaný v prípade ľudí so zlou životosprávou, u starších osôb, chronicky chorých jedincov, ľudí s psychickou poruchou [21, 22].



Obrázok 1 Degradácia kyseliny askorbovej [24]

Kyselina askorbovej sa pripisujú mnohé zdravotné prínosy pre ľudské telo, vďaka tomu, že patrí medzi antioxidanty, antikarcinogénny a imunomodulátory. Predchádza vzniku prechladnutia. Zníženie tvorby modrín a odpuchnutie dolných končatín môže byť pozorovateľné v priebehu prvého týždňa v množstve 1g na deň [21, 22, 23].

### 2.3.1.2 Vitamín E

Vitamín E pozostáva zo štyroch tokoferolov (α-, β-, γ- a δ-T) a zodpovedajúcich tokotrienolov (α-, β-, γ- a δ-T3), ktoré obsahujú nenasýtené bočné reťazce. Zlúčeniny vitamínu E sú známe pre svoje inhibičné účinky pri oxidácii lipidov v potravinách a biologických systémoch. Pri oxidácii lipidov dochádza k degradačným reakciám voľných radikálov, ktoré znižujú trvanlivosť, senzorké vlastnosti a nutričnú kvalitu potravín. Vitamín E je veľmi významný pri prevencii kardiovaskulárneho ochorenia, znižovaní rizika srdcebného infarktu, zosilňuje účinok vitamínu A a chráni pokožku pred UV žiarením.

Pôsobí preventívne tiež proti procesu starnutia a rakovine. Najvýznamnejšie zdroje vitamínu E sa nachádzajú v olejoch z pšeničných klíčkov, mandliach, lieskových orechoch [25].

### **2.3.2 Minerály**

Minerály sú anorganické prvky, ktoré pochádzajú z hornín, pôdy alebo vody. Je možné ich absorbovať nepriamo z prostredia (v podobe vzduchu alebo vody) alebo zvierat'a, ktoré konzumovalo určitú rastlinu. Ľudské telo obsahuje asi 25 nevyhnutných minerálov-chemických prvkov, ktoré sa väčšinou nachádzajú v anorganickej (neživej) hmote, ale v malom množstve sú prítomné aj v živých organizmoch. Existuje mnoho minerálov, bez ktorých nemôže telo fungovať, ale niektoré sú nevyhnutné pre optimálne zdravie. Minerály sú rozdelené do dvoch skupín: základné (tzv. makrobiogénne prvky) – vápnik, horčík, draslík, chlór, sodík, síra alebo fosfor – a stopové (mikrobiogénne prvky) – lítium, nikel, cín, kremík, vanád alebo bór. Minerály majú význam pre tieto procesy v tele: správny rast a vývin orgánov, správne fungovanie vnútorných orgánov, srdca a svalov, tvorba krviniek a kostných buniek, riadenie tráviacej sústavy, podpora nervovej sústavy, sú stavebnými látkami kostí a zubov. Avšak nadmerný prísun niektorých minerálov je nebezpečný (napr. soľ a sodík). Nedostatok minerálov sa môže prejaviť aj na našom zovňajšku – na kvalite nechtov, vlasov, pokožke či pleti [26].

### **2.3.3 Antioxidanty**

Antioxidanty sú látky, ktoré majú schopnosť regulovať oxidáciu tkanív v ľudskom tele. Pre ľudský organizmus je dôležité, aby regulačné systémy udržiavali neustálu rovnováhu medzi voľnými radikálmi a antioxidantmi. Sú to látky potláčajúce tzv. oxidačný stres organizmu. Produkty oxidačných reakcií spojených s uvoľňovaním voľných radikálov sú za podmienok telesnej námahy (choroba, stres, starnutie) vyššie než výťažky samovoľných zhášacích reakcií, pri ktorých voľné radikály zase zanikajú. Dochádza k nerovnováhe a k hromadeniu voľných radikálov v tele [27, 28, 29].

#### **2.3.3.1 Voľné radikály**

Voľné radikály sú atómy alebo molekuly obsahujúce aspoň jeden orbitál s nepárovým elektrónom. Sú to častice, ktoré reagujú s rôznymi biologickými štruktúrami, ako sú mastné kyseliny, aminokyseliny, lipidy, proteíny, nukleové kyseliny, koenzýmy a nízkomolekulárne metabolity. Vznikajú pri metabolických procesoch prijatím alebo odtrhnutím elektrónu a sú nevyhnutné pre syntézu mnohých látok v ľudskom tele. Vďaka reagovaniu so súčasťami živej hmoty sa stali významnými prenášačmi energie, faktormi imunitnej ochrany a signálnymi molekulami bunkovej regulácie. V organizme najčastejšie vznikajú reaktívne formy dusíka a kyslíka. V niektorých prípadoch môžu vážne poškodzovať organizmus, dokonca ho aj usmrtiť. Tvorbe voľných radikálov je možné zabrániť reguláciou aktivity enzýmov alebo reparačnými mechanizmami už poškodených biomolekúl. Ďalšou možnosťou je záchyt radikálov a ich následné odstránenie. Okrem prenášania energie sú tiež

prirodzenou súčasťou obrany proti parazitom, baktériám a vírusom. Na druhú stranu, vysoká koncentrácia voľných radikálov môže ničiť bunky. Tie však majú vyvinutý antioxidačný a detoxikačný mechanizmus. Hlavnou súčasťou týchto mechanizmov sú vitamíny E a C, tripeptid glutatión a enzým superoxidodismutáza. Všetky oxidačné a antioxidačné procesy v tele sú bežne v rovnováhe. Môže však dôjsť k nadprodukcii zlúčenín kyslíka a organizmus sa potom môže dostať do oxidačného stresu. Tvorbu voľných radikálov ovplyvňujú tiež vonkajšie vplyvy, najmä životné prostredie znečistené toxickými látkami, ultrafialové žiarenie, napadnutie mikroorganizmami a cigaretový dym [27, 28, 29].

Poškodenie v dôsledku pôsobenia voľných radikálov sa považuje za príčinu nádorového bujnenia, neurodegeneratívnych ochorení, cukrovky a v neposlednom rade za príčinu starnutia. Voľné radikály vznikajú pri bežnej látkovej výmene v bunkách. Všade, kde sa prepravuje kyslík, sa nachádzajú aj voľné radikály. Nájde ich tiež tam, kde sa telo stretáva s UV žiarením. Určité stresové hormóny zvyšujú produkciu voľných radikálov, čo znamená, že trvalý stres môže byť príčinou rakoviny [29].

### **2.3.3.2 Polyfenoly**

Polyfenoly sú zlúčeniny, ktoré sa prirodzene vyskytujú v ovocí, zelenine a obilninách. Sú sekundárnymi metabolitmi rastlín a podieľajú sa na ochrane proti ultrafialovému žiareniu alebo patogénnym účinkom. Polyfenoly môžu v potravinách prispieť najmä ku kyslosti v ovocí, k farbe, chuti, vôni a oxidačnej stabilite. Okrem sensorických vlastností majú význam pre ľudské zdravie. Epidemiologické štúdie ku koncu 20. storočia naznačovali, že dlhodobá konzumácia potravín bohatých na rastlinné polyfenoly poskytuje ochranu proti rakovine, kardiovaskulárnym ochoreniam, osteoporóze, cukrovke a neurodegeneratívnym ochoreniam. Bežnými zástupcami fenolových kyselín sú kyselina kávová, kyselina galová, kyselina ferulová [30].

### **2.3.3.3 Flavonoidy**

Flavonoidy tvoria veľmi rozsiahlu skupinu rastlinných fenolov. Majú spoločnú základnú štruktúru pozostávajúcu z dvoch aromatických kruhov viazaných dohromady tromi atómami uhlíka, ktoré tvoria oksyličený heterocyklus-aromatické zlúčeniny. Mnohé sú zodpovedné za atraktívne farby kvetov, plodov a listov. Flavonoidy sú dôležitou súčasťou antioxidačného systému, zabraňujú peroxidácii lipidov, podieľajú sa na likvidácii voľných kyslíkových radikálov. Inaktivujú a viažu niektoré kovové ióny, ako je železo či meď. Oxidačný stres tiež tlmia chelátovaním železa. Ukazuje sa, že prírodné flavonoidy môžu účinne pôsobiť v prevencii chorôb pôvodne spôsobených oxidačným poškodením biologických štruktúr, ako sú ateroskleróza, kardiovaskulárne ochorenia. Pôsobia antikarcinogénne a protizápalovo. Prijímanie flavonoidov v potravinách je zrejme vhodnejšie ako podávanie samotných antioxidačných monopreparátov (ako vitamín C a E) [29, 31, 32].

### 2.3.4 Mastné kyseliny

V prírode sa tuky vyskytujú najčastejšie vo forme triacylglycerolov (TAG). Ide o estery vyšších mastných kyselín a alkoholu. Mastné kyseliny delíme na tri základné kategórie:

- Nasýtené mastné kyseliny (SFA)
- Mononenasýtené mastné kyseliny (MUFA)
- Polynenasýtené mastné kyseliny (PUFA)

Každá mastná kyselina sa skladá z prvkov uhlíka, vodíka a kyslíka. Z chemického hľadiska sú mastné kyseliny karboxylové kyseliny s alifatickým uhl'ovodíkovým reťazcom. Sú zdrojom energie pre organizmus a pre správny vývoj centrálného nervového systému ich treba prijímať v potrave. Majú štrukturálne funkcie. Správny pomer omega-3 a omega-6 polynenasýtených mastných kyselín vo výžive napomáha znížiť úroveň zápalu v organizme. Zvýšenie príjmu potravín, ktoré sú zdrojmi omega-3 mastných kyselín a obmedzenie príjmu nasýtených tukov, trans- mastných kyselín a nadmernej konzumácie omega-6 mastných kyselín, vedie k zlepšeniu zdravia. Tuky s priaznivým zložením sú obsiahnuté v morských rybách, rybácích olejoch, rastlinných olejoch a vo väčšine druhoch orechov [33].

## 2.4 Metódy využívané k analýze ovocia a semienok

Na stanovenie biologicky aktívnych látok a mastných kyselín sa používajú nasledujúce metódy.

### 2.4.1 Spektrofotometria

Spektrofotometria je založená na princípe Lambert-Beerovho zákona. Tento zákon definuje vzťah medzi absorpciou svetla a vlastnosťami určitej látky, ktorou svetlo prechádza. Absorpcia žiarenia roztoku je, podľa zákona, konštantnej vlnovej dĺžke žiarenia a konštantnej hrúbke vrstvy meraného roztoku priamo úmerná molárnej koncentrácii  $c$ ,

$$A = \varepsilon \cdot l \cdot c \quad 1)$$

kde  $A$  je absorbancia roztoku,  $\varepsilon$  je molárny absorpčný koeficient [ $\text{dm}^3/\text{mol}\cdot\text{cm}$ ],  $c$  je koncentrácia roztoku [ $\text{mol}/\text{dm}^{-3}$ ],  $l$  je dĺžka kvety [cm] [34].

### 2.4.2 Vysokoúčinná kvapalinová chromatografia

Vysokoúčinná kvapalinová chromatografia patrí medzi najčastejšie používané separačné metódy. Je založená na rýchlom delení zložiek vzorky podľa vlastností medzi dvoma odlišnými fázami - stacionárnou a mobilnou fázou, ktorá je vždy kvapalná. Dochádza k opakovanému pohybu molekúl zložiek do fázy stacionárnej a následne späť do fázy mobilnej. Využíva vysokotlakové čerpadlá a vďaka vysokým tlakom ( od 30 až 60MPa ) hrá mobilná fáza v HPLC, na rozdiel od GC, dôležitú úlohu.



Používa sa jej veľký prietok a kolóny musia byť naplnené veľmi jemnými časticami o veľkosti 3–10 µm. HPLC umožňuje kvalitatívnu aj kvantitatívnu analýzu za spotreby minimálneho množstva vzorky. Analýza je rýchla, presná a citlivá a je vhodná k detekcii tepelne nestálych a neprchavých vzoriek. Používa sa na stanovenie organických kyselín, bielkovín, vitamínov, liečiv a rôznych metabolitov [35, 36, 37].

### **2.4.3 Plynová chromatografia**

Plynová chromatografia sa používa na stanovenie zloženia zmesnej vzorky. Využíva rôzne plyny, a to v závislosti od konkrétneho analyzátora a typu detektora. Nosný plyn sa používa na prenos vzorky kolónou plynového chromatografu. Aby mohla byť vzorka transportovaná, musí sa ihneď premeniť na plyn. Zložky sa v kolóne separujú na základe ich rôznych schopností pútať sa na stacionárnu fázu. Zložky opúšťajúce kolónu indikuje detektor. Signál z detektora sa vyhodnocuje a z časového priebehu intenzity signálu sa určí druh a kvantitatívne zastúpenie zložiek [37].

## **2.5 Senzorická analýza**

Senzorická analýza je definovaná ako analytická metóda, pri ktorej sa tzv. organoleptické (senzorické) vlastnosti stanovujú výhradne ľudskými zmyslami. Cieľom je vyvolať, zanalyzovať a interpretovať zmeny produktu vnímané ľudskými zmyslami, ako je čuch, chuť, hmat a sluch. Analýza prebieha za takých podmienok, kedy je zabezpečené objektívne a presné hodnotenie. Senzorickou analýzou sa hodnotí prijateľnosť alebo intenzita vnemu, nie zloženie potravín [38].

V senzorickej analýze rozlišujeme dva pojmy – senzorický a organoleptický. Organoleptický je vtedy, ak podnety pôsobia na tzv. snímače čiže receptory. Vzruch sa z receptorov prenáša nervovými vláknami do centrálnej nervovej sústavy, kde vyvoláva vnem, ktorý sa spracováva a porovnaním so skúsenosťami hodnotí, tým vzniká vnem – senzorický [39].

### **3 CIEĽ PRÁCE**

Cieľom práce je štúdium zloženia a účinkov smoothie nápojov s obsahom vybraných druhov semienok.

V rámci práce boli riešené nasledujúce čiastkové úlohy:

- 1) literárna rešerše zameraná na smoothie nápoje, ich zloženie a možné účinky na ľudské zdravie
- 2) príprava modelových smoothie nápojov na báze vybraných druhov ovocia s prídavkom "superpotravín" typu rastlinných semienok
- 3) charakterizácia zloženia smoothie nápojov
- 4) stanovenie antioxidačnej aktivity a biologických účinkov modelových smoothie nápojov s obsahom superpotravín.

## 4 PRAKTICKÁ ČASŤ

### 4.1 Použité chemikálie

ABTS- Sigma-Aldrich (SRN)

Acetonitril- Sigma-Aldrich (SRN)

Deionizovaná voda ReadyPrep proteomic grade water, Bio-Rad (USA)

Dusitan sodný- p.a., LachNer, (ČR)

Etanol- p.a., LachNer, (ČR)

Folin- Ciocalteu činidlo- p.a., LachNer, (ČR)

Hydroxid sodný- p.a., LachNer, (ČR)

Chlorid vápenatý- p.a., LachNer, (ČR)

Chloroform pre HPLC – LachNer (ČR)

Katechin – Sigma-Aldrich (SRN)

Kyselina gallová- Sigma-Aldrich (SRN)

Kyselina orthofosforečná

Metanol- p.a., LachNer, (ČR)

Peroxodisíran draselný- Sigma-Aldrich (SRN)

Trolox- Sigma-Aldrich (SRN)

Uhličitan sodný- p.a., LachNer, (ČR)

Vitamín C- Sigma-Aldrich (SRN)

### 4.2 Prístroje

Analytické váhy, Boeco (Nemecko)

Centrifúga Sigma, Laborzentrifugen (SRN)

Filtre pre HPLC, PRE-CUT, Alltech (GB)

Laboratórne váhy

Laboratórny mixér JB 3060 -Braun

Mikropipety, BioHit Proline (Fínsko)

Mikropipety, Discovery (SRN)

Rotačný vákuový odparovač RV 06, IKA (SRN)

Soxtherm, Gerhardt (Nemecko)

Spektrofotometer VIS, Helios  $\delta$ , Unicam (UK)

Vortex, TK3S, Kartel spa (USA)

Zostava HPLC/MS: Thermo Fischer Scientific (USA)

Termostat LCO 101 Column Oven, ECOM (CZE)

PDA Plus Detector, Finnigan SURVEYOR, Thermo Finnigan (USA)

Pump Plus, Finnigan SURVEYOR, Thermo Finnigan (USA)  
Kolona Kinetex C18, 5 mm, 4,6 x 150 mm, Phenomenex (USA)  
Predkolona - C18, AJ0 - 4287, Phenomenex (USA)  
Vyhodnocovací software Xcalibur

Zostava GC/FID:

Autoinjektor AI 1310 ThermoFisher Scientific (USA)  
Plyn. Chromatograf Trace 1300  
Kapilárna kolona ZB-FAME s rozmermi 30 m x 0,25 mm x 0,20  $\mu$ m

Zostava HPLC/FID:

Autosampler  
Termostat - LCO 101, Column Oven (ECOM, ČR)  
Detektor UV-VIS, 289nm  
Vyhodnocovací systém Xcalibur  
Kolona Kinetex C18, 100Å, 5  $\mu$ m, 4,6 x 150 mm, Phenomenex

### 4.3 Príprava vzoriek

Vzorky ovocia boli pred analýzou dezintegrované pomocou kuchynského mixéru. Následne boli navážené 2g daného vzorku ovocia a ponechané v sušiarňi vyhriatej na 60°C po dobu 1,5 hodiny.

### 4.4 Stanovenie vitamínu C metódou HPLC s UV-VIS detekciou

Vzorky ovocia obsahujúce vitamín C boli rýchlo dezintegrované a rozpustené v kyseline orthofosforečnej. Následne boli odstredené v centrifúge pri 7500 otáčkach po dobu 20 minút a prefiltrované. Vzorky boli analyzované na kolóne SUPELCOSIL™, LC- NH<sub>2</sub>(5 $\mu$ m) v termostate pri 30 °C. Pomocou nástreku do dávkovacieho ventilu s objemom 20  $\mu$ l bola vykonaná aplikácia na vzoriek na kolónu a vzorky boli detegované pri vlnovej dĺžke 268 nm. Elúcia prebiehala izokraticky pri prietoku mobilnej fáze 0,6 ml/min. Ako mobilná fáza bol použitý roztok acetonitrilu a roztok 0,05M octanu sodného v pomere 5:95. Kalibračná krivka vitamínu C:  $y = 29794989,09091x$ .

### 4.5 Stanovenie Vitamínu E metódou HPLC

Extrakcia vzoriek rozdrvených semienok bola vykonaná pomocou hexánu na extraktore Soxhlet. Vzorky boli po extrakcii odparené na vákuovom odparovači. Na analýzu bolo použitých 0,5 ml vzorky čistého tuku, ktoré boli rozpustené v metanole a následne metanolom 10x zriedené. Vzorky obsahujúce vitamín E boli analyzované pomocou vysokoúčinnnej kvapalinovej chromatografie. Nástrek bol uskutočnený do dávkovacieho ventilu s objemom 20  $\mu$ l. Vzorky boli analyzované na kolóne Kinetex C18 s rozmermi 4,6 x 150 mm v termostate-LCO 101 pri teplote 30 °C. Dáta boli spracované pomocou softwaru Xcalibur.

Tabuľka 1 Parametre pre HPLC/FID

Prietok	1 ml/min
Vyhodnocovací systém	Xcalibur
Kolona	C18 náplňová Kinetex
Mobilná fáza	Metanol

#### 4.6 Stanovenie mastných kyselín metódou GC

Vzorky rozdrvených semienok boli extrahované pomocou hexánu na extraktore Soxhlet. Po extrakcii a odparení na vákuovom odparovači boli získané vzorky rozpustené v chloroforme na koncentráciu 10 mg/ml. Do krimpovacej vialky bol napipetovaný 1 ml vzorky a 0,8 ml transesterifikačnej zmesi-15% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> v metanole. Takto pripravené vzorky boli zakrímplované, premiešané a inkubovali sa v termobloku po dobu 2 hodín pri 85 °C. Po vychladnutí bol obsah vialky kvantitatívne prevedený do 4ml vialiek s 0,5ml 0,5M roztokom NaOH. Vialky boli extrahované na multipozičnom vortexe 3–5 minút. Po oddelení fáz bol z organickej fázy odobratý 0,1 ml a prevedený do GC vialky s pripraveným chloroformom o objeme 0,9 ml. Takto pripravené vzorky boli zmerané na plynovom chromatografe. Podmienky GC sú uvedené v tabuľke.

Tabuľka 2 Parametre pre GC/FID

Autoinjektor	AI 1310 ThermoFisher Scientific
Plynový chromatograf	Trace 1300
Kapilárna kolona	ZB-FAME s rozmermi 30 m x 0,25 mm x 0,20 µm
Nosný plyn	N <sub>2</sub> s prietokom 1 ml/min

#### 4.7 Stanovenie celkových polyfenolov

Do skúmavky s 10x zriedeným Folin-Ciocalteuovým činidlom o objeme 1 ml bol pridaný 1 ml vody a 50 µl vzorku. Zmes bola premiešaná a nechala sa 5 minút stáť. K roztoku bol pridaný 1 ml nasýteného roztoku uhličitanu sodného a roztok bol znova premiešaný. Po 15 minútach státia bola zmeraná pri 750 nm. Každá vzorka bola zmeraná trikrát a pomocou software Microsoft Office Excel bol vypočítaný priemer a smerodajná odchýlka. Z rovnice z grafu závislosti absorbancie na koncentracii štandardu, ktorým je kyselina gallová v rozmedzí koncentracii 0,1–0,5 mg/ml, bola vypočítaná koncentrácia neznámych vzoriek. Rovnica regresie bola určená  $y=1,5637x$  s hodnotou spoľahlivosti  $R^2=0,978$ .

#### 4.8 Stanovenie celkových flavonoidov

Do skúmavky bolo pridaných 0,5 ml vzorku, 1,5 ml vody, 0,2 ml dusitanu sodného. Roztok bol premiešaný a po piatich minútach boli pridané 0,2 ml chloridu hlinitého. Po ďalších piatich minútach sa k roztoku pridalo 1,5 ml hydroxidu sodného a 1 ml vody. Absorbancia vzoriek bola zmeraná po 15 minútach pri 510 nm. Každá vzorka bola zmeraná trikrát a pomocou software Microsoft Office Excel bol vypočítaný priemer a smerodajná odchýlka. Z rovnice z grafu závislosti absorbancie na koncentrácií štandardu, ktorým je katechín v rozmedzí koncentrácií 0,05–0,3 mg/ml, bola vypočítaná koncentrácia neznámych vzoriek. Rovnica regresie bola určená  $y=3,0928x$  s hodnotou spoľahlivosti  $R^2=0,9984$ .

#### 4.9 Stanovenie antioxidačnej aktivity

ABTS bol rozpustený v destilovanej vode na koncentráciu  $c = 7$  mmol/l, kedy reakciou s 2,45 mmol/l peroxidisíranom draselným bol získaný radikálový anión  $ABTS^{\cdot+}$ . Roztok stál 12 hodín v tme pri laboratórnej teplote. Pred meraním bol  $ABTS^{\cdot+}$  zriedený 96% etanolom na absorbanciu približne  $A=0,700$  pri  $\lambda=734$  nm proti etanolu. Do zúženej kyvety bolo napipetovaných 1 ml  $ABTS^{\cdot+}$  a 10  $\mu$ l vzorky. Zaznamenávaný bol pokles absorbancie v 10 minúte. Pre kalibráciu bol pripravený roztok Troloxu v koncentračnom rozmedzí 50–400  $\mu$ g/ml. Rovnica regresie bola určená  $y=1,1835x$  s hodnotou spoľahlivosti  $R^2 =0,9985$ .

#### 4.10 Senzorická analýza

Senzorická analýza prebiehala dňa 16.5.2019 od 9 do 14 hodiny v zasadacej miestnosti na Ústave chémie potravín a biotechnológii VUT FCH. Bola vykonaná s využitím dotazníka, ktorý respondenti vyplňali. Hodnotili 18 vzoriek ovocných smoothie nápojov v kombinácií zo semienkami. Hodnotitelia boli preškolení študenti a akademici Fakulty chemickej VUT.

## 5 VÝSLEDKY A DISKUSIA

Praktická časť bola zameraná na stanovenie antioxidačnej aktivity a biologických účinkov vybraného ovocia a semienok. Na záver bola realizovaná senzorická analýza, ktorej cieľom bolo zistiť, či dané ovocie v kombinácii so semienkami je nielen nutrične hodnotné, ale aj senzoricky prijateľné.

### 5.1 Stanovenie sušiny

Vzorky ovocia boli dezintegrované kuchynským mixérom. Z každého druhu ovocia boli odobraté 2 g. Vzorky boli ponechané v sušiarňi na 60 °C po dobu jednej a pol hodiny. Každá vzorka bola následne zvážená. Výsledky pred sušením aj po sušení a % sušiny sú uvedené v *Tabuľke 3*. Meranie bolo opakované dvakrát a ide o aritmetický priemer nameraných hodnôt.

*Tabuľka 3 Hmotnosť vzoriek pred a po sušení*

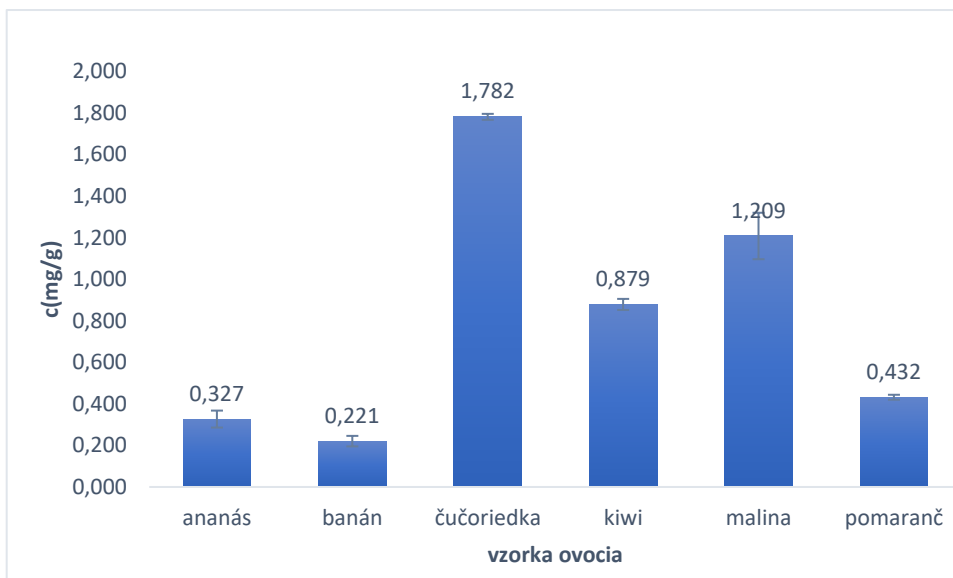
Vzorka	$m_{\text{pred sušením}}(\text{g})$	$m_{\text{po sušení}}(\text{g})$	% sušiny
Ananás	2	0,7	35
Banán	2	0,9	45
Čučoriedka	2	0,7	35
Kiwi	2	0,8	40
Malina	2	0,7	35
Pomaranč	2	0,6	30

### 5.2 Spektrofotometrické stanovenie celkových polyfenolov

Stanovenie celkových polyfenolov v ovocí prebiehalo pomocou spektrofotometra, podľa postupu v kapitole 4.7. Všetky merania boli vykonané trikrát a z priemerných hodnôt absorpcie bola vypočítaná ich koncentrácia. Výsledky sú uvedené v *Tabuľke 4*.

*Tabuľka 4 Obsah polyfenolov vo vzorkách*

Vzorka	Koncentrácia (mg/ml)	Koncentrácia (mg/g sušiny)
Ananás	0,176±0,022	0,327±0,041
Banán	0,181±0,021	0,221±0,025
Čučoriedka	0,960±0,008	1,782±0,014
Kiwi	0,586±0,018	0,879±0,027
Malina	0,651±0,060	1,209±0,112
Pomaranč	0,185±0,005	0,432±0,012

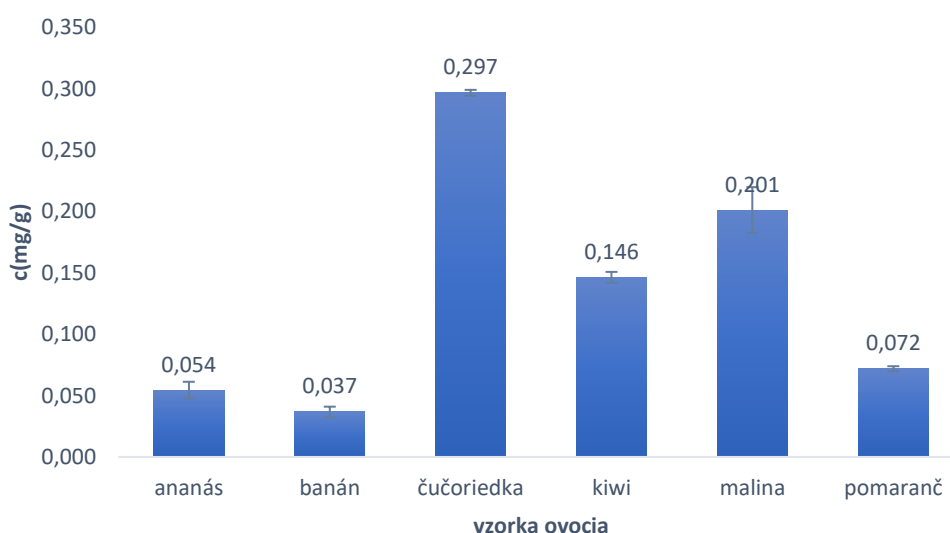


Graf 1 Koncentrácia polyfenolov vo vzorkách

Z grafu č.1 je viditeľné, že najviac polyfenolových látok obsahuje čučoriedka s koncentráciou 1,782 mg na 1 g sušiny. Najmenej polyfenolových látok sa nachádza v banáne - 0,221 mg na 1 g sušiny.

### 5.3 Spektrofotometrické stanovenie celkových flavonoidov

Celkové flavonoidy v ovocí boli stanovené pomocou spektrofotometra, podľa postupu v kapitole 4.8. Všetky merania boli vykonané trikrát a z priemerných hodnôt absorbancie bola vypočítaná ich koncentrácia z rovnice kalibračnej krivky katechínu Graf 2. Výsledky sú uvedené v Tabuľke 5.



Graf 2 Koncentrácia flavonoidov vo vzorkách



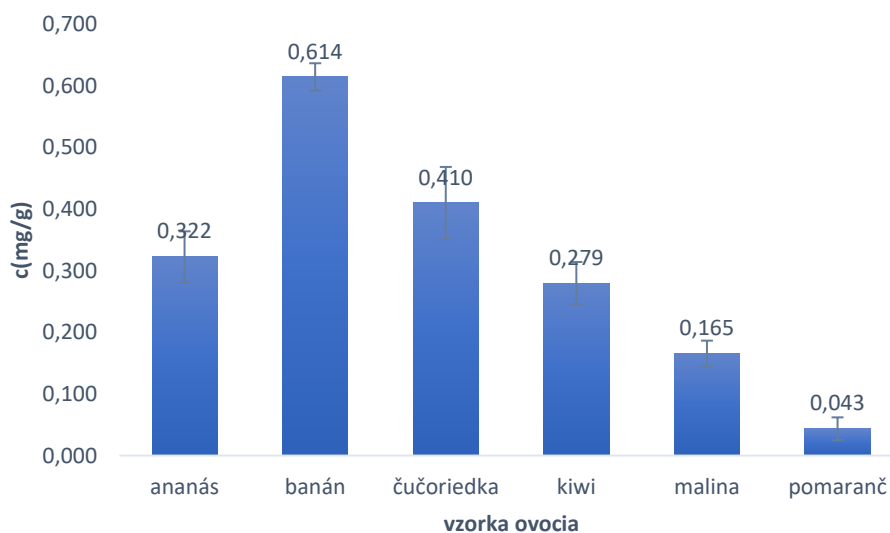
Tabuľka 5 Obsah flavonoidov vo vzorkách

Vzorka	Koncentrácia(mg/ml)	Koncentrácia (mg/g)
Ananás	0,029±0,004	0,054±0,007
Banán	0,030±0,003	0,037±0,004
Čučoriedka	0,160±0,001	0,297±0,002
Kiwi	0,098±0,003	0,146±0,004
Malina	0,108±0,010	0,201±0,019
Pomaranč	0,031±0,001	0,072±0,002

Na základe takto zmeraných hodnôt je viditeľné, že najviac flavonoidov na nachádza v čučoriedke - 0,297 mg na 1 g sušiny. Druhý najvyšší obsah má malina - 0,201 mg flavonoidov na g sušiny. Najnižšie množstvo flavonoidov bolo namerané u banána, a to 0,037 mg/g.

#### 5.4 Spektrofotometrické stanovenie ABTS

Metóda stanovenia ABTS bola založená na schopnosti zhasínať radikálový kation ABTS•+ . Absorbancia bola meraná pri vlnovej dĺžke 734 nm. Všetky merania boli vykonané trikrát a z priemerných hodnôt absorbancie bola vypočítaná ich koncentrácia z rovnice kalibračnej krivky troloxu Graf 3. Výsledky sú uvedené v Tabuľke 6.



Graf 3 Koncentrácia ABTS vo vzorkách

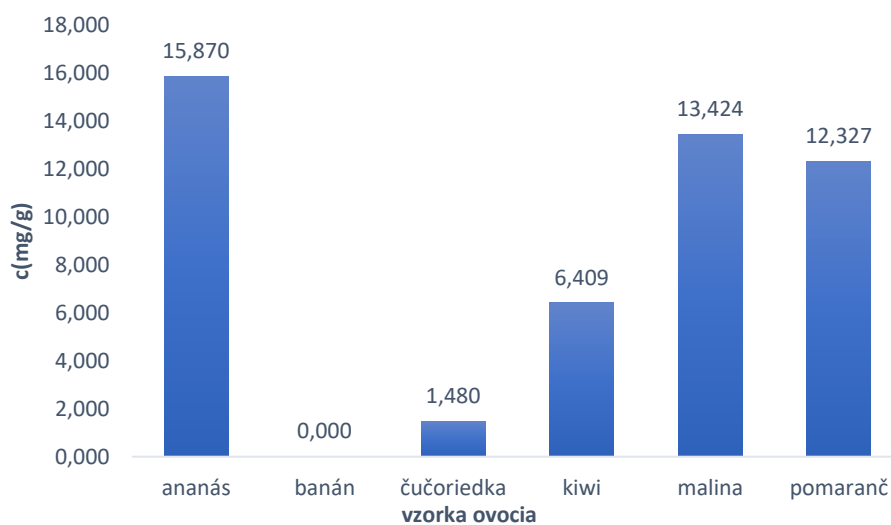
Tabuľka 6 Obsah ABTS vo vzorkách

Vzorka	Koncentrácia (mg/ml)	Koncentrácia (mg/g)
Ananás	0,174±0,022	0,322±0,041
Banán	0,502±0,018	0,614±0,022
Čučoriedka	0,221±0,031	0,410±0,058
Kiwi	0,186±0,023	0,279±0,035
Malina	0,089±0,011	0,165±0,021
Pomaranč	0,019±0,008	0,043±0,019

Najvyššiu koncentráciu antioxidantne aktívnych látok preukazoval banán s hodnotou 0,614 mg/g. Nižšie hodnoty boli namerané pri maline a kiwi. Najnižšia koncentrácia 0,043 mg na 1 g sušiny bola nameraná u pomaranča.

## 5.5 Chromatografické stanovenie vitamínu C

Pre zistenie množstva vitamínu C v ovocí bola premeraná kalibračná krivka podľa postupu 4.4 v metódach na určenie vitamínu C. Z rovnice kalibračnej krivky bolo vypočítané množstvo vitamínu C v jednotlivých vzorkách.



Graf 4 Koncentrácia vitamínu C vo vzorkách

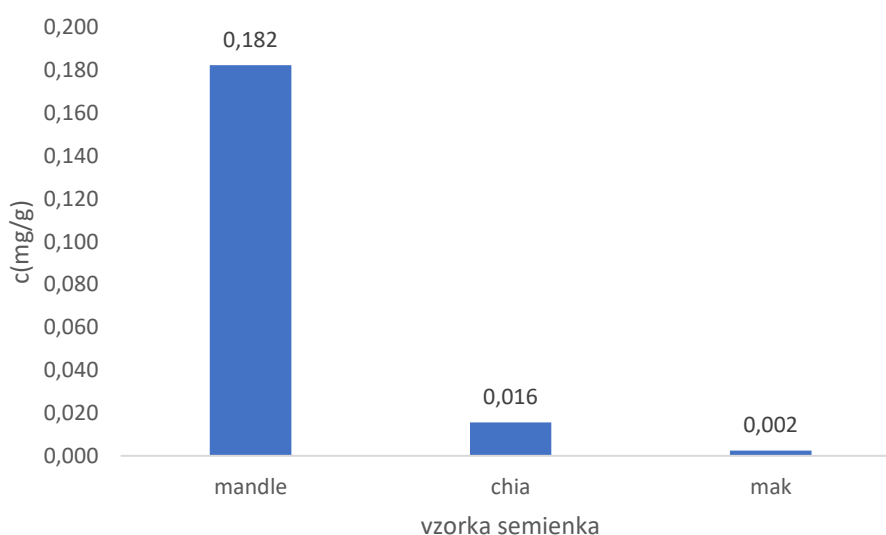
Tabuľka 7 Obsah vitamínu C vo vzorkách

Vzorka	Koncentrácia(mg/ml)	Koncentrácia (mg/g)
Ananás	25,656	15,870
Banán	0,000	0,000
Čučoriedka	1,308	1,480
Kiwi	6,409	6,409
Malina	10,356	13,424
Pomaranč	31,229±0,000	12,327±0,000

Z Grafu 4 je pozorovateľné, že najviac vitamínu C sa nachádza vo vzorkách ananásu, maliny a pomaranča. Pri všetkých troch ovocíach boli hodnoty vyššie ako 12 mg na 1 g sušiny. Nulová koncentrácia vitamínu C bola nameraná u vzorky banána, mohlo to byť spôsobené tým, že banán má veľmi nízku hodnotu vitamínu C a keďže sa vitamín C počas spracúvania potravín rýchlo stráca, pri príprave vzoriek mohlo dôjsť k jeho degradácii.

## 5.6 Chromatografické stanovenie vitamínu E

Pre zistenie množstva vitamínu E v semienkach bola premeraná kalibračná krivka podľa postupu 4.5 v metódach na určenie vitamínu E. Z rovnice kalibračnej krivky bolo vypočítané množstvo vitamínu E v jednotlivých vzorkách. Graf 5 ukazuje, že v porovnaní s makom a chia semienkami sa nachádza najviac vitamínu E vo vzorke mandlí, a to 0,182 mg/g.



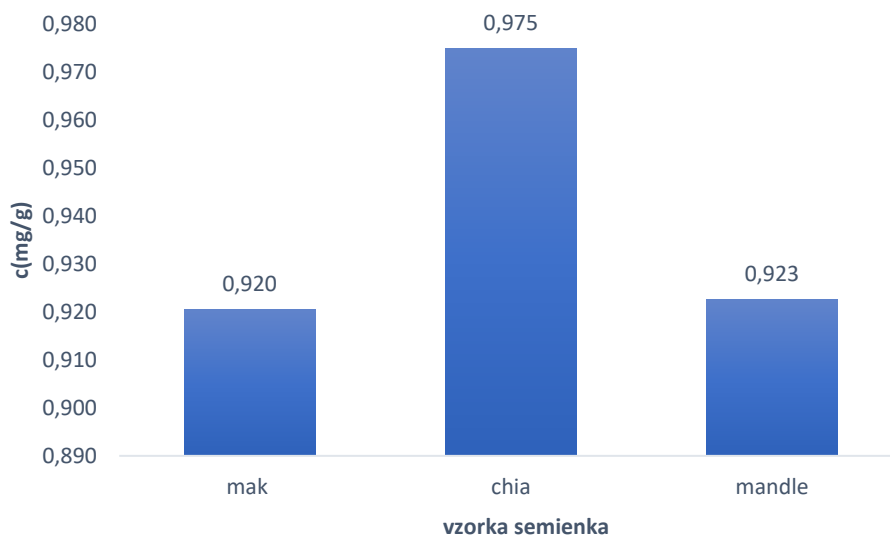
Graf 5 Koncentrácia vitamínu E vo vzorkách

## 5.7 Chromatografické stanovenie mastných kyselín

Stanovenie mastných kyselín bolo vykonané pomocou chromatografickej metódy u vzoriek semiačok maku, mandlí a chia semienok, podľa postupu metódy v kapitole 4.6. Z *Grafu 6* je pozorovateľné, že najviac mastných kyselín obsahujú chia semienka, pričom u maku a mandli bola celková koncentrácia o niečo nižšia. Rozdiely v obsahoch nasýtených, polynenasýtených a nenasýtených mastných kyselín sú uvedené v *Tabuľke 8*.

Tabuľka 8 Zloženie mastných kyselín vo vzorkách

vzorka	Celkové množstvo mastných kyselín			c (mg/ml)	c(mg/g)
	SFA	MUFA	PUFA	celkom	celkom
mak	0,106	0,821	0,30	1,229	0,920
chia	0,081	0,076	0,852	1,009	0,975
mandle	0,13	0,176	0,814	1,121	0,923



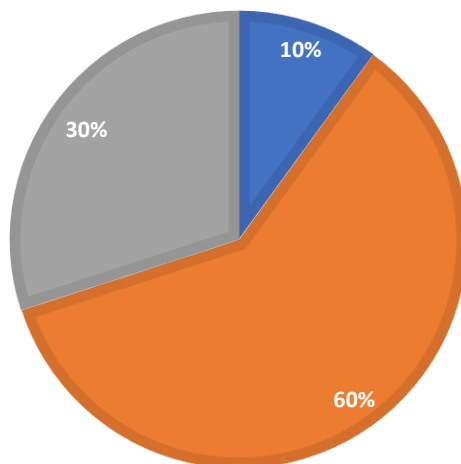
*Graf 6 Koncentrácia mastných kyselín vo vzorkách*

## 5.8 Senzorická analýza

Celkový počet respondentov bol 20, z toho 10 mužov a 10 žien. Vekové ohraničenie bolo v rozmedzí od 20 do 30 rokov, pričom 65% respondentov malo vek 21 rokov a priemerný vek súboru bol 24 rokov. 75% z celkového počtu tvorili nefajčiari. Dáta boli získané pomocou dotazníku (viz Príloha 1) spracované pomocou programu Microsoft Office Excel 2016 a vyhodnotené graficky.

Prvá časť dotazníku sa zaoberala tým, či respondenti vedia, čo sú to smoothie nápoje a ako často ich pijú, popri prípade nepijú. 60% z opýtaných zakrúžkovalo správnu odpoveď - 100 % šťava z ovocia, zvyšných 40% vybralo možnosť energetický nápoj, alebo mliečny nápoj. Výsledky sú uvedené v *Grafe 7*.

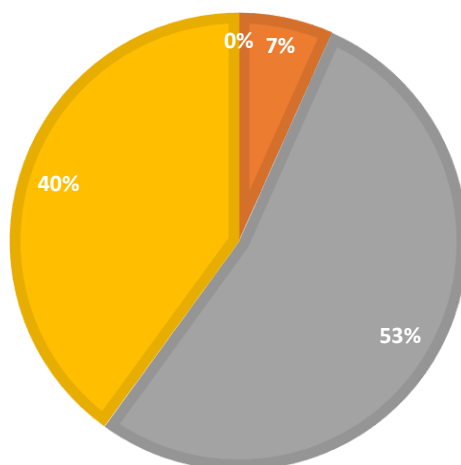
■ energetický drink ■ 100% šťava z ovocia ■ mliečny napoj



Graf 7 Čo je podľa Vás smoothie nápoj?

15 respondentov odpovedalo, že pijú smoothie nápoje, pričom z toho 53% pije nápoje len príležitostne. Žiaden respondent neodpovedal, že pije nápoj každý deň. Výsledky sú uvedené v Grafe 8.

■ každý deň ■ niekoľkokrát týždenne ■ niekoľkokrát mesačne ■ príležitostne



Graf 8 Ak áno, ako často?

### 5.8.1 Senzorické hodnotenie vzoriek

Hodnotených bolo 18 nápojov v kombináciách jednotlivé ovocie so samostatným semiačkom, ktoré sú uvedené v *Tabuľke 9*. Hodnotitelia hodnotili farbu, konzistenciu, vôňu a chuť, prípadne vedľajšie chute nápojov. Známkovali jednotlivé senzorické vlastnosti známkami 1 až 5, kde 1 znamenala výbornú, príjemnú vlastnosť nápoja a 5 znamenala nedostatočnú, nepríjemnú alebo nevyhovujúcu vlastnosť. Až

19 z 20 respondentov ohodnotilo známku 1 smoothie nápoj pomaranč-mandle, čo znamenalo, že tento nápoj ma najlákavejšiu farbu. Takisto mali vysoké hodnotenia aj všetky kombinácie pomaranču so semienkami a maliny so semienkami. Najhoršie známky obdržali smoothie, ktoré obsahovali banán. Mohlo to byť spôsobené tým, že banán po určitom čase na vzduchu mení farbu z bledožltej na hnedú. Pri hodnotení konzistencie zohrávala rolu hustota pomixovaného ovocia a veľkosť kúskov semienok. Mak ani chia semienka neboli pomleté a mandle síce boli pomleté na prášok, pričom sa mohlo stať, že sa objavil aj väčší kúsok orechu. Možno práve tento dôvod bol príčinou, že po spriemerovaní známok boli mandle ohodnotené známku 3. Najlepšiu konzistenciu naopak majú smoothie s prídavkom chia semienok, ACH a KCH – ananás a chia semienka, kiwi a chia semienka.

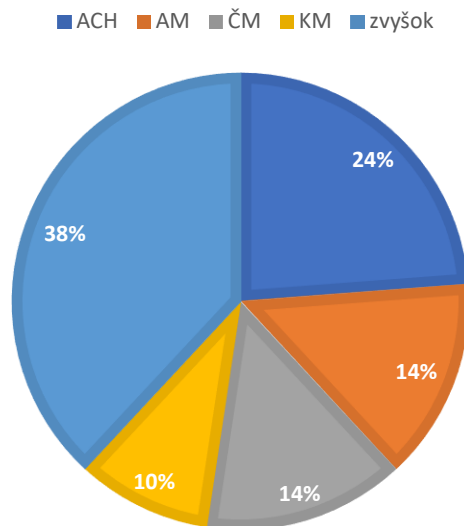
Ďalším parametrom bola vôňa. Keďže samotné ovocie má charakteristickú väčšinou veľmi príjemnú vôňu, tak známku 1 bolo oznámkovaných viacero nápojov, a to konkrétne vzorky na báze kiwi, malín a ananásu (KCH, MCH, ACH, MM a M). Najhoršie bola ohodnotená kombinácia čučoriedok a chia (ČCH).

Posledným parametrom bola chuť a vedľajšie chute. Pri tejto otázke záležalo veľmi na konkrétnom kuse ovocia. Napríklad pri čučoriedkach boli pomixované bežné čučoriedky predávané v obchode spolu s bio čučoriedkami, čo mohlo ovplyvniť chuťovú vlastnosť, pretože čučoriedky v akejkoľvek kombinácii chutili respondentom najmenej. Taktiež každému respondentovi pripadal subjektívne inakší stupeň horkosti, sladkosti a kyslosti. Niekomu vyhovujú viac sladšie chute, inému horkejšie. Kombinácie čučoriedok a maku a malín a maku sa zdali väčšine respondentov bez chuti, niekde boli označené až ako nevhodná chuť. Najviac chutili respondentom kombinácie s mandľami, konkrétne kombinácie mandle-ananás a mandle-banán.

Tabuľka 9 Názvy a zloženie jednotlivých vzoriek

Vzorka	Mak	Chia	Mandle
Ananás	A	ACH	AM
Banán	B	BCH	BM
Čučoriedka	Č	ČCH	ČM
Kiwi	K	KCH	KM
Malina	M	MCH	MM
Pomaranč	P	PCH	PM

Chia semienka majú vo všeobecnosti nevýraznú až neutrálnu chuť, čo sa potvrdilo aj u hodnotiteľov, ktorí chuť chia semienok v nápojoch skoro necítili. Respondenti nezaznamenali v nápojoch žiadne nežiadané vedľajšie chute, čo značí, že semienka v kombinácií s testovanými druhmi ovocia sú vhodné do nápojov a neovplyvňujú negatívne na zmyslové bunky.



*Graf 9 Ktorý nápoj je podľa vás „najzdravší“?*

Pri otázke č.7 uviedlo najviac respondentov za najzdravšiu variantu kombináciu ananás a chia semienka; ananásový základ považuje za najzdravší až 24% respondentov (*Graf 9*).

## 6 ZÁVER

Superpotraviny sú potraviny, ktoré majú viac jedinečných vlastností. Podľa štúdií sú schopné zvýšiť vitalitu ľudského tela a sú dobrou voľbou pre zlepšenie celkového zdravia a posilnenia imunitného systému.

V experimentálnej časti bola vykonaná charakterizácia piatich ovocí (ananás, banán, čučoriedky, kiwi, maliny, pomaranč) z hľadiska obsahu polyfenolov, flavonoidov, antioxidačnej aktivity a vitamínu C. Bolo zistené, že čučoriedka spolu s malinou sú bohaté na polyfenoly a flavonoidy. Naopak u banánu bola zistená najmenšia koncentrácia týchto zložiek a napriek 3x opakovanému meraniu vitamínu C boli namerané nulové koncentrácie. Tento výsledok mohol byť spôsobený rýchlou degradáciou vitamínu C pri príprave vzoriek. Banán však vykazoval najvyššiu antioxidačnú aktivitu zo všetkých meraných ovocí. Najvyššia hodnota vitamínu C bola nameraná u ananásu. Z výsledkov možno celkovo zhodnotiť, že po porovnaní obsahov koncentrácií medzi jednotlivými druhmi ovocia majú najvyšší obsah biologicky aktívnych látok čučoriedky. Ďalej boli skúmané koncentrácie vitamínu E a mastných kyselín v chia semenkách, maku a mandliach. Výrazný rozdiel bol nameraný medzi mandľami a ďalšími semenkami v pomere vitamínu E, kedy mandle mali viditeľne vyššiu koncentráciu (0,182 mg/g) tohoto vitamínu než mak a chia semenka. Najnižšiu hodnotu len 0,002 mg/g bolo nameraných u maku. Výsledky merania mastných kyselín sú zrovnateľné u všetkých troch vzorkách a líšia sa len malými rozdielmi.

Na záver prebehla senzorická analýza. Respondenti, ktorými boli školení hodnotitelia, hodnotili 18 vzoriek v kombináciách, kedy bolo zmiešané každé ovocie s každým semenkom. Hodnotitelia hodnotili farbu, konzistenciu, vôňu a chuť vzoriek. Najväčší úspech mali kombinácie ananás-mandle a banán-mandle, ale aj kombinácie ovocia s chia semenkami, kedy najviac respondentov považovalo tieto nápoje za chuťovo najpriateľnejšie. Napriek tomu, že podľa výsledkov má čučoriedka oproti ostatným meraným ovociam najvyšší obsah biologicky aktívnych látok, patrili nápoje na bázi čučoriedok medzi najhoršie hodnotené smoothie nápoje, a to u všetkých parametrov, najmä pri chuti a vôni. Preto by bolo vhodné ich v ďalšom senzorickom hodnotení skombinovať napríklad s banánom či ananásom.

Za najzdravší nápoj považovali respondenti kombinácia ananás - chia. Ananás patril medzi ovocie z najvyšším obsahom vitamínu C. Tým, že chia semenka obsahujú najviac mastných kyselín spomedzi testovaných semienok, majú vysoký obsah vitamínu E a súčasne nemajú žiadny negatívny vplyv na senzorické vlastnosti, sú vhodnou superpotravinou do akéhokoľvek smoothie nápoja. Keďže takmer u každého meraného parametra sa vzorky v nameraných hodnotách líšili, je vhodné jednotlivé zložky skombinovať a vytvoriť tak chutný nápoj s vysokým obsahom rôznych aktívnych látok.



## 7 POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] PROESTOS, CHARALAMPOS. Superfoods: Recent Data on their Role in the Prevention of Diseases. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal* [online]. 2018, **6**(3), 576-593 [cit. 2019-05-11]. DOI: 10.12944/CRNFSJ.6.3.02. ISSN 2347467X. Dostupné z: <http://www.foodandnutritionjournal.org/volume6number3/superfoodsrecent-data-on-their-role-in-the-prevention-of-diseases/> )
- [2] WOLFE, David. *Superfoods: the food and medicine of the future*. Berkeley: North Atlantic Books, c2009. ISBN 9781556437762.
- [3] The Health Benefits of Superfoods. *Integris: On your health* [online]. 18.3.2019 [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <https://integrisok.com/resources/on-your-health/2019/march/the-health-benefits-of-superfoods>
- [4] WALL, Niaz. Pineapple (*Ananas comosus*). *Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements* [online]. Elsevier, 2019, 2019, s. 367-373 [cit. 2019-05-05]. DOI: 10.1016/B978-0-12-812491-8.00050-3. ISBN 9780128124918. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128124918000503>
- [5] BULKOVÁ, Věra. *Rostlinné potraviny*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2011. ISBN 978-80-7013-532-7.
- [6] STEINGASS, Christof B., Johannes LANGEN, Reinhold CARLE a Hans-Georg SCHMARR. Authentication of pineapple (*Ananas comosus* [L.] Merr.) fruit maturity stages by quantitative analysis of  $\gamma$ - and  $\delta$ -lactones using headspace solid-phase microextraction and chiroselective gas chromatography–selected ion monitoring mass spectrometry (HS-SPME–GC–SIM–MS). *Food Chemistry* [online]. 2015, **168**, 496-503 [cit. 2019-05-06]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.07.071. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814614011091>
- [7] MORTON, Julia Frances, DOWLING, Curtis F., ed. *Fruits of warm climates*. Brattleboro: Echo Point Books, 2013. ISBN 978-1-62654-976-0. Str. 29-46.
- [8] PAREEK, Sunil. Nutritional and Biochemical Composition of Banana (*Musa* spp.) Cultivars. *Nutritional Composition of Fruit Cultivars* [online]. Elsevier, 2016, 2016, s. 49-81 [cit. 2019-05-06]. DOI: 10.1016/B978-0-12-408117-8.00003-9. ISBN 9780124081178. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780124081178000039>
- [9] PROESTOS, CHARALAMPOS. Superfoods: Recent Data on their Role in the Prevention of Diseases. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*[online]. 2018, **6**(3), 576-593 [cit. 2019-04-07]. DOI: 10.12944/CRNFSJ.6.3.02. ISSN 2347467X. Dostupné z: <http://www.foodandnutritionjournal.org/volume6number3/superfoodsrecent-data-on-their-role-in-the-prevention-of-diseases/>
- [10] SIVAKUMARAN, Sivalingam, Lee HUFFMAN, Subathira SIVAKUMARAN a Lynley

- DRUMMOND. The nutritional composition of Zespri® SunGold Kiwifruit and Zespri® Sweet Green Kiwifruit. *Food Chemistry* [online]. 2018, **238**, 195-202 [cit. 2019-05-06]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.08.118. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814616313589>
- [11] GIONGO, Lara, Matteo AJELLI, Paula PONCETTA, María RAMOS-GARCÍA, Paolo SAMBO a Brian FARNETI. Raspberry texture mechanical profiling during fruit ripening and storage. *Postharvest Biology and Technology* [online]. 2019, **149**, 177-186 [cit. 2019-05-07]. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2018.11.021. ISSN 09255214. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S092552141830783X>
- [12] ROP, O. a J.HRABĚ. Nealkoholické a alkoholické nápoje. Vyd. 1. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009. 129 s. ISBN 978-80-7318-748-4.
- [13] SHARON, M. Moderní výživa od A do Z : Malá encyklopedie výživy. Vyd. 1. Praha : Euromedia CS, 1998. 225 s. ISBN 80-902502-1-1. [15] Oberbeil, K., Lentzová, Ch. Ovoce a zelenina jako lék : Strava, která léčí. Vyd. 2. Praha : Fortuna print, 2003. 294 s. ISBN 80-7321-067-3.
- [14] FULTON, Julian, Michael NORTON a Fraser SHILLING. Water-indexed benefits and impacts of California almonds. *Ecological Indicators* [online]. 2019, **96**, 711-717 [cit. 2019-06-01]. DOI: 10.1016/j.ecolind.2017.12.063. ISSN 1470160X. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1470160X17308592>
- [15] FERNANDES, Sibeles Santos a Myriam de las Mercedes SALAS-MELLADO. Addition of chia seed mucilage for reduction of fat content in bread and cakes. *Food Chemistry* [online]. 2017, **227**, 237-244 [cit. 2019-04-22]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.01.075. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814617300869> ,
- [16] CAPITANI, M.I., V. SPOTORNO, S.M. NOLASCO a M.C. TOMÁS. Physicochemical and functional characterization of by-products from chia (*Salvia hispanica* L.) seeds of Argentina. *LWT - Food Science and Technology* [online]. 2012, **45**(1), 94-102 [cit. 2019-04-23]. DOI: 10.1016/j.lwt.2011.07.012. ISSN 00236438. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643811002131>
- [17] BARANYK, Petr. Olejníky. Praha. Praha: Profi Press, 2010, 206 s. ISBN 978- 80-86726-38-0
- [18] JIŘÍKOVÁ, Lucie a Sandra SCHMIDOVÁ. Superpotravin. *Viviente: O zdravé výživě* [online]. 25.12.2013 [cit. 2019-05-28]. Dostupné z: <http://www.viviente.cz/superpotraviny/>
- [19] PRUGAR, Jaroslav, et al. Kvalita rostlinných produktů : na prahu 3. tisíciletí. Praha: Výzkumný ústav pivovarnický a sladařský, 2008. 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2
- [20] MACH, Ivan. *Doplňky stravy*. Praha: Svoboda Servis, 2004. ISBN 80-86320-34-0
- [21] KOOLMAN, Jan a Klaus-Heinrich RÖHM. Barevný atlas biochemie. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-2977-0.
- [22] STRUNECKÁ, Anna a Jiří PATOČKA. Doba jedová. Praha: Triton, 2012. ISBN 978-80-7387-469-8

- [23] MATEI, N., S. BIRGHILA, V. POPESCU, S. DOBRINAS, A. SOCEANU a C. OPREA, V. Magearu. *Kinetic study of vitamin c degradation from pharmaceutical products*. Rom. J. Phys., 53 (2008), pp. 343-351
- [24] HERBIG, Anna-Lena a Catherine M.G.C. RENARD. Factors that impact the stability of vitamin C at intermediate temperatures in a food matrix. *Food Chemistry* [online]. 2017, **220**, 444-451 [cit. 2019-06-01]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.10.012. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814616316302>
- [25] EITENMILLER, Ronald R. a Junsoo LEE. *Vitamin E: food chemistry, composition, and analysis*. New York: Marcel Dekker, c2004. Food science and technology (Marcel Dekker, Inc.), 137. ISBN 0824706889.
- [26] SOLAN, Matthew. The best foods for vitamins and minerals: How to ensure you get the right vitamins and minerals in the right amounts. *Harvard Health Publishing: Trusted advice for healthier life* [online]. [cit. 2019-05-28]. Dostupné z: <https://www.health.harvard.edu/staying-healthy/the-best-foods-for-vitamins-and-minerals>
- [27] PÁNEK, J. et al. *Základy výživy*. 1. vyd. Praha : Svoboda Servis, 2002. 207 s. ISBN 80-86320-23-5
- [28] KALÁČ, P. *Funkční potraviny: kroky ke zdraví*. České Budějovice : Dona, 2003. 130 s. ISBN 80-7322-029-6
- [29] ŠTÍPEK, Stanislav. *Antioxidanty a volné radikály ve zdraví a v nemoci*. Praha: Grada, 2000. ISBN 80-7169-704-4
- [30] PANDEY, Kanti Bhooshan a Syed Ibrahim RIZVI. Plant Polyphenols as Dietary Antioxidants in Human Health and Disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* [online]. 2009, 2(5), 270-278 [cit. 2019-05-28]. DOI: 10.4161/oxim.2.5.9498. ISSN 1942-0900. Dostupné z: <http://www.hindawi.com/journals/omcl/2009/897484/>
- [31] KOCHAR S.P., Rossell J.B.: *Food Antioxidants* (editor B.J.F. Hudson), Elsevier, str. 19-64, London 1990
- [32] RICE-EVANS, Catherine. a Lester. PACKER. *Flavonoids in health and disease*. New York: Marcel Dekker, c2003. ISBN 9780824742348.
- [33] GROFOVÁ, Zuzana. *Mastné kyseliny*. *Medicina pro praxi* [online]. 2010 [cit. 2019-05-28]. Dostupné z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2010/08/10.pdf>
- [34] NIKOLAI V. TKACHENKO. *Optical Spectroscopy Methods and Instrumentations*. Burlington: Elsevier, 2006. ISBN 978-008-0461-724
- [35] HPLC (vysokoúčinná kapalinová chromatografie). Vyšší odborná škola zdravotnická a Střední zdravotnická škola Hradec Králové [online]. [cit. 2015-05-05]. Dostupné z: <http://labmet.zshk.cz/vyuka/hplc.aspx>
- [36] SNYDER, Lloyd R., KIRKLAND, J. J. a DOLAN, J. W., 2010. *Introduction to modern liquid chromatography*. New Jersey: John Wiley. ISBN 978-0-470-16754-0.)

- [37] KLOUDA, Pavel. Moderní analytické metody. 2., upr. a dopl. vyd. Ostrava: Pavel Klouda, 2003. ISBN 80-863-6907-2.
- [38] LAWLESS, Harry T. a Hildegarde HEYMANN. Sensory evaluation of food: principles and practices. Second edition. New York: Springer, 2010. Food science text series . ISBN 978-1-4419-6487-8.
- [39] POKORNÝ, J. 1997. Metody senzoričké analýzy potravin a stanovení senzoričké jakosti, Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 195 s.

## 8 ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK A SYMBOLOV

ABTS	2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid)
HPLC	High performance liquid chromatography (vysokoúčinná kvapalinová chromatografia)
GS	Gas chromatography (plynová chromatografia)
TAG	Triacylglycerol
HDL	High density lipoprotein
LDL	Low density lipoprotein
MUFA	Monounsaturated fatty acids
PUFA	Polyunsaturated fatty acids
SFA	Saturated fatty acids

## 9 PRÍLOHY

### Príloha 1: Dotazník senzorickej analýzy smoothie nápojov

Vážení hodnotitelia,

zhodnoťte, prosím, predložené vzorky smoothie nápojov. Jedná sa o vzorky ovocia – ananás, banán, čučoriedka (borůvka), kiwi, malina a pomaranč – v kombinácií so semienkami – mak, mandle a chia semienka. Ak ste alergický/á na vyššie uvedené ovocie alebo semienka, prosím informujte ma. Ďakujem za Váš čas.

Hodnotiteľ:

rok narodenia

muž / žena

fajčiar / nefajčiar

**Prosím odpovedzte na otázky. (odpoveď zakrúžkujte)**

**Čo sú podľa Vás smoothie nápoje?**

- a) Energetický drink
- b) 100% šťava z ovocia
- c) Mliečny ovocný nápoj

**Pijete smoothie nápoje?**

Áno - Nie

**Ak áno, ako často?**

- každý deň
- niekoľkokrát týždenne
- niekoľkokrát mesačne
- príležitostne

**Senzorické hodnotenie vzoriek:**

1. Farba (ohodnoťte ako v škole; 1-výborná, príjemná, lákavá; 2- chválitebná; 3-dobrá; 4- dostatočná; 5-nedostatočná, nevyhovujúca, nepríjemná).

A		ACH		AM	
B		BCH		BM	
Č		ČCH		ČM	
K		KCH		KM	
M		MCH		MM	
P		PCH		PM	

2. Konzistencia (ohodnoťte ako v škole; 1-výborná, príjemná; 2- chválitebná; 3-dobrá; 4- dostatočná; 5-nedostatočná, nevyhovujúca, nepríjemná).

A		ACH		AM	
B		BCH		BM	
Č		ČCH		ČM	
K		KCH		KM	
M		MCH		MM	
P		PCH		PM	

3. Vôňa (ohodnoťte ako v škole; 1-výborná, príjemná, lákavá; 2- chválitebná; 3-dobrá; 4- dostatočná; 5-nedostatočná, nevyhovujúca, nepríjemná).

A		ACH		AM	
B		BCH		BM	
Č		ČCH		ČM	
K		KCH		KM	
M		MCH		MM	
P		PCH		PM	

4. Chut' (ohodnoťte ako v škole; 1-výborná, príjemná, lákavá; 2- chválitebná; 3-dobrá; 4- dostatočná; 5- nedostatočná, nevyhovujúca, neprijemná).

Chuť	kyslá	horká	sladká		kyslá	horká	sladká
A				KCH			
B				MCH			
Č				PCH			
K				AM			
M				BM			
P				ČM			
ACH				KM			
BCH				MM			
ČCH				PM			

5. Ďalšie (cudzie) chute a príchute.

A		KCH	
B		MCH	
Č		PCH	
K		AM	
M		BM	
P		ČM	
ACH		KM	
BCH		MM	
ČCH		PM	

6. Chutili Vám nápoje? (oznámkujte ako v škole 1-výborný, 5-nedostatočný)

A		ACH		AM	
B		BCH		BM	
Č		ČCH		ČM	
K		KCH		KM	
M		MCH		MM	
P		PCH		PM	



7. Ktorý nápoj je podľa Vás „najzdravší“ (obsahuje najviac antioxidantov, vitamínov, mastných kyselín,...) ? (uved'te označenie vzorku)

.....