



**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

**VÝROBA A CHARAKTERIZACE  
NEČOKOLÁDOVÝCH CUKROVINEK S PŘÍDAVKEM  
ROSTLINNÝCH EXTRAKTŮ**

PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF NON-CHOCOLATE SWEETS WITH THE ADDITION  
OF PLANT EXTRACTS

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

Pavλίna Knapovská

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

doc. Ing. Eva Vítová, Ph.D.

BRNO 2022

## Zadání bakalářské práce

Číslo práce: FCH-BAK1722/2021 Akademický rok: 2021/22  
Ústav: Ústav chemie potravin a biotechnologií  
Studentka: **Pavλίna Knapovská**  
Studijní program: Chemie a technologie potravin  
Studijní obor: Potravinářská chemie a technologie  
Vedoucí práce: **doc. Ing. Eva Vítová, Ph.D.**

### Název bakalářské práce:

Výroba a charakterizace nečokoládových cukrovinek s přidavkem rostlinných extraktů

### Zadání bakalářské práce:

- Zpracujte literární přehled dané problematiky:
  - charakteristika, složení, technologie výroby kandytových cukrovinek,
  - senzorické vlastnosti a aromatické látky nečokoládových cukrovinek – vznik v průběhu výroby,
  - stručná charakteristika vybraných rostlinných materiálů, obsažené těkavé (aromatické) látky, látky s antioxidačním potenciálem,
  - možnosti stanovení těkavých látek v cukrovinkách – princip, provedení, přehled aplikací,
  - možnosti měření antioxidační aktivity – princip, provedení, přehled aplikací na cukrovinky,
  - možnosti senzorického hodnocení cukrovinek – princip, provedení, přehled aplikací.
- Vyrobte modelové vzorky cukrovinek s přidavkem rostlinných extraktů.
- Posuďte antioxidační potenciál, profil těkavých látek a celkovou senzorickou kvalitu vyrobených vzorků.
- Vyrobené cukrovinky srovnajte s komerčními vzorky cukrovinek obdobného typu

### Termín odevzdání bakalářské práce: 27.5.2022:

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

-----  
Pavλίna Knapovská  
studentka

doc. Ing. Eva Vítová, Ph.D.  
vedoucí práce

prof. RNDr. Ivana Márová, CSc.  
vedoucí ústavu

V Brně dne 1.2.2022

-----  
prof. Ing. Michal Veselý, CSc.  
děkan

## ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá výrobou a charakterizací rostlinných extraktů zeleného čaje (*Camellia sinensis*) a rakytníku řešetlákového (*Hippophae rhamnoides*) a výrobou nečokoládových cukrovinek – kandytů s jejich přídavkem.

Uvedené rostliny se vyznačují vysokým obsahem bioaktivních látek, na základě kterých byly extrakty i kandyty charakterizovány. Byla provedena stanovení těkavých látek pomocí HS-SPME-GC-MS, antioxidační aktivity metodou s použitím ABTS, stanovení celkových fenolů metodou Folin-Ciocalteu a senzorická analýza. Vyrobené cukrovinky byly následně porovnány s obdobnými komerčními výrobky.

Ve vzorku kandytu s přídavkem extraktu ze zeleného čaje bylo identifikováno celkem 6 těkavých látek, antioxidační aktivita vzorku byla stanovena  $253,3 \pm 0,9 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ , celkový obsah fenolů byl stanoven na  $0,49 \pm 0,02 \text{ mg}_{\text{GAE}}\cdot\text{g}^{-1}$  v přepočtu na 1 g kandytu. Ve vzorku kandytu s přídavkem extraktu z rakytníku bylo identifikováno celkem 8 těkavých látek, antioxidační aktivita vzorku byla stanovena  $206 \pm 3 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ , celkový obsah fenolů byl stanoven na  $0,51 \pm 0,04 \text{ mg}_{\text{GAE}}\cdot\text{g}^{-1}$  v přepočtu na 1 g kandytu.

Ze získaných výsledků vyplývá, že přídavek extraktů zvyšuje nutriční hodnotu (vyšší antioxidační aktivita, vyšší obsah fenolických sloučenin) vyrobených cukrovinek; z hlediska senzorického však byly pozitivně hodnoceny pouze vzorky se zeleným čajem, přídavek rakytníkového extraktu nebyl pro konzumenty příliš atraktivní, cukrovinky s rakytníkem hodnotili jako příliš hořké.

## KLÍČOVÁ SLOVA

cukrovinky, zelený čaj, rakytník, aromatické látky, antioxidanty, senzorická analýza, SPME, GC-MS

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with the production and characterization of plant extracts of green tea (*Camellia sinensis*) and sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) and non-chocolate sweets – hard candies with the addition of plant extracts.

These plants are characterized by a high content of bioactive substances, upon which the prepared extracts and candies were characterised. Determination of volatile substances by HS-SPME-GC-MS, antioxidant activity by method with ABTS, determination of total phenols by Folin-Ciocalteu method and sensory analysis were performed. The produced sweets were then compared with similar commercial products.

A total of 6 volatile substances were identified in the sample of hard candy with the addition of green tea extract, the antioxidant activity of the sample was determined to be  $253,3 \pm 0,9 \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$  and the total phenolic content was determined to be  $0,49 \pm 0,02 \text{ mg}_{\text{GAE}} \cdot \text{g}^{-1}$  per 1 g of candy. A total of 8 volatile substances were identified in the hard candy with the addition of sea buckthorn extract, the antioxidant activity of the sample was determined to be  $206 \pm 3 \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$ , the total phenolic content was determined to be  $0,51 \pm 0,04 \text{ mg}_{\text{GAE}} \cdot \text{g}^{-1}$  per 1 g of candy.

The obtained results show that the addition of extracts increases the nutritional value (higher antioxidant activity, higher content of phenolic compounds) of produced candy; from a sensory point of view, however, only samples with green tea were evaluated positively, the addition of sea buckthorn extract was not very attractive for consumers, they considered sweets with sea buckthorn to be too bitter.

## **KEY WORDS**

sweets, green tea, sea buckthorn, aroma compounds, antioxidants, sensory analysis, SPME, GC-MS

KNAPOVSKÁ, Pavlína. *Výroba a charakterizace nečokoládových cukrovinek s přidavkem rostlinných extraktů* [online]. Brno, 2022 [cit. 2022-05-13]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/138887>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií. Vedoucí práce Eva Vítová.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. Bakalářská práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana FCH VUT.

.....  
podpis studenta

### Poděkování:

Ráda bych poděkovala paní doc. Ing. Evě Vítové, Ph.D. za cenné rady, připomínky a ochotu, kterou mi věnovala při psaní této práce. Dále bych chtěla poděkovat Bc. Phi Lan Anh za výraznou pomoc při výrobě vzorků, práci a orientaci v laboratoři.

## OBSAH

1	Úvod.....	9
2	Teoretická část .....	10
2.1	Charakteristika nečokoládových cukrovinek.....	10
2.1.1	Charakteristika kandytů.....	11
2.2	Suroviny pro výrobu nečokoládových cukrovinek.....	12
2.2.1	Sladidla.....	12
2.2.1.1	Přírodní sladidla .....	12
2.2.1.2	Náhradní sladidla .....	12
2.2.2	Škrob a jeho deriváty.....	14
2.2.2.1	Škrobový sirup .....	14
2.2.3	Želírující látky .....	14
2.2.4	Rostlinné gumy .....	15
2.2.5	Vosky a laky.....	15
2.2.6	Barviva .....	15
2.2.6.1	Přírodní barviva .....	16
2.2.6.2	Syntetická barviva.....	16
2.2.7	Aromatické látky .....	16
2.2.8	Kyseliny .....	16
2.3	Technologie výroby kandytových cukrovinek .....	17
2.3.1	Vstupní suroviny a jejich dávkování.....	18
2.3.2	Zahřívání a odpařování kandytového roztoku.....	19
2.3.3	Ochlazování a tvarování.....	19
2.3.4	Přídavek aditivních látek (barviva, aromata a kyseliny).....	19
2.4	Aromaticky aktivní látky .....	19
2.4.1	Aromaticky aktivní (vonné) a chuťové látky v cukrovinkách .....	20
2.5	Vybrané rostlinné materiály jako zdroj aromatických a polyfenolických látek .....	22
2.5.1	Zelený čaj ( <i>Camellia sinensis</i> ).....	22
2.5.1.1	Bioaktivní látky zeleného čaje .....	23
2.5.1.2	Těkavé aromatické látky zeleného čaje .....	23
2.5.1.3	Fenolické látky zeleného čaje .....	24
2.5.2	Rakytník řešetlákový ( <i>Hippophae rhamnoides</i> ) .....	25
2.5.2.1	Bioaktivní látky rakytníku .....	26

2.5.2.2	Těkavé aromatické látky rakytníku.....	27
2.5.2.3	Fenolické látky rakytníku .....	27
2.6	Přehled metod pro stanovení vybraných účinných látek.....	27
2.6.1	Mikroextrakce tuhou fází .....	27
2.6.2	Plynová chromatografie s hmotnostní detekcí .....	28
2.6.3	Stanovení antioxidační aktivity .....	28
2.6.3.1	Metoda TEAC (metoda využívající ABTS) .....	29
2.6.4	Stanovení celkových fenolů .....	29
2.7	Senzorická analýza .....	30
2.7.1	Podmínky pro sensorické hodnocení .....	30
Objektivní činitele.....		30
Subjektivní činitele.....		31
2.7.2	Metody sensorického hodnocení.....	31
2.7.2.1	Rozlišovací zkoušky .....	31
2.7.2.2	Zkoušky používající stupnice a kategorie.....	32
2.7.2.3	Deskriptivní (popisné) zkoušky .....	32
2.7.3	Vlastní sensorické hodnocení.....	32
2.7.4	Senzorická kvalita nečokoládových cukrovinek .....	32
3	Experimentální část.....	34
3.1	Použité přístroje, laboratorní vybavení a chemikálie .....	34
3.1.1	Přístroje .....	34
3.1.2	Plyny.....	34
3.1.3	Laboratorní vybavení .....	34
3.1.4	Suroviny pro výrobu rostlinných extraktů a kandytových cukrovinek .....	34
3.1.5	Chemikálie pro analýzy.....	35
3.2	Analyzované vzorky .....	35
3.3	Použité metody a experimentální postupy.....	36
3.3.1	Metoda HS-SPME-GC-MS.....	36
3.3.1.1	Podmínky SPME extrakce .....	36
3.3.1.2	Podmínky GC-MS analýzy .....	37
3.3.2	Spektrofotometrické stanovení antioxidační aktivity.....	37
3.3.2.1	Kalibrační křivka .....	38
3.3.3	Spektrofotometrické stanovení celkového obsahu fenolů.....	38

3.3.3.1	Kalibrační křivka .....	39
3.3.4	Senzorická analýza .....	39
3.4	Statistické vyhodnocení výsledků .....	40
4	Výsledky a diskuze .....	41
4.1	Výroba kandytových cukrovinek.....	41
4.1.1	Receptura a použité suroviny .....	41
4.1.2	Zahřívání a odpařování cukrosirupového roztoku .....	41
4.1.3	Přídavek aditivních látek a tvarování kandytové hmoty .....	42
4.2	Výroba rostlinných extraktů .....	42
4.2.1	Optimalizace výroby extraktu ze zeleného čaje .....	43
4.3	Charakterizace kandytových cukrovinek a rostlinných extraktů.....	47
4.3.1	Identifikace těkavých aromaticky aktivních látek ve vzorcích .....	47
4.3.1.1	Identifikované těkavé látky v extraktu a kandytech ze zeleného čaje .....	47
4.3.1.2	Identifikované těkavé látky v extraktu a kandytech z rakytníku .....	54
4.3.1.3	Identifikované těkavé látky v kandytech bez extraktu (standardu) .....	59
4.3.1.4	Srovnání profilu těkavých látek v kandytech.....	59
4.3.2	Stanovení antioxidační aktivity .....	61
4.3.3	Stanovení celkového obsahu fenolů .....	62
4.4	Výsledky sensorického hodnocení .....	64
4.4.1	Hodnocení chuti (flavour) .....	64
4.4.1.1	Hodnocení chuti vzorků s příchutí zeleného čaje .....	65
4.4.1.2	Hodnocení chuti vzorků s příchutí rakytníku.....	65
4.4.2	Profilový test vybraných chutí .....	66
4.4.2.1	Profilový test vybraných chutí vzorků s příchutí zeleného čaje .....	67
4.4.2.2	Profilový test vybraných chutí vzorků s příchutí rakytníku.....	67
4.4.3	Pořadový test – hodnocení celkové přijatelnosti .....	68
4.4.3.1	Pořadový test – vzorky s příchutí zeleného čaje .....	68
4.4.3.2	Pořadový test – vzorky s příchutí rakytníku .....	69
5	Závěr .....	71
6	Seznam literárních zdrojů .....	73
7	Seznam použitých zkratk .....	80
8	Přílohy.....	81



# 1 ÚVOD

Cukrovinky jsou většinou široké veřejnosti vnímány jako pochutiny obsahující pouze cukr, které nepřináší pro zdraví žádné benefity. Konzumace cukrovinek je zároveň spojena s rozvojem celé řady civilizačních chorob, jako je např. obezita či vznik zubních kazů. Ač jsou tato tvrzení z části pravdivá, cukrovinky jako takové mohou být i nutričně a senzoricky zajímavé zdroje zdraví prospěšných látek. A právě přidané rostlinné extrakty mohou toto cukrovinkám zajistit.

Zelený čaj, latinsky *Camellia sinensis*, je úpravou listů čajovníku čínského, který se už po tisíciletí používá k přípravě jednoho z nejpobulárnějších nápojů – čaje. Je znám pro svoji příjemnou chuť a vysoký obsah bioaktivních látek, především antioxidantů a fenolů. Konzumace zeleného čaje efektivně snižuje riziko vzniku rakoviny, kardiovaskulárních chorob, obezity a řady dalších civilizačních chorob. Rakytník řešetlákový, latinsky *Hippophae rhamnoides*, je keř s malými oranžovými plody známými především pro svou svíravou a kyselou chuť. Rakytník, velmi často označovaný jako tzv. superpotravinu, je zdrojem velkého množství bioaktivních látek a má prokázané antioxidační a antimikrobiální (antibakteriální a antivirotické) účinky.

Jedněmi z potravin vhodných pro aplikaci rostlinných extraktů jsou právě kandytové cukrovinky. Kandyty se vyznačují poměrně snadnou výrobou, malým množstvím použitých surovin a pouze sladkou chutí, díky které mohou dát vyniknout chuti rostlinných extraktů. V dnešní době roste poptávka po „zdravých a přírodních“ produktech a s tím zároveň i po cukrovinkách, které by mohli spotřebitelé konzumovat bez větších obav z jejich negativního vlivu na zdraví.

Aplikace rostlinných extraktů do kandytových cukrovinek a jejich charakterizace z hlediska obsahu aromatických (těkavých) a bioaktivních (antioxidačních a fenolických) látek byla jedním z cílů této bakalářské práce. Hlavním záměrem bylo zjistit, zda přidané extrakty zvýší senzorickou a nutriční hodnotu výrobků.

## 2 TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 Charakteristika nečokoládových cukrovinek

Nečokoládovými cukrovinkami se dle současné legislativy (Vyhláška č. 76/2003 Sb.) označují potraviny jiné než čokolády a čokoládové bonbony, jejichž základní složku tvoří přírodní sladidla nebo sladidla a další složky, jimiž mohou být i kakaové součásti nebo čokoláda, nespĺňující požadavky na čokoládu nebo čokoládové bonbony [1]. Obsah kakaových součástí v nečokoládových cukrovinkách by neměl překročit 5 % hmotnosti cukrovinky [2]. Rozdělení nečokoládových cukrovinek současnou legislativou je uvedeno v tabulce 1. Další možnosti dělení nečokoládových cukrovinek je podle vykrytalizované a nevykrytalizované sacharózy, uvedené v tabulce 2 [3].

Tabulka 1 Rozdělení nečokoládových cukrovinek na skupiny a podskupiny [1]

Druh	Skupina	Podskupina
Nečokoládové cukrovinky	karamely	tukové s jádrovinami, s ovocnou příchutí, mléčné, kakaové nebo kávové, podle druhu vložky (cukrová, želé, jádroviny, sušené nebo proslazené ovoce, marcipán a další)
	dražé	
	želé	
	rahat	
	chalva	
	turecký med	
	lékořicové cukrovinky	
	pěnové cukrovinky (marshmallow)	
	komprimáty	
	žvýkačky	balónkové (bubble gum), plátkové, dražované
	dropsy	
	roksy	
	furé	s tukovou náplní, s cukernou (sirupovou) náplní
	marcipán	
	fondánové cukrovinky	

Tabulka 2 Dělení nečokoládových cukrovinek podle krystalizace sacharózy [3; 4]

Druh	Skupina
Cukrovinky s amorfními cukry	kandyty (dropsy, roksy, furé)
	karamely (typu toffe)
	želé
	šlehané cukrovinky (turecký med, marshmallow, chalva)
Cukrovinky s vykrytalizovanými cukry	fondánové cukrovinky
	komprimáty
	marcipán
	karamely (typu fudge)

### 2.1.1 Charakteristika kandytů

Kandyty jsou řazeny mezi cukrovinky s amorfními cukry. Mají tvrdou konzistenci, sklovitý vzhled, různé tvary a případně druhy náplní. Dle vzhledu a výroby dělíme kandyty na:

- dropsy – cukrovinky bez náplně,
- roksy – cukrovinky se vzorem,
- furé – cukrovinky s náplní [3].

Hlavními surovinami pro výrobu kandytů jsou sacharóza, glukózový sirup, organické kyseliny (nejčastěji kyselina citronová nebo vinná) a voda. Dalšími používanými surovinami jsou rostlinné extrakty, aromata, barviva a další látky dodávající cukrovinkám chuť, vůni a barvu [3].

Základními kroky při výrobě většiny nečokoládových cukrovinek jsou:

- Tvorba cukrového roztoku;
- Zakoncentrování roztoku zahříváním;
- Ochlazování;
- Tvarování, formování nebo lití [5].

Výroba kandytových cukrovinek do jisté míry odpovídá obecnému schématu výroby nečokoládových cukrovinek [5].

## 2.2 Suroviny pro výrobu nečokoládových cukrovinek

### 2.2.1 Sladidla

Sladidla tvoří hlavní část kandytových cukrovinek, dodávají jim sladkou chuť a pocit chuťové plnosti. Rozdělujeme je na přírodní sladidla a jejich náhrady, které se využívají především pro snížení energetické hodnoty [3].

#### 2.2.1.1 Přírodní sladidla

Sacharóza neboli řepný cukr je nejznámějším a nejvyužívanějším přírodním sladidlem. Při výrobě cukrovinek se nejčastěji využívá cukr extra bílý a cukr bílý [3]. Požadavky na fyzikální a chemické vlastnosti přírodních sladidel, konkrétně cukru (sacharózy), specifikuje Příloha č. 2 k vyhlášce č. 76/2003 Sb. Minimální hodnota polarimetrické čistoty cukru extra bílého a bílého je 99,7 % [1].

Z hlediska sensorických kvalit poskytuje cukr cukrovinkám sladkou chuť a nenahraditelný pocit chuťové plnosti [3]. Sacharóza však podléhá řadě reakcí, které mohou při výrobě cukrovinek způsobovat komplikace. Při teplotě nad 200 °C se sacharóza mění na karamel, který nachází uplatnění pouze při výrobě karamelové hmoty. V kyselém prostředí dochází ke kyselé hydrolýze sacharózy za vzniku invertního cukru [3; 6].

Dalšími přírodními sladidly jsou glukóza, fruktóza a laktóza, které nachází využití jen v recepturách určitých výrobků [3].

#### 2.2.1.2 Náhradní sladidla

Náhradní sladidla se při výrobě cukrovinek využívají především pro výrobu diabetických cukrovinek a cukrovinek se sníženou energetickou hodnotou. Mezi náhradní sladidla řadíme dvě základní skupiny, cukerné alkoholy a syntetická sladidla. Ve srovnání se sacharózou mají nižší energetickou hodnotu a mohou mít vyšší sladivost [3]. Náhradní sladidla musí splňovat řadu požadavků:

- Přijatelná sladivost;
- Bez následné nepříjemné pachuti;
- Zdravotně nezávadné,;
- Cenově dostupné;
- Termostabilní;
- Nízká kalorická hodnota [7].

Seznam náhradních sladidel, jejich vlastností a použití je uveden v tabulce 3.

Cukerné alkoholy se klasifikují jako hydrogenované sacharidy a patří mezi ně xylitol, sorbitol, maltitol, laktitol, isomalt a erythritol [8]. Jsou řazeny mezi syntetická sladidla identická s přírodními a také mezi náhradní sladidla s výživovou hodnotou [9]. Vyjma xylitolu mají nižší sladivost než sacharóza, a proto se v technologických procesech často kombinují s látkami s vyšší sladivostí, např. syntetickými sladidly nebo extraktem ze stévie sladké [3].

Syntetických sladidel je velké množství. Nejčastěji používanými sladidly je aspartam a acetsulfam K [3]. Dále mezi syntetická sladidla řadíme sacharin, sukralosu, neotam, advantam, alitam a cyklamát [10]. Syntetická sladidla řadíme mezi nevyživová náhradní sladidla [9].

Tabulka 3 Přehled náhradních sladidel, jejich vlastností a použití [3; 9; 11; 12]

Název	Typ sladidla	E kód	Vlastnosti a použití
Isomalt	cukerný alkohol	E 953	Cukrovinkovým hmotám dává nízkou hygroskopicitu; výroba cukrovinek se sníženou energetickou hodnotou.
Laktitol	cukerný alkohol	E 966	Nejčastější využití pro výrobu diabetických čokolád.
Maltitol	cukerný alkohol	E 956	Z hlediska chuti a sladivosti je kvalitní náhradou sacharózy; výroba kandytů.
Sorbitol	cukerný alkohol	E 420	Příjemná chuť; poloviční sladivost sacharózy; výroba žvýkaček.
Xylitol	cukerný alkohol	E 967	Příjemná chladivá chuť; sladivost sacharózy; výroba žvýkaček a zdravotních želé cukrovinek.
Acesulfam K	syntetické sladidlo	E 960	Ve vyšších koncentracích hořká pachů; 200x vyšší sladivost než sacharóza; přidává se do kandytových hmot.
Aspartam	syntetické sladidlo	E 951	Příjemná chuť; 200x vyšší sladivost než sacharóza, metabolizuje se na fenylalanin; nevhodný pro procesy s vyšší teplotou.
Sacharin	syntetické sladidlo	E 954	Nahořklá až kovová chuť; 300x vyšší sladivost než sacharóza; nevhodný pro procesy s vyšší teplotou; přídavek do bezcukrových nápojů.

## 2.2.2 Škrob a jeho deriváty

Nativní škrob se v cukrovinkářském průmyslu využívá především jako licí forma pro želé cukrovinky a fondánové vložky [3]. Požadovaný tvar cukrovinky se vyrazí do škrobu s přídavkem minerálního oleje, aby se předešlo prášivosti v průběhu procesu. Škrobová forma napomáhá vysychání cukrovinkové hmoty na požadované procento vlhkosti [13].

Pro výrobu cukroviněk se využívají škrobové deriváty. Oxidovaný nebo acetylovaný škrob se využívá jako želírující látka při výrobě želé cukroviněk a může sloužit jako částečná náhrada želatiny. Hydrolyzáty škrobu, glukózový a maltózový sirup, mají v cukrovinkářském průmyslu široké využití, jako hlavní složky cukrovinkových hmot [3].

### 2.2.2.1 Škrobový sirup

Škrobový sirup, jako surovina, má pro technologii nečokoládových cukroviněk několik výhodných vlastností. Má schopnost vázat přidané látky a zlepšovat technologické vlastnosti výrobků. Cukrovinkové hmoty jsou díky škrobovému sirupu vláčnější, málo vysychavé, trvanlivější a delší dobu způsobilé ke konzumaci. Jeho přídavek umožňuje dále zahušťovat cukerné roztoky bez zvýšení jejich sladkosti a zabraňuje rekrystalizaci sacharózy v cukrovinkách s amorfními cukry [14].

Jedná se o hydrolyzát nativního škrobu. Dle použité hydrolyzy dělíme škrobové sirupy na sirup glukosový, vyrobený kyselou hydrolyzou a sirup maltózový, vyrobený hydrolyzou enzymovou. Dále je možné připravit sirup kombinovanou hydrolyzou. Glukózový sirup má vysoký obsah glukózy a jeho charakter určuje tzv. varný dextrosový ekvivalent (DE). Hodnota DE udává celkové množství redukujících sacharidů v hydrolyzátu a vyjadřuje zdánlivý obsah glukózy [%] v sušině hydrolyzátu. Glukózový „bonbonářský“ sirup má hodnoty kolem DE 38 – 42 %. Maltózové sirupy dávají cukrovinkám lepší texturu, bezbarvost, průzračnost a nižší vodní aktivitu, proto jsou uplatňovány pro výrobu kandytů [3].

O kvalitě a textuře výsledného produktu rozhoduje také tzv. varný poměr, tedy poměr škrobového sirupu k sacharóze. Cukrovinkové hmoty s vysokým obsahem škrobového sirupu jsou silně hygroskopické, vysoce viskózní a hůře tvarovatelné. V případě nízkého obsahu škrobového sirupu v cukrovinkové hmotě jsou výsledné cukrovinky náchylné k omírání. Při omírání cukroviněk dochází ke krystalizaci sacharózy a tvorbě mléčného zákalu cukrovinky. Vada omírání je charakteristická pro amorfni cukrovinky, především kandyty [14].

Obdobně jako u přírodních sladidel, i zde se hydrogenací škrobových sirupů, konkrétně maltózového sirupu, získávají sirupy s nižší energetickou hodnotou, tzv. maltitové sirupy [3].

## 2.2.3 Želírující látky

Želírující látky je možné rozdělit na dvě kategorie: polysacharidy a bílkoviny. Mezi rosolotvorné látky polysacharidového charakteru řadíme: agar, algináty, karagenany a pektiny. Mezi želírující látky bílkovinné povahy patří zejména želatina [3].

Agar, algináty a karagenany jsou polysacharidy červených (agar, karagenany) a hnědých (algináty) mořských řas, které nemají při výrobě nečokoládových cukroviněk příliš hojné

použití. Agar tvoří reversibilní gely, které tají při teplotě 45 °C a zadržují velké množství vody [15]. Karagenany mají schopnost interagovat s proteiny a proto nacházejí využití při výrobě cukrovinek s přidávkem sušeného mléka [16].

Pektin je polysacharid ve velkém množství obsažený v buněčných stěnách vyšších rostlin. Je získáván především kyselou extrakcí z, na pektiny bohatých, slupek citrusových plodů [17] nebo jablečných matolin [3]. V cukrovinkářství nachází využití především jako želírující látka pro výrobu želé cukrovinek, která slouží jako vhodná náhrada želatiny [3].

Želatina je částečně hydrolyzovaný kolagen, který se nejčastěji získává hydrolýzou z kravských nebo vepřových kůží a kravských kostí [3]. Potravinářská želatina je bezbarvá, bez zápachu a bez chuti. V cukrovinkářském průmyslu se využívá pro výrobu želé cukrovinek, jako želírující látka. Ve výrobě marshmallow a karamel typu toffe se využívá jako pěnotvorné činidlo. Dále je možné želatinu využít v produkci cukrovinek s amorfními cukry, jako činidlo zabráňující krystalizaci sacharózy [18].

#### **2.2.4 Rostlinné gummy**

Rostlinné gummy jsou získávány jako šťávy vytékající z poraněných rostlin nebo mořských řas. Je možné je produkovat i pomocí mikroorganismů. Jejich využití v technologii cukrovinek je spojeno s napomáháním tvorby gelů a zvýšení viskozity cukrovinkové hmoty. Mezi rostlinné gummy řadíme např. arabskou gumu (E414), xanthanovou gumu (E415), gumu guar (E412), karubin (E410), tragant (E413) a další [9].

#### **2.2.5 Vosky a laky**

Vosky, laky i latexy se využívají především jako látky leštící. Povrchu cukrovinek udělují lesklý vzhled a nebo mohou tvořit ochranné povlaky. Látky, které tvoří stravitelné povlaky se za leštící nepovažují [14].

Vosky jsou z chemického hlediska estery vyšších alkoholů s vyššími mastnými kyselinami. Podle původu je možno dělit vosky na živočišné, rostlinné a syntetické. Při výrobě cukrovinek se využívá především včelí vosk (E901), vosk karnubský (E903) a mikrokrystalický syntetický vosk Microvax (E907) [3; 19].

Laky zastávají především ochrannou funkci. Nejčastěji se využívají šelak (E904), sandarak a benzoe ve svých ethanolických roztocích [3; 19].

#### **2.2.6 Barviva**

Barviva jsou dle definice látky, které udělují potravině barvu, kterou by bez jejich použití neměla, nebo ji obnovují po příslušném technologickém procesu, kdy došlo k jejímu zeslabení nebo poškození [9]. Při výrobě cukrovinek je možné použít přírodní i syntetická barviva. Využívají barviva prášková, tekutá nebo gelová. Dále je možné barvit cukrovinky lakovými barvivy. Jedná se o vodou rozpustná barviva nanosená na částice hydroxidu hlinitého. Výsledná laková barviva jsou vodou nerozpustná a poskytují intenzivní stálé zbarvení [3].

### **2.2.6.1 Přírodní barviva**

Přírodní barviva se získávají hlavně z rostlinných zdrojů. Červená, modrá a fialová přírodní barviva jsou antokyany z kořene červené řepy, malin nebo červeného zelí. Zelená barviva se získávají z chlorofylu extrahovaného z listů a stonků. Žlutá a oranžová barviva se pak získávají z mrkví, meruněk nebo rajčat [3].

Hlavní výhodou použití přírodních barviv je jejich zdravotní nezávadnost, s jejich používáním je ale spojena i řada nevýhod. Jsou chemicky málo stabilní, jejich odstíny jsou proměnlivé a mohou výrobku dodávat nepříjemnou chuť nebo vůni. Dalším vážným rizikem je možná kontaminace produktu nežádoucími toxickými kovy, insekticidy, herbicidy nebo mikroorganismy, které mohou přispívat k mikrobiálnímu kažení [9].

### **2.2.6.2 Syntetická barviva**

Při použití syntetických barviv je nutné sledovat směrnice EU, případně země, ve které se budou cukrovinky prodávat. Výhodami syntetických barviv v porovnání s přírodními barvivy je vyšší stabilita, často intenzivnější barva, neutrální chuť a stálý odstín barvy. Syntetická barviva řadíme mezi látky E100–182 [9].

Už delší dobu se velmi diskutují negativa použití syntetických barviv, konkrétně jejich vliv na chování a zdraví dětí, jako je např. hyperaktivita nebo obezita. Mezi barviva s podezřením na nežádoucí účinky podle EU, patří: tartazin (E102), chinolinová žluť (E104), žluť SY (E110), azorubin (E122), ponceau 4R (E124), a červeň Allura AC (E129). Všechna tyto barviva najdeme především v nečokoládových cukrovinkách [9].

### **2.2.7 Aromatické látky**

Aromata slouží ke zlepšení vůně a chuti cukrovinek. V cukrovinkářství se využívají aromata přírodního (rostlinného, živočišného nebo mikrobiologického) původu nebo syntetické látky s aromatickými vlastnostmi. Aromatické látky musí splňovat současné legislativní požadavky. Základní aromatické látky, ze kterých se sestavují aromata, mohou být přírodní silice, šťávy nebo z těchto materiálů izolované jednotlivé látky. Vůně i chuť aromatických látek je velice intenzivní, v průměru je dostačující 10 g aromatických látek na ochucení 100 kg cukrovinkové hmoty [3].

### **2.2.8 Kyseliny**

Při výrobě cukrovinek se kyseliny využívají, většinou do koncentrace 1 %. Konkrétně se při výrobě cukrovinek využívají kyseliny: citronová (E330), mléčná (E270), jablečná (E296), vinná (E334) a případně jejich soli. Dále má časté využití vitamin C, tedy kyselina askorbová (E300) [3].

Kyseliny se využívají především při výrobě želé, kandytů a dražé. Přispívají k vytvoření typické chuti želé cukrovinek a tvorbě gelů. Dále mají využití při obohacování cukrovinek vitamínem C [3].

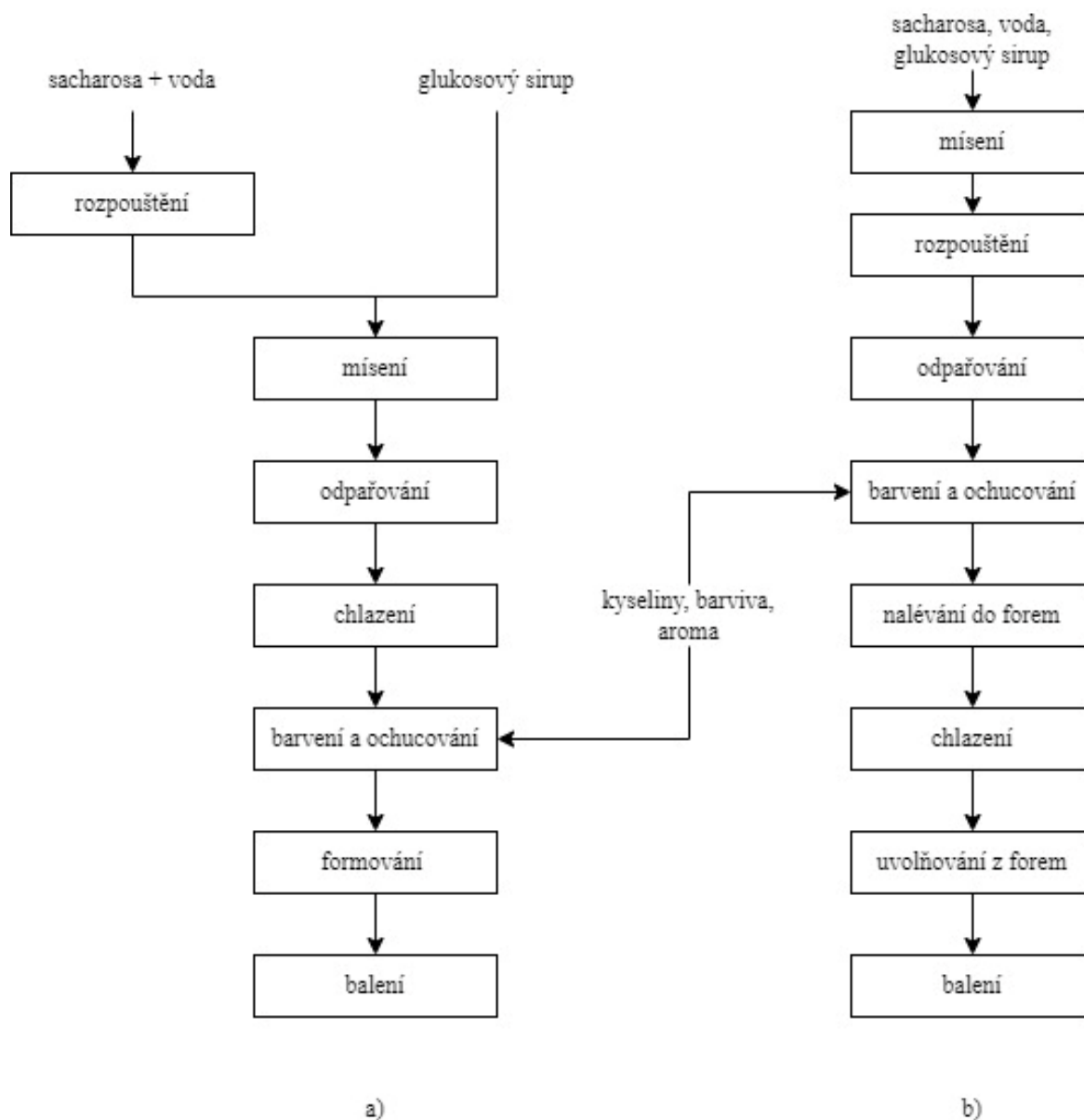


Jednotlivé kyseliny dávají cukrovinkám specifické sensorické vlastnosti. Kyselina citronová má osvěžující účinek a podporuje citrusové příchutě. Kyselina mléčná má jemnou chuť a využívá se v cukrovinkách s ovocnou příchutí. Kyselina jablečná se využívá v recepturách s intenzivně sladkými sladidly a částečně neutralizuje sladkou chuť. Směs kyseliny vinné a krystalické sacharózy se užívá k tzv. suchému kandýrování [3].

### **2.3 Technologie výroby kandytových cukrovinek**

Z pohledu technologie se kandyty stručně definují jako amorfni cukrovinky tvrdé konzistence a sklovitého vzhledu, připravené z koncentrovaného cukerného roztoku (s přídavkem cukerných sirupů), který se zahřevem odpaří na minimální podíl vlhkosti, a rychle zchladí, aniž by došlo ke krystalizaci či inverzi sacharózy [20; 21].

Kandyty mohou být vyrobeny jedním ze dvou základních postupů – výroba z plastické hmoty, nebo výroba litím. Obecné postupy obou výrob jsou uvedeny na obrázku 1. V této práci se využívá postup výroby kandytů z plastické hmoty. Postup výroby litím by vyžadoval přídavek extraktů při vyšších teplotách (přibližně 120 °C), což by mělo za následek odpaření stanovovaných těkavých aromatických látek a degradaci dalších přídatných termolabilních látek [3].



Obrázek 1 Technologické schéma výroby kandytů – a) z plastické hmoty; b) litím [3]

### 2.3.1 Vstupní suroviny a jejich dávkování

Základní surovinou pro výrobu amorfních cukrovinek je 70–75% cukerný roztok, připravený rozpuštěním sacharózy ve vodě při 80–100 °C, který se následně mísí s glukózovým sirupem o stejné teplotě [3; 20].

Použití glukózového sirupu přináší řadu výhod (např. nízká cena) a výrazně ovlivňuje výrobu kandytových cukrovinek. Přídavek glukózového sirupu snižuje sladkost kandytové hmoty a dává tak vyniknout i jiným chuťovým složkám. Současně brání rekrystalizaci sacharózy a snižuje její rozpustnost. Glukózové sirupy jsou charakterizovány pomocí dextrózového ekvivalentu (DE), jehož ideální hodnota je DE 42 [3].

### **2.3.2 Zahřívání a odpařování kandytového roztoku**

Po rozpuštění veškeré sacharózy je kandytový roztok zahříván k teplotě varu. Současně s odpařováním vody dochází i k růstu teploty varu cukerného roztoku. Pro získání kandytové hmoty je třeba odpařit vodu v roztoku na 2–5 %, což odpovídá přibližně teplotě záhřevu 146–155 °C. Přesná hodnota teploty záhřevu se odvíjí od použitých surovin a poměru sacharózy ke glukózovému sirupu [3].

Během zahřívání může docházet k nežádoucím reakcím, zahrnujícím změny barvy, inverzi sacharózy nebo reversioni monosacharidů na polysacharidy. Prevencí vzniku těchto jevů je záhřev kandytové hmoty ve vakuové odparce za sníženého tlaku, kdy hmota vře za nižší teploty [20].

### **2.3.3 Ochlazování a tvarování**

Po odpaření musí být kandytová hmota co nejrychleji ochlazena, čímž se předchází krystalizaci sacharózy a podporuje se zachování amorfního charakteru. Chlazení se provádí na temperovaných chladících stolech, na které se kandytová hmota vylije a promíchává pomocí cukrářských špachtlí. Hmota se stává viskózní a při teplotě přibližně 80–100 °C získává plastickou strukturu – v tomto bodě je možné přidat aditivní látky (barviva, aroma a kyseliny) [3; 20].

Plastická hmota je vhodná ke tvarování. Teplota formování se pohybuje mezi 80–88 °C a odpovídá krystalické fázi ve stavovém diagramu sacharózy. Tradičně se kandyty ručně formují do dlouhých provazců, které se po úplném vychladnutí sekají na cukrovinky požadovaných velikostí [20].

### **2.3.4 Přídavek aditivních látek (barviva, aroma a kyseliny)**

Přídavku aditivních látek předchází ochlazení cukrovinkové hmoty přibližně na 80–100 °C, kdy hmota zůstává stále ještě plastická. Míchání aditiv do kandytové hmoty může být obtížné, kandytová hmota je po odpaření vysoce viskózní až plastická a dochází tak ke snížení difúze molekul aromatu a barviv hmotou [20; 21].

Barviva a aromatické látky jsou termolabilní sloučeniny a za vysokých teplot snadno podléhají degradaci. Těkavé aromatické látky mají teploty varu nižší než je teplota varu kandytové hmoty, proto není možné je přidávat do kandytové hmoty při jejím záhřevu. Při teplotách 121–138 °C z těchto důvodů vytěká až 50 % všech těkavých látek [20].

Přídavek organických kyselin je také závislý na teplotě kandytové hmoty. Přidání kyselin způsobuje pokles pH, což má při záhřevu za následek vysokou inverzi sacharózy na glukózu a fruktózu. Přítomnost monosacharidů v kandytové hmotě snižuje teplotu skleného přechodu ( $T_g$ ) a kandyty jsou tak silně hygroskopické a lepkavé [3].

## **2.4 Aromaticky aktivní látky**

Aromatické látky výrazně ovlivňují sensorické vnímání potravin, jedná se o sensoricky aktivní látky vyvolávající smyslové vjemy olfaktorické (čichové), gustativní (chuťové), vizuální

(zrakové), haptické (hmatové) a auditorické (zvukové). Mezi sensoricky aktivní látky řadíme látky vonné, chuťové, barviva a látky určující texturu potravin [22].

Organoleptické vlastnosti některých potravin jsou pro konzumenta mnohdy důležitější než jejich složení (např. nutriční hodnota nebo obsah vitaminů), neboť nejvíce přispívají k vytvoření celkového dojmu o potravine. Proto se často přistupuje k aromatizaci, ochucování, barvení a úpravě textury některých potravin [22]. Požadavky na látky určené k aromatizaci upravuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1334/2008 [23].

Aromatické látky lze dělit na primární a sekundární sensoricky aktivní látky. Primární sensoricky aktivní látky jsou přirozeně součástí potravin (živočišného, rostlinného nebo jiného původu), jako produkty sekundárního metabolismu. Jsou produkovány vnitrobuněčnými procesy a jejich kvalita a kvantita záleží především na organismu a jejich původu. Sekundární sensoricky aktivní látky jsou v organismech přítomny nejčastěji ve vázaných, sensoricky inaktivních formách, z nichž se sensoricky aktivní látky uvolňují v průběhu skladování a zpracování potravin. Bývají produktem enzymových i neenzymových reakcí bílkovin, lipidů, sacharidů, vitaminů, pigmentů a dalších látek [22].

#### 2.4.1 Aromaticky aktivní (vonné) a chuťové látky v cukrovinkách

Cukrovinky patří mezi potraviny, které se konzumují především pro své sensorické vlastnosti, proto je zastoupení aromatických (vonných) a chuťových látek důležitým parametrem sloužícím k jejich hodnocení. Výsledný vjem vůně, chuti a barvy cukrovinek bývá obvykle určován komplexní směsí sensoricky aktivních látek [22].

Mnohé vonné látky spolu mohou reagovat a zapříčinit tak řady sensorických změn. Tyto změny mohou být urychleny teplem, vzdušným kyslíkem, vlhkostí a některými kovy. Je tedy žádoucí přidávat do cukrovinek aroma a chuťové látky až těsně před tvarováním či formováním [3].

Aroma přidávané do cukrovinek (přehled viz tabulka 4) je nutné volit podle vlastností a parametrů cukrovinek. Cukrovinky obsahující více než 10 % tuku je výhodné aromatizovat olejovými tekutými aromaty nebo tukovými pastami, které se rozpustí v tukové složce výrobku. Tuk funguje jako stabilizátor aromatu, proto i krátkodobé zahřátí na teplotu 100 °C nevede k jejich velkým ztrátám [3].

Cukrovinky s převahou vody se aromatizují vodorozpustnými aromaty ve chvíli, kdy teplota při a po aromatizaci nepřekročí 100 °C. Jako ředidlo pro vodorozpustná aroma je možné použít např. triacetin (1,2,3-triacetyl glycerol). Pokud po aromatizaci následuje velké odpařování vody, je třeba dávku přidávaných aromatických látek příslušně zvýšit [3].

Tabulka 4 Přehled hlavních skupin aromatických látek zastoupených v cukrovinkách [22]

Skupina	Podskupina	Příklad látky
Uhlovodíky	Terpenové uhlovodíky	limonen
	Další uhlovodíky	pentan

Tabulka 4 Přehled hlavních skupin aromatických látek zastoupených v cukrovinkách [22] - pokračování

Skupina	Podskupina	Příklad látky
Alkoholy	Alifatické a alicyklické alkoholy	(-) linalool
	Aromatické a heterocyklické alkoholy	cinnamylalkohol (skořicový alkohol)
	Glykoly a polyoly	acetoin
Etery	Terpenoidní ethery	menthofuran
	Aromatické ethery	estragol
Aldehydy	Alifatické nasycené a nenasycené aldehydy	hexanal
	Terpenové aldehydy	citronellal
	Aromatické aldehydy	benzaldehyd
	Heterocyklické aldehydy	vanillin
Ketony	Alifatické nasycené a nenasycené ketony	heptan-2-on
	Terpenové ketony	karvon
	Aromatické ketony	acetofenon
Acetaly a ketal		1,1-diethoxyethan
Kyseliny	Alifatické kyseliny	kyselina octová
	Alifatické hydroxykyseliny a oxokyseliny	kyselina citronová
	Aromatické kyseliny	kyselina gallová
Funkční deriváty kyselin	Estery	ethyl-acetát
	Laktony	kumarin
Fenoly		thymol
Sírné sloučeniny	Thioly	(1S,4R)- <i>p</i> -methan-8-thiol-2-on
Heterocyklické sloučeniny	Furany	4-hydroxy-5-methyl-3(2H)-furanon

## 2.5 Vybrané rostlinné materiály jako zdroj aromatických a polyfenolických látek

Vzhledem k vysokému obsahu těkavých aromatických látek a dalších nutričně cenných biologicky aktivních látek byly pro výrobu/ochucení kandytových cukrovinek v rámci této práce vybrány extrakty zeleného čaje a rakytníku řešetlákového.

### 2.5.1 Zelený čaj (*Camellia sinensis*)

Zelený čaj (neboli *Camellia sinensis*, čajovník čínský) je extrémně populární surovinou pěstovanou ve více než 30 zemích po celém světě, mezi jehož největší producenty řadíme Čínu, Indii, Srí Lanku, Turecko a Vietnam [24]. Jedná se o stálezelenou rostlinu s různě velkými listy, bílými květy a plody (viz obrázek 2), ze které se ke komerčnímu použití využívají především listy [25].

Zelený čaj se konzumuje ve formě nápoje už více než 3 000 let [25]. Je populární nejen pro svoji chuť, ale i pro řadu zdraví prospěšných vlastností. Bylo potvrzeno, že konzumace zeleného čaje efektivně snižuje riziko vzniku rakoviny, kardiovaskulárních chorob, obezity a řady dalších civilizačních chorob [26]. Zelený čaj také vykazuje antioxidační a antimikrobiální účinky [27].



Obrázek 2 Zelený čaj (*Camellia sinensis*) [28]

### 2.5.1.1 Bioaktivní látky zeleného čaje

Zelený čaj obsahuje řadu chemických látek: polyfenoly (především katechiny), alkaloidy (nejvíce kofein, theobromin a theofylin), těkavé aromatické látky, polysacharidy, aminokyseliny, lipidy, vitamín C, minerály a další necharakterizované látky [27].

Počet polyfenolických a aromatických látek, obsažených v zeleném čaji, se značně liší v závislosti na odrůdě čaje a geografické poloze a klimatu, ve kterém se čaj pěstuje. Dalším parametrem, který výrazně ovlivňuje obsah především těkavých aromatických látek zeleného čaje je teplota, při které se po zpracování zelený čaj skladuje [29].

### 2.5.1.2 Těkavé aromatické látky zeleného čaje

Aromatické těkavé látky tvoří přibližně 0,01–0,02 % sušiny čaje [22]. Existuje velké množství studií, zabývajících se chemickým složením zeleného čaje, konkrétně obsahem těkavých aromatických látek. V zeleném čaji bylo v různých studiích identifikováno 96 [29] až 267 [30] těkavých aromatických látek, skládajících se ze skupin alkoholů, aldehydů, ketonů, esterů, uhlovodíků, laktonů, organických kyselin, dusíkatých a dalších látek [29; 30].

Čerstvý zelený čaj obsahuje velké množství alkoholů a esterů, které stojí za příjemným, čerstvým a květinovým aromatem čaje. Během skladování dochází ke snižování koncentrace těchto látek a ztrátě příjemné vůně, která je nahrazována zatuchlým aromatem typickým pro zralý zelený čaj [29]. Shrnutí některých z nejvíce zastoupených aromatických těkavých látek zeleného čaje je uvedeno v tabulce 5.

Tabulka 5 Nejvíce zastoupené aromatické látky zeleného čaje a popis jejich aroma [29-31]

Skupina látek	Aromatická látka	Popis vůně
Terpeny	linalool	květinová, citrusová
	dihydroactinidiolide	sladká, čajová
	phytol	květinová
Terpenoidy	geraniol	květinová, dřevitá
	$\alpha$ -terpineol	po jehličí, šeríku a citrusech
Estery	methyl-salicylát	bylinná
	ethyl-acetát	ovocná, sladká
Kyseliny	kyselina máselná	máslová, pronikavá
	kyselina valerová	kyselá, zatuchlá
	kyselina propanová	nepříjemná, pronikavá
Alkoholy	hexanol	pronikavá, alkoholová, sladká
	oktan-1-ol	vosková, sladká, květinová
	benzyl alkohol	květinová, mentholová

Tabulka 5 Nejvíce zastoupené aromatické látky zeleného čaje a popis jejich aroma [29-31] – pokračování

Skupina látek	Aromatická látka	Popis vůně
Aldehydy	heptanal	svěží, bylinná, po koňaku
	hex-2-enal	rostlinná, po banánech
	pentanal	fermentovaná, ořechová, ovocná
	nonanal	vosková, po růžích a kosatci
Ketony	pent-1-en-3-on	pronikavá, po pepři a hořčici
	(Z) jasmon	květinová, dřevitá
	(E,E)-3,5-octadien-2-on	nepříjemná, pronikavá
Heterocykly	indol	nepříjemná, fekální, zvířecí odér

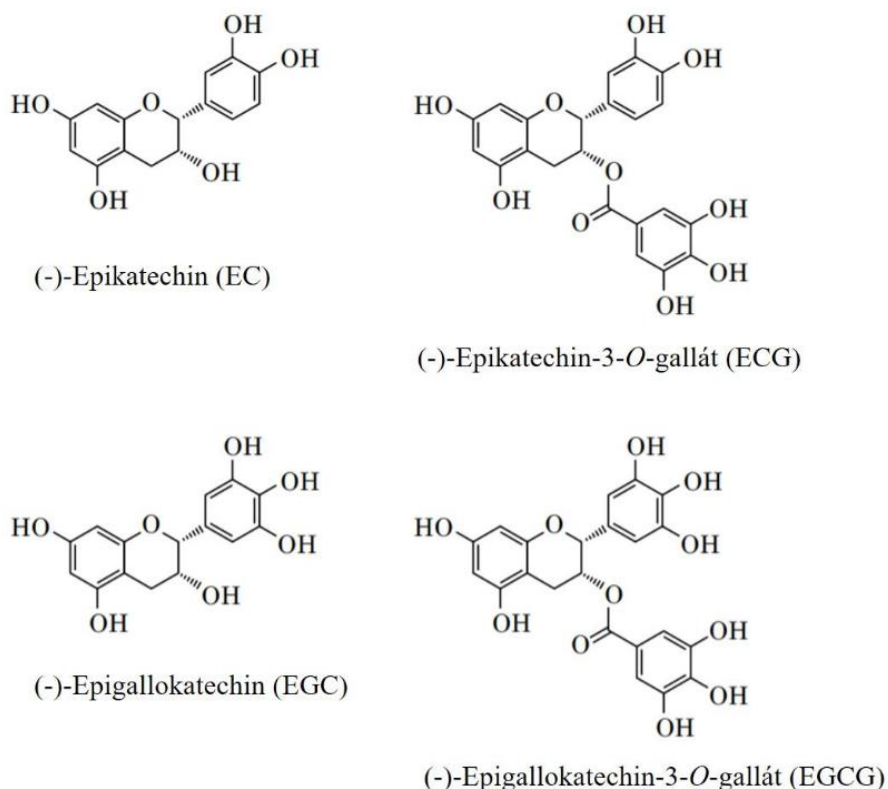
### 2.5.1.3 Fenolické látky zeleného čaje

Ze všech druhů čajů, je právě zelený čaj nejlepším zdrojem polyfenolických látek, s čímž se pojí i vysoká antioxidační aktivita. Pro dosažení dostatečné denní dávky polyfenolů postačí vypít jeden litr zeleného čaje. Stejně jako těkavé aromatické látky, i polyfenolické látky výrazně přispívají k tvorbě typického aroma a chuti zeleného čaje [24].

Mezi polyfenolické látky zeleného čaje řadíme především taniny, katechiny a jejich deriváty. Nejvíce zastoupenými katechiny jsou epikatechin (EC), epigallokatechin (EGC), epikatechin gallát (ECG) a epigallokatechin gallát (EGCG) [24], jejichž vzorce jsou vyobrazeny na obrázku 3.

Studie Klepacka a kol. [24] se zabývala obsahem polyfenolických látek v různých odrůdách zeleného čaje. Průměrná hodnota obsahu polyfenolických látek, získaná z 16 vzorků zeleného čaje, dosahovala hodnot  $110,73 \pm 22,46$  mg/100 ml čajového extraktu. Průměrná antioxidační aktivita vybraných vzorků dosahovala hodnot  $59,02 \pm 14,80$  %. Hodnoty pro jednotlivé vzorky se značně lišily, především v závislosti na druhu čaje a geografické poloze, ve které se čaj pěstoval [24].





Obrázek 3 Strukturální vzorce nejvíce zastoupených katechinů zeleného čaje [31]

### 2.5.2 Rakytník řešetlákový (*Hippophae rhamnoides*)

Rakytník řešetlákový (*Hippophae rhamnoides*, Sea buckthorn) je trnitý keř (případně malý strom), patřící k rodu rakytníků (*Hippophae*). Rakytník se přirozeně vyskytuje v širokém rozmezí geografických poloh, od přímořských oblastí po chladné pouště a právě vysoká adaptabilita dělá z rakytníku vhodnou rostlinu, pro pěstování po celém světě [32].

Plody rakytníku jsou malé, žluté až oranžové (viz obrázek 4) a je pro ně typická svíravá, kyselá a hořká chuť. Aroma plodů je příjemné, liší se s odrůdou a geografickou polohou pěstovaného rakytníku; podobá se aromatu jahod, broskví, citrusů nebo tropického ovoce [33]. Rakytníkové plody obsahují širokou škálu bioaktivních látek, které z rakytníku dělají ideální potravinu pro každodenní život. Zapojení rakytníku do potravinářského průmyslu brání především jeho chuť, která nemusí vyhovovat každému konzumentovi [32].

V současnosti se rakytník ve formě plodů, extraktů nebo olejů využívá pro výrobu želé, džemů, kompotů, šťáv, čajů, mléčných produktů, případně alkoholických nápojů [33; 34].

Několika studiemi bylo potvrzeno, že konzumace rakytníku pozitivně ovlivňuje lidské zdraví a brání rozvoji civilizačních chorob, jako jsou rakovina, cukrovka, kardiovaskulární choroby a další. Jsou potvrzeny antioxidační, antimikrobiální (antibakteriální a antivirotické) a antikoagulační účinky. Dále bylo zjištěno, že rakytník podporuje hojení ran a snižuje otok tkání [34-36]



Obrázek 4 Rakytník řešetlákový (*Hippophae rhamnoides*) [35]

#### 2.5.2.1 Bioaktivní látky rakytníku

Zpracování plodů rakytníku poskytuje tři frakce, které jsou charakteristické obsahem bioaktivních látek. Při zpracování se plody odšťavní a je získána rakytníková šťáva, kterou je dále možno odstředit v centrifuze, za zisku vodné čiré šťávy, rakytníkového oleje a zbytku dužiny a semen [32]. Obsah bioaktivních látek v poldech se výrazně liší s odrůdami, geografickou polohou a klimatem, ve kterém se rakytník pěstoval [36].

Vodná rakytníková šťáva je zdrojem hydrofilních látek, jako je vitamin C a polyfenolické látky. Obsah vitaminu C v rakytníku dosahuje vysokých hodnot až 1676 mg/100 g plodů, což převyšuje hodnoty nalezené v ovoci bohatém na vitamin C, jako jsou např. citrusy či kiwi. Rovněž obsah fenolických látek je vysoký, největší zastoupení mají především flavonolové glykosidy a kyselina salicylová [32].

Olejové frakce získané ze zpracování rakytníkových plodů obsahují především nenasycené mastné kyseliny, tokoferoly, vitamin E a karotenoidní barviva, zapříčiňující výraznou oranžovou barvu plodů [32].

### **2.5.2.2 Těkavé aromatické látky rakytníku**

Výskytem aromatických těkavých látek v poldech rakytníku se zabývá celá řada studií. V rakytníku bylo doposud identifikováno až 69 těkavých látek [33; 37], skládajících se ze skupin alkoholů, aldehydů, ketonů, organických kyselin a esterů [33].

Za kyselou chutí rakytníku stojí především přítomnost organických kyselin, konkrétně kyseliny jablečné a chinové. Příjemné ovocné a květinové aroma (v některých případech i aroma podobné brandy) je způsobeno přítomností ethylesterů (ethylester kyseliny máselné a kaprylové), 2-methylesteru kyseliny máselné, 3-methylesteru kyseliny máselné a řady 3-methyl butyl esterů, které jsou přítomny v téměř každém sledovaném vzorku rakytníku [36]. Dalšími hojně zastoupenými těkavými látkami jsou ethylester kyseliny benzoové a kyseliny máselná, kapronová a kaprylová, které s výše zmíněnými estery tvoří 80 % těkavých látek rakytníku [38].

### **2.5.2.3 Fenolické látky rakytníku**

Rakytník patří mezi nejlepší zdroje polyfenolických látek, se kterými se pojí vysoká antioxidační aktivita. Množství polyfenolických látek v rakytníku výrazně převyšuje množství v potravinách na polyfenoly bohatých, jako jsou např. plody hlohu, trnky, šípků, granátového jablka, malin nebo borůvek [34].

Fenolické látky vyskytující se v rakytníku je možné rozdělit na čtyři kategorie: fenolové kyseliny, flavony, flavanol-monoglykosidy a flavanol-diglykosidy. Polyfenoly vyskytující se v rakytníku je také možné rozdělit na hydrolyzovatelné a kondenzované taniny. Mezi hydrolyzovatelné taniny jsou řazeny gallotaniny a ellagotaniny, mezi kondenzovanými taniny jsou pak řazeny polyfenoly složené z kondenzovaných jednotek katechinu, epikatechinu, galokatechinu a epigalokatechinu [34].

V současné době je velmi diskutovanou polyfenolickou látkou rakytníku isorhamnetin, hydrofilní flavonol s vysokou antioxidační aktivitou, jehož zdravotní benefity jsou často využívány v imunosupresivních terapiích [32].

## **2.6 Přehled metod pro stanovení vybraných účinných látek**

### **2.6.1 Mikroextrakce tuhou fází**

Mikroextrakce tuhou fází – Solid Phase Microextraction (SPME) – je sorpčně/desorpční metoda, využívaná pro extrakci a izolaci látek z plynných, kapalných i pevných vzorků. SPME předchází samotnému stanovení aromaticky aktivních látek a nejčastěji bývá následována tandemovou technikou plynové chromatografie s hmotnostní detekcí (GC-MS). Techniku SPME je možné dělit na dvě základní metody: headspace SPME (HS-SPME), využívající extrakce z prostoru parní fáze nad vzorkem a direct immersion SPME (DI-SPME), využívající extrakce přímo z kapalně fáze vzorku. Pro izolaci těkavých látek je využívána více účinná HS-SPME [39; 40].

Základní instrumentační složkou SPME je křemenné vlákno, pokryté vrstvou polymerů, sloužících jako stacionární fáze. Vlákno je ukryto v kovové jehle, která zastává ochrannou

funkci a zprostředkovává propíchnutí septa vialky se vzorkem. Princip metody SPME je složen ze dvou základních fází – sorpční a desorpční. Vzorek se sorbuje na křemenné vlákno, dokud není dosažena distribuční rovnováha mezi analytem a sorpční vrstvou. Následně dochází k desorpci analytu do vybraného analytického zařízení, kde je podroben analýze [41-43].

### 2.6.2 Plynová chromatografie s hmotnostní detekcí

Plynová chromatografie (GC) je separační metoda založena na rovnovážném dělení plynných látek mezi dvě vzájemně nemísitelné fáze – mobilní a stacionární. Vzorek je unášen inertním plynem (mobilní fáze) kolonou, obsahující stacionární fázi, a dochází k dělení na základě rozdílných rozdělovacích koeficientů jeho složek. Po průchodu kolonou jsou separované složky vzorku identifikovány pomocí detektorů. Nejčastěji využívanými detektory jsou destruktivní detektory – hmotnostní (MS) nebo plamenově ionizační (FID) [41].

Hmotnostní spektrometrie (MS) je metoda založená na ionizaci vzorku pomocí iontového zdroje a následné separaci složek vzorku na základě rozdílných hodnot poměru  $m/z$  – hmotnosti ku náboji iontu. Základní instrumentace MS zařízení se skládá ze tří částí: iontového zdroje, analyzátoru a detektoru. Iontový zdroj ionizuje analyzovaný vzorek na ionty pomocí měkkých (chemická ionizace) nebo tvrdých (elektronová ionizace) ionizačních technik. Ve vakuovém prostoru analyzátoru dochází k dělení složek vzorku dle jejich poměru  $m/z$ ; nejčastěji využívaným analyzátozem je např. kvadrupólový analyzátor. V závěrečné fázi MS dochází k detekci jednotlivých iontů, nejčastěji pomocí elektronového násobiče [41; 42].

Cílem využití tandemové techniky GC-MS je identifikace složek vzorku a kvantitativní určení obsahu jednotlivých složek vzorku, s co největší přesností. GC-MS kombinuje přednosti obou metod – separační schopnost GC a identifikační schopnost MS. Identifikovaná látka je charakterizována svým retenčním časem, získaným plynovou chromatografií, a hmotnostním spektrem, získaným následnou hmotnostní detekcí [43; 42].

### 2.6.3 Stanovení antioxidační aktivity

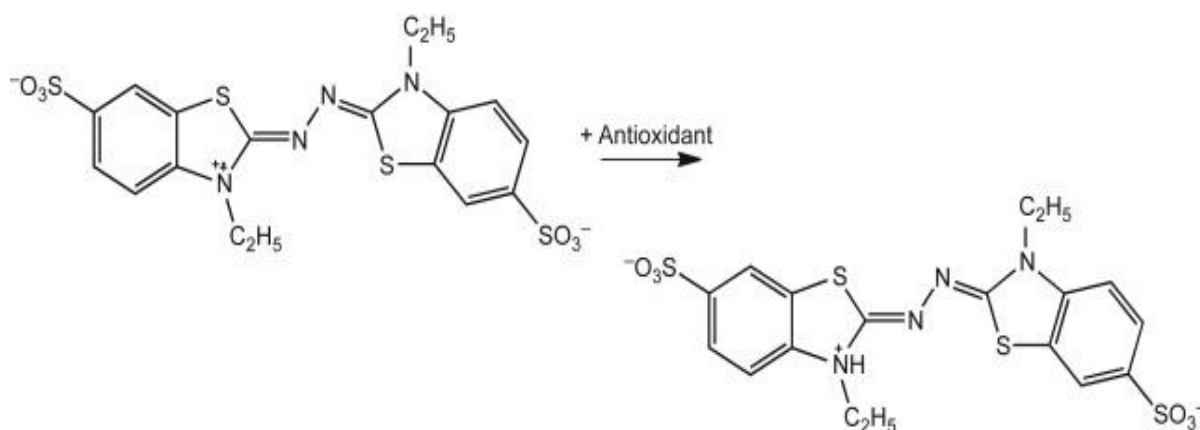
Stanovení antioxidační aktivity je jedním z parametrů vypovídajícím o nutričních hodnotách potravin. Antioxidační látky mají schopnost chránit organismus před působením endogenních i exogenních radikálů a zabraňují tak radikálově katalyzovaným reakcím, vedoucím ke změně struktur a funkcí bílkovin, lipidů a nukleových kyselin. Je nutné brát v potaz, že antioxidační aktivita stanovená *in vitro* nemusí odpovídat skutečné antioxidační aktivitě *in vivo*, protože o biodostupnosti, farmakokinetice a metabolických procesech probíhajících v trávicím traktu se ví jen málo [44; 45].

Metody stanovení antioxidační aktivity jsou založeny na dvou základních principech – eliminace celkových radikálů (v reakční směsi generovaných nebo do reakční směsi přidaných) a hodnocení redoxních vlastností látek (schopnost antioxidantů redukovat oxidanty). Mezi metody založené na eliminaci radikálů řadíme metodu TEAC (metoda s ABTS), metodu používající DPPH a metodu ORAC (Oxygen Radical Absorption Capacity). Metoda FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Potential) je hlavním zástupcem metod založených na hodnocení redoxních vlastností látek [44; 46].

### 2.6.3.1 Metoda TEAC (metoda využívající ABTS)

Metoda TEAC (Trolox equivalent antioxidant capacity) je jednou z nejpoužívanějších metod pro stanovení celkové antioxidační aktivity (TAA – Total Antioxidant Activity). Jedná se o metodu využívající schopnost antioxidantů zhaset syntetické radikály, konkrétně kation-radikál ABTS<sup>•+</sup> (2,2-azino-bis(3-ethylbenzothiazolin-6-sulfonová) kyselina. Radikál-kationt ABTS<sup>•+</sup> je generován oxidací ABTS pomocí peroxidisíranu draselného, systému methmyoglobin/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> nebo systému H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/peroxidasa [47]. Antioxidanty se přidávají k ABTS<sup>•+</sup> a chovají se jako donory vodíku, ABTS<sup>•+</sup> přechází zpět na ABTS (viz obrázek 5). Během redukce dochází k barevné změně a modrozelený ABTS<sup>•+</sup> (s absorpčním maximem při 734 nm) přechází na bezbarvý ABTS. Pokles absorbance vzorku je úměrný obsahu antioxidantů, čehož se využívá při jejich spektrofotometrickém stanovení [44; 47].

TAA vzorků se hodnotí pomocí parametru TEAC, který označuje antioxidační kapacitu vzorku, ekvivalentní definovanému množství syntetického derivátu Troloxu (kyselina 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-karboxylová) [44; 47].



Obrázek 5 Struktura ABTS<sup>•+</sup> a ABTS [48]

### 2.6.4 Stanovení celkových fenolů

Stanovení celkového obsahu fenolů (TPC – Total Phenolic Content) je nejčastěji prováděno spektrofotometricky s použitím Folin-Ciocalteuho činidla (F-C). Folin-Ciocalteuho činidlo se skládá z kyselin fosfomolybdenové a fosfowolframové, jeho přesná struktura ale není známa. F-C činidlo, v silně bazickém prostředí, reaguje s fenolickými sloučeninami obsaženými ve stanovovaném vzorku (nejčastěji rostlinného původu). Dochází k redukci F-C činidla za vzniku barevného komplexu, jehož absorbance se stanovuje při 765 nm. Celkový obsah fenolů se vyjadřuje jako ekvivalent kyseliny gallové (GAE – Gallic Acid Equivalent), reagující s F-C činidlem za vzniku modrého komplexu [45; 49].

Stanovení celkového obsahu fenolů často doprovází stanovení antioxidační aktivity, jelikož byla dokázána přímá souvislost mezi obsahem polyfenolů a mírou antioxidační aktivity [50].

## 2.7 Senzorická analýza

Senzorická analýza patří k neodmyslitelným součástem hodnocení celkové kvality potravin. Je vykonávána nejen výrobcem, ale hlavně spotřebitelem. Spotřebitel vykonává hodnocení víceméně instinktivně, laické hodnocení spočívá na zkušenostech a osobních preferencích, které se u jednotlivých spotřebitelů mohou lišit. Z těchto důvodů bylo třeba metodiku sensorické analýzy zdokonalit a zavést v národním a mezinárodním měřítku [51].

Senzorická analýza je metoda hodnocení kvality potravin všemi smysly. Chuťový smysl je využíván pro posouzení základních chuťových vlastností, textury a aromatických látek; zrakový smysl je používán pro posouzení tvaru, rozměrů, barvy a lesku potravin a čichový smysl slouží především pro posuzování přítomnosti aromatických látek. Méně často se pak využívá smyslů hmatových a sluchových; hmatem je možné posoudit konzistenci a texturu hodnoceného výrobku a případně chlad a teplo [4].

Nejvýznamnější sensorickou vlastností, z hlediska spotřebitele, je „flavour“. Flavour je vnímaný kombinací tří smyslů, které dohromady tvoří komplexní chuťový vjem. Jedná se o chuťové receptory ústní dutiny, čichové receptory nosní dutiny a hmatové receptory ústní dutiny [52].

### 2.7.1 Podmínky pro sensorické hodnocení

#### *Objektivní činitelé*

Mezi objektivní činitele řadíme podmínky, za kterých jsou hodnotitelům předkládány vzorky (viz tabulka 6). Jsou optimalizovány tak, aby došlo k minimalizaci rušivých vlivů a zvýšení přesnosti a objektivity hodnocení. Tyto podmínky jsou určeny normou ISO 8589 – Obecné pokyny pro uspořádání sensorického pracoviště, které je nutné při sensorické analýze dodržet, aby analýza proběhla bez rušivých vlivů [51].

*Tabulka 6 Optimální podmínky pro sensorické hodnocení [51]*

<b>Optimalizovaný faktor</b>	<b>Optimální podmínky</b>
Teplota	Stálá teplota 18 °C - 23 °C, nejlépe klimatizace
Relativní vlhkost	Stálá relativní vlhkost 75 %, nejlépe klimatizace
Hladina hluku	Do 40 dB, zvukotěsná místnost
Pach	Bez pachu, zařízení úpravy vzduchu s filtrem s aktivním uhlím
Barva stěn a zařízení	Neutrální – matově bílá nebo světle šedá
Osvětlení	Jednotné, netvořící stíny, regulovatelné, s barevnou teplotou 6500 K

Tabulka 6 Optimální podmínky pro sensorické hodnocení [51] - pokračování

Optimalizovaný faktor	Optimální podmínky
Kóje	Minimální počet 3, minimální plocha 1 m <sup>2</sup>
Kontakt mezi hodnotiteli	Minimální, samostatné oddělené kóje

### **Subjektivní činitelé**

Nejvýznamnějším subjektivním činitelem při sensorické analýze je samotný hodnotitel, na jehož práci závisí použitelnost získaných výsledků [53].

V dělení hodnotitelů podle jejich odborné způsobilosti se literatura rozchází, jejich dělení je tedy možné na tři, případně čtyři skupiny [51; 53]. První skupinou hodnotitelů jsou neškolení hodnotitelé – laici. Obvykle se jedná o koncové spotřebitele bez poznatků o sensorickém hodnocení. Druhou, taktéž širokou skupinou hodnotitelů jsou informovaní laici, kteří byli poučeni o způsobu a smyslu konkrétního sensorického hodnocení [53].

Poslední dvě skupiny zahrnují odborné hodnotitele a dělíme je na posuzovatele a znalce. Členové těchto skupin jsou vybráni na základě rozřazovacích testů, zahrnující rozlišování základních chutí, vůní, prahové citlivosti a rozdílů, chuťové paměti a dále schopnosti rozpoznat rozdíly v intenzitě barvy a zákalu. U znalců je navíc žádoucí, aby měli vědecké poznatky o fyziologii smyslových orgánů a příčinách, které je ovlivňují [53].

## **2.7.2 Metody sensorického hodnocení**

Metody používané pro sensorické hodnocení je možné rozdělit do tří základních skupin:

- Diskriminační (rozlišovací) zkoušky,
- Zkoušky používající stupnice a kategorie,
- Deskriptivní (popisné) zkoušky [54].

Použití vhodné metody je pro sensorické hodnocení naprosto zásadní a má bezprostřední vliv na kvalitu získaných výsledků. Výběr metody záleží na zkoumaných vlastnostech hodnocených vzorků, na kvalitě hodnotitelů a množství vzorků, které jsou pro analýzu k dispozici.

### **2.7.2.1 Rozlišovací zkoušky**

Rozlišovací zkoušky umožňují stanovit rozdíly mezi jednotlivými vzorky ve stanoveném sensorickém znaku (případně určit směru rozdílu – např. který vzorek je sladší). Jedná se o rozhodovací proces mezi dvěma či více výrobky [54]. Mezi nejpoužívanější rozlišovací zkoušky patří:

- Párová porovnávací zkouška založena na hledání rozdílu mezi dvěma vzorky a případně určení, který vzorek má vybranou sensorickou kvalitu intenzivnější [51]
- Trojúhelníková zkouška, při které hodnotitel z trojice vzorků vybírá, které dva jsou shodné, a který je odlišný [51]

- Zkouška duo-trio, při které hodnotitel obdrží tři vzorky (standard a dva neznámé vzorky) a určuje, který ze vzorků je shodný se standardem. Jedná se tedy o dvě párové zkoušky [51].

### **2.7.2.2 Zkoušky používající stupnice a kategorie**

Zkoušky využívající stupnice, případně kategorie, slouží k odhadu stupňů, do nichž jsou vzorky zařazovány. Mezi tyto metody řadíme zkoušky zatřídňující vzorky do předem určených kategorií, bodování a stanovení magnitudy [54].

Stupnicové metody využívají dva typy stupnic – stupnice intenzitní, sloužící k posouzení intenzity určité vlastnosti a hedonické, sloužící k posouzení stupně příjemnosti a přijatelnosti. Použité stupnice mohou být slovní, číselné, grafické (ve formě strukturovaných nebo nestrukturovaných úseček) [51].

### **2.7.2.3 Deskriptivní (popisné) zkoušky**

Deskriptivní zkoušky jsou používány zejména k identifikaci zvláštních sensorických znaků přítomných ve vzorku. Jedná se o nejsofistikovanější metody sensorické analýzy a zahrnují popis kvalitativních i kvantitativních sensorických znaků. Patří sem jednoduché deskriptivní zkoušky, profilové analýzy a profilování volnou volbou [54].

Hodnocení pomocí deskriptivních zkoušek provádí vyškolení hodnotitelé, schopni popisem kvantifikovat i kvalitativní vlastnosti hodnoceného vzorku (např. aroma, vzhled, konzistenci a flavour) [51].

## **2.7.3 Vlastní sensorické hodnocení**

Hodnotitelé jsou před vlastní sensorickou analýzou instruováni o svém úkolu, použitých metodách a jsou jim rozdány protokolové formuláře s pokyny. Hodnotitelé by se měli minimálně hodinu před hodnocením vyvarovat konzumaci výrazně kořeněných pokrmů, konzumaci alkoholických nápojů a kouření. Hodnotitelé rovněž nesmí být informováni o skutečnostech, které by mohly ovlivňovat jejich hodnocení, např. výrobce nebo složení posuzovaného výrobku. Vzorky jsou pro zachování anonymity označovány číselnými kódy [53].

Vzorku musí být dodáno takové množství, které umožňuje opakování hodnocení (20 g – 30 g tuhého vzorku nebo 15 ml – 20 ml kapalného vzorku). Mezi jednotlivými vzorky je vhodné vypláchnout si ústa tekutinou nebo použít neutralizátoru, např. ve formě bílého pečiva; a počkat alespoň 1 minutu do obnovení chuťových receptorů [53].

Po provedení analýzy je vhodné co nejdříve zapsat výsledek posouzení, protože dlouhé rozhodování zhoršuje kvalitu posouzení a vede k fyzické únavě smyslových receptorů a psychické únavě hodnotitele [53].

## **2.7.4 Sensorická kvalita nečokoládových cukrovinek**

Při sensorickém hodnocení nečokoládových cukrovinek se nejčastěji hodnotí celkový vzhled, barva, vůně, chuť, konzistence (přítomnost krystalů), lepivost, vlastnosti povrchu a celkový dojem. Mezi nejčastější sensorické vady u nečokoládových cukrovinek patří netypická barva,



cizí chuť a vůně, příliš měkká/tvrdá konzistence, písčitost (přítomnost krystalů) a omírání, což je rekrystalizace sacharózy od povrchu cukrovinky [14].

### **3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST**

Experimentální část bakalářské práce se zabývá výrobou kandytových cukrovinek s přidavkem extraktů ze zeleného čaje a rakytníku; senzoricou analýzou vyrobených cukrovinek a charakteristikou vyrobených cukrovinek a použitých rostlinných extraktů z hlediska výskytu těkavých látek, antioxidačních vlastností a fenolických látek.

#### **3.1 Použité přístroje, laboratorní vybavení a chemikálie**

##### **3.1.1 Přístroje**

- Plynový chromatograf Trace™ 1310 se split/splitless injektorem (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA)
- Hmotnostní detektor ISQ™ LT Single Quadrupole (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA)
- Knihovna spekter NIST/EPA/NIH, Verze 2.0 (Gaithersburg, Maryland, USA)
- Předvážky EK-600i, A&D Instruments LTD. (Japonsko)
- Analytické digitální váhy (HELAGO, GR-202-EC, Itálie)
- Spektrofotometr SPECORD 50 PLUS dvoupaprskový (Analytik Jena AG, Německo)
- Vakuová rotační odparka (KIKA WERKE, Německo)
- Vodní lázeň Julabo TW 12. (Německo)

##### **3.1.2 Plyny**

- Helium čistota 4.8, v tlakové lahvi s redukčním ventilem (SIAD, Česká republika)

##### **3.1.3 Laboratorní vybavení**

- SPME-vlákno DVB/CAR//PDMS 50/30 μm (Supelco, Bellefonte, Pennsylvania, USA)
- Mikropipety 10–1000 μl Sartorius (Biohit, Německo)
- Vialky o objemu 10 ml s kovovým uzávěrem
- Běžné laboratorní sklo a pomůcky
- Nádobí a pomůcky pro výrobu vzorků a senzoricou analýzu

##### **3.1.4 Suroviny pro výrobu rostlinných extraktů a kandytových cukrovinek**

- Ethanol 96%, Lach-Ner (ČR)
- Kyselina citronová monohydrát, INCHEMA (ČR)
- Cukr krystal
- Glukózový sirup, Fractal Colors

- BIO sypaný zelený čaj CHUN MEE
- Rakytník plody sušené

### 3.1.5 Chemikálie pro analýzy

- ABTS 98%, (diamonná sůl 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzo-thiazolin)-6-sulfonové kyseliny), Sigma-Aldrich (USA)
- Folin-Ciocalteuovo činidlo VWR Chemicals (Francie)
- Ethanol 96%, Lach-Ner (ČR)
- Peroxodisíran draselný, Lachema (ČR)
- Uhličitan sodný p.a. bezvodý, CentralChem (Slovensko)

## 3.2 Analyzované vzorky

V experimentální části práce byly analyzovány modelové vzorky kandytových cukrovinek, vyrobené v laboratorních podmínkách na FCH VUT v Brně, rostlinné extrakty, použité pro výrobu kandytových cukrovinek a komerční vzorky kandytových cukrovinek. Výroba kandytů vycházela ze standardního technologického postupu (viz kapitola 4.1) a výroba rostlinných extraktů vycházela z postupů popsaných v kapitole 4.2.

Celkem bylo analyzováno 5 vzorků kandytů (viz obrázek 6) a 2 vzorky rostlinných extraktů. Vzorky kandytových cukrovinek zahrnovaly: vzorek bez přídavku extraktu (standard), dva vzorky s přídavky rostlinných extraktů (extrakt ze zeleného čaje a extrakt ze sušeného rakytníku) a dva komerční vzorky s příchutěmi zelený čaj a rakytník.

Vyrobené vzorky kandytů byly uchovávány na tmavém místě, při laboratorní teplotě (přibližně 20 °C) v uzavíratelných krabičkách, aby nedošlo ke snížení senzorycké kvality vzorků. Komerční vzorky byly skladovány v původních obalech (jednotlivě zabaleny), rovněž na tmavém místě a při laboratorní teplotě. Rostlinné extrakty byly skladovány v uzavřených tmavých nádobách za nízké teploty (přibližně 4 °C) v lednici.

Vzorky kandytů byly pro senzoryckou analýzu podávány bez jakékoliv úpravy, pouze komerční vzorky byly vybaleny z původních obalů. Pro chemické analýzy byly vzorky cukrovinek před měřením rozdrceny v porcelánové třecí misce a dále zpracovány, dle potřeby pro danou metodu. Vzorky rostlinných extraktů byly použity pouze pro chemické analýzy, a to ve formě používané pro výrobu kandytů.



Obrázek 6 Vzorky kandytových cukrovinek pro analýzy. Zleva: vzorek bez přídavku extraktu; vzorek s přídavkem extraktu ze zeleného čaje; vzorek s přídavkem extraktu z rakytníku; komerční vzorek s příchutí zeleného čaje a komerční vzorek s příchutí rakytníku.

Složení komerčních kandytových cukrovinek je uvedeno v tabulce 7.

Tabulka 7 Složení komerčních kandytových cukrovinek (deklarováno na obalu)

Komerční kandyt	Typ kandytu	Složení
S příchutí zeleného čaje	Dropsy	Cukr; glukózový sirup; přírodní extrakt ze zeleného čaje (0,5 %); regulátor kyselosti: kyselina citronová; přírodní aroma; koncentráty (dýně, spirulina; jablko)
S příchutí rakytníku	Furé se sirupovou náplní	Cukr; glukózový sirup; dužina rakytníku (9,9 %), regulátor kyselosti: kyselina citronová; zahušťovadlo: pektin; přírodní aroma, přírodní barvivo (rostlinný extrakt z červené řepy a mrkve)

### 3.3 Použité metody a experimentální postupy

#### 3.3.1 Metoda HS-SPME-GC-MS

Aromatický profil jednotlivých vzorků byl stanoven pomocí plynové chromatografie s hmotnostní detekcí ve spojení s mikroextrakcí tuhou fází (HS-SPME-GC-MS). Před analýzou byly vzorky rozmělněny v porcelánové třecí misce a umístěny na dno skleněných vialek (viz obrázek 7) tak, aby nedošlo ke kontaktu vzorku s SPME vláknem. Navážka pro jednu analýzu činila 3 g.



Obrázek 7 Vzorky připravené pro GC-MS analýzu

##### 3.3.1.1 Podmínky SPME extrakce

- Doba inkubace (temperování): 10 minut
- Doba extrakce: 20 minut
- Teplota extrakce a inkubace (teplota agitátoru): 40 °C
- Agitátor zapnutý: 5 sekund, vypnutý: 60 sekund
- Množství analyzovaného vzorku: 3,00 g

- Hloubka ponoření vlákna do vialky: 20 mm

### 3.3.1.2 Podmínky GC-MS analýzy

- Kapilární kolona: ZB-Wax (30 m x 0,25 mm x 0,5 µm)
- Teplota injektoru (desorpce): 240 °C
- Doba desorpce: 20 minut
- Dávkování splitless, ventil uzavřen: 10 minut
- Hloubka ponoření vlákna do injektoru: 40 mm
- Nosný plyn: helium, průtok 1 ml·min<sup>-1</sup>

Teplotní program 40 °C s výdrží 1 min., vzestupný gradient 5 °C/min. do 220 °C s výdrží 22 min., celková doba analýzy 60 min.

Hmotnostní detektor v módu EI, energie ionizačních elektronů 70 eV, teplota iontového zdroje 200 °C, skenovací rozsah m/z 30–370 amu, rychlost skenování 0,2 s.

### 3.3.2 Spektrofotometrické stanovení antioxidační aktivity

Antioxidační aktivita byla stanovena spektrofotometricky metodou TEAC s využitím ABTS (viz kapitola 2.6.3.1).

Nejprve byl připraven pracovní roztok ABTS<sup>•+</sup> o koncentraci 7 mmol·l<sup>-1</sup> rozpuštěním ABTS v destilované vodě a přidavkem 2,45 mmol·l<sup>-1</sup> peroxidisíranu draselného. Takto připravený roztok byl ponechán 12 hodin v temnu a dále uchováván v lednici v nádobě obalené alobalem.

Před samotným měřením byl roztok ABTS<sup>•+</sup> naředěn 60% roztokem ethanolu na absorpenci  $A = 0,7 \pm 0,02$ . Měření probíhalo při 734 nm proti slepému roztoku 60% ethanolu. Do kyvety byly napipetovány 2 ml roztoku ABTS<sup>•+</sup> a 20 µl destilované vody a byla měřena absorbance  $A_0$ . Pro měření absorbance  $A_1$  byly v kyvetě smíchány 2 ml ABTS<sup>•+</sup> a 20 µl roztoku vzorku a byl sledován pokles absorbance v časovém intervalu deseti minut. Vzorky byly po celou dobu měření uchovávány v temnu.

Výsledná absorbance jednotlivých vzorků byla vypočtena dle vzorce (1):

$$A = A_0 - A_1 \tag{1}$$

Procento zhášení radikálu bylo vypočteno podle vzorce (2):

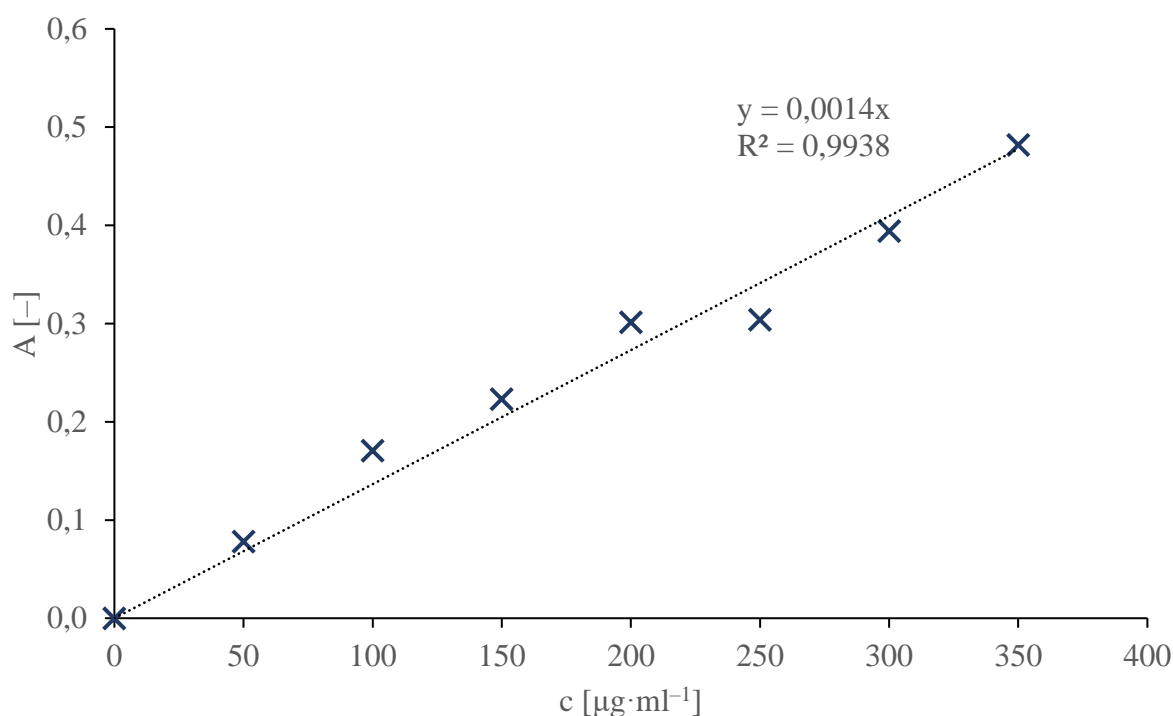
$$\text{zhášení radikálu (\%)} = 100 \cdot \frac{A_0 - A_1}{A_0} \tag{2}$$

### 3.3.2.1 Kalibrační křivka

Pro sestavení kalibrační křivky (viz obrázek 8) byly připraveny kalibrační roztoky troloxu o koncentraci 50–400  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$  zředěním standardního roztoku troloxu 60% ethanolem. Jako slepý vzorek byl použit 60% ethanol.

Absorbance byla měřena při 734 nm proti slepému vzorku. Výsledky byly vyjádřeny ve formě parametru TEAC, tedy jako koncentrace troloxu, odpovídající antioxidační aktivitě vzorku v  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ .

Kalibrační křivka vznikala ve spolupráci s paralelně vznikající diplomovou prací Phi [55].



Obrázek 8 Kalibrační křivka troloxu

### 3.3.3 Spektrofotometrické stanovení celkového obsahu fenolů

Celkový obsah fenolických látek byl stanoven spektrofotometricky metodou dle Folin-Ciocalteu (viz kapitola 2.6.4).

Nejprve byl připraven pracovní roztok Folin-Ciocalteuova činidla zředěním destilovanou vodou v poměru 1:9 a nasycený roztok  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  rozpuštěním přibližně 7,5 g v 95 ml destilované vody.

Vzorky pro vlastní stanovení byly připraveny smícháním 100  $\mu\text{l}$  stanovovaného vzorku, 1 ml destilované vody a 1 ml zředěného Folin-Ciocalteuova činidla. Po promíchání se vzorky nechaly 5 minut stát a následně byl přidán 1 ml nasyceného roztoku uhličitanu sodného. Takto připravené roztoky byly opět promíchány a ponechány stát přibližně 30 minut ve tmě. Po uplynutí této doby byla měřena absorbance při 765 nm proti slepému vzorku (připravenému

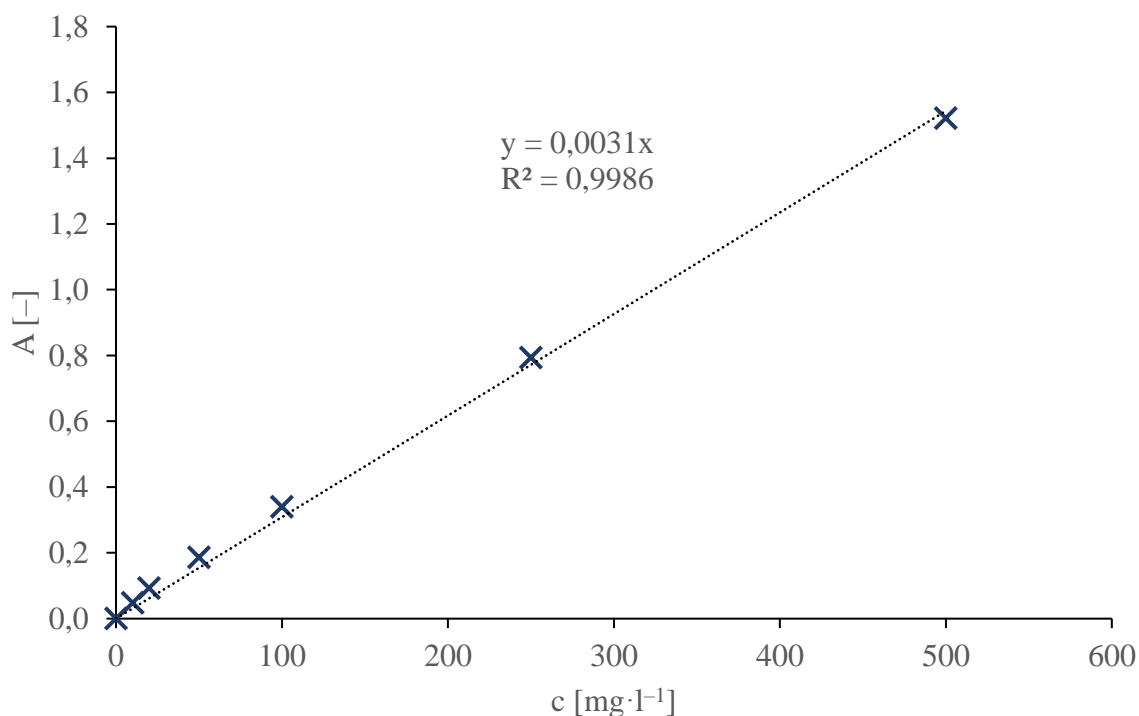
paralelně s ostatními vzorky, který místo 100 µl stanovovaného vzorku obsahoval stejné množství destilované vody).

### 3.3.3.1 Kalibrační křivka

Pro výpočet obsahu celkových fenolů byla použita kalibrační křivka kyseliny gallové (viz obrázek 9). Pro sestavení kalibrační křivky byly připraveny kalibrační roztoky o koncentraci 10–500 mg·l<sup>-1</sup>. Absorbance byla měřena při 765 nm proti slepému vzorku.

Výsledky byly vyjádřeny jako ekvivalent GAE (Gallic Acid Equivalent), tj. mg kyseliny gallové na 1 g stanovovaného vzorku.

Kalibrační křivka vznikala ve spolupráci s paralelně vznikající diplomovou prací Phi [55].



Obrázek 9 Kalibrační křivka kyseliny gallové

### 3.3.4 Senzorická analýza

Pro senzorickou analýzu byly použity vzorky ze stejné výrobní série, jako pro ostatní analýzy. Vzorkům byly přiřazeny náhodně zvolené čtyřčíselné kódy a byly rozděleny na 2 sady po 3 vzorcích – sada A obsahovala vzorek bez přídavku extraktu, vzorek s přídavkem extraktu ze zeleného čaje a komerční vzorek s příchutí zeleného čaje; sada B obsahovala stejný vzorek bez přídavku extraktu jako sada A (označený jiným kódem), vzorek s přídavkem extraktu z rakytníku a komerční vzorek s příchutí rakytníku.

Pro vlastní senzorickou analýzu byly vzorky nachystány po sadách na stejné porcelánové talířky, označeny příslušnými kódy a předloženy k hodnocení. Jako neutralizátor chuti měli hodnotitelé k dispozici vodu.

Panel hodnotitelů se skládal z 20 studentů 3. ročníku Fakulty chemické VUT. Senzorická analýza se skládala z hodnocení pomocí grafických stupnic, profilového testu chuti, hodnocení celkové přijatelnosti vzorku a případně doplňujícího slovního ohodnocení. Použitý sensorický dotazník je uveden v příloze 1.

Pro hodnocení byly použity nestrukturované grafické stupnice o délce 10 cm. Chuť (potažmo flavour) byly hodnoceny z hlediska intenzity (neznatelná → velmi silná) a příjemnosti (nepříjemná → velmi příjemná). V profilovém testu vybraných chutí byly hodnoceny chutě: sladká, kyselá, hořká, bylinná a umělá (všechny na stupnici neznatelná → velmi silná). Na závěr byly vzorky seřazeny v pořadovém testu od nejméně po nejvíce přijatelný.

### **3.4 Statistické vyhodnocení výsledků**

Data byla zpracována a vyhodnocena pomocí programu MS Excel 2019.

Vyextrahované těkavé aromaticky aktivní látky byly identifikovány pomocí programu Xcalibur 2.2 na základě porovnání získaných hmotnostních spekter jednotlivých látek s dostupnou knihovnou spekter. Výsledky stanovení byly vyjádřeny graficky jako relativní obsah, tj. procento z celkové plochy všech píků na chromatogramu. Každý vzorek byl analyzován třikrát ( $n = 3$ ).

Celkový obsah fenolů a antioxidační aktivita vzorků byla vyjádřena jako průměr ze tří měření ( $n = 3$ )  $\pm$  směrodatná odchylka.

Výsledky sensorické analýzy byly vyjádřeny graficky jako průměr hodnocení všech hodnotitelů ( $n = 20$ ). Hodnoty odečtené z grafických stupnic byly uváděny v mm. Pro grafické vyjádření směrodatné odchylky měření byly použity chybové úsečky.



## 4 VÝSLEDKY A DISKUZE

Podstatou této práce byla příprava extraktů zeleného čaje a rakytníku řešetlákového a jejich aplikace do vyrobených vzorků kandytových cukrovinek. Vyrobené vzorky byly podrobeny sensorické analýze a chemickým analýzám, pomocí kterých byl stanoven obsah antioxidantů, fenolů a těkavých látek.

Uvedené rostliny mají vysoký obsah bioaktivních látek, hlavním cílem bylo zjistit, zda a jakým způsobem přídavek bylinných extraktů ovlivní sensorickou a nutriční hodnotu cukrovinek. Za tímto účelem byl vyroben i vzorek cukrovinky bez přídavku extraktu jako standard.

Na závěr byly vyrobené vzorky porovnány s obdobnými komerčními cukrovinkami.

### 4.1 Výroba kandytových cukrovinek

V první fázi práce byl vyzkoušen a optimalizován postup přípravy kandytových cukrovinek a použitých extraktů.

#### 4.1.1 Receptura a použité suroviny

Základní princip výroby kandytových cukrovinek je pro různé technologie stejný a ve většině publikací se liší pouze poměrem cukru a glukózového sirupu. Nejčastěji zmiňovaným poměrem je 60–70 % glukózového sirupu a 30–40 % cukru [20; 21]. Pro tuto práci byl zvolen poměr 70 % glukózového sirupu a 30 % cukru, který se osvědčil i v dříve provedené diplomové práci Chmelařové [56].

Pro výrobu kandytových cukrovinek byly použity suroviny:

- glukózový sirup;
- cukr krystal;
- voda;
- kyselina citronová;
- rostlinné extrakty.

#### 4.1.2 Zahřívání a odpařování cukrosirupového roztoku

Prvním krokem výroby kandytových cukrovinek je sváření cukrosirupového roztoku. Cukrosirupový roztok se připraví smícháním roztoku cukru ve vodě, o koncentraci 76 %, a glukózového sirupu ve vhodném poměru. Voda v cukrovém roztoku usnadňuje manipulaci při sváření, jelikož glukózový sirup je značně viskózní. Na konci sváření cukrosirupového roztoku dochází k odpaření vody na 2–5 % [3; 21]. Sváření probíhalo v jednoduchém otevřeném systému, cukrosirupový roztok se v hrnci přivedl k varu a zahříval až na teplotu 150 °C, odpovídající odpaření vlhkosti na 2–5 % [3]. Teplota v hrnci byla po celou dobu záhřevu kontrolována cukrářským digitálním teploměrem.

### 4.1.3 Přídavek aditivních látek a tvarování kandytové hmoty

Kandytové cukrovinky je možné vyrábět jedním ze dvou základních postupů – výroba tvarováním z plastické hmoty a výroba litím. Hlavním záměrem při přidavku rostlinných extraktů je zachování co největšího množství těkavých aromaticky aktivních látek, které spoluvytvářejí chuť a vůni výsledných cukrovinek. Postup výroby litím vyžaduje přídavek aditivních látek za vysokých teplot (po ukončení varu), do tekuté kandytové hmoty. Tento způsob výroby má za následek odpaření podstatné části stanovovaných těkavých látek [3]. Pro zachování co největšího množství těkavých aromaticky aktivních látek je nutné přidávat extrakty při nejnižší možné teplotě.

Z výše uvedených důvodů byl zvolen postup výroby tvarováním z plastické hmoty. Horký kandytový roztok byl vylit na pracovní podložku a promícháván pomocí cukrářských špachtlí. Při dosažení teploty přibližně 80–90 °C, kdy kandytová hmota začínala být plastická, byly přidány aditivní látky – kyselina citronová a rostlinné extrakty. Následně byla kandytová hmota ručně vypracována do dlouhých provazců a ponechána v klidu vychladnout. Po vychladnutí byly cukrovinky nasekány na malé kousky.

Přídavek kyseliny citronové byl 0,4 % hm. a byl pro všechny vyrobené vzorky stejný. Zvolené množství vycházelo z diplomové práce, jež zahrnovala optimalizaci přídavku kyseliny citronové do kandytových cukrovinek s přídavkem rostlinných extraktů [56]. Přídavek rostlinných extraktů činil 2 % hm.

## 4.2 Výroba rostlinných extraktů

Výrobou rostlinných extraktů se zabývalo již několik prací na této fakultě a obecný postup přípravy tak byl převzat z těchto prací. Výroba extraktu ze zeleného čaje byla optimalizována dle obsahu těkavých aromaticky aktivních látek tak, aby byl co nejvyšší (viz následující kapitola 4.2.1). Výroba extraktu z rakytníku byla prováděna dle postupu výroby extraktu z aronie, jelikož se také jednalo o sušené plody [56].

Základem přípravy obou extraktů byla macerace. Jedná se o velmi účinnou, šetrnou a jednoduchou extrakční metodu. V případě zeleného čaje byly na základě optimalizace zvoleny podmínky: macerace ve vodě při 30 °C po dobu 60 minut; a pro rakytník: macerace v 50% ethanolu při 30 °C po dobu 30 minut. Navážka zeleného čaje činila 10 g/100 ml a rakytníku 20 g/ 100 ml.

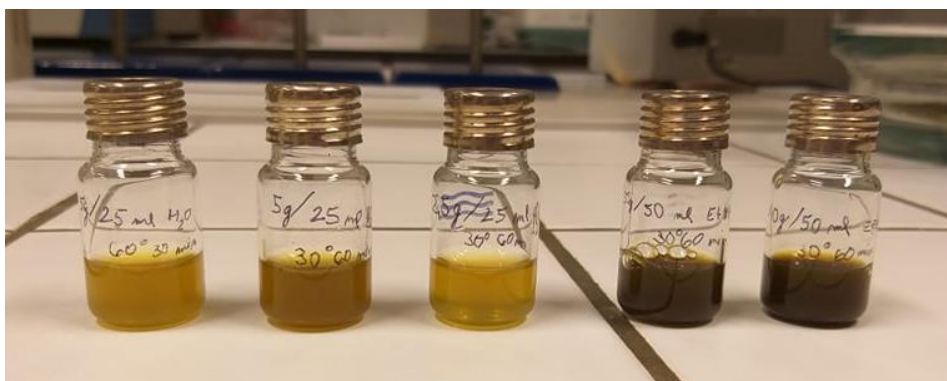
Sušené listy zeleného čaje a sušené plody rakytníku byly rozmixovány v elektrickém mixéru, smíchány s extrakčním činidlem a vloženy do vodní lázně za výše uvedených podmínek.

Po uplynutí doby macerace byly vzorky jednoduchou filtrací zfiltrovány a extrakty byly použity pro výrobu kandytových cukrovinek. Rakytníkový extrakt byl z důvodu obsahu ethanolu odpařen na vakuové rotační odparce. Odpařování bylo prováděno do ztráty zhruba poloviny hmotnosti původního extraktu. Určitým rizikem odpařování extraktu je ztráta některých těkavých a bioaktivních látek.

#### 4.2.1 Optimalizace výroby extraktu ze zeleného čaje

Pro výrobu extraktu ze zeleného čaje bylo nutné optimalizovat extrakční činidlo, teplotu macerace a délku macerace, tak aby se podařilo vyextrahovat co největší množství těkavých aromaticky aktivních látek. Přítomnost těchto látek zajišťuje výrobku intenzivní chuť a vůni, čehož se při výrobě kandytových cukrovinek s přidávanými rostlinnými extrakty snažíme dosáhnout.

Bylo provedeno celkem osm variant macerací a veškeré extrakty byly zanalyzovány pomocí HS-SPME-GC-MS na přítomnost těkavých látek (vzorky připravené k analýze viz obrázek 10). Pro výrobu kandytových cukrovinek byl použit extrakt s nejvyšším obsahem AAL.



Obrázek 10 Extrakty zeleného čaje připravené na HS-SPME-GC-MS; extrakty zleva 3, 2, 1, 4, 5; identifikace extraktů viz Tabulka 8

Jednotlivé varianty použitých extrakcí, včetně počtu vyextrahovaných aromaticky aktivních látek (AAL) jsou uvedeny v tabulce 8. V tabulce 9 jsou uvedeny všechny detekované AAL v jednotlivých extraktech (symbol ✓ označuje přítomnost AAL ve vzorku).

Jako extrakční činidla byly zvolena voda a 40% ethanol a dle počtu extrahovaných AAL se jako účinnější extrahovadlo ukázala voda. Za stejných podmínek, pouze se změnou extrahovadla voda vyextrahovala 28 AAL (extrakce 1 – 10 g/ 100 ml, 30 °C, 60 minut) zatímco 40% ethanol pouze 16 AAL (extrakce 4 – 10 g/ 100 ml, 30 °C, 60 minut).

Navážka čaje činila 10 g a 20 g na 100 ml extrakčního činidla. Pro extrakce 40% ethanolom (extrakce 5 – 20 g/ 100 ml, 30 °C, 60 min) a vodou (extrakce 7 – 20 g/ 100 ml, 20 °C, 24 hodin) se podařilo vyextrahovat větší množství AAL, než při extrakcích za stejných podmínek, pouze s nižší navázkou zeleného čaje (extrakce 4 a 6). Je zajímavé že při extrakci 1 (10 g/ 100 ml, 30 °C, 60 min) bylo vyextrahováno větší množství těkavých látek, než při extrakci 2 (20 g/ 100 ml, 30 °C, 60 min).

Podmínky teploty a délky extrakce byly hodnoceny společně a byly vybrány tři základní varianty – 30 °C, 60 minut (extrakce 1, 2, 4 a 5); 60 °C, 30 minut (extrakce 3); a 20 °C, 24 hodin (extrakce 6 a 7). Jako nejúčinnější se ukázala kombinace 30 °C a 60 minut extrakce. Při nižší teplotě 20 °C se nepodařilo vyextrahovat větší množství AAL a při vyšší teplotě 60 °C je možné předpokládat, že se část extrahovaných AAL odpařila.

Varianta extrakce 8 se ukázala jako nejméně účinná, jednalo se o přípravu „čaje“ dle instrukcí na obalu.

*Tabulka 8 Jednotlivé varianty extrakce zeleného čaje a počet vyextrahovaných aromaticky aktivních látek*

<b>Extrakce</b>	<b>Extrakční činidlo</b>	<b>Navážka čaje</b>	<b>Teplota extrakce</b>	<b>Délka extrakce</b>	<b>Počet AAL</b>
1	voda	10 g/ 100 ml	30 °C	60 minut	28
2	voda	20 g/ 100 ml	30 °C	60 minut	22
3	voda	20 g/ 100 ml	60 °C	30 minut	20
4	40% ethanol	10 g/ 100 ml	30 °C	60 minut	16
5	40% ethanol	20 g/ 100 ml	30 °C	60 minut	20
6	voda	10 g/ 100 ml	20 °C	24 hodin	11
7	voda	20 g/ 100 ml	20 °C	24 hodin	12
8	voda	1,5 g/ 100 ml	90 °C	3 minuty	8

Jako nejúčinnější byla vybrána extrakce 1 (viz tabulka 8). Takto připravený extrakt byl použit pro výrobu kandytových cukrovinek s přídavkem extraktu ze zeleného čaje a také byl použit pro nadcházející chemické analýzy.

Tabulka 9 Identifikované těkavé látky ve vzorcích extraktu ze zeleného čaje – podmínky výroby extraktů viz Tabulka 8 (tabelované hodnoty retenčních indexů – 90% rozptyl RI [60], průměrná hodnota RI [61])

Název	Skupina	RT [min]	RI			Přítomnost v extraktu							
			naměřené	[57]	[58]	1	2	3	4	5	6	7	8
hexanal	aldehyd	7,26	1097	1056–1106	1080	✓	✓	✓			✓	✓	✓
pent-1-en-3-ol	alkohol	9,29	1176	1130–1179	1176	✓	✓	✓			✓	✓	✓
dodekan	uhlovodík	9,73	1193	-	1200				✓	✓			
heptan-2-on	keton	9,81	1197	-	1185	✓	✓	✓					
heptanal	aldehyd	9,88	1199	1163–1208	1186			✓					
limonen	terpen	10,06	1206	1178–1219	1194		✓		✓	✓		✓	
eukalyptol	terpenoid	10,36	1217	-	-	✓	✓	✓	✓	✓		✓	
isoamylalkohol	alkohol	10,43	1219	1179–1236	1215								✓
(E) hex-2-enal	aldehyd	10,87	1236	1196–1238	1225	✓	✓	✓					
(Z) hept-4-enal	aldehyd	11,48	1259	-	-		✓	✓					
pentan-1-ol	alkohol	11,62	1264	1217–1271	1256	✓	✓	✓			✓	✓	
oktanal	aldehyd	12,72	1305	1267–1312	1286	✓							
(Z) pent-2-en-1-ol	alkohol	13,56	1337	1296–1334	1323	✓	✓	✓			✓	✓	
(Z) hept-2-enal	aldehyd	13,71	1343	1289–1339	1331			✓					
sulcaton	keton	14,05	1355	-	1337	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
hexan-1-ol	alkohol	14,33	1366	1316–1377	1354						✓	✓	
tetradekan	uhlovodík	15,21	1399	-	1400				✓	✓			
nonanal	aldehyd	15,5	1410	1385–1400	1396	✓							
ethyl-oktanoát	ester	16,48	1448	1416–1458	1438	✓			✓	✓			✓
okt-1-en-3-ol	alkohol	16,91	1465	1411–1465	-	✓	✓	✓			✓		
menthon	terpen	17,35	1482	1464–1506	1484	✓				✓			
(E,E) 2,4-heptadienal	aldehyd	17,47	1487	1455–1514	1497	✓	✓	✓	✓	✓		✓	

Tabulka 9 Identifikované těkavé látky ve vzorcích extraktu ze zeleného čaje – podmínky výroby extraktů viz Tabulka 8 (tabelované hodnoty retenčních indexů – 90% rozptyl RI [60], průměrná hodnota RI [61]) - pokračování

Název	Skupina	RT [min]	RI			Přítomnost v extraktu							
			naměřené	[57]	[58]	1	2	3	4	5	6	7	8
isooktanol	alkohol	17,91	1504	1452–1513	1492	✓		✓					
(E,E) okta-3,5-dien-2-on	keton	18,81	1541	-	1521	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
benzaldehyd	aldehyd	19,06	1551	1481–1555	1528	✓	✓	✓					
β-linalool	terpen	19,33	1562	1507–1564	1554	✓	✓	✓	✓		✓	✓	
oktan-1-ol	alkohol	19,6	1573	1519–1574	1561	✓		✓					
menthyl-acetát	terpenoid	19,77	1580	1535–1585	-	✓			✓	✓			
α-terpinyl-acetát	terpenoid	19,97	1588	1672–1718	-				✓	✓			
(E,E) okta-3,5-dien-2-on	keton	20,08	1592	-	1521		✓						
pichtosin	ester	20,39	1605	1551–1585	-				✓	✓			
β-cyklocitral	terpenoid	21,32	1645	1548–1638		✓	✓	✓		✓	✓	✓	
ethyl-dekanoát	ester	21,51	1653	1616–1660	1647	✓	✓	✓	✓	✓			✓
menthol	terpen	21,64	1658	1599–1651	-	✓				✓			
isoterpinolen	terpenoid	22,67	1702	-	-				✓	✓			
terpinyl-acetát	terpenoid	23	1716	1672–1718	-				✓	✓			
curcumen	terpen	24,73	1793	1743–1788	-				✓				
ethyl-dodekanoát	ester	26,11	1858	1820–1866	-	✓							
geranylaceton	terpen	26,48	1875	1820–1873	-	✓	✓		✓	✓			
kyselina kapronová	kyselina	26,61	1881	1807–1873	-	✓	✓			✓			
β-ionon	terpen	28,32	1963	1892–1958	-	✓	✓		✓	✓			
kyselina kaprylová	kyselina	30,88	2060	2011–2089	-						✓		✓
kyselina kaprinová	kyselina	34,87	2215	2227–2301	-	✓	✓						✓

### 4.3 Charakterizace kandytových cukrovinek a rostlinných extraktů

Rostlinné extrakty, vyrobené kandytové cukrovinky s přidavkem rostlinných extraktů a komerční kandytové cukrovinky s příchutěmi byly podrobeny analýzám pro stanovení těkavých aromaticky aktivních látek, antioxidační aktivity a celkového obsahu fenolů.

Hlavním záměrem práce bylo zjistit, zda budou mít přidané extrakty vliv na uvedené chemické parametry a senzoryckou kvalitu vyrobených cukrovinek a zda budou srovnatelné s obdobnými komerčními produkty.

#### 4.3.1 Identifikace těkavých aromaticky aktivních látek ve vzorcích

Pro stanovení těkavých látek byla použita metoda HS-SPME-GC-MS (viz. kapitola 3.3.1). Všechny identifikované látky jsou uvedeny v tabulkách 10 a 11, včetně jejich retenčních časů a retenčních indexů. K identifikovaným látkám byly doplněny tabelované hodnoty retenčních indexů a popis profilu chuti určený Asociací výrobců aromat a extraktů – FEMA (Flavor and Extract Manufacturers Association). Symbol ✓ v tabulkách 10 a 11 označuje přítomnost dané látky ve vzorku.

##### 4.3.1.1 Identifikované těkavé látky v extraktu a kandytech ze zeleného čaje

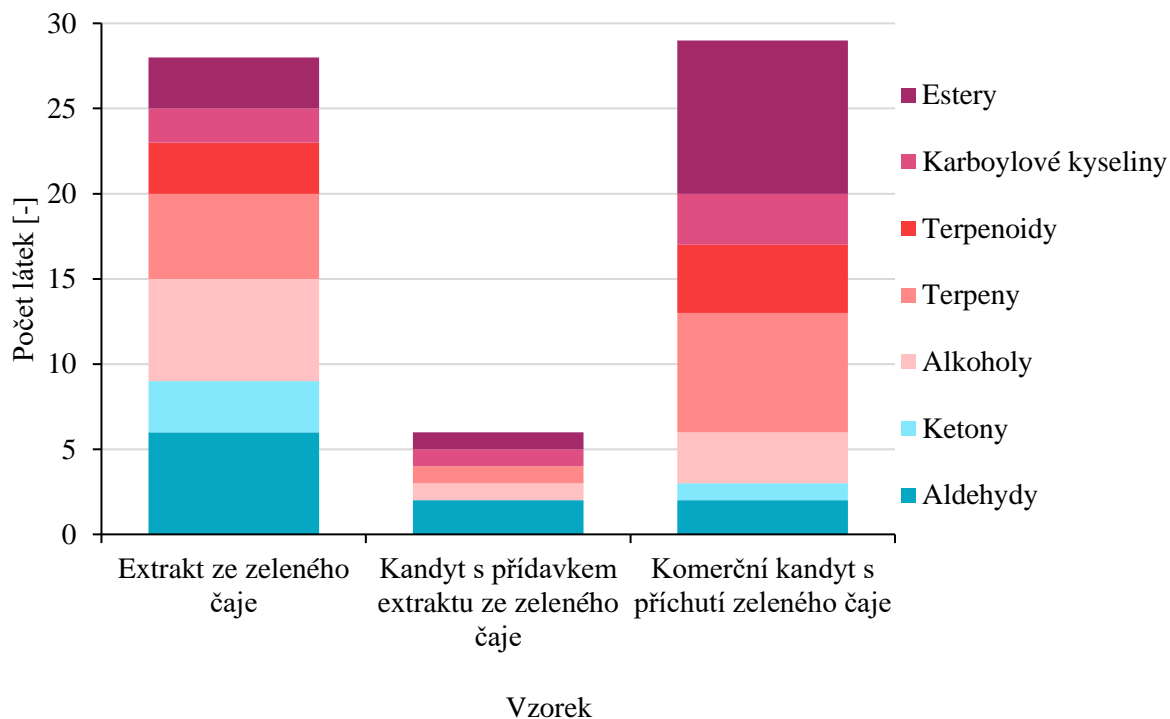
V extraktu ze zeleného čaje, kandytech s přidavkem extraktu a komerčních kandytech s příchutí zeleného čaje bylo celkem identifikováno 53 těkavých látek. Ve všech vzorcích bylo stanoveno celkem 7 aldehydů, 3 ketony, 9 alkoholů, 10 terpenů, 7 terpenoidů, 4 karboxylové kyseliny a 13 esterů. Přehled identifikovaných sloučenin je uveden v tabulce 10.

Srovnání identifikovaných látek v jednotlivých stanovovaných vzorcích – extrakt, vyrobený kandyt a komerční kandyt s příchutí zeleného čaje – je uvedeno v grafu na obrázku 11.

V extraktu ze zeleného čaje bylo identifikováno celkem 28 těkavých látek, z toho 6 aldehydů, 3 ketony, 6 alkoholů, 5 terpenů, 3 terpenoidy, 2 karboxylové kyseliny a 3 estery. Mezi látky s největším zastoupením patří hexanal (24,5 %), menthyl-acetát (7,3 %), menthol (6,5 %) a menthon (6,5 %).

Bohužel obsah těkavých látek v kandytu s přidavkem extraktu byl v porovnání s extraktem mnohem menší. V kandytech bylo identifikováno celkem 6 těkavých látek, z toho 2 aldehydy, 1 alkohol, 1 terpen, 1 karboxylová kyselina a 1 ester. Nejzastoupenější látkou, tvořící celkem 78 % obsahu aromaticky aktivních látek tvořil 3-hydroxyethyl-butanoát.

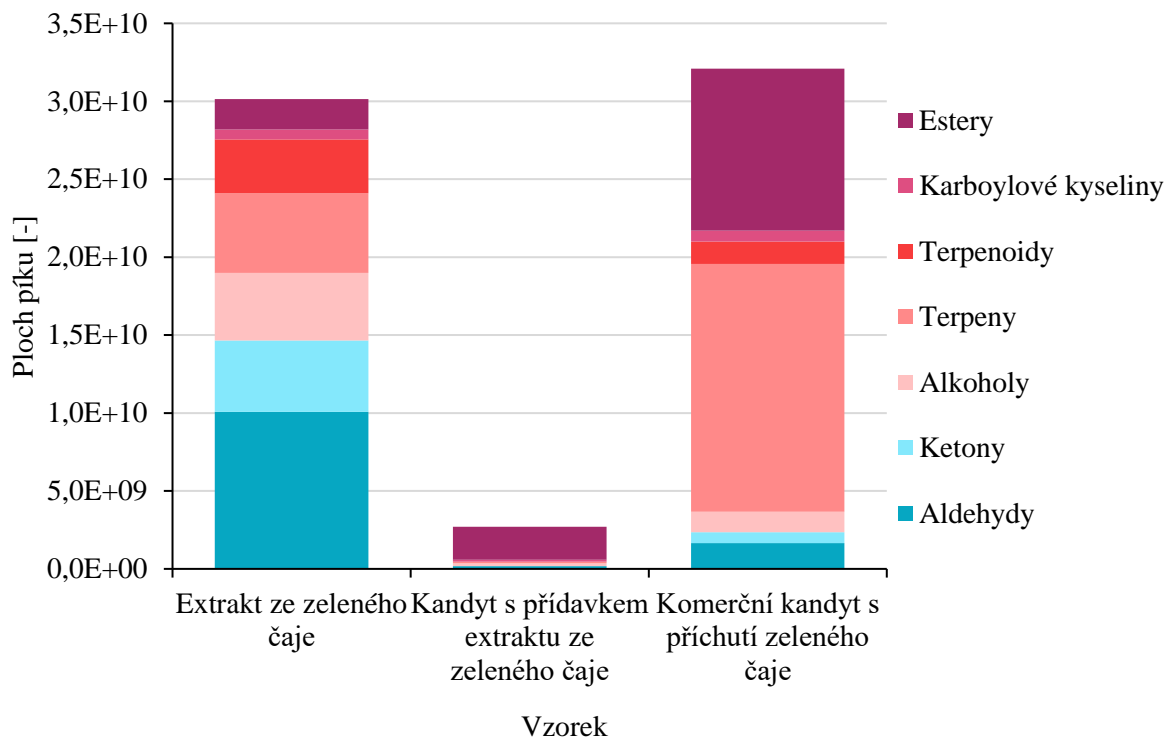
Komerční kandyt s příchutí zeleného čaje obsahoval nejvíce těkavých látek. Celkem 29 látek bylo tvořeno 2 aldehydy, 1 ketonem, 3 alkoholy, 7 terpeny, 4 terpenoidy, 3 karboxylovými kyselinami a 9 estery. Mezi stanovované látky s největším zastoupením patří  $\beta$ -linalool (29,0 %), menthol (7,5 %), hexyl-acetát (7,4 %) a jasmon (6,5 %).



Obrázek 11 Srovnání počtu identifikovaných těkavých látek (dle chemických skupin) ve vzorcích (příchut' zelený čaj)

Z grafu na obrázku 12 je patrné, že obsah těkavých látek v kandytu s přídavkem extraktu je výrazně nižší, než v extraktu a komerčních kandytech. Úbytek těkavých látek při výrobě extraktu nejpravděpodobněji způsobila vysoká teplota, při které se extrakt do kandyt přidával. Ta měla pravděpodobně za následek odpaření více jak 90 % obsahu těkavých látek. Na druhou stranu komerční výrobek byl podle informací na obalu obohacen o blíže nespecifikované „přirodní aroma“ a rostlinné koncentráty, které mohly být významným zdrojem těkavých látek.





Obrázek 12 Srovnání obsahu těkavých látek (dle chemických skupin) ve vzorcích (příchut' zeleného čaje)

Aromaticky aktivní látky zeleného čaje, tak jak uvádějí výše citované studie (viz kapitola 2.5.1.2), jsou tvořeny především alkoholy, aldehydy, estery a terpeny. Obsah a zastoupení aromaticky aktivních látek se liší v závislosti na odrůdě, způsobu pěstování a úpravě zeleného čaje [29; 30].

Pro srovnání získaných těkavých látek v extraktech s literárními zdroji můžeme využít studii Das a kol. [30], kteří stanovovali profil těkavých látek ve vodných extraktech zeleného čaje, připravených extrakcí při 80 °C; nejpočetnější identifikovanou skupinu tvořily alkoholy, především  $\beta$ -linalool, terpineol, hexanol a benzylalkohol. Pro stanovení a identifikaci použili metodu HS-SPME-GC-MS, tedy metodu použitou v rámci této bakalářské práce [30]. Další studie Dai a kol. [29] identifikovala ve vodném extraktu jako nejvíce zastoupené těkavé látky (Z)-3-hexen-1-ol,  $\beta$ -linalool, geraniol, heptan-2-on a (E,E) okta-3,5-dien-2-on. Také ve studii Jumtee a kol. [59] objevili v extraktech velké množství alkoholů; navíc také ve velkém množství identifikovali indol, kumarin, oxidy linaloolu a (Z) jasmon.

Tabulka 10 Identifikované těkavé látky ve vzorcích extraktu ze zeleného čaje, kandytu s přidavkem extraktu ze zeleného čaje a komerčního kandytu s příchutí zeleného čaje (tabelované hodnoty retenčních indexů – 90% rozptyl RI [57], průměrná hodnota RI [58], popis profilu chuti FEMA [60])

Název	Skupina	RT [min]	RI			Přítomnost ve vzorku			Profil chuti [60]
			naměřené	[57]	[58]	extrakt	kandyt	komerční kandyt	
2-methyl-ethylbutanoát	ester	6,5	1061	-	-			✓	jablko, kiwi, jahoda
butyl-acetát	ester	7,01	1085	-	1077			✓	jablko, banán
hexanal	aldehyd	7,26	1097	1056–1106	1080	✓			jablko, tuk,
isoamyl-acetát	ester	8,23	1135	-	1125			✓	jablko, tuk, čerstvý, olej
pent-1-en-3-ol	alkohol	9,29	1176	1130–1179	1176	✓			-
heptan-2-on	keton	9,82	1197	-	1185	✓			modrý sýr, ovoce, ořechy, koření
limonen	terpen	10,16	1210	1178–1219	1194			✓	citrusy, máta
eukalyptol	terpenoid	10,39	1218	-	-	✓			kafr, chladvý, eukalyptol, máta
(E) hex-2-enal	aldehyd	10,84	1235	1196–1238	1225	✓		✓	-
ethyl-hexanoát	ester	11,13	1246	-	-			✓	jablečná slupka, brandy, ovocná žvýkačka, přezrálé ovoce, ananas
γ-terpinen	terpen	11,44	1258	1222–1266	1240			✓	hořký, citrusy
β-ocimen	terpen	11,61	1264	1232–1267	1240			✓	květinový
pentan-1-ol	alkohol	11,62	1264	1217–1271	1256	✓			balsamico, ovoce, pronikavý, droždí
hexyl-acetát	ester	12,20	1286	-	1274			✓	jablko, banány, tráva, bylinky, hrušky
hex-2-en-1-olacetát	ester	13,45	1333	1315–1348	-			✓	-
oktanal	aldehyd	12,72	1305	1267–1312	1286	✓			citrusy, tuk, zelený (nezralý), olej, pronikavý

Tabulka 10 Identifikované těkavé látky ve vzorcích extraktu ze zeleného čaje, kandytu s přidavkem extraktu ze zeleného čaje a komerčního kandytu s příchutí zeleného čaje (tabelované hodnoty retenčních indexů – 90% rozptyl RI [57], průměrná hodnota RI [58], popis profilu chuti FEMA [60]) - pokračování

Název	Skupina	RT [min]	RI			Přítomnost ve vzorku			Profil chuti [60]
			naměřené	[57]	[58]	extrakt	kandyt	komerční kandyt	
(Z) pent-2-en-1-ol	alkohol	13,56	1337	1296–1334	1323	✓			banán, zelený (nezralý), guma
sulcaton	keton	14,02	1354	-	-	✓		✓	citrusy, houby, pepř, guma, jahody
hexan-1-ol	alkohol	14,37	1367	1316–1377	1354			✓	banán, květinový, tráva, bylinky
(Z) hex-3-en-1-ol	alkohol	15,27	1401	1351–1405	-			✓	tráva, zelené ovoce, zelené listy, bylinky, nezralý banán
nonanal	aldehyd	15,5	1410	1385–1400	1396	✓	✓		tuk, květinový, zelený (nezralý), citron
ethyl-oktanoát	ester	16,5	1449	1416–1458	1438	✓			meruňky, brandy, tuk, květinová, ananas
okt-1-en-3-ol	alkohol	16,91	1465	1411–1465	-	✓			okurka, zemitý, tuk, květinová, houby
kyselina octová	kyselina	17,28	1479	1408–1479	-		✓	✓	kyselý, ovocný, pronikavý, ocet
menthon	terpen	17,35	1482	1443–1479	-	✓			zelený (nezralý), svěží, máta
furfural	aldehyd	17,39	1484	1432–1490	1474		✓		karamel
(E,E) hepta-2,4-dienal	aldehyd	17,47	1487	1455–1514	1497	✓			tuk, ořechy
isooktanol	alkohol	17,75	1498	1452–1513	1492	✓	✓		zelený (nezralý), růže
isomenthon	terpen	18,08	1511	1464–1506	-	✓			máta, chladivý
3-hydroxyethyl-butanoát	ester	18,61	1533	-	-		✓		marshmallow, pražené ořechy
okta-3,5-dien-2-on	keton	18,81	1541	-	1521	✓			zelený (nezralý)

Tabulka 10 Identifikované těkavé látky ve vzorcích extraktu ze zeleného čaje, kandytu s přidavkem extraktu ze zeleného čaje a komerčního kandytu s příchutí zeleného čaje (tabelované hodnoty retenčních indexů – 90% rozptyl RI [57], průměrná hodnota RI [58], popis profilu chuti FEMA [60]) - pokračování

Název	Skupina	RT [min]	RI			Přítomnost ve vzorku			Profil chuti [60]
			naměřené	[57]	[58]	extrakt	kandyt	komerční kandyt	
benzaldehyd	aldehyd	19,02	1549	1481–1555	1528	✓		✓	hořké mandle, spálený cukr, třešně, slad, pepř
β- linalool	terpen	19,37	1563	1507–1564	1554	✓		✓	koriandr, květiny, levandule, citron, růže
oktan-1-ol	alkohol	19,6	1573	1519–1574	1561	✓			hořké mandle, spálený, tuk, květiny
menthyl-acetát	terpenoid	19,77	1580	1535–1585	-	✓			máta, chladivý
β-cyklocitral	terpenoid	21,32	1645	1548–1638	-	✓			tropický, šafrán, bylinný, tabák
ethyl-dekanoát	ester	21,51	1653	1616–1660	1647	✓			brandy, hrozny, hruška
menthol	terpen	21,65	1659	1599–1651	-	✓	✓	✓	máta, chladivý
citronellyl-acetát	terpenoid	22,06	1676	1633–1671	-			✓	prach, květiny, parfém, růže
furfurylalkohol	alkohol	22,32	1687	1618–1688	1678			✓	spálený, karamel
kyselina 2-methylbutanová	kyselina	22,78	1707	1639–1693	-			✓	máslo, sýr, kvašený, kyselý
α-terpineol	terpenoid	23,01	1717	1659–1724	-			✓	anýz, čerstvý, máta, olej
citronellol	terpenoid	24,49	1783	1734–1789	-			✓	citrusy, zelený (nezralý), růže
methylester kyseliny fenylctové	ester	24,56	1786	-	-			✓	med, jasmín
methylester kyseliny salicylové	ester	24,97	1804	1727–1809	-			✓	mandle, karamel, pepermint, ostrý
damascenon	terpen	25,81	1844	1789–1842	-			✓	květinový
ethyl-dodekanoát	ester	26,11	1858	1820–1866	-	✓			květinový, ovoce, listy

Tabulka 10 Identifikované těkavé látky ve vzorcích extraktu ze zeleného čaje, kandytu s přidavkem extraktu ze zeleného čaje a komerčního kandytu s příchutí zeleného čaje (tabelované hodnoty retenčních indexů – 90% rozptyl RI [57], průměrná hodnota RI [58], popis profilu chuti FEMA [60]) - pokračování

Název	Skupina	RT [min]	RI			Přítomnost ve vzorku			Profil chuti [60]
			naměřené	[57]	[58]	extrakt	kandyt	komerční kandyt	
geraniol	terpenoid	26,29	1866	1795–1865	-			✓	pelargonie, citronová slupka, marakuja, broskev, růže
kyselina kapronová	kyselina	26,61	1881	1807–1873	-	✓		✓	sýr, olej, pronikavý, kyselý
2-fenylethyl-butanoát	ester	27,09	1903	-	-			✓	květinový
β-ionon	terpen	28,32	1963	1892–1958	-	✓			květinový, fialky
(Z) jasmon	terpen	28,44	1969	1914–1977	-			✓	květinový
kyselina kaprinová	kyselina	34,87	2215	2227–2301	-	✓			prach, tuk, tráva

#### 4.3.1.2 Identifikované těkavé látky v extraktu a kandytech z rakytníku

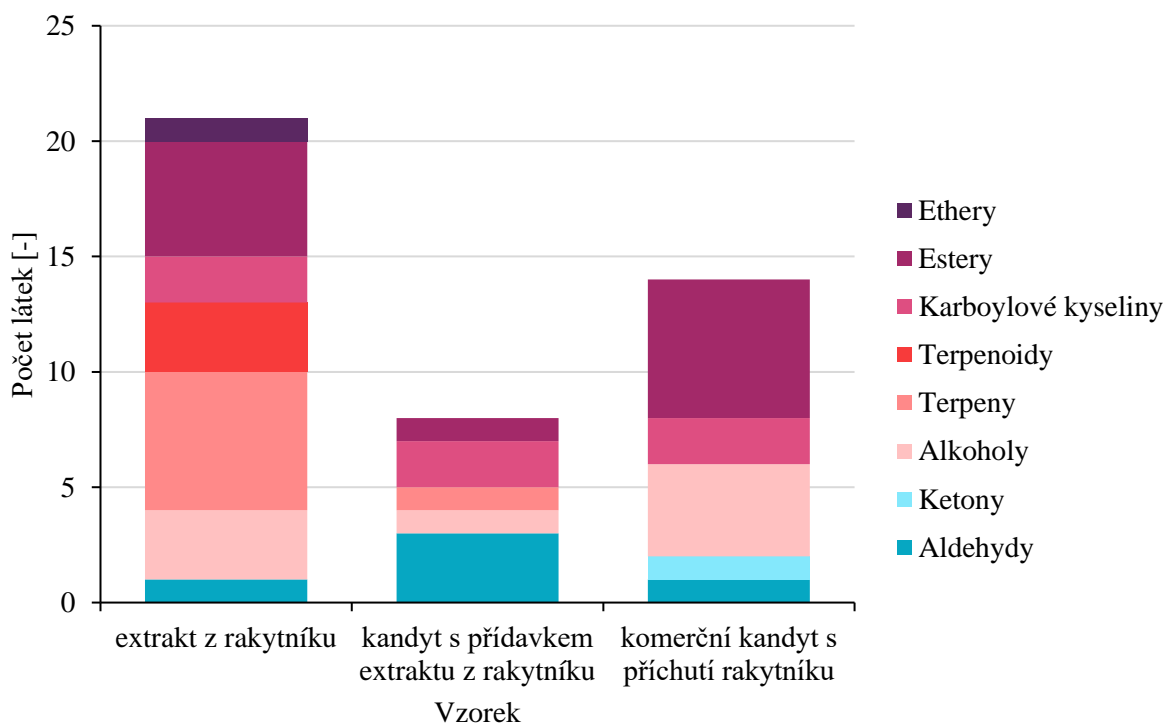
V extraktu z rakytníku, kandytech s přídavkem extraktu z rakytníku a komerčních kandytech s příchutí rakytníku bylo identifikováno celkem 36 těkavých látek. Ve všech vzorcích byly stanoveny celkem 3 aldehydy, 1 keton, 7 alkoholů, 6 terpenů, 3 terpenoidy, 4 karboxylové kyseliny, 11 esterů a 1 ether. Přehled identifikovaných sloučenin je uveden v tabulce 11.

Srovnání identifikovaných látek v jednotlivých analyzovaných vzorcích – extrakt z rakytníku, kandyt s přídavkem extraktu a kandyt s příchutí rakytníku – je uvedeno v grafu na obrázku 13.

V extraktu z rakytníku bylo identifikováno celkem 21 těkavých látek, z toho 1 aldehyd, 3 alkoholy, 6 terpenů, 3 terpenoidy, 2 kyseliny, 5 esterů a 1 ether. Mezi stanovené látky s největším zastoupením patří carvon (22,7 %), limonen (17,1 %), ethyl-dekanoát (14,8 %) a ethyl-oktanoát (12,4 %).

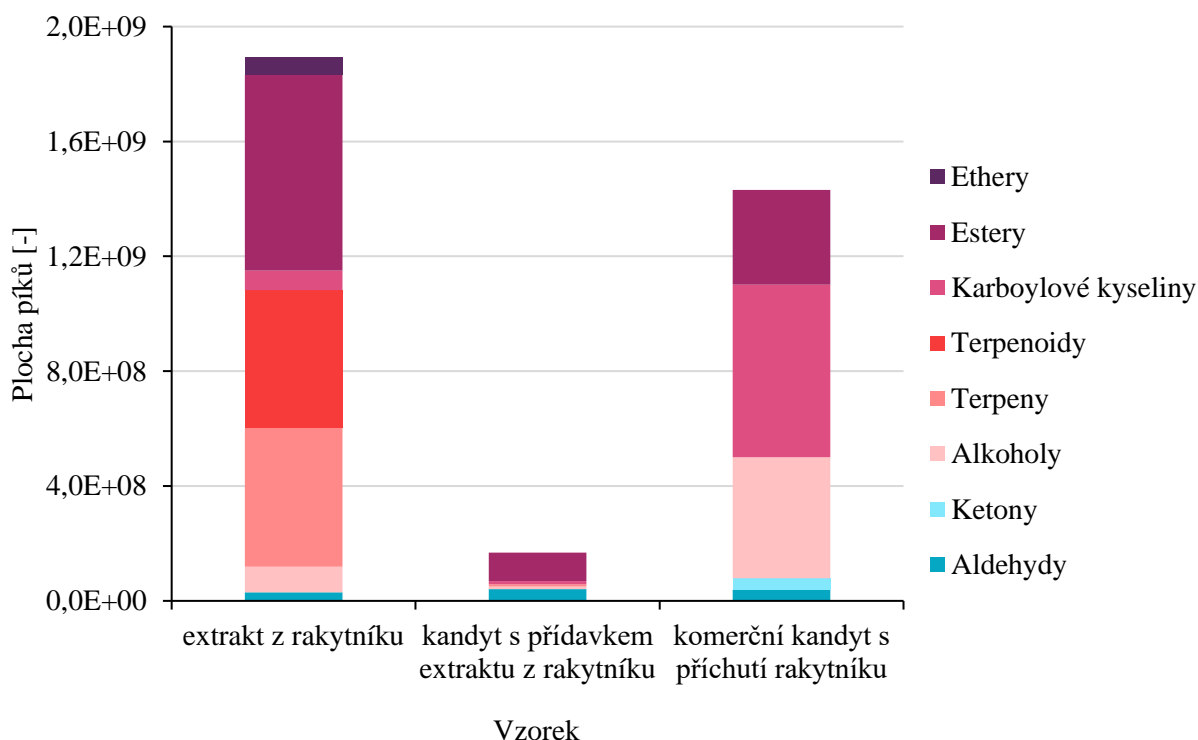
Stejně jako v kandytu s přídavkem extraktu zeleného čaje, tak i s přídavkem extraktu z rakytníku byla spojena ztráta většiny těkavých látek. V kandytech bylo identifikováno celkem 8 těkavých látek, z toho 3 aldehydy, 1 alkohol, 1 terpen, 2 karboxylové kyseliny a 1 ester. Nejzastoupenější látkou v kandytech byl, stejně jako u kandytů s přídavkem extraktu ze zeleného čaje, 3-hydroxyethylbutanoát, tvořící celkem 58,9 % těkavých látek.

Komerční kandyt s příchutí rakytníku obsahoval pouze 14 těkavých látek, z toho 1 aldehyd, 1 keton, 4 alkoholy, 2 karboxylové kyseliny a 6 esterů. Mezi stanovované látky s největším zastoupením patří kyselina octová (39,3 %), furfurylalkohol (18,5 %), ethyl-dekanoát (9,1 %) a hexanol (6,4 %).



Obrázek 13 Srovnání počtu identifikovaných AAL (dle chemických skupin) ve vzorcích (příchutí rakytníku)

Stejně jako v kandytech s přidavkem extraktu ze zeleného čaje, i v kandytech s extraktem z rakytníku došlo k odpaření více jak 90 % obsahu těkavých látek. I v komerčních vzorcích s rakytníkem je na obalu uvedeno použité „přírodní aroma“ a rostlinné extrakty, jež mohou být zdrojem těkavých látek. Největší obsah těkavých látek byl stanoven v extraktu z rakytníku (viz graf na obrázku 14).



Obrázek 14 Srovnání obsahu těkavých látek (dle chemických skupin) ve vzorcích (příchut' rakytníku)

Aromaticky aktivní látky rakytníku, tak jak uvádějí výše citované studie (viz kapitola 2.5.1.2), jsou tvořeny z 80 % karboxylovými kyselinami a estery. Zastoupení látek se, stejně jako u zeleného čaje, liší v závislosti na odrůdě, způsobu pěstování a úpravě [38].

Studie Leung a kol. [36] se věnovala stanovení těkavých látek pomocí HS-SPME-GC-MS metody v rakytníkových šťávách; nejzastoupenější látky tvořily ethylestery (ethyl-butanoát, ethyl-hexanoát, ethyl-3-methyl-butanoát) a 3-methylbutylestery (3-methylbutyl-hexanoát a 3-methylbutyl-hexanoát). Ma a kol. [61] extrahovali těkavé látky z plodů rakytníku do 10% roztoku chloridu sodného a následně je stanovili pomocí HS-SPME-GC-MS; mezi takto získané aromatické látky patří ethyl-2-methyl-butanoát, ethyl-3-methyl-butanoát, ethyl-hexanoát, ethyl-oktanoát a kyseliny kapronová, kaprylová a máselná. K velmi obdobným výsledkům došli i Socaci a kol. [38] kteří pro získání bioaktivních látek z plodů rakytníku použili metodu ITEX (In-Tube Extraction).

Tabulka 11 Identifikované těkavé látky ve vzorcích extraktu z rakytníku, kandytu s přidavkem extraktu z rakytníku a komerčního kandytu s příchutí rakytníku (tabelované hodnoty retenčních indexů - 90% rozptyl RI [57], průměrná hodnota RI [58], popis profilu chuti FEMA [60])

Název	Skupina	RT [min]	RI			Přítomnost ve vzorku			Profil chuti [60]
			naměřené	[57]	[58]	extrakt	kandyt	komerční kandyt	
2-methyl-ethylbutanoát	ester	6,54	1063	-	-			✓	jablko, kiwi, jahoda
isoamyl-acetát	ester	8,26	1136	-	1125			✓	jablko, tuk, čerstvý, olej
limonen	terpen	10,05	1206	1178–1219	1194	✓			citrusy, máta
ethyl-hexanoát	ester	11,18	1248	-	-			✓	jablečná slupka, brandy, ovocná žvýkačka, přezrálé ovoce, ananas
hexyl-acetát	ester	12,24	1287	1273,5	-			✓	jablko, banány, tráva, bylinky, hrušky
oktanal	aldehyd	12,58	1300	1267–1312	1286		✓		citrusy, tuk, zelený (nezralý), olej, pronikavý
acetoin	keton	12,85	1310	-	-			✓	máslo, krémový, zelený pepř
hexan-1-ol	alkohol	14,41	1369	1316–1377	1354			✓	banán, květinová, tráva, bylinky
(Z) hex-3-en-1-ol	alkohol	15,31	1403	1351–1405	-			✓	tráva, zelené ovoce, zelené listy, bylinky, nezralý banán
nonanal	aldehyd	15,51	1411	1385–1400	1396	✓	✓	✓	tuk, květinová, zelený (nezralý), citron
ethyl-oktanoát	ester	16,43	1446	1416–1458	1438	✓			meruňky, brandy, tuk, květinová, ananas
kyselina octová	kyselina	17,28	1479	1408–1479	-	✓	✓	✓	kyselá, ovocná, pronikavá, ocet
menthon	terpen	17,29	1480	1443–1479	-	✓			zelený (nezralý), svěží, máta
furfural	aldehyd	17,39	1484	1432–1490	1474		✓		karamel
isooktanol	alkohol	17,75	1498	1452–1513	1492		✓	✓	zelený (nezralý), růže



Tabulka 11 Identifikované těkavé látky ve vzorcích extraktu z rakytníku, kandytu s přidavkem extraktu z rakytníku a komerčního kandytu s příchutí rakytníku (tabelované hodnoty retenčních indexů - 90% rozptyl RI [57], průměrná hodnota RI [58], popis profilu chuti FEMA [60]) - pokračování

Název	Skupina	RT [min]	RI			Přítomnost ve vzorku			Profil chuti [60]
			naměřené	[57]	[58]	extrakt	kandyt	komerční kandyt	
isomenthon	terpen	18,02	1509	1464–1506	-	✓			máta, chladivý
3-hydroxyethyl-butanoát	ester	18,61	1533	-	-		✓		marshmallow, pražené ořechy
β- linalool	terpen	19,33	1562	1507–1564	1554	✓			koriandr, květiny, levandule, citron, růže
isomenthyl-acetát	terpenoid	19,71	1577	1535–1585	-	✓			-
methyl-dekanoát	ester	20,46	1608	1581–1624	1590	✓			-
menthol	terpen	20,58	1613	1599–1651	-	✓	✓		máta, chladivý
ethyl-dekanoát	ester	21,46	1650	1616–1660	1647	✓		✓	brandy, hrozno, hruška
furfurylalkohol	alkohol	22,35	1688	1618–1688	1678			✓	spálený, karamel
estragol	ether	22,46	1693	-	-	✓			anýz, lékořice
2-methylbutanová kyselina	kyselina	22,8	1708	1639–1693	-			✓	máslo, sýr, kvašený, kyselý
β-bisabolen	terpen	23,57	1742	1698–1748	-	✓			květinový
carvon	terpenoid	23,93	1758	1699–1751	-	✓			bazalka, hořký, kmín, fenykl, máta
citronellol	terpenoid	24,47	1782	1734–1789	-	✓			citrusy, zelený (nezralý), růže
methyl ester kyseliny fenylctové	ester	24,61	1788	-	-			✓	med, jasmín
ethyl-dodekanoát	ester	26,05	1855	1820–1866	-	✓			květinový, ovoce, listy
kyselina kapronová	kyselina	26,35	1869	1807–1873	-		✓		sýr, olej, pronikavý, kyselý
dodekan-1-ol	alkohol	28,7	1982	1924–1980	-	✓			tuk, vosk
hexadekan-1-ol	alkohol	32,68	2125	2341–2392	-	✓			květiny, vosk
kyselina pelagonová	kyselina	32,96	2136	2110–2196	-	✓			tuk, zelený (nezralý), kyselý

Tabulka 11 Identifikované těkavé látky ve vzorcích extraktu z rakytníku, kandytu s přídavkem extraktu z rakytníku a komerčního kandytu s příchutí rakytníku (tabelované hodnoty retenčních indexů - 90% rozptyl RI [57], průměrná hodnota RI [58], popis profilu chuti FEMA [60]) - pokračování

Název	Skupina	RT [min]	RI			Přítomnost ve vzorku			Profil chuti [60]
			naměřené	[57]	[58]	extrakt	kandyt	komerční kandyt	
methyl-hexadekanoát	ester	33,46	2157	2175–2245	-	✓			-
amylcinnamyl alkohol	alkohol	39,56	2407	-	-	✓			květinový

#### 4.3.1.3 Identifikované těkavé látky v kandytech bez extraktu (standardu)

Analýze z hlediska přítomnosti těkavých látek byl podroben i vzorek kandytu bez přídavku extraktu. V kandytu byly identifikovány čtyři aromaticky aktivní látky (viz tabulka 12) – kyselina octová (46,63 %), 3-hydroxyethylbutanoát (23,86 %), nonanal (21,79 %) a 2-ethylhexan-1-ol (7,72 %). Všechny tyto stanovené látky byly přítomny i v kandytech s přídavky extraktů ze zeleného čaje a rakytníku, ve kterých převažoval především 3-hydroxyethylbutanoát.

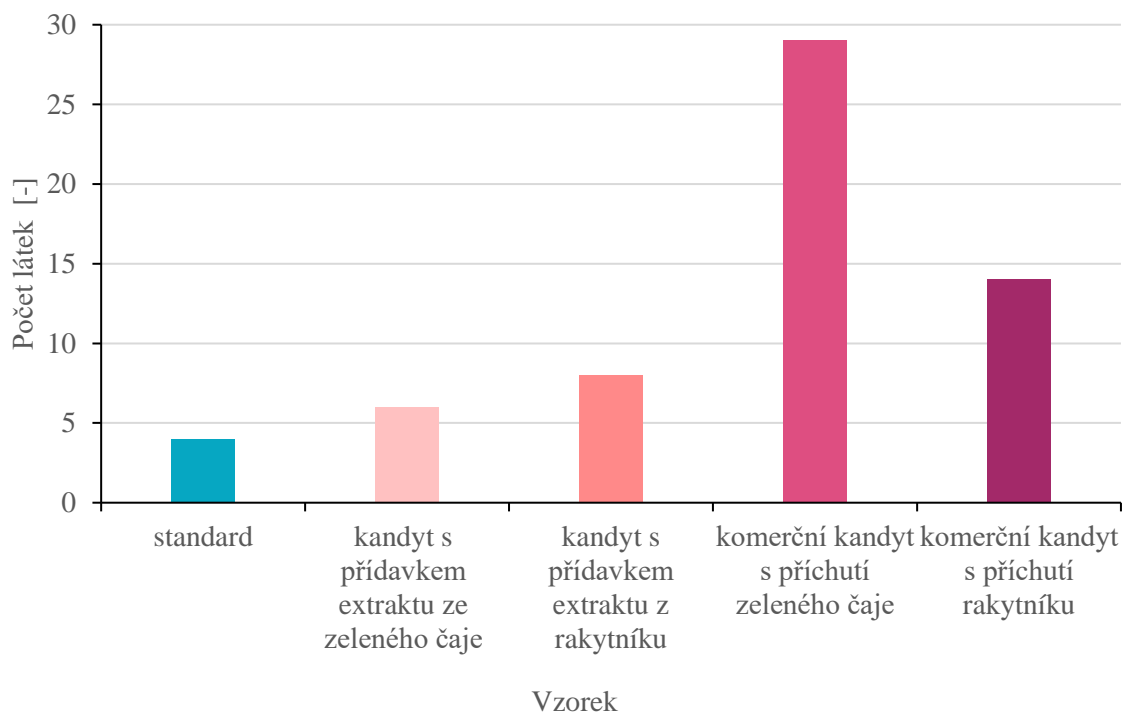
Tabulka 12 Identifikované těkavé látky v kandytech bez přídavku extraktu (tabelované hodnoty retenčních indexů - 90% rozptyl RI [60], průměrná hodnota RI [61], popis profilu chuti FEMA [60])

Název	Skupina	RT [min]	RI			Profil chuti
			naměř.	[57]	[58]	
nonanal	aldehyd	15,38	1405	1385–1400	1396	tuk, květinový, zelený (nezralý), citron
kyselina octová	kyselina	17,36	1483	1408–1479	-	kyselý, ovocný, pronikavý, ocet
2-ethylhexan-1-ol	alkohol	17,8	1500	1452–1513	1492	zelený (nezralý), růže
3-hydroxy-ethyl-butanoát	ester	18,67	1535	-	-	marshmallow, pražené ořechy

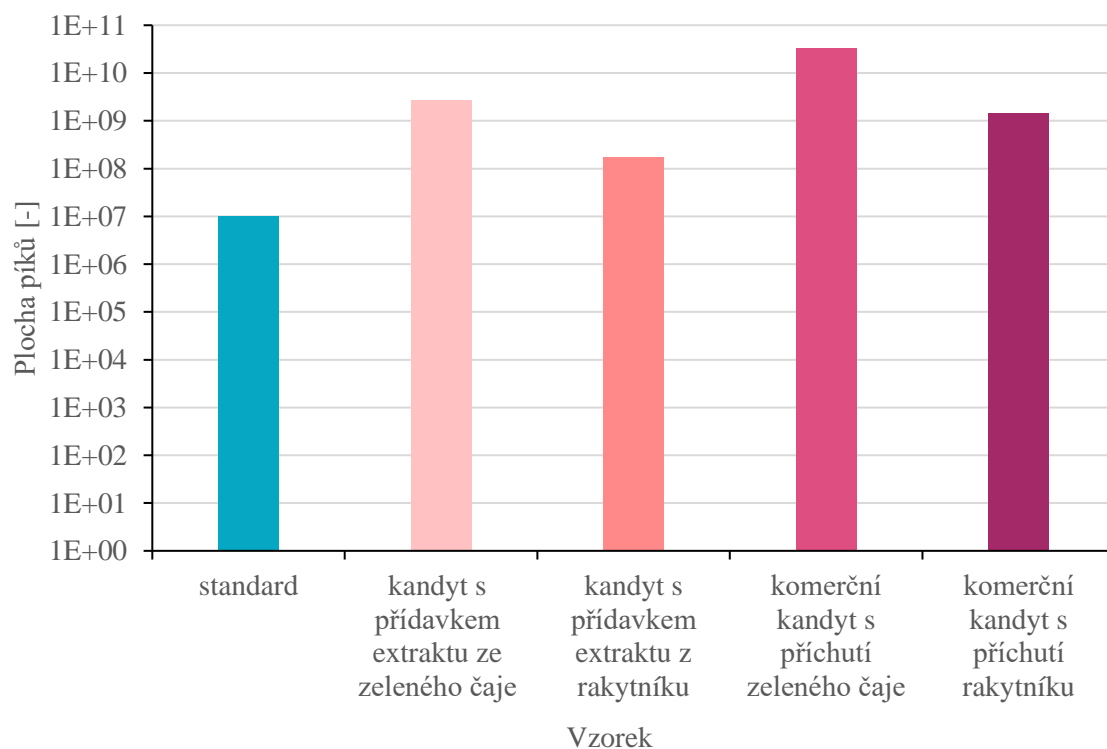
#### 4.3.1.4 Srovnání profilu těkavých látek v kandytech

V grafu na obrázku 15 je porovnán počet identifikovaných těkavých látek v jednotlivých vzorcích kandytů. Předpokladem bylo, že kandyt bez přídavku extraktu (standard) bude mít nejnižší zastoupení těkavých látek a komerční kandyty nejvyšší, jelikož v jejich receptuře jsou uvedena přidaná „přírodní aromata“, jež mohou být zdrojem těkavých látek.

Z grafu na obrázku 16, který srovnává obsah těkavých látek v jednotlivých vzorcích kandytů, je vidět, kandyt bez přídavku extraktu (standard) má dle předpokladu nejnižší obsah těkavých látek. Naopak největší obsah má komerční kandyt s příchutí zeleného čaje.



Obrázek 15 Porovnání počtu identifikovaných těkavých látek ve všech vzorcích kandytů



Obrázek 16 Porovnání obsahu identifikovaných těkavých látek ve všech vzorcích kandytů

### 4.3.2 Stanovení antioxidační aktivity

Antioxidační aktivita byla stanovena spektrofotometricky metodou TEAC s využitím ABTS (viz kapitola 2.6.3.1). Stanovení bylo provedeno pro vzorky použitých rostlinných extraktů (ze zeleného čaje, z rakytníku) a vzorky kandytových cukrovinek (bez přídavku extraktu, s extraktem ze zeleného čaje, a z rakytníku, komerční s příchutí zeleného čaje a rakytníku).

Výsledky stanovení antioxidační aktivity jsou uvedeny v tabulce 13. Výsledky byly uvedeny ve formě zhášení radikálu (%) a koncentrace antioxidantů v  $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$  a následně přepočteny na  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  kandytu a suchých listů/ plodů pro extrakty.

Z důvodu vysoké antioxidační aktivity extraktu ze zeleného čaje bylo měření provedeno pro dvacetkrát zředěný extrakt. Výsledky měření absorbance a zhášení radikálu jsou v tabulce 13 uvedeny pro zředěný extrakt, hodnoty koncentrace antioxidantů jsou už přepočteny na čistý extrakt.

Tabulka 13 Výsledky stanovení antioxidační aktivity

Vzorek	Absorbance $A_1$ [-]	Zhášení radikálu [%]	Koncentrace antioxidantů	
			$[\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}]$	$[\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}]$
extrakt ze zeleného čaje	0,0027	$99,6 \pm 0,1$	$10097 \pm 14$	$101,0 \pm 0,1^*$
	0,0036			
	0,0013			
extrakt z rakytníku	0,0210	$97,6 \pm 0,7$	$494 \pm 4$	$2,47 \pm 0,02^*$
	0,0203			
	0,0095			
kandyt bez přídavku extraktu (standard)	0,7006	$0,5 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,5$	$8 \pm 2$
	0,7023			
	0,7013			
kandyt s přídavkem extraktu ze zeleného čaje	0,3514	$50,0 \pm 0,2$	$253,3 \pm 0,9$	$760 \pm 3$
	0,3542			
	0,3517			
kandyt s přídavkem extraktu z rakytníku	0,4234	$40,7 \pm 0,7$	$206 \pm 3$	$618 \pm 10$
	0,4186			
	0,4121			
komerční kandyt s příchutí zeleného čaje	0,4197	$39,7 \pm 0,9$	$201 \pm 4$	$603 \pm 13$
	0,4220			
	0,4339			
komerční kandyt s příchutí rakytníku	0,5218	$25,6 \pm 0,6$	$130 \pm 3$	$389 \pm 9$
	0,5212			
	0,5306			

\* konc. v  $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$  suchých listů/plodů

Hodnota antioxidační aktivity vzorku kandytu bez přídavku extraktu byla dle předpokladu zanedbatelná, což potvrzuje nízká hodnota zhášení radikálu  $0,5 \pm 0,1$  % i nízká koncentrace antioxidačních látek  $8 \pm 2$   $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  kandytu.

Nejvyšší antioxidační aktivita byla stanovena v zeleném čaji. Extrakt ze zeleného čaje obsahoval  $10097 \pm 14 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$  antioxidantů a extrakt z rakytníku obsahoval  $494 \pm 4 \mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$  antioxidantů. Extrakt ze zeleného čaje navíc obsahoval pouze poloviční množství zeleného čaje, než rakytníkový extrakt. Při přepočtu z extraktu na suché listy/plody tak bylo stanoveno, že zelený čaj obsahuje  $101,0 \pm 0,1 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$  antioxidantů na g suchých listů a rakytník  $2,47 \pm 0,02 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$  antioxidantů na g suchých plodů.

Vzorky kandytů s přísadkou extraktů měly v porovnání s komerčními vzorky vyšší antioxidační aktivitu. Nejvyšší antioxidační aktivitu pak měl vzorek s přísadkou extraktu ze zeleného čaje  $760 \pm 3 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$  a nejnižší komerční vzorek s příchutí rakytníku  $389 \pm 9 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ . Jednotlivé vzorky mezi sebou však nelze efektivně srovnávat, neboť obsah extraktů ze zeleného čaje a rakytníku se v jednotlivých vzorcích liší. Komerční vzorky kandytů navíc obsahují přídatné látky a extrakty, které mohou ovlivňovat antioxidační aktivitu.

Stanovení antioxidační aktivity v zeleném čaji je v současné době předmětem velkého množství studií. Ve studii Bartoszka a kol. [62] stanovovali antioxidační aktivitu listů zeleného čaje pomocí metody s DPPH; obsah antioxidantů TEAC činil  $495 \pm 157 \mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ , případně  $755 \pm 226 \mu\text{mol}/100 \text{ ml}$  extraktu, připraveného extrakcí jednoho čajového sáčku (přibližně 2 g čaje) 100 ml vroucí vody. Studie Rohadi a kol. [63] rovněž stanovovala antioxidační aktivitu vodných extraktů čaje pomocí metody s DPPH, procento zhášení radikálů činilo  $93,4 \pm 0,2 \%$ .

Rovněž antioxidační aktivita rakytníku je v rámci výzkumu velmi řešena; studie Guo a kol. [64] stanovila obsah antioxidantů v extraktu sušených plodů (extrakce směsí acetonu, methanolu a hydroxidu sodného) na  $32,6 \pm 4,5 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ .

Srovnání dat z výše uvedených studií s daty naměřenými v této bakalářské práci je poměrně složité, jelikož výsledná antioxidační aktivita je ovlivněna řadou faktorů, např. způsob získávání extraktů, původ a odrůda rostliny a především koncentrace extraktu ve vzorcích. Rovněž zatím nebyly publikovány studie, které by se věnovaly přísadce extraktů ze zeleného čaje a z rakytníku do kandytových cukrovinek a stanovení jejich antioxidační aktivity.

### 4.3.3 Stanovení celkového obsahu fenolů

Celkový obsah fenolických látek byl stanoven spektrofotometricky Folin-Ciocalteuovou metodou (viz kapitola 2.6.4). Stanovení bylo provedeno pro tytéž vzorky jako v předchozí kapitole.

Výsledky stanovení obsahu fenolů ve vzorcích jsou uvedeny v tabulce 14. Obsah fenolů ve vzorcích je uveden v  $\text{mg}_{\text{GAE}}\cdot\text{g}^{-1}$  suchých listů a plodů v případě rostlinných extraktů a v  $\text{mg}_{\text{GAE}}\cdot\text{g}^{-1}$  kandytu v případě vzorků kandytů.

Z důvodu předpokládaného vysokého obsahu fenolických látek ve vzorcích byly extrakty před stanovením desetkrát zředěny. Obdobně byl zředěn také vzorek komerčního kandytu s příchutí zeleného čaje. Absorbance extraktů jsou v tabulce 14 uvedeny pro zředěné extrakty a kandyt, hodnoty obsahu fenolů jsou už přepočteny na čistý extrakt/ kandyt.

Tabulka 14 Výsledky stanovení celkového obsahu fenolů

Vzorek	Absorbance [-]	Obsah fenolů	
		[mg <sub>GAE</sub> ·l <sup>-1</sup> ]	[mg <sub>GAE</sub> ·g <sup>-1</sup> ]
extrakt ze zeleného čaje	0,238	710 ± 50	7,1 ± 0,5
	0,199		
	0,223		
extrakt z rakytníku	0,232	830 ± 50	4,1 ± 0,1
	0,263		
	0,271		
kandyt bez přídavku extraktu (standard)	0,108	38 ± 2	0,114 ± 0,007
	0,124		
	0,120		
kandyt s přídavkem extraktu ze zeleného čaje	0,508	162 ± 8	0,49 ± 0,02
	0,528		
	0,467		
kandyt s přídavkem extraktu z rakytníku	0,527	170 ± 10	0,51 ± 0,04
	0,563		
	0,475		
komerční kandyt s příchutí zeleného čaje	0,127	412 ± 9	1,24 ± 0,03
	0,124		
	0,131		
komerční kandyt s příchutí rakytníku	0,467	154 ± 2	0,462 ± 0,007
	0,474		
	0,484		

Celkový obsah fenolů ve vzorku kandytů bez přídavku extraktu (standard) byl stanoven na  $0,114 \pm 0,007$  mg<sub>GAE</sub>·g<sup>-1</sup> kandytu, přestože měl být dle předpokladů nulový. Stanovení určitého obsahu fenolů ve standardu bylo pravděpodobně způsobeno použitou metodou. Folin-Ciocalteuovo činidlo není 100 % specifické pouze pro fenolické látky, ale reaguje i s redukčními činidly, např. redukujícími cukry nebo kyselinou citronovou (která byla použita pro výrobu kandytů). Přítomnost redukujících látek tak mírně ovlivňuje výsledky analýzy a navyšuje vykazovaný obsah fenolů ve vzorku [65].

Nejvyšší celkový obsah fenolických látek byl stanoven v zeleném čaji. Extrakt ze zeleného čaje obsahoval  $710 \pm 50$  mg<sub>GAE</sub>·l<sup>-1</sup> fenolů a extrakt z rakytníku obsahoval  $830 \pm 50$  mg<sub>GAE</sub>·l<sup>-1</sup> fenolů. Extrakt ze zeleného čaje obsahoval poloviční množství zeleného čaje, než obsahoval rakytníkový extrakt. Při přepočtu obsahu fenolů z extraktu na suché listy/plody tak bylo stanoveno, že zelený čaj obsahuje  $7,1 \pm 0,5$  mg<sub>GAE</sub> fenolů na g suchých listů a rakytník  $4,1 \pm 0,3$  mg<sub>GAE</sub> fenolů na g suchých plodů.

Z kandytů obsahoval největší množství fenolických látek komerční vzorek s příchutí zeleného čaje –  $1,24 \pm 0,03$  mg<sub>GAE</sub>·g<sup>-1</sup>. Ostatní stanovované vzorky kandytů obsahovaly obdobné množství fenolických látek v rozsahu  $0,462 - 0,51$  mg<sub>GAE</sub>·g<sup>-1</sup>. Stejně jako u stanovení antioxidační aktivity mezi sebou nelze jednotlivé vzorky kandytů efektivně srovnávat.

Stanovení obsahu fenolických látek v zeleném čaji bylo předmětem např. studie Muzolf-Panek a kol. [66], kteří stanovili obsah fenolů v extraktu čaje (přípraveného macerací 2 g čaje na 100 ml vody při 100 °C po dobu 60 minut) na 78,3 mg<sub>GAE</sub>·g<sup>-1</sup>. Za obdobných podmínek macerace stanovili ve studii Ramírez-Aristizabal a kol. [67] obsah polyfenolů na 55,1 ± 1,0 mg<sub>GAE</sub>·g<sup>-1</sup>. Studie Almeida a kol. [68] stanovila celkový obsah fenolických látek v extraktu zeleného čaje (přípraveného macerací 2 g čaje na 250 ml při 90 °C po dobu 5 minut) na 370 ± 0,03 mg<sub>GAE</sub>·l<sup>-1</sup>.

Studie Vilas-Franquesa a kol. [32], pojednávající o rakytníku řešetlákovém, stanovuje obsah fenolických látek na 78-95 mg<sub>GAE</sub>·g<sup>-1</sup> na gram suchých plodů. Také studie Gatlan a kol. [34] stanovuje obsah fenolů v čerstvých plodech na 8,6-14,7 mg<sub>GAE</sub>·g<sup>-1</sup>.

Obdobně jako u stanovení antioxidační aktivity, srovnání naměřených dat v extraktech s daty získanými ve výše uvedených studiích je složité. A studie, které by se zabývaly stanovením fenolických látek v cukrovinkách s přidavkem extraktu ze zeleného čaje a z rakytníku, nebyly dosud publikovány.

#### 4.4 Výsledky sensorického hodnocení

Všechny analyzované vzorky kandytů byly podrobeny i sensorické analýze. Hlavním cílem sensorického hodnocení bylo popsat sensorickou kvalitu vzorků, především jejich chuť a celkovou přijatelnost.

Pro přehlednost byly analyzované vzorky rozděleny do dvou sad. Sada A obsahovala vzorek bez přidaného extraktu, vzorek s přidavkem extraktu ze zeleného čaje a komerční vzorek s příchutí zeleného čaje. Sada B rovněž obsahovala vzorek bez přidaného extraktu, vzorek s přidavkem extraktu z rakytníku a komerční vzorek s příchutí rakytníku.

Hodnocení se zúčastnilo celkem 20 hodnotitelů. V sensorických dotaznících byly první otázky věnovány rozlišení hodnotitelů z hlediska pohlaví, zda jsou kuřáci či nekuřáci. Z celkového počtu hodnotitelů tvořili 30 % muži a 70 % ženy a pouze dva z hodnotitelů byli kuřáci.

Před hodnocením měli hodnotitelé také zvolit, jaký je jejich vztah ke kandytovým cukrovinkám. Celkem 13 hodnotitelů, tedy většina, má kandytové cukrovinky velmi ráda, 5 hodnotitelů nemá kandyty příliš v oblibě a pouze 2 hodnotitelé kandytové cukrovinky nemají vůbec rádi.

##### 4.4.1 Hodnocení chuti (flavour)

Chuť posuzovatelé hodnotili z hlediska intenzity (neznatelná → velmi silná) a příjemnosti (nepříjemná → velmi příjemná) na nestrukturovaných grafických stupnicích. Pro přehlednost byla vždy pro jednu sadu vzorků použita jedna stupnice. Posuzovatelům byla k dispozici také tabulka pro slovní hodnocení chuti jednotlivých vzorků. Výsledky hodnocení intenzity a příjemnosti chuti jsou uvedeny v grafech na obrázcích 17 a 18.

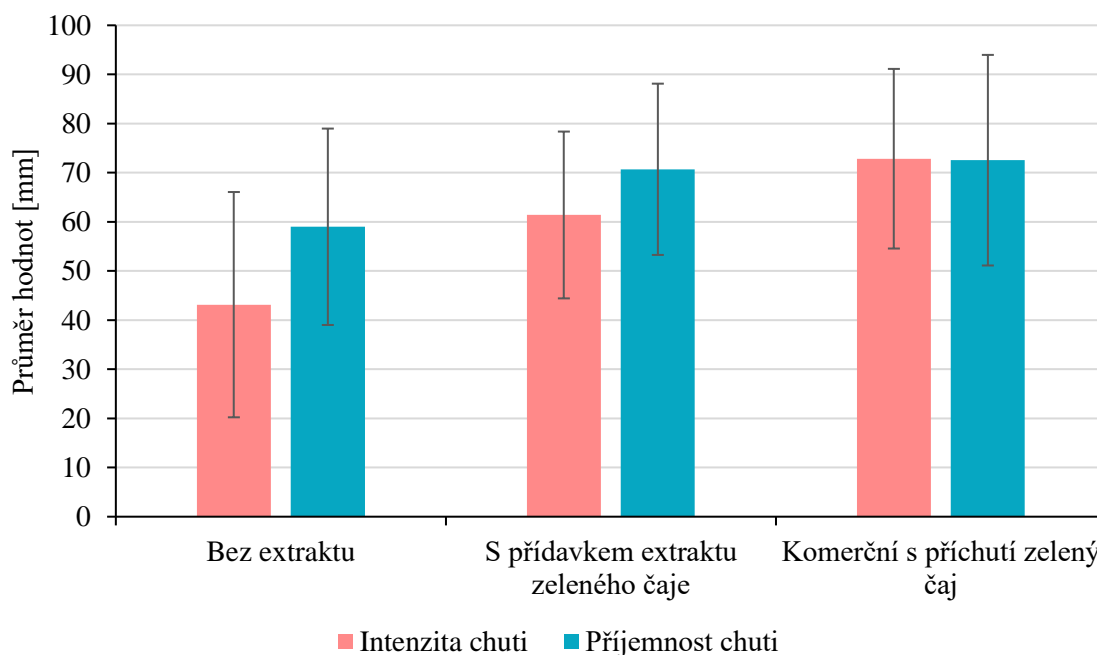


#### 4.4.1.1 Hodnocení chuti vzorků s příchutí zeleného čaje

Výsledky jsou uvedeny v grafu na obrázku 17.

Vzorek bez extraktu měl podle očekávání nejnižší příjemnost i intenzitu chuti. Oba vzorky se zeleným čajem byly z hlediska příjemnosti chuti hodnoceny obdobně, ale komerční vzorek měl vyšší intenzitu chuti. To mohlo být pravděpodobně způsobeno použitím aditivních aromatizujících látek v komerčních vzorcích, konkrétně koncentráty z dýně, spiruliny a jablka; a nespecifikovaných přírodních aromat.

Vzorek bez extraktu byl většinou hodnotitelů hodnocen pouze jako sladký, s chutí po karamelu a bez dalších přidaných příchutí. Příchut' zeleného čaje hodnotitelé nepoznali ani v jednom vzorku, který zelený čaj obsahoval. Vzorek s přidavkem extraktu byl nejčastěji hodnocen citrusovými a obecně bylinnými tóny (zmiňován byl např. heřmánek); celkem čtyři hodnotitelé určili chuť vzorku jako broskev. Komerční vzorek byl pro svoji výraznější chuť popisován především umělými citrusovými tóny. Velká část hodnotitelů měla problém chuť komerčního vzorku identifikovat.



Obrázek 17 Zhodnocení intenzity (neznatelná → velmi silná) a příjemnosti (nepříjemná → velmi příjemná) chuti vzorků s příchutí zeleného čaje

#### 4.4.1.2 Hodnocení chuti vzorků s příchutí rakytníku

Výsledky jsou uvedeny v grafu na obrázku 18.

Z hlediska intenzity chuti byly lépe hodnoceny vzorky s chutí rakytníku, ale z hlediska příjemnosti byl nejlépe hodnocen vzorek bez přidavku extraktu. U vzorků bylo možné pozorovat trend, že vzorek s nejvyšší intenzitou chuti má zároveň nejnižší příjemnost chuti a naopak. Chuť vzorku bez přidavku extraktu byla hodnocena jako nejméně intenzivní a nejvíce příjemná, naopak u komerčního vzorku byla chuť hodnocena jako nejvíce intenzivní a nejméně

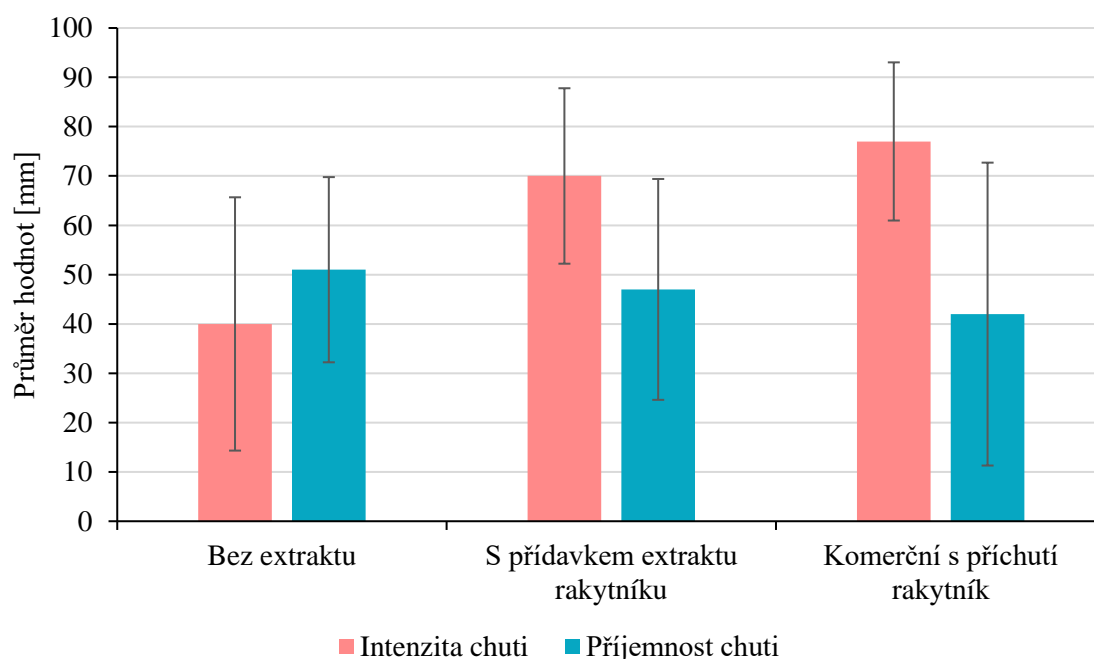
příjemná. To naznačuje, že příchuť rakytníku v cukrovinkách nebude pro konzumenty příliš atraktivní.

Vzorek s přidavkem rakytníkového extraktu byl hodnocen velmi podobně jako komerční vzorek, pouze chuť byla o málo intenzivnější a více příjemná.

U příjemnosti komerčního vzorku je možné pozorovat poměrně širokou směrodatnou odchylku, způsobenou rozdílnými chutěmi hodnotitelů. V případě tohoto vzorku byl pro ně vzorek buďto velmi příjemný, nebo zcela nepříjemný.

Vzorek bez extraktu byl hodnocen obdobně jako v sadě A (viz kapitola 4.4.1.1), což potvrzuje kvalitu hodnotitelů (opakovatelné hodnocení téhož vzorku). Opět se v hodnocení opakovaly výrazy pro sladkost a karamelovou chuť.

Chuť rakytníku rozpoznal pouze jeden hodnotitel, a to ve vzorku s přidavkem extraktu. Vzorky s přidavkem extraktu byly většinou hodnotitelů přirovnávány k chuti medu. Komerční kandyty byly pro hodnotitele náročné na identifikaci, většina hodnotitelů nebyla schopna uvést více, než zda je vzorek příjemný či nepříjemný. Menší množství hodnotitelů pak ve vzorku cítilo med, datle a chuť vánočního punče.



Obrázek 18 Zhodnocení intenzity (neznatelná → velmi silná) a příjemnosti (nepříjemná → velmi příjemná) chuti vzorků s příchutí rakytníku

#### 4.4.2 Profilový test vybraných chutí

Profilový test byl použit jako doplňující test pro komplexní vyhodnocení chuti vzorků. Hodnoceny byly vybrané deskriptory chuti: sladká, kyselá, hořká, bylinná a umělá. Jedná se o předpokládané přítomné dílčí chutě (sladká, kyselá, bylinná) a chutě vypovídající o sensorické kvalitě vzorku. Chuť hořká a umělá pak slouží k pozorování sensorických vad vzorků.

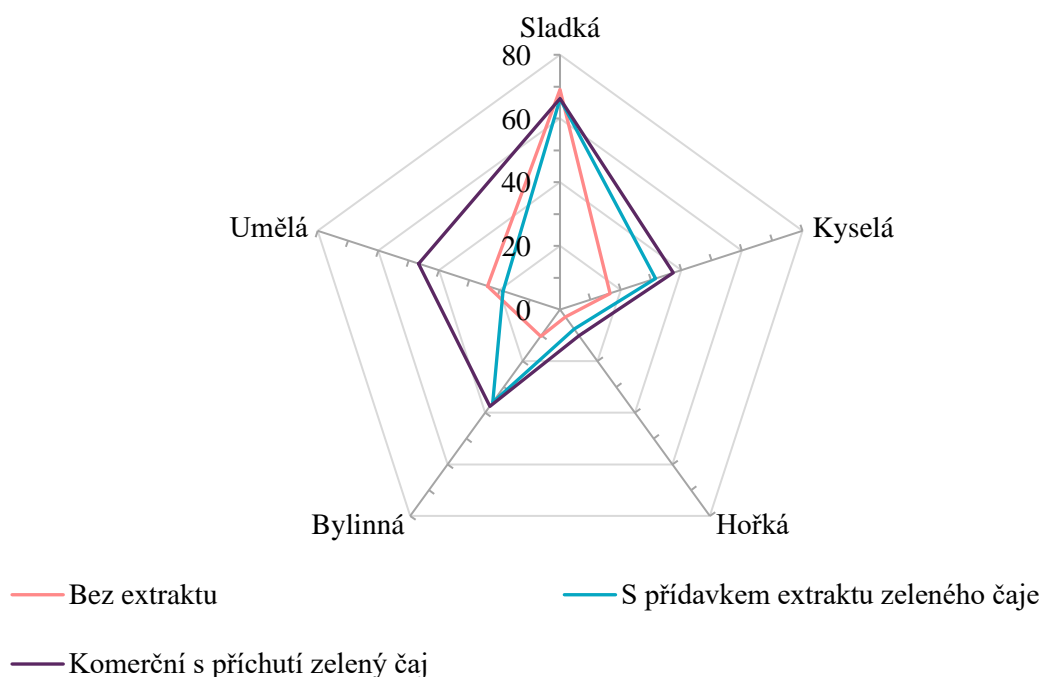
Posuzování intenzity jednotlivých deskriptorů bylo prováděno na stupnici neznatelná → velmi silná. Pro přehlednost byla vždy pro jednu sadu vzorků a jednu chuť použita jedna stupnice. Výsledky jsou uvedeny v grafech na obrázcích 19 a 20.

#### 4.4.2.1 Profilový test vybraných chutí vzorků s příchutí zeleného čaje

Z grafu na obrázku 19 je na první pohled patrné, že ochucené vzorky se poměrně výrazně lišily od standardu (bez přídavku extraktu); nejvíce se lišily v kyselé, bylinné a umělé chuti. Z hlediska kyselosti byl jako nejméně kyselý hodnocen vzorek bez extraktu, vzorky se zeleným čajem byly srovnatelné. Je zajímavé, že vzorky s přídavkem extraktu byly hodnoceny jako výrazně kyselejší než standard, přestože obsahovaly stejné množství přidané kyseliny citronové. Extrakt ze zeleného čaje má sám o sobě trpkou chuť, která mohla hodnotitelům připomínat kyselou chuť.

Obdobný trend jako u kyselosti byl pozorován i u hodnocení bylinné chuti. Z hlediska umělé chuti byl jako nejvíce umělý hodnocen komerční vzorek, což může být způsobeno přídavkem aditivních látek. Vzorky s přídavkem extraktu a bez extraktu byly hodnoceny obdobně nízkou umělou chutí.

V chutí sladké a hořké nebyly pozorovány velké rozdíly. Všechny vzorky byly vesměs hodnoceny jako velmi sladké a téměř neznatelně hořké.



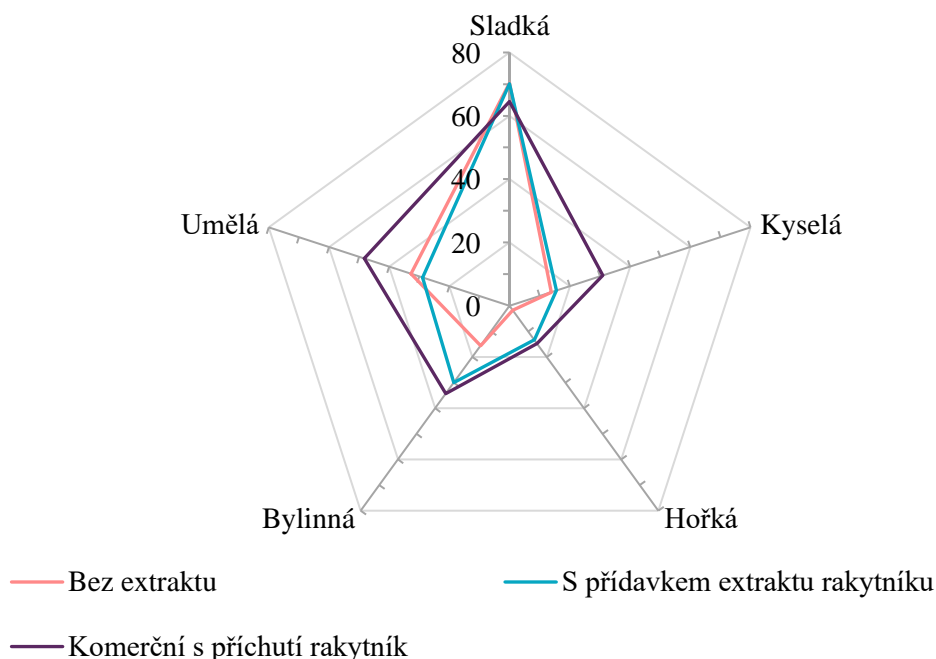
Obrázek 19 Profilový test vybraných chutí vzorků s příchutí zeleného čaje

#### 4.4.2.2 Profilový test vybraných chutí vzorků s příchutí rakytníku

V grafu na obrázku 20 je možné pozorovat, že v tomto případě se vzorky ochucené rakytníkem od standardu (bez přídavku extraktu) nelišily tak výrazně, jako v případě zeleného čaje; shodovaly se pouze v hodnocení sladké chuti. Z hlediska kyselé, hořké, bylinné i umělé chuti

byl nejvíce intenzivní komerční vzorek s příchutí rakytníku. Hořkou chuť měl vzorek bez extraktu neznatelnou a vzorek s přidavkem extraktu a komerční vzorek byly hodnoceny obdobně.

Podle očekávání byla bylinná chuť u obou vzorků s rakytníkem srovnatelná, a u vzorku bez extraktu téměř neznatelná. Co se týče umělé chuti, nejméně intenzivní byla vyhodnocena u kandytů s přidavkem extraktu.



Obrázek 20 Profilový test vybraných chutí vzorků s příchutí rakytníku

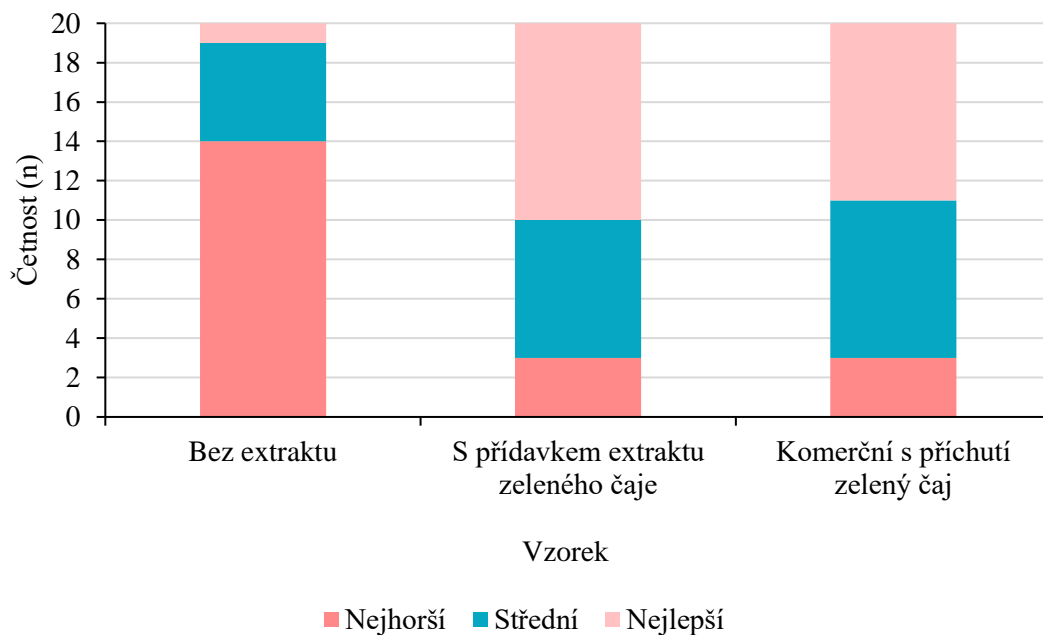
#### 4.4.3 Pořadový test – hodnocení celkové přijatelnosti

Na závěr senzoričského hodnocení byly vzorky seřazeny (v rámci každé sady - příchutě) dle jejich celkové přijatelnosti pomocí pořadového testu (nejhorší → nejlepší vzorek).

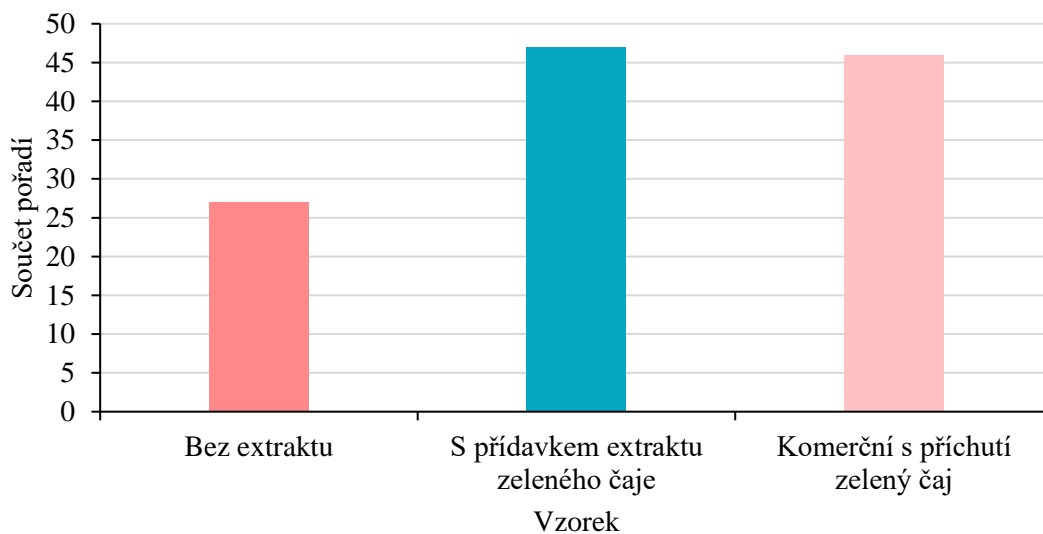
##### 4.4.3.1 Pořadový test – vzorky s příchutí zeleného čaje

Výsledky pořadového testu odpovídají předpokladům vyplývajícím z předchozích hodnocení chuti a profilových testů chuti.

Z hlediska celkové přijatelnosti byl nejlépe hodnocen vzorek s přidavkem zeleného čaje. Obdobně byl hodnocen i komerční vzorek s příchutí zeleného čaje. Z grafu na obrázku 21 vyplývá, že hodnotitelé preferovali vzorky s příchutí, a většina hodnotila vzorek bez extraktu jako nejhorší. V grafu na obrázku 22 je vyobrazeno hodnocení celkové přijatelnosti jako součet pořadí.



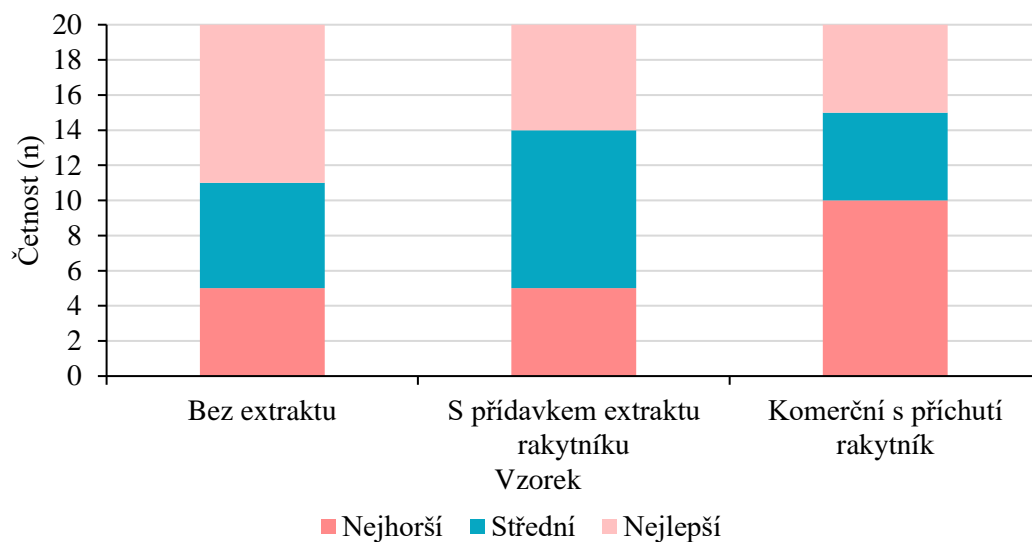
Obrázek 21 Zhodnocení pořadového testu vzorků s příchutí zeleného čaje



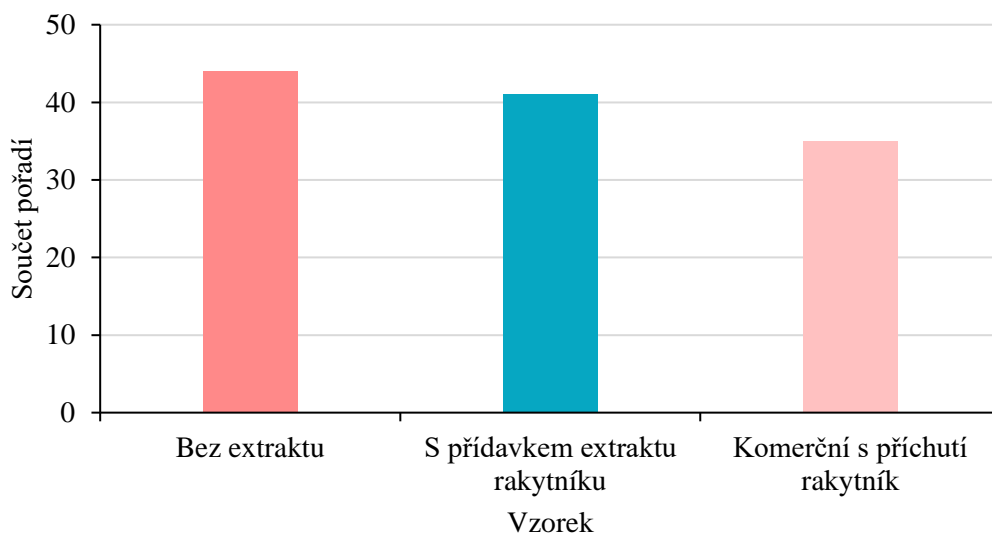
Obrázek 22 Zhodnocení celkové přijatelnosti vzorků s příchutí zeleného čaje (podle součtu pořadí; nejhorší → nejlepší vzorek)

#### 4.4.3.2 Pořadový test – vzorky s příchutí rakytníku

Výsledky celkové přijatelnosti jednotlivých cukrovinek s příchutí rakytníku jsou vyobrazeny v grafech na obrázcích 23 a 24. Na rozdíl od hodnocení předchozí sady, byl vzorek bez extraktu hodnocen jako nejlepší s mnohem větší četností. Takovýto výsledek mohl být způsoben tím, že hodnotitelé obecně preferovali více vzorky se zeleným čajem než s rakytníkem. Jako nejhorší byl hodnocen vzorek komerční. Vzorek s přidavkem extraktu z rakytníku byl nejčastěji hodnocen jako střední, a zároveň byl jako nejhorší hodnocen s nejnižší četností.



Obrázek 23 Zhodnocení pořadového testu vzorků s příchutí rakytníku



Obrázek 24 Zhodnocení celkové přijatelnosti vzorků s příchutí rakytníku (podle součtu pořadí; nejhorší → nejlepší vzorek)

## 5 ZÁVĚR

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo vyrobit kandytové cukrovinky s přídavkem rostlinných extraktů a charakterizovat tyto cukrovinky z hlediska obsahu těkavých látek metodou HS-SPME-GC-MS, stanovit antioxidační aktivitu metodou s použitím ABTS, stanovit celkové fenoly metodou Folin-Ciocalteu a provést hodnocení celkové sensorické kvality. Vyrobené vzorky cukrovinek byly porovnány s komerčními cukrovinkami obdobného typu.

Pro výrobu kandytových cukrovinek byly použity extrakty ze zeleného čaje a z rakytníku řešetlákového. Extrakt ze zeleného čaje byl vyroben macerací sušených listů ve vodě v poměru 10 g/100 ml, o teplotě 30 °C po dobu 60 minut. Extrakt z rakytníku byl připraven macerací sušených plodů v 50% ethanolu v poměru 20 g/100 ml, o teplotě 30 °C po dobu 30 minut. Také připravené extrakty byly podrobeny analýzám obsahu těkavých látek, antioxidační aktivity a celkového obsahu fenolů.

Zelený čaj (*Camellia sinensis*) a rakytník řešetlákový (*Hippophae rhamnoides*) byly pro výrobu kandytových cukrovinek vybrány pro svůj obsah bioaktivních látek (především vysoká antioxidační aktivita a obsah fenolických látek). Zároveň jsou zelený čaj i rakytník nositeli výrazných sensoricky aktivních látek, a to především z hlediska chuti a vůně, které dodávají cukrovinkám specifický sensorický profil. Extrakt ze zeleného čaje dodával kandytům příjemně citrusovou a svěží chuť, extrakt z rakytníku zase dodával medovou a výraznou chuť.

Kandytové cukrovinky s přídavkem extraktů byly vyrobeny dle tradiční receptury – glukózový sirup a cukr (v podobě 76% roztoku) v poměru 30 : 70, 0,4 % hm. kyseliny citronové a 2 % hm. rostlinného extraktu. Těkavé aromatické látky a fenolické sloučeniny detekované v připravených extraktech následně ovlivnily složení vyrobených cukrovinek.

Obsah těkavých látek ve vyrobených kandytech byl velice nízký, v cukrovinkách s příchutí zeleného čaje bylo identifikováno 6 a s příchutí rakytníku 8 těkavých látek. Komerční vzorky obsahovaly podstatně větší množství těchto sloučenin, což mohlo být způsobeno přítomností přidaných rostlinných aromat a extraktů v receptuře vzorků. V kandytu s příchutí zeleného čaje bylo identifikováno celkem 29 aromatických látek, v kandytu s příchutí rakytníku pouze 14.

Vzorky s příchutí zeleného čaje vykazovaly vyšší antioxidační aktivitu, než vzorky s rakytníkem; v případě obou rostlin vyrobené vzorky vykazovaly mírně vyšší aktivitu, než vzorky komerční.

Výsledky stanovení fenolických sloučenin měly opačný trend, vyšší obsah měl kandyt s přídavkem rakytníku; v případě zeleného čaje komerční kandyt měl výrazně více fenolických látek než vzorek vyrobený.

Všechny vzorky s přídavkem extraktů však vykazovaly výrazně vyšší antioxidační aktivitu i obsah fenolických sloučenin než standard (bez přídavku extraktu).

Z výsledků sensorického hodnocení vyplývá, že přídavek extraktů zvýšil celkovou intenzitu vnímané chuti vyrobených cukrovinek, příjemnost se však lišila; vzorky se zeleným čajem byly hodnoceny jako lepší/příjemnější chuti, zatímco vzorky s rakytníkem byly naopak hodnoceny hůře než standard.

Výsledky byly doplněny hodnocením vybraných deskriptorů chuti; u ochucených vzorků se dle očekávání výrazně projevilo vnímání bylinné chuti, která však v případě rakytníku byla hodnotiteli vnímána spíše negativně. Hodnocení vyrobených vs. komerčních vzorků se výrazně nelišilo, i když u komerčních vzorků hodnotitelé detekovali mírnou umělou chuť.

Výsledky pořadového testu potvrzují výše uvedený fakt, že hodnotitelé preferovali příchut' zeleného čaje před příchutí rakytníku.

Výsledky této práce poukazují na skutečnost, že přídavek extraktů do kandytových cukrovinek je výhodný z hlediska antioxidační aktivity, fenolických látek a sensorické kvality. Z hlediska obsahu těkavých látek byl pozorován výrazný pokles, v porovnání s původními extrakty. Pro aplikaci rostlinných extraktů do cukrovinek bude tedy vhodné zvolit takové cukrovinky, při kterých je možné přidat extrakty při nízké teplotě – např. želé cukrovinky; což bude náplní navazující diplomové práce.



## 6 SEZNAM LITERÁRNÍCH ZDROJŮ

- [1] *Vyhláška č. 76/2003 Sb.: vyhláška, kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony.* In: . Ministerstvo zemědělství, 2003, ročník 2003, číslo 76. Dostupné také z: <https://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?cz=76&r=2003>
- [2] KADLEC, Pavel, Karel MELZOCH a Michal VOLDŘICH. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin.* Ostrava: Key Publishing, 2009. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-051-4.
- [3] ČOPÍKOVÁ, Jana. *Technologie čokolády a cukrovinek.* Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2020. ISBN 978-80-7592-077-5.
- [4] DOSTÁLOVÁ, Jana a Pavel KADLEC. *Potravinářské zboží: technologie potravin.* Ostrava: Key Publishing, 2014. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-208-2.
- [5] BROWN, Amy. Preparation candy. *Understanding food: Principles and Preparation* [online]. 3rd edition. Manoa: Thomson Learning, 2008, s. 484-485 [cit. 2021-11-18]. ISBN 978-0-495-10745-3. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?id=edPzm5KSMmYC&printsec=frontcover&hl=cs#v=onepage&q&f=false>
- [6] ODSTRČIL, Jaroslav a Milada ODSTRČILOVÁ. *Chemie potravin.* Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2006. ISBN 80-701-3435-6.
- [7] GUPTA, Megha. Sugar Substitutes: Mechanism, Availability, Current Use and Safety Concerns-An Update. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences* [online]. 2018, 6(10), 1888-1894 [cit. 2021-03-23]. ISSN 1857-9655. Dostupné z: [doi:10.3889/oamjms.2018.336](https://doi.org/10.3889/oamjms.2018.336)
- [8] SHANKAR, Padmini, Suman AHUJA a Krishnan SRIRAM. Non-nutritive sweeteners: Review and update. *Nutrition* [online]. 2013, 29(10-11), 1293-1299 [cit. 2021-03-23]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/>
- [9] BABIČKA, Luboš. *Přídavné látky v potravinách: publikace České technologické platformy pro potraviny.* Praha: Potravinářská komora České republiky, Česká technologická platforma pro potraviny, 2012. ISBN 978-80-905096-3-4.
- [10] ČOPÍKOVÁ, Jana, Jitka MORAVCOVÁ, Zdeněk WIMMER, Lubomír OPLETAL, Oldřich LAPČÍK a Pavel DRAŠAR. Náhradní sladidla. *Chemické listy* [online]. 2013, 107(11), 867-874 [cit. 2021-03-23]. Dostupné z: <http://www.chemicke-listy.cz>
- [11] SKOUPIL, Jan. *Suroviny a polotovary pro cukrářskou výrobu.* Brno: Společenstvo cukrářů České republiky, 2005. ISBN 80-239-6061-X.

- [12] CAROCHO, Márcio, Patricia MORALES a Isabel C.F.R. FERREIRA. Sweeteners as food additives in the XXI century: A review of what is known, and what is to come. *Food and Chemical Toxicology* [online]. 2017, **107**, 302-317 [cit. 2022-02-04]. ISSN 02786915. Dostupné z: doi:10.1016/j.fct.2017.06.046
- [13] PHILLIPS, G.O. a P.A. WILLIAMS. Starch. *Handbook of Hydrocolloids* [online]. 2nd Edition. 2009: Elsevier, 2009, s. 108-141 [cit. 2021-03-24]. ISBN 9781845695873. Dostupné z: doi10.1533/9781845695873
- [14] TREMLOVÁ, Bohuslava, Martina OŠŤÁDALOVÁ a Alexandra TAUFEROVÁ. *Hygiena a technologie potravin rostlinného původu. Hygiena a technologie cukru, cukrovinek, čaje a kávy. Návod do cvičení*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2012. ISBN 978-80-7305-636-0.
- [15] PHILLIPS, G.O. a P.A. WILLIAMS. Agar. *Handbook of Hydrocolloids*. 2nd Edition. Elsevier, 2009, s. 82-107. ISBN 9781845695873.
- [16] PHILLIPS, G.O. a P.A. WILLIAMS. Carrageenan and furcellaran. *Handbook of Hydrocolloids*. 2nd Edition. Elsevier, 2009, s. 164-185. ISBN 9781845695873.
- [17] PHILLIPS, G.O. a P.A. WILLIAMS. Pectins. *Handbook of Hydrocolloids*. 2nd Edition. Elsevier, 2009, s. 274-297. ISBN 9781845695873.
- [18] PHILLIPS, G.O. a P.A. WILLIAMS. Gelatin. *Handbook of Hydrocolloids*. 2nd Edition. Elsevier, 2009, s. 142-163. ISBN 9781845695873.
- [19] MSAGATI, Titus A.M. Glazing Agents. *Chemistry of Food Additives and Preservatives*. John Wiley & Sons, Incorporated, 2012, s. 218-223. ISBN 9781118274149.
- [20] HARTEL, Richard W., Joachim H. VON ELBE a Randy RANDY HOFBERGER. Hard Candy. *Confectionery science and technology* [online]. Cham: Springer International Publishing, 2018, s. 211-244 [cit. 2022-02-03]. ISBN 978-3-319-61742-8. Dostupné z: [https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-61742-8\\_8](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-61742-8_8)
- [21] LEES, R. a E. B. JACKSON. Boiled sweets. *Sugar Confectionery and Chocolate Manufacture* [online]. Boston: Springer, Boston, MA, 1973, s. 161-190 [cit. 2022-02-03]. ISBN 978-1-4684-1497-4. Dostupné z: [https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4684-1495-0\\_9](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-1-4684-1495-0_9)
- [22] VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009. ISBN 978-80-86659-16-9.
- [23] NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1334/2008 ze dne 16. prosince 2008 o látkách určených k aromatizaci a některých složkách potravin vyznačujících se aromatem pro použití v potravinách nebo na jejich povrchu a o změně nařízení Rady (EHS) č. 1601/91, nařízení (ES) č. 2232/96 a č. 110/2008 a směrnice 2000/13/ES. Úřední věstník Evropské unie, 2008. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02008R1334-20211124>

- [24] KLEPACKA, Joanna, Elżbieta TOŃSKA, Ryszard RAFAŁOWSKI, Marta CZARNOWSKA-KUJAWSKA a Barbara OPARA. Tea as a Source of Biologically Active Compounds in the Human Diet. *Molecules*. 2021, **26**(5). ISSN 1420-3049. Dostupné z: doi:10.3390/molecules26051487
- [25] MEEGAHAKUMBURA, Muditha K., Moses C. WAMBULWA, Miao-Miao LI et al. Domestication Origin and Breeding History of the Tea Plant (*Camellia sinensis*) in China and India Based on Nuclear Microsatellites and cpDNA Sequence Data. *Frontiers in Plant Science*. 2018, **8**. ISSN 1664-462X. Dostupné z: doi:10.3389/fpls.2017.02270
- [26] MUSIAL, Claudia, Alicja KUBAN-JANKOWSKA a Magdalena GORSKA-PONIKOWSKA. Beneficial Properties of Green Tea Catechins. *International Journal of Molecular Sciences*. 2020, **21**(5). ISSN 1422-0067. Dostupné z: doi:10.3390/ijms21051744
- [27] PERUMALLA, A.V.S. a Navam. S. HETTIARACHCHY. Green tea and grape seed extracts — Potential applications in food safety and quality. *Food Research International*. 2011, **44**(4), 827-839. ISSN 09639969. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodres.2011.01.022
- [28] *Camellia sinensis*. In: *Wikipedia* [online]. [cit. 2022-01-10]. Dostupné z: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Camellia\\_sinensis\\_-\\_K%C3%B6hler%E2%80%93Medizinal-Pflanzen-025.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Camellia_sinensis_-_K%C3%B6hler%E2%80%93Medizinal-Pflanzen-025.jpg)
- [29] DAI, Qianying, Huozhu JIN, Jing GAO, Jingming NING, Xiaogen YANG a Tao XIA. *Investigating volatile compounds' contributions to the stale odour of green tea*. 2020, **55**(4), 1606-1616. ISSN 0950-5423. Dostupné z: doi:10.1111/ijfs.14387
- [30] DAS, Protiva Rani, Youngmok KIM, Seong-Jin HONG a Jong-Bang EUN. Profiling of volatile and non-phenolic metabolites—Amino acids, organic acids, and sugars of green tea extracts obtained by different extraction techniques. *Food Chemistry*. 2019, **296**, 69-77. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2019.05.194
- [31] Prokázané zdravotní účinky zeleného čaje – 02 Účinky čaje na zdraví člověka: přehled (překlad knihy). In: *Louhovačky.cz* [online]. [cit. 2022-01-10]. Dostupné z: <https://www.louhovacky.cz/prokazane-zdravotni-ucinky-zeleneho-caje-02-ucinky-caje-na-zdravi-cloveka-prehled-preklad-knihy/>
- [32] VILAS-FRANQUESA, Arnau, Jordi SALDO a Bibiana JUAN. Potential of sea buckthorn-based ingredients for the food and feed industry – a review. *Food Production, Processing and Nutrition*. 2020, **2**(1). ISSN 2661-8974. Dostupné z: doi:10.1186/s43014-020-00032-y
- [33] VÍTOVÁ, Eva, Kateřina SŮKALOVÁ, Martina MAHDALOVÁ, Lenka BUTOROVÁ a Marcela MELIKANTOVÁ. Comparison of selected aroma compounds in cultivars of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *Chemical Papers*. 2015, **69**(6). ISSN 1336-9075. Dostupné z: doi:10.1515/chempap-2015-0090

- [34] GâTLAN, Anca-Mihaela a Gheorghe GUTT. Sea Buckthorn in Plant Based Diets. An Analytical Approach of Sea Buckthorn Fruits Composition: Nutritional Value, Applications, and Health Benefits. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021, **18**(17). ISSN 1660-4601. Dostupné z: doi:10.3390/ijerph18178986
- [35] Sea-buckthorn *Hippophae rhamnoides*. In: *Lizzie Harper* [online]. [cit. 2022-01-10]. Dostupné z: <https://lizzieharper.co.uk/2020/10/bantham-sand-dunes-landscape/sea-buckthorn-hippophae-rhamnoides-botanical-illustration-by-lizzie-harper/>
- [36] LEUNG, Gee-Sian a Ray MARRIOTT. Year to year variation in sea buckthorn juice volatiles using headspace solid phase microextraction. *Flavour and Fragrance Journal*. 2016, **31**(2), 124-136. ISSN 08825734. Dostupné z: doi:10.1002/ffj.3290
- [37] WANG, Shu-Lin, La-Ping LIU, Ling-Xia JIAO a Ming-Tao FAN. Volatile Profile of Sea Buckthorn Wines, Raw Juices and Must in Qinghai (China). *International Journal of Food Properties*. 2011, **14**(4), 776-785. ISSN 1094-2912. Dostupné z: doi:10.1080/10942910903420750
- [38] SOCACI, Sonia A., Carmen SOCACIU, Maria TOFANă, Ioan V. RAȚI a Adela PINTEA. In-tube Extraction and GC-MS Analysis of Volatile Components from Wild and Cultivated sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L. ssp. *Carpatica*) Berry Varieties and Juice. *Phytochemical Analysis*. 2013, **24**(4), 319-328. ISSN 09580344. Dostupné z: doi:10.1002/pca.2413
- [39] PROCHÁZKOVÁ, Dana. Mikroextrakce na tuhou fázi a stanovení obsahu analytů. *Chemické listy* [online]. 2002, **96**, 829-833. Dostupné také z: <http://chemicke-listy.cz/Bulletin/bulletin334/bulletin334.pdf>
- [40] ZHU, Biying, Jing ZHANG, Junyao LI, Shimao FANG, Zheng-Zhu ZHANG, Rangjian WANG a Wei-Wei DENG. Aroma profile of Jinmudan tea produced using *Camellia sinensis*, cultivar Jinmudan using solid-phase microextraction, gas chromatography–mass spectrometry, and chemometrics. *European Food Research and Technology*. 2021, **247**(5), 1061-1082. ISSN 1438-2377. Dostupné z: doi:10.1007/s00217-021-03687-0
- [41] ZÁRUBA, Kamil. *Analytická chemie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-950-1.
- [42] ŠPÁNIK, Ivan a Andrea MACHYŇÁKOVÁ. Recent applications of gas chromatography with high-resolution mass spectrometry. *Journal of Separation Science*. 2018, **41**(1), 163-179. ISSN 16159306. Dostupné z: doi:10.1002/jssc.201701016
- [43] JOHNSEN, Lea G., Peter B. SKOU, Bekzod KHAKIMOV a Rasmus BRO. Gas chromatography – mass spectrometry data processing made easy. *Journal of Chromatography A*. 2017, **1503**, 57-64. ISSN 00219673. Dostupné z: doi:10.1016/j.chroma.2017.04.052

- [44] PAULOVÁ, Hana, Hana BOCHOŘÁKOVÁ a Eva TÁBORSKÁ. Metody stanovení antioxidační aktivity přírodních látek in vitro. *Chemické listy*. 2004, (98), 174-179. ISSN 0009-2770.
- [45] GULCIN, İlhami. Antioxidants and antioxidant methods: an updated overview. *Archives of Toxicology*. 2020, **94**(3), 651-715. ISSN 0340-5761. Dostupné z: doi:10.1007/s00204-020-02689-3
- [46] MUNTEANU, Irina Georgiana a Constantin APETREI. Analytical Methods Used in Determining Antioxidant Activity: A Review. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021, **22**(7). ISSN 1422-0067. Dostupné z: doi:10.3390/ijms22073380
- [47] ILYASOV, Igor R., Vladimir L. BELOBORODOV, Irina A. SELIVANOVA a Roman P. TEREKHOV. ABTS/PP Decolorization Assay of Antioxidant Capacity Reaction Pathways. *International Journal of Molecular Sciences*. 2020, **21**(3). ISSN 1422-0067. Dostupné z: doi:10.3390/ijms21031131
- [48] Flavonoids: Potential Therapeutic Agents by Their Antioxidant Capacity. CAMPOS, Maira Rubi Segura. *Bioactive Compounds: Health Benefits and Potential Applications*. Woodhead Publishing, 2019, s. 265-288. ISBN 978-0-12-814774-0.
- [49] SÁNCHEZ-RANGEL, Juan Carlos, Jorge BENAVIDES, J. Basilio HEREDIA, Luis CISNEROS-ZEVALLOS a Daniel A. JACOBO-VELÁZQUEZ. The Folin–Ciocalteu assay revisited: improvement of its specificity for total phenolic content determination. *Analytical Methods*. 2013, **5**(21). ISSN 1759-9660. Dostupné z: doi:10.1039/c3ay41125g
- [50] CASTRO-ALVES, Victor Costa a Beatriz Rosana CORDENUNSI. Total Soluble Phenolic Compounds Quantification Is Not As Simple As It Seems. *Food Analytical Methods*. 2015, **8**(4), 873-884. ISSN 1936-9751. Dostupné z: doi:10.1007/s12161-014-9961-0
- [51] JAROŠOVÁ, Alžběta. *Senzorické hodnocení potravin*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2001. ISBN 978-80-7157-539-9.
- [52] FISHER, Carolyn a Thomas R. SCOTT. *Food flavours: biology and chemistry*. Cambridge: Royal Soc. of Chemistry, 1997. RSC paperbacks. ISBN 08-540-4538-4.
- [53] KUBÁŇ, Vlastimil a Petr KUBÁŇ. *Analýza potravin*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. ISBN 978-80-7375-036-7.
- [54] BUŇKA, František, Jan HRABĚ a Bohumír VOSPĚL. *Senzorická analýza potravin I*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008. ISBN 978-80-7318-628-9.
- [55] PHI, Lan Anh. *Aplikace bylinného extraktu do nečokoládových želé cukrovinek* [online]. Brno, 2022 [cit. 2022-04-04]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/138883>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií. Vedoucí práce Eva Vítová.

- [56] CHMELAŘOVÁ, Adéla. *Aplikace bylinného extraktu do vhodného potravinářského produktu* [online]. Brno, 2020 [cit. 2022-03-22]. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/11012/195060>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta chemická. Ústav chemie potravin a biotechnologií. Vedoucí práce Eva Vítová.
- [57] BABUSHOK, V. I., P. J. LINSTROM a I. G. ZENKEVICH. Retention Indices for Frequently Reported Compounds of Plant Essential Oils. *Journal of Physical and Chemical Reference Data* [online]. 2011, **40**(4) [cit. 2022-04-08]. ISSN 0047-2689. Dostupné z: doi:10.1063/1.3653552
- [58] BIANCHI, Federica, Maria CARERI, Alessandro MANGIA a Marilena MUSCI. Retention indices in the analysis of food aroma volatile compounds in temperature-programmed gas chromatography: Database creation and evaluation of precision and robustness. *Journal of Separation Science* [online]. 2007, **30**(4), 563-572 [cit. 2022-04-08]. ISSN 16159306. Dostupné z: doi:10.1002/jssc.200600393
- [59] JUMTEE, Kanokwan, Hajime KOMURA, Takeshi BAMBA a Eiichiro FUKUSAKI. Predication of Japanese green tea (Sen-cha) ranking by volatile profiling using gas chromatography mass spectrometry and multivariate analysis. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 2011, **112**(3), 252-255. ISSN 13891723. Dostupné z: doi:10.1016/j.jbiosc.2011.05.008
- [60] Flavor Ingredient Library. In: *Fema* [online]. Flavor & Extract Manufacturers Assoc., 2022 [cit. 2022-04-08]. Dostupné z: <https://www.femaflavor.org/flavor-library>
- [61] MA, Xueying, Wei YANG, Alexis MARSOL-VALL, Oskar LAAKSONEN a Baoru YANG. Analysis of flavour compounds and prediction of sensory properties in sea buckthorn ( *Hippophaë rhamnoides* L.) berries. *International journal of food science & technology* [online]. 2020, **55**(4), 1705-1715 [cit. 2021-11-13]. ISSN 0950-5423. Dostupné z: doi:10.1111/ijfs.14442
- [62] BARTOSZEK, Mariola, Justyna POLAK a Mirosław CHORAŻEWSKI. Comparison of antioxidant capacities of different types of tea using the spectroscopy methods and semi-empirical mathematical model. *European Food Research and Technology* [online]. 2018, **244**(4), 595-601 [cit. 2022-05-13]. ISSN 1438-2377. Dostupné z: doi:10.1007/s00217-017-2986-z
- [63] ROHADI, D I LELITA a A S PUTRI. Antioxidant Capacity of White Tea (*Camelia Sinensis*) Extract: Compared to Green, Oolong and Black Tea. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [online]. 2019, **292**(1) [cit. 2022-05-13]. ISSN 1755-1307. Dostupné z: doi:10.1088/1755-1315/292/1/012018
- [64] GUO, Ruixue, Xinbo GUO, Tong LI, Xiong FU a Rui Hai LIU. Comparative assessment of phytochemical profiles, antioxidant and antiproliferative activities of Sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries. *Food Chemistry* [online]. 2017, **221**, 997-1003 [cit. 2022-05-13]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2016.11.063

- [65] APAK, Reşat, Mustafa ÖZYÜREK, Kubilay GÜÇLÜ a Esra ÇAPANOĞLU. Antioxidant Activity/Capacity Measurement. 1. Classification, Physicochemical Principles, Mechanisms, and Electron Transfer (ET)-Based Assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online]. 2016, **64**(5), 997-1027 [cit. 2022-03-22]. ISSN 0021-8561. Dostupné z: doi:10.1021/acs.jafc.5b04739
- [66] MUZOLF-PANEK, Małgorzata, Anna KACZMAREK a Anna GLISZCZYŃSKA-ŚWIGŁO. A predictive approach to the antioxidant capacity assessment of green and black tea infusions. *Journal of Food Measurement and Characterization* [online]. 2021, **15**(2), 1422-1436 [cit. 2022-05-13]. ISSN 2193-4126. Dostupné z: doi:10.1007/s11694-020-00727-3
- [67] RAMÍREZ ARISTIZABAL, Luz Stella, Aristófeles ORTÍZ, María Fernanda RESTREPO ARISTIZABAL a Juan Felipe SALINAS VILLADA. COMPARATIVE STUDY OF THE ANTIOXIDANT CAPACITY IN GREEN TEA BY EXTRACTION AT DIFFERENT TEMPERATURES OF FOUR BRANDS SOLD IN COLOMBIA. *Revista Vitae* [online]. 2017, **24**(2), 133-145 [cit. 2022-05-13]. ISSN 01214004. Dostupné z: doi:10.17533/udea.vitae.v24n2a06
- [68] ALMEIDA, Tânia Santos de, Maria Eduarda Machado ARAÚJO, Lucía González RODRÍGUEZ, Ana JÚLIO, Beatriz Garcia MENDES, Rui Miguel Borges dos SANTOS a José Artur Martinho SIMÕES. Influence of preparation procedures on the phenolic content, antioxidant and antidiabetic activities of green and black teas. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* [online]. 2019, **55** [cit. 2022-05-13]. ISSN 2175-9790. Dostupné z: doi:10.1590/s2175-97902019000117695
- [69] SURYAKUMAR, Geetha a Asheesh GUPTA. Medicinal and therapeutic potential of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *Journal of Ethnopharmacology*. 2011, **138**(2), 268-278. ISSN 03788741. Dostupné z: doi:10.1016/j.jep.2011.09.024
- [70] PERTILE, Eva a Vladimír ČABLÍK. *Instrumentální metody analýzy*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2006. ISBN 80-248-1049-2.

## 7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

A - absorbance

AAL (aroma active compound) – aromaticky aktivní látky

ABTS – 2,2'-azinobis(3-etylbenzothiazolin-6-sulfonová) kyselina

C – koncentrace

DE (Dextrose Equivalent) – dextrózový ekvivalent

DPPH – 1,1-difenyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl)hydrazyl

FC (Folin-Ciocalteu) TP (Total Polyphenols) – celkový obsah polyfenolů

FEMA (Flavor and Extract Manufacturers Association )

FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Potential)

GAE (Gallic Acid Equivalent) – ekvivalent kyseliny gallové

GC (Gas Chromatography) – plynová chromatografie

HS-SPME (Head Space Solid Phase Micro Extraction) – mikroextrakce tuhou fází nad povrchem materiálu

HS-SPME-GC-MS – mikroextrakce pevnou fází nad vzorkem ve spojení s plynovou chromatografií s hmotnostní detekcí

MS (Mass Detector) – hmotnostní detektor

TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) – ekvivalent antioxidační kapacity troloxu

RI (Retention Index) – retenční index

RT (Retention Time) – retenční čas

TAA (Total Antioxidant Activity) – celková antioxidační aktivita

TP (Total Polyphenols) – celkový obsah polyfenolů

TROLOX – 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-karboxylová kyselina



## 8 PŘÍLOHY

*Příloha 1 Protokol pro senzoryckou analýzu kandytových cukrovinek*

### DOTAZNÍK PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ NEČOKOLÁDOVÝCH CUKROVINEK

**Datum:** kuřák/nekuřák

**Čas:** žena/muž

Vážený hodnotitelé, zhodnoťte, prosím, předložené vzorky kandytových cukrovinek. Jaké je Vaše stanovisko před ochutnáváním?

- kandyty mám velmi rád/a
- kandyty nemám příliš rád/a
- kandyty nemám vůbec rád/a, nekonzumuji je

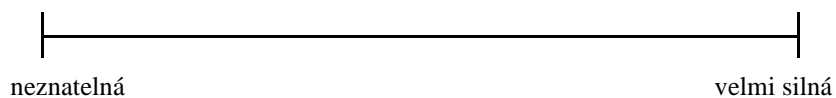
**Zhodnoťte předložené vzorky v následujících znacích podle uvedených instrukcí, použijte uvedené stupnice, svá slovní hodnocení запиšte do uvedených tabulek.**

#### SADA A

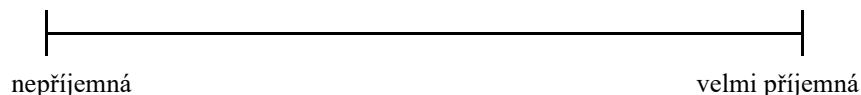
##### 1. *Chuť (flavour = komplexní pocit v ústech při konzumaci)*

Kód vzorku	Popis chuti
1173	
3521	
7928	

**Intenzita chuti** – pomocí uvedené grafické stupnice určete intenzitu chutí vzorků



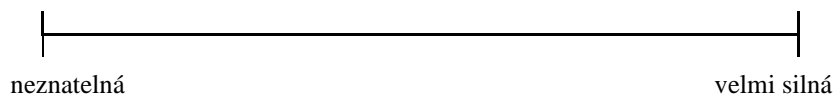
**Příjemnost chuti** – pomocí uvedené grafické stupnice určete příjemnost chutí vzorků



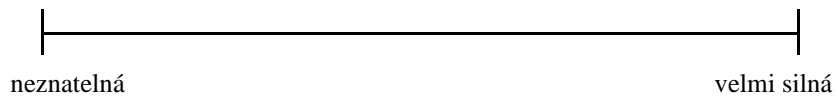
##### 2. *Profilový test vybraných chutí*

Posuďte, do jaké míry uvedené dílčí chutě vytvářejí celkový dojem chuti. Použijte grafickou stupnici.

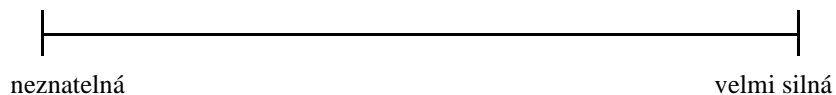
**Sladká:**



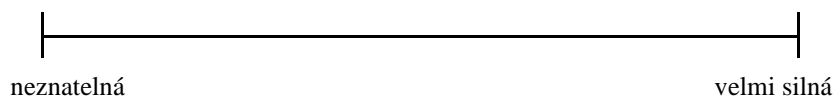
**Kyselá:**



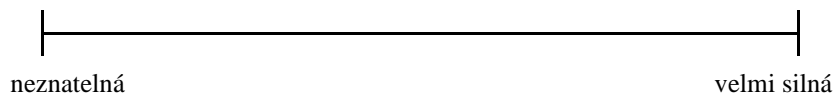
**Hořká:**



**Bylinná:**



**Umělá:**



### 3. Hodnocení celkové přijatelnosti vzorku

Seřaďte vzorky od nejméně přijatelného po nejvíce přijatelný

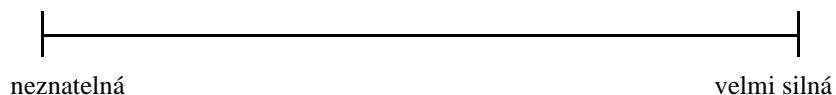
Nejméně přijatelný		Nejvíce přijatelný

### SADA B

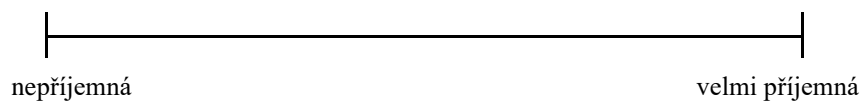
#### 1. Chuť (flavour = komplexní pocit v ústech při konzumaci)

Kód vzorku	Popis chuti
2534	
6188	
9742	

**Intenzita chuti** – pomocí uvedené grafické stupnice určete intenzitu chutí vzorků



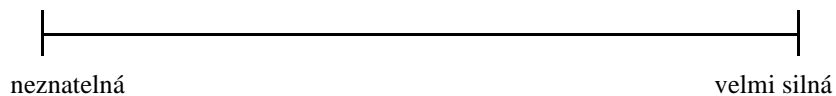
**Příjemnost chuti** – pomocí uvedené grafické stupnice určete příjemnost chutí vzorků



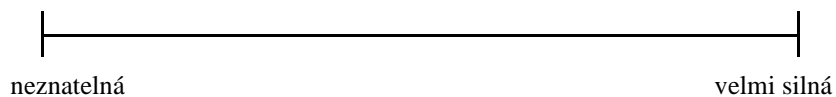
## 2. Profilový test vybraných chutí

Posuďte, do jaké míry uvedené dílčí chutě vytvářejí celkový dojem chuti. Použijte grafickou stupnici.

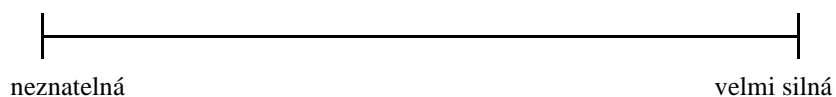
**Sladká:**



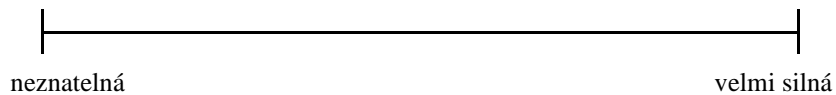
**Kyselá:**



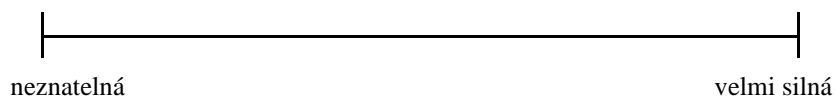
**Hořká:**



**Bylinná:**



**Umělá:**



## 3. Hodnocení celkové přijatelnosti vzorku

Seřaďte vzorky od nejméně přijatelného po nejvíce přijatelný

Nejméně přijatelný		Nejvíce přijatelný

Děkuji za svědomité vyplnění formuláře! Případně připomínky k hodnocení nebo vzorkům napište prosím zde: