

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra potravinářských biotechnologií a kvality  
zemědělských produktů

Vedoucí katedry: Ing. Pavel Smetana, Ph.D

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Porovnání sensorických vlastností džemů slazených  
steviol-glykosidy a dalšími sladidly**

Vedoucí diplomové práce: Dr. Ing. Jaromír Kadlec

Autor diplomové práce: Bc. Nela Küffnerová

České Budějovice, 2018

## **Prohlášení**

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

V Českých Budějovicích dne

.....  
podpis studenta

## **Poděkování**

Chtěla bych poděkovat všem, kteří mi věnovali svůj čas, pozornost a trpělivost při řešení této problematiky. Především panu Dr. Ing. Jaromíru Kadlecovi za pomoc při vypracování a odborné vedení.

## Abstrakt

Cílem diplomové práce bylo hodnocení sensorických vlastností borůvkových a rybízových džemů slazených vybranými steviol-glykosidy a jejich porovnání s dalšími sladidly. Pro hodnocení sensorických vlastností byly použity rebaudiosid A a steviosid, dále pak aspartam, erythritol a řepný cukr.

*Stevia rebaudiana* var. Bertonii je vytrvalá rostlina, která obsahuje sladivé steviol-glykosidy, které mají uplatnění v potravinářském průmyslu. Od roku 2011 jsou na území EU dostupné pod označením E960. Nejvyužívanějšími steviol-glykosidy jsou steviosid a rebaudiosid A, vyznačující se vysokou sladivostí, která může být až 200 - 400krát vyšší než sacharóza. Používání sladidel je legislativně povoleno a tak lze provádět sensorické analýzy a zjišťovat tak vnímání těchto přídatných látek v potravinách. Tyto analýzy hodnotí potraviny za pomoci smyslových vjemů.

Metodická část práce obsahuje postup a použité metody pro získání vyhodnocení dat ze sensorické analýzy po degustaci džemů, která probíhala za účasti deseti hodnotitelů z řad studentů na pracovišti JU v Českých Budějovicích. Respondenti své hodnocení zapisovali do předem připravených protokolů. Výsledky v diplomové práci jsou vyhodnoceny metodou dle Kramera, která se pro tento druh analýzy používá. Podle této metody byl stanoven kritický rozsah mezi 20 – 40 s hodnotou pravděpodobnosti  $P = 95\%$ . Vyhodnocení je popsáno za pomoci grafů a tabulek, doplněné o slovní popis. Výsledkem analýzy diplomové práce je, že použití samotných steviol-glykosidů není nejvhodnější způsob doslazování džemů. Přijatelné hodnocení džemů obsahující steviol-glykosidy byly prokázány u parametrů barvy a vůně. Důvody méně úspěšného hodnocení u steviol-glykosidů mohou být v důsledku špatného pH potravin nebo i špatně zvoleného dávkování, bez kombinace s jinými druhy sladidel. Nejlepší sensorické vlastnosti vykazoval tradičně řepný cukr a aspartam následovaný rebaudiosidem A a steviosidem, kteří se umístili na třetím a čtvrtém místě z pěti použitých sladidel. Součástí diplomové práce bylo vyhodnocení dotazníků, kde výsledkem bylo, že dotazující dávají přednost při výběru džemů spíše ovocné složce (druh ovoce, množství), než čím jsou džemy slazeny.

**Klíčová slova:** steviol-glykosidy, rebaudiosid A, steviosid, aspartam, erythritol, řepný cukr, sensorická analýza

## **Abstract**

The aim of the diploma thesis was evaluation of sensoric attributes of blueberry and current jams sweetened by selected Steviol glycosides and their comparing with other sweeteners. For evaluation of sensoric attributes were used rebaudioside A, stevioside, aspartame, erythritol and sugar beet.

*Stevia rebaudiana* var. *Bertoni* is a persistent plant, which contains sweetening Steviol glycosides, which have a use in food processing. They are available in the area of EU indicated as E960 since 2011. The most used Steviol glycosides are stevioside and rebaudioside A, which are demarcated with a high sweetness, which could be 200-400 times higher than saccharose. The usage of sweeteners is legislatively allowed, which means it is also allowed to do sensoric analyse and detect perception of added substances in food. These analyses evaluate food with the help of sense - perception.

Methodical part of the work contains procedure, used methods for gaining evaluation of data from a sensoric analyse after the degustation of jams, which has taken place with the presence of ten judges - an academic students in the working compartment of University of South Bohemia. Respondents entered their evaluation into protocols, which were prepared in advance.

The results of diploma thesis are evaluated by the method of Kramer, which is used for this kind of analyse. The critical scale between 20 and 40 with the value of probability  $P = 95\%$  was defined according to this method. Evaluation is described with the help of graphs and tables, added with a wordily description.

Conclusion of analyse of diploma thesis is, that the usage of Steviol glycosides is not most suitable way of sweetening jams. Acceptable valuations of jams containing Steviol glycosides were proven in parameters of colour and aroma. The reasons for less successful evaluation of Steviol glycosides could be due to bad pH of food or badly chosen dosing, without combination of other kinds of sweeteners. The best sensory characteristics traditionally showed sugar beet and aspartame followed by rebaudioside A and stevioside, which were placed on the third and fourth place from five used sweeteners.

The part of the diploma thesis was an evaluation of questionnaire, where the result was, that asked people preferred fruit ingredient of jams (type of fruit, amount) not their way of sweetening while choosing a jam.

**Key words:** steviol-glycosides, rebaudioside A, stevioside, aspartame, erythritol, sugar beet, sensoric analyse

# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....	<b>10</b>
2.1	Náhradní sladidla .....	10
2.2	Rozdělení sladidel .....	11
2.3	Přírodní sladidla - <i>Stevia rebaudiana</i> var. Bertoni .....	11
2.3.1	Steviol-glykosidy .....	12
2.3.2	Steviosid .....	14
2.3.3	Rebaudiosid A .....	15
2.4	Další použitá sladidla .....	16
2.4.1	Erythritol .....	16
2.4.2	Aspartam .....	17
2.4.3	Sacharóza .....	17
2.5	Senzorická analýza .....	19
2.5.1	Hodnotitelé .....	19
2.5.2	Konsument (spotřebitel) .....	20
2.5.3	Odborný hodnotitel .....	20
2.5.4	Znalec (expert) .....	20
2.5.5	Metody sensorické analýzy .....	20
2.5.6	Rozdílové, rozlišovací metody .....	22
2.5.7	Pořadové metody .....	23
2.6	Metody hodnocení .....	24
<b>3</b>	<b>CÍL PRÁCE</b> .....	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>MATERIÁL A METODIKA</b> .....	<b>27</b>
4.1	Použitý materiál .....	27
4.2	Použitá sladidla .....	27
4.3	Borůvkové džemy .....	28
4.3.1	Borůvkový džem s řepným cukrem .....	28
4.3.2	Borůvková džem s erythritolem .....	29
4.3.3	Borůvková džem s rebaudiosidem A .....	29
4.3.4	Borůvková džem se steviosidem .....	29
4.3.5	Borůvková džem s aspartamem .....	29
4.4	Rybízové džemy .....	29
4.4.1	Rybízový džem se sacharózou .....	29
4.4.2	Rybízový džem s erythritolem .....	30
4.4.3	Rybízový džem s rebaudiosidem A .....	30
4.4.4	Rybízový džem se steviosidem .....	30
4.4.5	Rybízový džem s aspartamem .....	30
4.5	Použité metody sensorické analýzy a jejich podmínky .....	30
<b>5</b>	<b>VÝSLEDKY</b> .....	<b>32</b>

5.1	Vyhodnocení pořadové zkoušky .....	35
5.1.1	Vyhodnocení pořadové zkoušky borůvkových džemů .....	35
5.1.2	Vyhodnocení pořadové zkoušky rybízových džemů.....	38
5.2	Hodnocení sensorických vlastností džemů .....	38
5.2.1	Džemy slazené řepným cukrem .....	38
5.2.2	Džemy slazené aspartamem .....	39
5.2.3	Džemy slazené rebaudiosidem A .....	39
5.2.4	Džemy slazené steviosidem .....	40
5.2.5	Džemy slazené erythritolem.....	40
5.3	Vyhodnocení dotazníku pro konzumenty .....	40
5.4	Hodnocení dotazníků .....	40
5.5	Grafické vyhodnocení dotazníků pro konzumenty .....	42
<b>6</b>	<b>DISKUZE.....</b>	<b>46</b>
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>51</b>
<b>8</b>	<b>ZDROJE A LITERATURA .....</b>	<b>53</b>
<b>9</b>	<b>SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A GRAFŮ.....</b>	<b>59</b>
<b>10</b>	<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>60</b>



# 1 Úvod

Sladká chuť se řadí mezi čtyři hlavní chuťové vjemy, které člověk pociťuje při požívání potravin a zároveň jde o jednu z nejoblíbenějších chutí. Pro zajištění sladkosti pokrmů je nejběžněji používáno tradičního řepného nebo třtinového cukru, který se ale využívá ve velké míře, je přidávám do většiny potravin pro denní konzum a jeho nadměrné užívání může vést k různým typům civilizačního onemocnění. Z důvodu vysoké spotřeby cukru je snaha nahrazovat jej jinými, alternativními sladidly. Jednou z možností je jeho náhrada synteticky vyrobenými sladidly, které jsou v dnešní době na trhu běžně dostupné. Vedle této skupiny sladidel začínají mít stále větší uplatnění přírodní sladidla, kterým se také říká „sladidla nové generace“. Jedná se o sladivé složky, pocházející z přírodních zdrojů a jejich použití dává šanci na snížení obsahu cukru či synteticky intenzivních sladidel.

Jednou z takých možností je využití látek obsažených v rostlině *Stevia rebaudiana* var. Bertoni, která je známá již několik tisíc let a pochází z Jižní Ameriky. Látky v ní obsažené se nazývají steviol-glykosidy a vyznačují se mnohonásobně vyšší sladivostí v porovnání se sacharózou. Dostupné zdroje uvádí jejich sladivost v rozmezí 180 – 300krát vyšší. Její využívání v potravinářském průmyslu se rok od roku zvyšuje a zároveň se pomalu dostává i do podvědomí lidí. Použití těchto látek je po řadě výzkumů v EU povoleno, ale pro výrobce potravin a pro konečné spotřebitele hrají významnou roli právě senzorycké vlastnosti tohoto sladidla, protože jak již bylo řečeno, sladká chuť je pro většinu lidí důležitým parametrem při výběru potravin a je proto žádoucí, aby sladidla byla co nejvíce identická s tradiční chutí sacharózy. Je nutné se tedy zabývat senzoryckou analýzou a najít tak vhodné řešení pro využití steviol-glykosidů, které by mohlo být vhodnou alternativou pro postupné snižování obsahu cukru a umělých sladidel v potravinářském průmyslu.

## 2 Literární přehled

### 2.1 Náhradní sladidla

Náhradní, neboli alternativní sladidla, jsou látky, nahrazující sacharózu. Důležitým parametrem pro jejich využívání je vnímání jejich chuti, u které je žádoucí, aby se co nejvíce podobala běžnému cukru. Tento ukazatel často omezuje jejich využívání, protože některá sladidla mají méně typickou sladkou chuť (Číž, 2008).

Sladidla patří mezi přídatné látky v potravinářství, které se obecně označují jako aditiva. Každé sladidlo, které je legislativně povolené musí projít hodnocením o své bezpečnosti, kterou provádí EFSA a na základě jejího rozhodnutí orgány EU schválí sladidlo jako aditivum a zároveň každému sladidlu přidělí identifikační kód skládající se z písmene E a trojmístného nebo čtyřmístného číselného kódu. Při hodnocení bezpečnosti sladidel se používá hodnota ADI (Gabrovská *et al.*, 2017). Jedná se o množství, které může být konzumováno denně bez možných zdravotních rizik konzumenta. Hodnota ADI se udává v mg/kg hmotnosti/ den (Račická, 2012).

Povolená sladidla na území České republiky jsou uvedena ve Vyhlášce č. 4/2008 Sb. kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při přípravě potravin. Použití sladidel v potravinářství je dáno legislativou, která určuje podmínky jejich využívání. Užívání sladidel je uvedeno ve Vyhlášce č. 4/2008 Sb. a Nařízením Komise 1131/2011 EU a pro každé je uvedena hodnota relativní sladivosti, která je vyjádřena poměrem k sacharóze (hodnota sladivosti = 1) (Dostálová *et al.*, 2014).

## 2.2 Rozdělení sladidel

Sladidla lze vyrábět synteticky nebo může jít o sladidla přírodního původu (Dostálová *et al.*, 2014).

Sladidla lze dělit rozdělit na několik skupin:

### Dle původu

- Přírodní (steviosid)
- Syntetická, identická s přírodními (polyalkoholy)
- Syntetická (sacharin)

### Dle nutriční hodnoty

- Energetická (fruktóza)
- Neenergetická (přírodní a syntetická) (Račická, 2012).

Gabrovská *et al.* (2017) rozděluje sladidla na intenzivní a objemová. Mezi intenzivní sladidla se řadí sladidla syntetická a sladidla z přírodních zdrojů. Většinou jsou dostupné ve formě tablet nebo v kapalně či práškové formě. Objemová sladidla představují alkoholické cukry, které jsou méně kalorické než klasický cukr a mají nízký glykemický index.

## 2.3 Přírodní sladidla - *Stevia rebaudiana* var. *Bertoni*

Jedná se o vytrvalou bylinnou rostlinu, pocházející z Paragvaye, kde se pro svoji charakteristickou sladkou chuť využívá již po staletí (Parris *et al.*, 2016). Popsáno je kolem 200 druhů stévie, které se nachází jak v Jižní, tak i v Severní Americe. Charakteristickou nasládlou chuť má ale pouze druh *Stevia rebaudiana* var. *Bertoni*, díky které se stala tak populární (Simonsohnová, 2013).

Celé pojmenování získala rostlina podle švýcarského botanika Moiséseho Santiaga Bertoniho, který ji v roce 1887 popsal. Důležitým datem je rok 1931, kdy byly poprvé izolovány molekuly glykosidu a pojmenovány jako steviosidy dvěma chemiky ve Francii.

*Stevia rebaudiana* var. *Bertoni* dosahuje výšky až jednoho metru, má úbory drobných bílých květů nacházející se ve spodní části a kvítky trubkovitého tvaru, nacházející se ve vrchní části rostliny (Stávková, 2011). Plodem je drobná, zhruba 3 mm dlouhá, hnědá nažka. Díky přítomnosti chmýru na nažce je snadno přenášena větrem. Semena jsou velmi malá. Hmotnost tisíce semen je jen 0,3 – 0,4 g a klíčivost se stářím rostliny rychle klesá (Valíček *et al.*, 1996).

**Obrázek č. 1: Rostlina *Stevia rebaudiana* var. *Bertoni* (Navrátilová, 2015).**



### **2.3.1 Steviol-glykosidy**

Tyto látky jsou povolené Evropskou omisí k potravinářskému využití Nařízením č. 1131/2011/EU, které umožňuje jejich zpracování a využití při výrobě potravin. Jejich nezávadnost potvrdil Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA), který stanovil přijatelnou denní dávku (ADI) steviol-glykosidů na hodnotu 0 – 4 mg/kg tělesné hmotnosti/den. Na základě tohoto rozhodnutí jsou od roku 2011 steviol-glykosidy uvedeny na evropský trh pod označením E960.

Steviol-glykosidy jsou látky, obsažené v rostlině *Stevia rebaudiana* var. *Bertoni* a jedná se o přírodní nekalorické sladidlo, využíváno poměrně krátkou dobu. Komerčně pěstované a dostupné je kolem 50 posledních let. Současnost udává trend v nalézání možných, přírodních alternativ slazení v potravinářském průmyslu a právě steviol-glykosidy jsou předmětem mnoha výzkumů (Parris *et al.*, 2016). Rostlina je tvořena až z 95 % směsí rebaudiosidu a steviosidu a zbylé množství jsou ostatní látky anebo směsi různých substitucí, jako například protizánětlivý lupeol (Říha, 2012).

Syntéza diterpenů neboli steviol-glykosidů není v současné době plně prozkoumaná. Výchozí látky vznikají v chloroplastech rostlin a poté začíná produkce diterpenů (Yadav *et al.*, 2011).

Steviol-glykosidy jsou komplexní sloučeniny, obsahující 13-hydroxykaur-16en-18-onovou kyselinu (steviol) a na ní jsou vázány různé počty glukózových jednotek (Čopíková *et al.*, 2013).

Sladivé látky ve stévii (Říha, 212):

- Steviol
- Steviosid
- Dulkosid A
- Rebaudiosid A
- Rebaudiosid B
- Rebaudiosid C – Dulkosid B
- Rebaudiosid D
- Rebaudiosid E
- Rebaudiosid F
- Rebusosid
- Steviolbiosid

**Tabulka č. 1: Maximální povolené množství steviol-glykosidů, jako přídatných látek do vybraných potravin (Nařízení Komise EU č. 1131/2011 ze dne 11. listopadu 2011).**

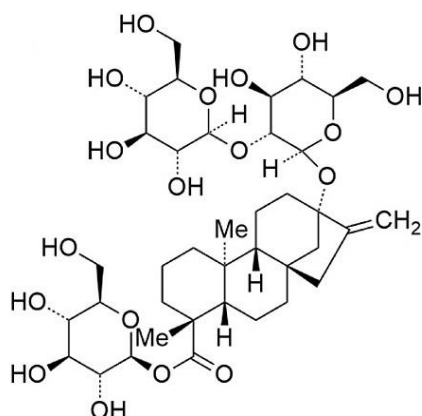
<b>Kategorie potravin</b>	<b>Maximální množství v mg/l nebo mg/kg</b>	<b>Poznámky</b>
Výběrový džem (Extra) a výběrových rosol (Extra) ve smyslu směrnice 2001/113/ES	200	Pouze džemy, rosoly a marmelády se sníženým obsahem energie
Džemy, rosoly a marmelády a slazený kaštanový krém ve smyslu směrnice 2001/113/ES	200	Pouze džemy, rosoly a marmelády se sníženým obsahem energie
Ostatní obdobné ovocné nebo zeleninové pomazánky	200	Pouze pomazánky na bázi sušeného ovoce se sníženým obsahem energie nebo bez přidaného cukru

### 2.3.2 Steviosid

Patří k nejvýznamnějším sladivým látkám obsažených ve stévii. Jeho sladivost se uvádí až 200krát či 300krát sladší v porovnání s klasickou sacharózou a má minimální vedlejší chuťové vlastnosti (Lapčík *et al.*, 2007). Steviosid je zastoupen v rostlině *Stevia rebaudiana* var. *Bertoni* v nejvyšším podílu a jeho množství je závislé především na stáří porostu a podmínkách pěstování (Valíček *et al.*, 1996). Steviosid obsahuje glykol diterpen sterol a jako cukerné složky B-D-glukosu a disacharid B-soforosu. Ty se nacházejí v listech rostliny stévie zhruba v 6 % podílu (Velíšek, *et al.*, 2009).

Mezi důležité vlastnosti steviosidu patří jeho vysoká stabilita až do 100 °C a rozmezí pH mezi 3 – 9. Sladká chuť se vytrácí, pokud hodnota pH překročí 9. Další významnou vlastností je jeho výborná rozpustnost ve vodě a je tak vhodná k potravinářskému využití jako jsou pasterizace či vaření (Giuffré *et al.*, 2013). Nevýhodou použití steviosidu jako sladidla je, že zanechává hořkou pachut', která může připomínat lékořici a pro spotřebitele je tato příměs ve výrobcích nežádoucí (Yadav *et al.*, 2011). Pro použití steviosidu v potravinářství se musí brát ohled na jeho možnou degradaci za nepříznivých podmínek. Jeho stabilita ve vodném prostředí je závislá na pH, kdy ideální rozmezí je mezi 2 – 10. Při jiných hodnotách může docházet k částečné degradaci steviosidu (Kroyer, 1999).

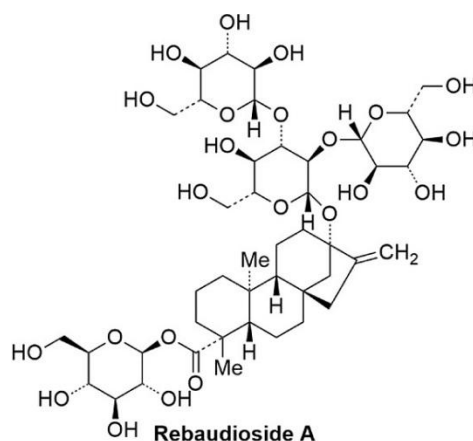
Obrázek č. 2: Chemický vzorec steviosid (Mayank *et al.*, 2015).



### 2.3.3 Rebaudiosid A

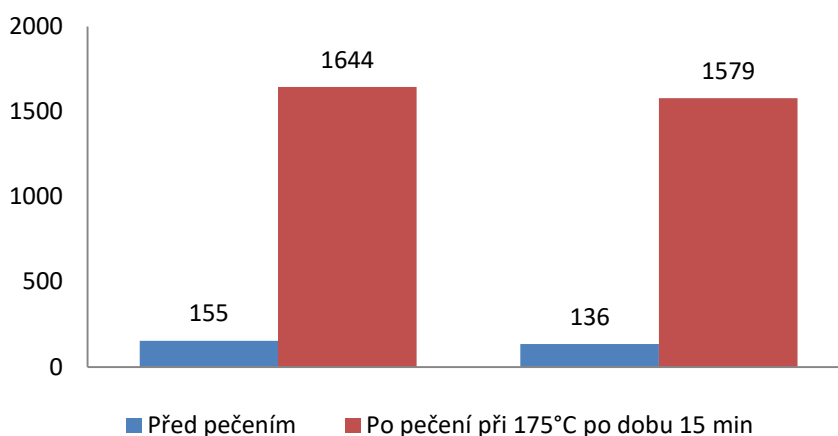
Společně se steviosidem patří rebaudiosid A mezi steviol-glykosidy, které mají nejlepší senzorycké vlastnosti při použití v potravinářském průmyslu. Vyniká výbornou rozpustností ve vodě, nevyznačuje se žádnou chuťovou pachutí a může být až o 30 % sladší (Schöferle, 2012). Sladivost rebaudiosidu A může být až 400krát vyšší než sacharóza, má nulovou kalorickou hodnotu a lze ho použít ve studených i teplých výrobcích, protože veškeré obsahové látky stévie jsou termostabilní (Navrátilová, 2015). Koncentrace rebaudiosidu A v listech rostliny je nižší v porovnání se steviosidem, ale vyniká lepšími vlastnostmi při jeho využití. Vyššímu využívání tohoto sladidla brání právě jeho nižší koncentrace v rostlině a stává se tak dražší komoditou a tím pádem méně komerčně využitelnou, jak uvádí Singla *et al.* (2016).

Obrázek č. 3: Chemický vzorec rebaudiosid A (Mayank *et al.*, 2015).



Důležitou vlastností je vysoká stabilita při vyšších teplotách a díky tomu je možné jeho široké využití při výrobě potravin. Graf č. 1 znázorňuje stabilitu rebaudiosidu A při pečení (Sass, 2015). Vzhledem k lepším organoleptickým vlastnostem rebaudiosidu A platí, že čím vyšší podíl ve sladidlech ze steviol-glykosidů, tím bude sladidlo kvalitnější (Yadav *et al.*, 2011).

**Graf č. 1: Stabilita rebaudiosidu A při pečení ( mg/kg sušiny) (Sass, 2015).**



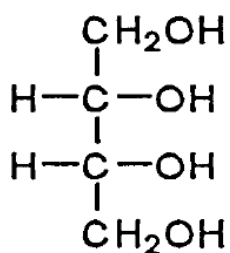
## 2.4 Další použitá sladidla

### 2.4.1 Erythritol

Řadí se mezi tzv. cukerné alkoholy a na rozdíl od ostatních cukerných alkoholů se řadí mezi nekalorická sladidla s nulovou energetickou hodnotou. Jedná se o přirozeně vyskytující se polyol, který můžeme najít například v ovoci a vyrábí se za pomoci fermentačních procesů. Jeho sladivost je zhruba o 30 % nižší než sladivost sacharózy, ale při vhodném kombinování s jinými druhy sladidel se dá jeho sladivost zvýšit (Nabors, 2011). Erythritol má nejmenší molekulovou hmotnost ze všech cukerných alkoholů a díky tomu se odlišuje svými fyzikálními a chemickými vlastnostmi. Výhodou je jeho dobrá mísitelnost s intenzivnějšími sladidly bez nežádoucího výskytu pachutí. Jeho výroba je spojená s vyššími náklady a z toho důvodu není pro výrobce atraktivním způsobem doslazování (Regnat *et al.*, 2018).

Sladidlo má velmi nízkou energetickou hodnotu 0,84 kJ a jeho obsah v potravinách je značen E698 (Račická, 2012).

**Obrázek č. 4: Chemický vzorec erythritolu (Bernt *et al.*, 1996).**





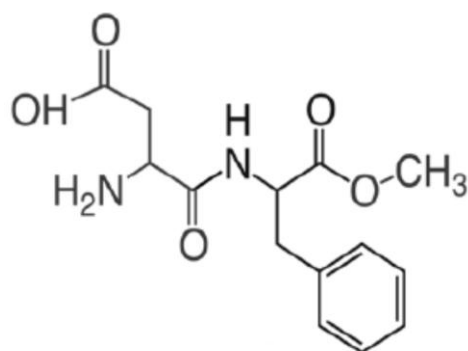
## 2.4.2 Aspartam

Z chemického hlediska se jedná o methyl ester lineárního dipeptidu L-aspartyl-L-fenylalaninu. Aspartam je nízkokalorické sladidlo, objeveno v roce 1965. Jeho užívání je v EU povolené a v potravinách ho lze najít pod označením E951. Jeho sladivost je 180 – 200 krát vyšší v porovnání se sacharózou a má nulovou kalorickou hodnotu. Kvůli látce fenylalaninu jej nemohou užívat lidé trpící vzácným metabolickým onemocněním fenylketonurií. (Čopíková *et al.*, 2013).

Račická (2012) shrnuje výzkumy o aspartamu a uvádí ho jako bezpečné sladidlo pro lidskou spotřebu. Toto sladidlo je předmětem zkoumání více než 30 let, během kterých se studie a výzkumy snažily odhalit možná zdravotní rizika při jeho používání. Výsledkem je potvrzení o bezpečnosti a tedy i povolení k užívání aspartamu jako přídatné látky do potravin.

Při využití v potravinářství a v nevodném prostředí je stabilní, jen při reakci s kyselým, vodným prostředím může být zaznamenán pokles sladké chuti (Velíšek *et al.*, 2009). Jeho chuť je podobná sacharóze a má výbornou schopnost zesilovat účinky aromatických látek (Karovičová *et al.*, 2007). Nevýhodou použití aspartamu je jeho nestálost při nižším pH a vyšších teplotách. Tyto vlastnosti se musí akceptovat při jeho využívání v potravinářství (Čopíková, 1999).

Obrázek č. 5: Chemický vzorec aspartamu (Zafar *et al.*, 2017).



## 2.4.3 Sacharóza

Jedná se o bílou krystalickou látku bez zápachu. V potravinářství se využívá k tvorbě vůně konečných výrobků a také umožňuje tvorbu žlutého či hnědého zbarvení potravin. Tuto reakci způsobuje termální rozklad a neenzymové hnědnutí neboli Maillardova reakce. Sacharóza je využívána při výrobě cukrovinek či jiných

produktů, protože má velice dobré fyzikální vlastnosti. Je dobře rozpustná, má nižší viskozitu a také vhodnou hustotu. Je výborný nosič různých přídatných látek (aromat) a při pečení dodává výrobkům požadovanou strukturu a objem (Čopíková, 1999).

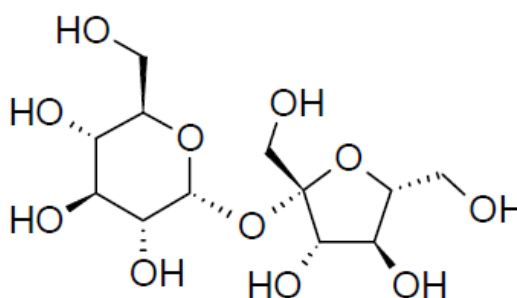
Jedná se především o zdroj energie, který nenese žádné esenciální živiny, ale ve výživě je významným nositelem sladké chuti, dodává potravinám objem a působí jako konzervační činidlo (Dostálová *et al.*, 2014).

Užívání cukru vyvolává v těle dobrý pocit, což je následkem stimulace vylučování serotoninu, který se spouští po požití sacharózy. Při častém a nadměrném užívání cukru dochází k velkým výkyvům hladiny cukru v krvi a to může být prekurzorem pro vznik mnohých civilizačních onemocnění, například cukrovky nebo obezity (Simonsohnová, 2013).

Česká republika je řazena mezi země s nejvyšší spotřebou cukru v EU a jeho roční spotřeba za poslední tři roky dle ČSÚ mírně stoupá. Poslední údaj o spotřebě cukru za rok 2016 udává hodnotu 34,1 kg na osobu za rok, což je o 2,4 kg více, než v roce 2014 (ČSÚ, 2016).

Dle Procházkové (2013) je u zdravého, dospělého člověka doporučeno maximálně 30 g přidaného cukru denně. Dále uvádí, že hodnoty přidaného cukru v současnosti dosahují až 4 – 6 násobku, tedy 120 – 200 g za den.

**Obrázek č. 6: Chemický vzorec sacharózy (Čopíková *et al.*, 2006).**



## 2.5 Senzorická analýza

Jedná se o hodnocení potravin pomocí smyslových vjemů, mezi které se řadí chuť, vůně, vzhled, konzistence a řadí se sem i hodnoty kinetického a mechanického vnímání, jako například teplota. Senzorická analýza se vyvinula ve 40. letech 20. století za zvýšených požadavků na jakost potravin v rozvinutých zemích. Tyto analýzy se uplatňují při vývoji nových potravinářských výrobků, při porovnání jakosti či pro státní kontrolu jakosti (Neumann *et al.*, 1990). Hodnocení za pomoci smyslových orgánů probíhá za optimálních podmínek, pro přesné a objektivní měření (Pokorný *et al.*, 1998).

Během sensorické analýzy jsou nutné dodržovat určité podmínky, aby hodnocení neovlivňovaly negativní vlivy, které mohou působit na hodnotitele. Nejčastějším stěžem jsou fyziologické vlivy, kdy dochází například k podráždění receptoru chuti a je tak nutné dodržovat dostatečně dlouhé pauzy mezi degustací jednotlivých vzorků, aby nedošlo k jejich vzájemnému ovlivnění. Pro zmírnění těchto vlivů se používají tzv. neutralizátory chuti, které se používají pro vyčistění ústní dutiny pro opětovnou degustaci bez přítomnosti zbytků či pachutí z předešlého hodnocení. K tomuto účelu je nejvíce vhodná čistá voda nebo minerální voda při hodnocení pevných látek a naopak při hodnocení tekutého charakteru vzorku se nejčastěji jako neutralizátor využívá bílé pečivo či chléb (Kinclová *et al.*, 2004).

Základní pojmy vztahující se k sensorické analýze potravin jsou v technické normě ČSN EN ISO 5492 – sensorická analýza – slovník. Termíny se týkají všeobecné terminologie sensorické analýzy, vztahující se ke smyslům, k organoleptickým vlastnostem a také termíny užívané k metodám (Ježek *et al.*, 2012).

### 2.5.1 Hodnotitelé

Senzorické hodnocení se provádí za účasti skupiny lidí, kteří se nazývají hodnotitelé či posuzovatelé a tvoří tzv. panel. Hodnotitelé jsou rozděleni dle normy ISO 8586-1 do tří skupin – posuzovatelé, vybraní posuzovatelé a experti. (Kinclová *et al.*, 2004).

Posuzovatelé by měli projít vstupním přezkoušením, které určí, zda jsou vhodnými adepty pro provedení sensorické analýzy. Přezkoušení by mělo zjistit

potenciální nedostatky jako například nedostatečné smyslové vnímání, neschopnost soustředění či špatná rozlišovací schopnost (Pokorný, 1997).

Neumann *et al.* (1990) uvádí tři základní druhy hodnotitelů dle kvalifikační úrovně v sensorické analýze, kteří hodnotí a zkoumají potraviny za pomoci smyslového snímání.

### **2.5.2 Konsument (spotřebitel)**

Mezi spotřebitele se řadí osoby bez odborných znalostí, bez řádného přezkoušení v oblasti sensorické analytiky. Lze je využít pro zjišťování oblíbenosti potravin či pro zjištění požadavků spotřebitelů.

### **2.5.3 Odborný hodnotitel**

Hodnotitelé jsou metodicky proškoleni a zjišťují rozdíly mezi jednotlivými vzorky. Využívají se při posuzování sensorických rozdílů či při speciálních sensorických metodách.

### **2.5.4 Znalec (expert)**

Osoba s nejvyšší kvalifikační rovní v oblasti sensorické analytiky. Je proškolen jak metodicky, tak i z oblasti výroby a má praktické zkušenosti z výroby či z uskladňování potravin.

### **2.5.5 Metody sensorické analýzy**

Dle Pokorného *et al.* (1998), sensorická analýza potravin může využít několik metod a dle zvoleného prostředí se dělí do tří kategorií:

- **laboratorní metody**
- **metody za podmínek restauračního stolování**
- **konsumentské metody**

Pro zvolení metody je důležitý charakter úkolu, doba, která je zapotřebí pro hodnocení, počet a znalosti dostupných hodnotitelů či množství vzorků, který bude k dispozici.

Ježek (2014) uvádí tři skupiny běžně používaných metod pro vyhodnocování sensorické analýzy potravin. První skupinou jsou rozdílové zkoušky, využitelné pro zjištění pravděpodobnosti rozdílů nebo podobnosti výrobků. Další skupina jsou

metody používající stupnice a kategorie pro určení pořadí či velikosti rozdílů nebo určení, do jaké třídy výrobek patří. Jedná se například o poměrovou metodu, kdy se hodnocený výrobek posuzuje se standardem. Poslední třetí skupina jsou zkoušky popisné. Identifikují se specifické senzorycké vlastnosti, které jsou přítomny ve vzorku. Vyjadřují kvalitativní a kvantitativní vlastnosti. Výše uvedené metody jsou doplněny ještě speciálními analýzami, například tzv. optimalizační metody, které se využívají například při změně receptury výroby.

Tabulka č. 2 uvádí seznam nejběžněji používaných metod pro senzoryckou analýzu v laboratorních podmínkách (Pokorný *et al.*, 1998).

**Tabulka č. 2: Nejběžnější metody pro laboratorní senzorycké analýzy (Pokorný *et al.*, 1998).**

Zadání	Metody
Stanovení existence rozdílů mezi vzorky	Rozdílové zkoušky párová duo-trio trojúhelníková tetrádová dva-z-pěti čtyři-z-deseti Jednostimulová metoda Dvoustimulová metoda
Stanovení velikosti rozdílů	Rozdílové zkoušky Stupnicové metody
Stanovení několika vzorků	Pořadové zkoušky
Stanovení preferencí	Rozdílové zkoušky Stupnicové metody
Stanovení absolutní přijatelnosti a intenzity	Stupnicové metody Zřed'ovací metody Srovnávací metody
Stanovení charakteru vjemu	Metody senzoryckého profilu Metody volného popisu Srovnání se sadou standardů

## 2.5.6 Rozdílové, rozlišovací metody

Využívají se při jakostním hodnocení potravin, pro posouzení potravin se standardem v rámci jakostního porovnání (Neumann *et al.*, 1990). Zjišťují rozdíly mezi vzorky, určují existenci rozdílů v organoleptických vlastnostech a nejčastěji se porovnávají dva vzorky. Pro tuto metodu je zapotřebí minimálně deset hodnotitelů (Pokorný, 1997).

### 2.5.6.1 Párová zkouška

Párová porovnávací zkouška je popsána v normě ČSN EN ISO 5495 (560032). Tato zkouška je jednou z nejjednodušších klasifikačních metod. Používá se u výrobků, které jsou relativně homogenní a lze je využít pro určení existence snímatelných rozdílů (párová rozdílová zkouška) nebo pro zjištění existence vnímatelných rozdílů (párová zkouška podobnosti). Aplikuje se například při změně výrobního postupu (ČSN EN ISO 5495 (560032)).

Hodnotitel posuzuje dva vzorky v náhodném pořadí, ve stejném množství, o stejné teplotě a ve stejných nádobách. Následuje degustace obou vzorků, kterou lze libovolně opakovat a která posuzuje rozdíly. Výsledky hodnotitel uvádí do předloženého formuláře. Výsledky se zjišťují z preferenčních zkoušek (co je „lepší“) a z rozdílových zkoušek (ptáme se na rozdíl) (Pokorný, 1997).

### 2.5.6.2 Duo-tri zkouška

Norma ČSN EN ISO 10399 (560032) je metodikou pro duo-trio zkoušku senzorické analýzy. Stanovuje postup pro vnímatelný senzorický rozdíl nebo určuje podobnost mezi vzorky dvou výrobků. Její použitelnost je podmíněna existencí jedné či více vlastností. Metoda je účinná pro zjištění vnímatelných rozdílů či pro výběr, školení a sledování posuzovatelů. Je méně účinná než trojúhelníková metoda.

Posuzují se zde tři vzorky, z toho dva jsou neznámé. První vzorek je podáván jako standart a dva anonymně, které jsou srovnávané s první vzorkem (standardem). Hodnotitel nejdříve zkouší první vzorek a následně dva neznámé pro posouzení odlišností se standardem (Pokorný, 1997).

### 2.5.6.3 Trojúhelníková metoda

Postup určení vnímatelných senzorických rozdílů nebo podobností mezi vzorky dvou výrobků určuje norma ČSN EN ISO 4120 (560032).

Jedná se o starší, ale stále využívanou metodu. Posuzovatel hodnotí v řadě tři vzorky, v nichž dva jsou stejné, a jeden je odlišný. Počet možných kombinací je tedy celkem šest. Degustace probíhá v předloženém pořadí a lze ji libovolně opakovat. Důležité je dodržet časový odstup mezi jednotlivými vzorky minimálně 30 – 60 vteřin. Tato metoda posuzuje vzorky stejné a odlišné. Výsledky opět zapisuje do protokolového formuláře (Pokorný, 1997).

### **2.5.7 Pořadové metody**

Pro porovnání více než dvou vzorků jsou určeny právě tyto metody. Jsou určeny pro zkoumání organoleptických vlastností většího počtu vzorků a pro jejich řazení podle chuti, intenzity sensorických vlastností nebo podle oblíbenosti (Neumann *et al.*, 1990). Pořadové zkoušky jsou používané dlouhou dobu a běžně v praxi využívané. Jejich průběh je zakotven v normě ČSN ISO 8587. Lze je využít na hodnocení rozdílů mezi vzorky, ale nelze určovat množství daných rozdílů. Podávání vzorků se předkládají v určitém pořadí a jejich množství závisí na složitosti zkoušky. Platí zde, že všechny podávané vzorky musí být anonymně označeny, například očíslovány a podávány za stejných podmínek (Ježek, 2014).

V tabulce č. 3 jsou vyobrazeny hodnoty kritických intervalů dle Kramera při hladině pravděpodobnosti  $P = 95 \%$  (Pokorný, 1997).

**Tabulka č. 3: Hladina pravděpodobnosti P = 95% dle Kramera (Pokorný, 1997).**

Počet hodnotitelů	Rozsahy součtu pořadí podle počtu vzorků					
	n = 3	n = 4	n = 5	n = 6	n = 7	n = 8
3	-	-	4 – 14	4 – 17	4 – 20	4 – 23
4	5 - 11	5 – 15	6 - 18	6 – 22	7 – 25	7 – 29
5	6 – 14	4 – 18	8 – 22	9 – 26	9 – 31	10 – 35
6	8 – 16	9 – 21	10 – 26	11 – 31	12 – 36	13 – 41
7	10 – 18	11 – 24	12 – 30	14 – 35	15 – 41	17 – 46
8	11 - 21	13 – 27	15 – 33	17 – 39	18 – 46	20 – 52
9	13 – 23	15 – 30	17 – 37	19 – 44	22 – 50	24 – 57
10	15 – 25	17 – 33	20 – 40	22 – 48	25 – 55	27 – 63
11	16 – 28	19 – 36	22 – 44	25 – 52	28 – 60	31 – 68
12	18 – 30	21 – 39	25 – 47	28 – 56	31 – 65	34 – 74
13	20 – 32	24 – 41	27 – 51	31 – 60	35 – 69	38 – 79
14	22 – 34	26 - 44	30 – 54	34 – 64	38 – 74	42 – 84
15	23 – 37	28 – 47	32 – 58	37 – 68	41 – 79	46 – 89
16	25 – 39	30 – 50	35 – 61	40 – 72	45 – 83	49 – 95
17	27 – 41	32 – 53	38 – 64	43 – 76	48 – 88	53 – 100
18	29 – 43	34 – 56	40 – 68	46 – 80	52 – 92	57 – 105
19	30 – 46	37 – 58	43 – 71	49 – 84	55 – 97	61 – 110
20	32 - 48	39 – 61	45 - 75	52 - 88	58 – 102	65 – 115

## 2.6 Metody hodnocení

Po provedení vlastní senzorké analýzy následuje její vyhodnocení. Pro tyto účely byla sestavena řada způsobů, jak metody hodnocení provádět. Cílem hodnocení je získat objektivní výsledky o vzorcích, které vycházejí z rozdílných názorů účastníků se posuzovatelů. Vyhodnocení senzorkých analýz je stanoveno v technických normách ČSN ISO, nebo jsou ukotveny v mezinárodních standardech ISO (Buňka *et al.*, 2010).

Jednou z nejvyžívanějších metod pro hodnocení je s použitím stupnic. Použitá stupnice udává řadu stupňů, například kvality, intenzity či příjemnosti a jsou řazené do určité posloupnosti (Pokorný, 1997).

Pro metodu hodnocení s použitím stupnic je závazná technická norma ČSN ISO 4121 z roku 2009. Využíva tedy tzv. stupnice, které mohou být například



numerické, slovní či obrázkové. Tato metoda zachycuje hodnotitelovi reakce k vlastnostem posuzovaných vzorků a následně je převádí do určité stupnice (Ježek *et al.*, 2012).

**Rozlišují se čtyři hlavní typy stupnic:**

**Nominální** - nejjednodušší stupnice. Ptáme se na rozdíl mezi vzorky a odpovídá se „ano“ nebo „ne“. Využívá se při stanovení pachutí u výrobků obsahující sladidla. Výsledkem je součet odpovědí a často se udává v procentech.

**Ordinální (pořadové)** - Určuje nám změny v intenzitě, kvalitě nebo příjemnosti. Změny se projevují určitým směrem, ale vzdálenosti mezi stupni nejsou přesně vyčísleny. Vyhodnocení je formou odpovědi. Například vzorek A je lepší než vzorek B.

**Intervalové** - mají shodné rozdíly mezi číselnými hodnotami, které odpovídají stejným rozdílům mezi měřenými vlastnostmi. Příkladem je Celsiova stupnice pro měření teplot, kde nula hraje rozhodující údaj o stupnici.

**Poměrové** - Jednotlivé stupně jsou voleny tak, aby stejné poměry svou stupňů odpovídaly stejným poměrům intenzity (Pokorný, 1997).

### **3 Cíl práce**

Cílem diplomové práce je porovnání sensorických vlastností vybraných steviol-glykosidů s ostatními druhy sladidel obsažených v džemech. Pro tyto účely byly vybrány rebaudiosid A, steviosid, aspartam, erythritol a řepný cukr. Sensorická analýza zjišťovala, jaké organoleptické vlastnosti měly steviol-glykosidy v porovnání s odlišnými druhy sladidel při přípravě džemů.

## 4 Materiál a metodika

### 4.1 Použitý materiál

Analýza byla provedena za použití dvou druhů ovoce, ze kterých byly zpracovány džemy s pěti druhy sladidel. Pro přípravu byl použit červený rybíz a borůvky. Od každého druhu ovoce bylo spotřebováno 2 500 g. Celkem se využilo 5 000 g ovoce. Každý druh byl rozdělen na 5 částí po 500 g a následně byl každý vzorek zpracován s odlišným druhem sladidla s přidáním dalších surovin nezbytných pro přípravu džemů. Jako sladidla byla použita klasická sacharóza, erythritol, rebaudiosid A, steviosid a aspartam v kombinaci s maltodextrinem.

### 4.2 Použitá sladidla

Pro přípravu borůvkových a rybízových džemů bylo použito celkem pět druhů sladidel. První sladidlo byla sacharóza, v podobě řepného cukru. Z přírodních syntetických sladidel byl použit polyalkoholový erythritol od výrobce F&N. Dávka sladidla byla doporučena dle sladivosti k řepnému cukru, tedy 0,6 – 0,7:1. Ze syntetických intenzivních sladidel byla použita směs sladidel maltodextrinu jako nosiče a aspartamu jako účinné látky od značky Irbis s uvedenou sladivostí 1:3. Z přírodních intenzivních sladidel byly využity dva nejpoužívanější steviolglykosidy z rostliny *Stevia rebaudiana* var. Bertoni - rebaudiosid A, steviosid. Všechny druhy sladidel byly v sypké formě a množství jednotlivých druhů sladidel pro použití do 500 g ovoce bylo odvozeno od jejich relativních sladivostí k sacharóze nebo dle doporučení výrobce na obalu použitého sladidla.

Pro přípravu džemů byla použita základní receptura s použitím řepného cukru dle Doležala *et al.* (1998).

Obrázek č. 8: Aspartam (zdroj: benu.cz).



Obrázek č. 7: Erythritol (zdroj: benu.cz).



## 4.3 Borůvkové džemy

### 4.3.1 Borůvkový džem s řepným cukrem

**Suroviny:** 500 g čerstvých borůvek, 250 g řepného cukru, 10 g pektinu, 1 g kyseliny citronové.

**Postup výroby džemu:** Borůvky se propláchnou vlažnou vodou, odstraní se případné nečistoty či nekvalitní bobule odstraníme. Ovoce se přivede k varu a nechá se 15 – 20 minut dusit do změknutí a odpaření přebytečné vody. Po uplynutí doby varu se přidá sladivá složka a směs se nechá na mírném plameni ještě dalších 5 minut. Za pomoci tyčového mixéru se ovoce rozmělní a následně se přidává 10 g pektinu a nechává se za stálého míchání povařit 5 minut. Ke konci varu se přidá 1 g kyseliny citrónové. Po uvaření se džem ihned plní do zavařovacích, předem nahřátých sklenic a pevně se zavíčkují. Hotové džemy se otočí dnem vzhůru a nechají se vychladnout.

#### **4.3.2 Borůvkový džem s erythritolem**

**Suroviny:** 500 g čerstvých borůvek, 300 g erythritolu, 10 g pektinu, 1 g kyseliny citronové.

#### **4.3.3 Borůvkový džem s rebaudiosidem A**

**Suroviny:** 500 g čerstvých borůvek, 3 g rebaudiosidu A, 10 g pektinu, 1 g kyseliny citronové.

#### **4.3.4 Borůvkový džem se steviosidem**

**Suroviny:** 500 g čerstvých borůvek, 3 g steviosidu, 10 g pektinu, 1 g kyseliny citronové.

#### **4.3.5 Borůvkový džem s aspartamem**

**Suroviny:** 500 g čerstvých borůvek, 84 g aspartamu (dle doporučení výrobce), 10 g pektinu, 1 g kyseliny citronové.

### **4.4 Rybízové džemy**

#### **4.4.1 Rybízový džem s řepným cukrem**

**Suroviny:** 500 g čerstvého rybízu, 250 g řepného cukru, 10 g pektinu, 1 g kyseliny citronové.

**Postup rybízového džemu:** Rybíz se nejdříve očistí, zbaví všech nečistot a omyje ve vlažné vodě. Ovoce se přivede k varu a nechá se povařit za občasného míchání 20 – 25 minut. Po odpaření přebytečné vody se za stálého míchání přidá sladivá složka a nechá se na mírném plameni 5 minut. Poté se ovoce rozmělní s pomocí tyčového mixéru do požadované konzistence. Následně se přidá 10 g pektinu, který se povaří 5 minut a před koncem varu se do džemu dodá 1 g kyseliny citrónové. Po uvaření se džem ihned plní do zavařovacích sklenic, které se před naplněním ohřejí v parní lázni. Po naplnění sklenic horkou směsí se pečlivě džem zavíčkuje a otočí dnem vzhůru.

#### **4.4.2 Rybízový džem s erythritolem**

**Suroviny:** 500 g čerstvého rybízu, 300 g erythritolu, 10 g pektinu, 1 g kyseliny citronové.

#### **4.4.3 Rybízový džem s rebaudiosidem A**

**Suroviny:** 500 g čerstvého rybízu, 3 g rebaudiosidu A, 10 g pektinu, 1 g kyseliny citronové.

#### **4.4.4 Rybízový džem se steviosidem**

**Suroviny:** 500 g čerstvého rybízu, 3 g steviosidu, 10 g pektinu, 1 g kyseliny citronové.

#### **4.4.5 Rybízový džem s aspartamem**

**Suroviny:** 500 g čerstvého rybízu, 84 g aspartamu (dle doporučení výrobce), 10 g pektinu, 1 g kyseliny citronové.

### **4.5 Použité metody senzoričké analýzy a jejich podmínky**

Senzoričká analýza pro zpracování výsledků byla provedena dne 8. 11. 2017 ve 14 hodin v laboratoři na katedře potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů ZF JU v Českých Budějovicích. Byla použita metoda Pořadové zkoušky ČSN ISO8587(560033). Hodnocení probíhalo za účasti deseti hodnotitelů z řad studentů JU. V úvodu analýzy byli hodnotitelé dostatečně poučeni a seznámeni s podmínkami vyplnění protokolů týkající se senzoričkých vlastností. Po úvodu následovala degustace vzorků. Ke každému druhu džemu byl přiřazen jeden protokol k senzoričké pořadové zkoušce a list s legendou k vyplnění protokolu. Ten byl využit pro analýzu všech hodnocených džemů. V první části analýzy se hodnotily džemy borůvkové. Po 40 minutách se začaly hodnotit džemy rybízové. Každý student dostal 5 vzorků od každého druhu džemu s gramáží 15 – 30 g servírovaných na keramických talířcích. K jednotlivým vzorkům byly přiřazeny číslice od 1 do 5 pro lepší orientaci a vyplňování dotazníků. Na stoly byly připraveny pro každého hodnotitele sklenice čisté, neochucené vody, které se využívaly pro neutralizaci chuti mezi degustací jednotlivých vzorků. Mezi hodnocením borůvkových a rybízových džemů bylo vyhrazeno 15 minut na vyplnění dotazníků týkající se použití sladidel

v džemech. Hodnotitelé dostali 6 kroužkovacích otázek a jednu seřazovací (vzestupně).

Protokoly pro jednotlivé druhy ovoce zjišťovaly senzoryckou analýzu jednotlivých džemů s rozdílnými sladidly. Hodnocenými parametry byly vzhled, barva, vůně, aroma, konzistence, chuť, sladká chuť a celkový dojem. Uvedené parametry byly hodnoceny do tabulky, kam se přiřazovalo číslo dle listu s legendou pro hodnocení senzoryckých vlastností. Protokol také zjišťoval objektivní vyhodnocení nejlepšího džemů dle posudku hodnotitele vzestupnou metodou.

**Obrázek č. 9: Borůvkové a rybízové džemy použité pro senzorycké hodnocení (zdroj: autor).**



## 5 Výsledky

Pořadová metoda byla využita pro zjištění výsledků nejlepších organoleptických vlastností džemů s různými sladidly. Byla zde použita metoda dle Kramera, kdy výsledkem metody bylo zjištění, zda se hodnocené vzorky lišily od ostatních souborů. Podle Kramera je stanoven kritický rozsah při počtu pěti vzorcích pro deset hodnotitelů mezi 20 – 40 a hodnota pravděpodobnosti dle Kramera je  $P = 95\%$ . Hodnotitelé po degustaci řadili jednotlivé vzorky dle chuti vzestupně od číslice 1 – 6, přičemž 1 = nejchutnější. Hodnoceny byly zvlášť džemy borůvkové a zvlášť džemy rybízové, od kterých měli hodnotitelé po pěti vzorcích. Jednotlivé vzorky byly servírovány na keramických talířcích označené číslicemi. Hodnotitelé své výsledky zapisovali do předem připraveného formuláře pro pořadovou metodu. Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 4.

**Tabulka č. 4: Výsledné hodnoty pořadové zkoušky jednotlivých druhů džemů, vyhodnoceny dle metody Kramera.**

Kód vzorku jednotlivých džemů	Počet hodnotitelů										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Součet
<b>R1</b>	2	1	1	2	2	1	1	1	2	4	17
<b>R2</b>	1	2	2	1	1	2	2	2	1	5	19
<b>R3</b>	3	3	4	5	4	4	4	4	5	1	37
<b>R4</b>	4	4	3	3	3	3	3	3	4	2	32
<b>R5</b>	5	5	5	4	5	5	5	5	3	3	45
<b>B1</b>	2	3	2	2	1	2	3	1	2	1	19
<b>B2</b>	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	15
<b>B3</b>	4	1	5	3	5	3	4	5	4	4	38
<b>B4</b>	3	4	4	4	3	4	1	4	3	5	35
<b>B5</b>	5	5	3	5	4	5	5	3	5	3	43

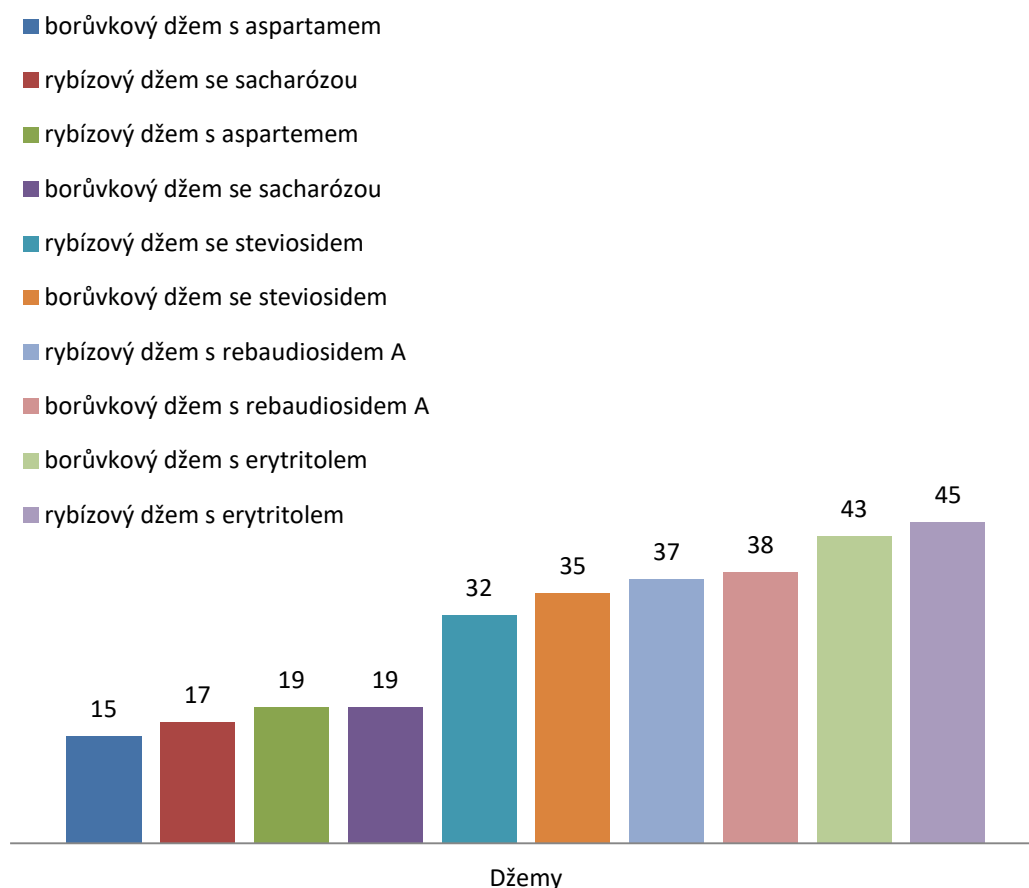


#### Legenda k tabulce č. 4:

R1 rybízový džem se sacharózou	B1 borůvkový džem se sacharózou
R2 rybízový džem s aspartamem	B2 borůvkový džem s aspartamem
R3 rybízový džem s rebaudiosidem A	B3 borůvkový džem s rebaudiosidem A
R4 rybízový džem se steviosidem	B4 borůvkový džem se steviosidem
R5 rybízový džem s erythritolem	B5 borůvkový džem s erythritolem

Hodnotitelé posuzovali organoleptické vlastnosti všech deseti džemů a na základě jejich hodnocení se nejvýše umístil borůvkový džem s aspartamem s celkovým součtem hodnot dle metody Kramera 15. Naopak nejhůře z hlediska chuťových vlastností obstál rybízový džem slazený erythritolem s hodnotou 45. Celkové výsledky všech džemů posuzovaných dle chuti jsou znázorněny v grafu č. 2.

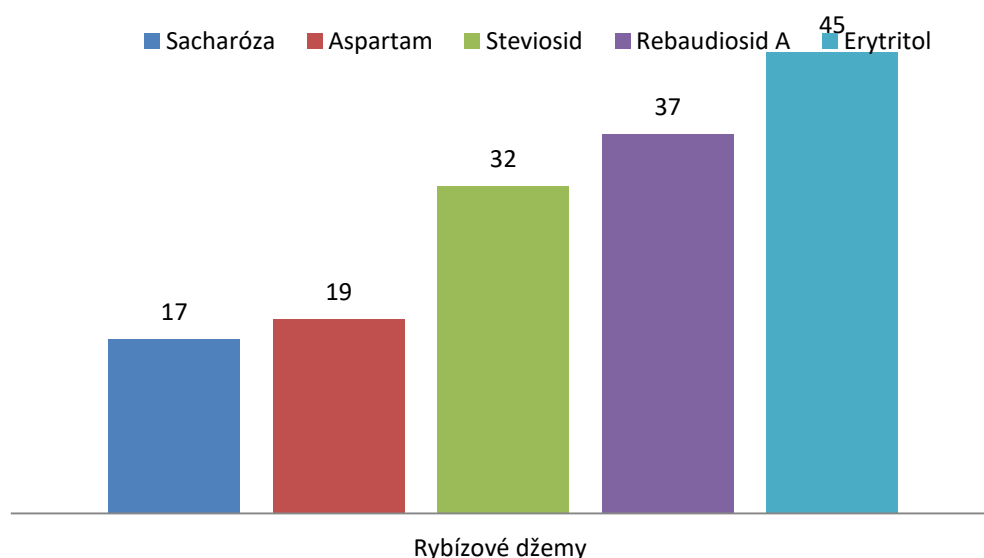
**Graf č. 2: Vzestupné seřazení všech džemů slazenými různými sladidly na základě chuťových vlastností, dle Kramera.**



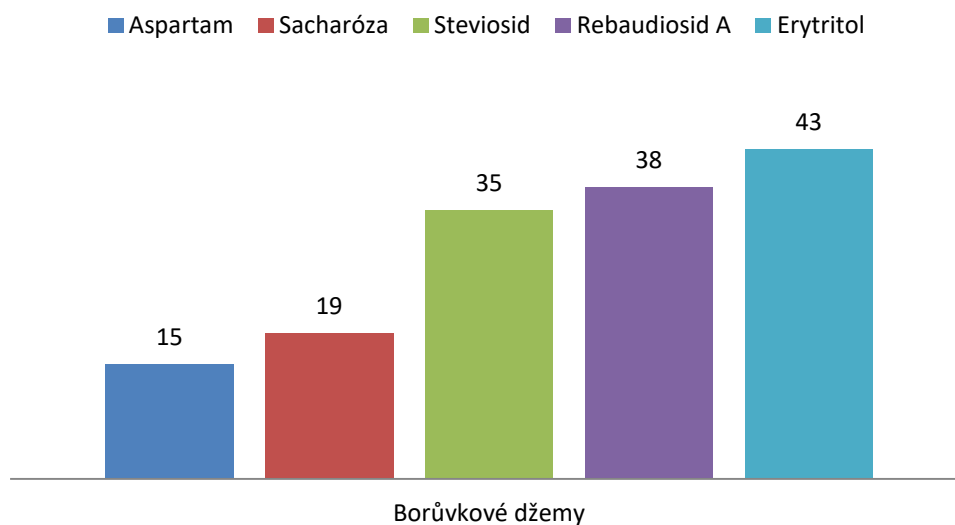
Při celkovém posuzování sensorických vlastností borůvkových džemů s celkovým počtem pěti vzorků, byl vyhodnocen dle celkové chuti jako nejlepší džem s označením B2 (borůvkový džem s aspartamem) a jako nejhorší prošel testem džem R5 a B5, u kterých bylo použito sladidlo erythritol. Tyto vzorky se podle výsledků testu společně s B1, B2 a R1, R2 nedostaly do limitu 20 – 40, který je pro tuto metodu stanoven a dle těchto výsledků se s 95 % pravděpodobností liší od ostatních. Vzorky s označením B3, B4 a R3, R4 se do kritického rozsahu vešly s výslednými hodnotami v rozmezí 32 – 38. Jedná o vzorky obsahující oba druhy steviol-glykosidů (rebaudiosid A, steviosid).

U pořadového hodnocení chuti rybízových džemů vyšel nejlépe džem R1 (rybízový džem slazený sacharózou) a naopak nejhůře v hodnocení dopadl R5 (rybízový džem slazený erythritolem). Výsledky posuzování celkové chuti rybízových džemů jsou znázorněny v grafu č. 3. U borůvkových džemů vyšel nejlépe vzorek obsahující sladidlo aspartam, následovaný řepným cukrem. Vzestupné výsledky borůvkových džemů jsou uvedeny v grafu č. 4.

**Graf č. 3: Vzestupné seřazení rybízových džemů slazenými různými sladidly dle celkové chuti, dle Kramera.**



**Graf č. 4: Vzestupné seřazení borůvkových džemů slazenými různými sladidly dle celkové chuti, dle Kramera.**



## 5.1 Vyhodnocení pořadové zkoušky

K získání údajů pro vyhodnocení sensorických vlastností džemů byl proveden test pořadové zkoušky podle Kramera. Výsledné hodnoty pocházely z deseti vzorků džemů obsahující pět druhů sladidel, použitých ve dvou druzích džemů (borůvkové, rybízové). Degustaci provedlo deset posuzovatelů z řad studentů ZF JU v Českých Budějovicích. Dle zvolené metody (dle Kramera) byl stanoven kritický interval s hodnotami 20 – 40 s pravděpodobností 95 %. Každý hodnotitel vyplňoval protokol sensorického hodnocení ke každému džemu a za pomoci legendy přiřazovali čísla, která vyjadřovala jejich odpovědi na otázky týkající se organoleptických vlastností (vzhled a barva, vůně, aroma, konzistence, chuť, sladká chuť, celkový dojem). Legenda tvořila číslice od 1 do 6, přičemž 1 znamenala nejlepší hodnocení a číslo 6 naopak nejhorší hodnocení. Celá legenda je uvedena v kapitole 9. Přílohy.

### 5.1.1 Vyhodnocení pořadové zkoušky borůvkových džemů

Tabulka č. 5 ukazuje číselné vyhodnocení sensorického testu, dle názorů posuzovatelů. Hodnoty jsou součty číselného vyjádření hodnotitelů. Číselné údaje představovali slovní hodnocení, které připisovali k jednotlivým vzorkům dle přiloženého listu s legendou.

**Tabulka č. 5: Výsledky sensorického hodnocení borůvkových džemů při použití pořadové zkoušky.**

Použité sladidlo	Hodnocené parametry						
	Vzhled, barva	vůně	aroma	konzistence	chuť	Sladká chuť	Celkový dojem
Řepný cukr	21	26	36	46	27	29	31
Aspartam	22	20	30	24	20	30	24
Rebaudiosid A	29	30	35	22	40	43	45
Steviosid	24	21	35	22	39	44	39
Erythritol	46	29	27	13	44	33	47

Tabulka č. 6 znázorňuje průměry výše zapsaných údajů pro slovní vyhodnocení těchto vzorků, sloužící k lepší orientaci a k sepsání vyhodnocení jednotlivých sensorických vlastností.

**Tabulka č. 6: Číselné hodnocení sensorických vlastností jednotlivých vzorků (borůvkové džemy).**

Použité sladidlo	Hodnocené parametry						
	Vzhled, barva	Vůně	Aroma	Konzistence	Chuť	Sladká chuť	Celkový dojem
Řepný cukr	2,1	2,6	3,6	4,6	2,7	2,9	3,1
Aspartam	2,2	2	3	2,4	2	3	2,4
Rebaudiosid A	2,9	3	3,5	2,2	4	4,3	4,5
Steviosid	2,4	3,1	3,5	2,2	3,9	4,4	3,9
Erythritol	4,6	2,9	2,7	1,3	4,4	3,3	4,7

Legenda slouží k slovnímu vyjádření výsledků senzoričké analýzy vzorků džemů.

**Legenda k tabulce č. 5, 6, 7 a 8:**

**BARVA, VZHLED:**

- 1-čistá, výrazná, odpovídající ovoci, bez netypických odstínů
- 2- čistá, vcelku sytá, přirozená, bez netypických odstínů
- 3-čistá, mdle lesklá, odpovídající ovoci
- 4-celkem čistá, vcelku přirozená, s vystupující vlastní složkou
- 5-mdlá, bez lesku, barva se silnějším odstínem
- 6-mdlá, zcela nevyhovující odlišná barva

**KONZISTENCE:**

- 1-tuhá, velmi rosolovitá, až drobivá
- 2-tuhá, rosolovitá, roztíratelná
- 3-tuhá, slabě rosolovitá
- 4-celkem tuhá, mírně roztékavá
- 5-více roztékavá, kašovitá
- 6-řídce kašovitá

**VŮNĚ:**

- 1-čistá, výrazná typická pro surovinu, harmonická
- 2-čistá, odpovídají surovině, vcelku harmonická
- 3-celkem čistá, vcelku po surovině, s vystupující vlastní složkou
- 4-méně čistá, méně harmonická, s vystupující cizí složkou
- 5-málo typická až netypická, s patrnou cizí složkou, chemická
- 6-netypická, s výraznou cizí složkou, výrazně chemická

**CHUŤ:**

- 1-čistá, výrazná typická pro surovinu, harmonická
- 2-čistá, odpovídají surovině, vcelku harmonická
- 3-celkem čistá, vcelku po surovině, s vystupující vlastní složkou
- 4-méně čistá, méně harmonická, s vystupující cizí složkou
- 5-málo typická až netypická, s patrnou cizí složkou, chemická
- 6-netypická, s výraznou cizí složkou, výrazně chemická

**AROMA:**

- 1-silně intenzivní
- 2-velmi intenzivní
- 3-intenzivní
- 4-vcelku intenzivní
- 5-málo intenzivní
- 6-velmi slabá

**SLADKÁ CHUŤ:**

- 1-silně intenzivní
- 2-velmi intenzivní
- 3-intenzivní
- 4-vcelku intenzivní
- 5-málo intenzivní
- 6-velmi slabá

**CELKOVÝ DOJEM:**

- 1-vynikající
- 2-výborná
- 3-velmi dobrá
- 4-dobrá
- 5-méně dobrá
- 6-nevyhovující

## 5.1.2 Vyhodnocení pořadové zkoušky rybízových džemů

Tabulka č. 7: Výsledky senzoričkého hodnocení rybízových džemů při použití pořadové zkoušky.

Použité sladidlo	Hodnocené parametry						
	Vzhled, barva	vůně	aroma	konzistence	chuť	Sladká chuť	Celkový dojem
Řepný cukr	16	29	38	31	19	24	25
Aspartam	23	29	36	41	26	16	27
Rebaudiosid A	29	30	33	26	32	45	41
Steviosid	28	29	37	25	36	45	45
Erythritol	48	35	40	17	46	24	48

Tabulka č. 8: Číselné hodnocení senzoričkových vlastností jednotlivých vzorků (rybízové džemy).

Použité sladidlo	Hodnocené parametry						
	Vzhled, barva	Vůně	Aroma	Konzistence	Chuť	Sladká chuť	Celkový dojem
Řepný cukr	1,6	2,9	3,8	3,1	1,9	2,4	2,5
Aspartam	2,3	2,9	3,6	4,1	2,6	1,6	2,7
Rebaudiosid A	2,9	3	3,3	2,6	3,2	4,5	4,1
Steviosid	2,8	2,9	3,7	2,5	3,6	4,5	4,5
Erythritol	4,8	3,5	4	1,7	4,6	2,4	4,8

## 5.2 Hodnocení senzoričkových vlastností džemů

### 5.2.1 Džemy slazené řepným cukrem

Vzorky slazené cukrem byly vyhodnoceny jako jedny z nejlepších dle pořadové zkoušky organoleptických vlastností. Výsledná barva a vzhled vzorků byla

vyhodnocena jako čistá, bez netypických odstínů, odpovídající barvě ovoce. Vůně a aroma se dá kvalifikovat jako harmonická, vcelku intenzivní s typickou vůní po ovocné složce. Konzistence džemů odpovídá charakteristice výrobků. Byla popsána jako jemně rosolovitá a mírně roztékavá. Řepný cukr v džemech v souvislosti s chutí byl hodnocen čistě, odpovídající základním surovinám s intenzivní sladivostí. Použití sacharózy je nejen při výrobě džemů lidmi velmi dobře vnímáno, jelikož se jedná o nejrozšířeněji používanou sladivou látku.

### **5.2.2 Džemy slazené aspartamem**

Celkové hodnocení džemů s obsahem aspartamu bylo hodnoceno nejlépe. Džemy obsahující aspartam, barvu ani vůni u obou druhů džemů nijak negativně neovlivnil. Barvu měly vcelku sytou, odpovídající ovoci bez nežádoucích odstínů nebo netypických odstínů. Vůně odpovídala zvolenému ovoci a aroma bylo zhodnoceno jako intenzivní. Při posuzování konzistence se zde výsledky mírně odlišovaly. Rybízový džem vykazoval tužší a pouze mírně roztékavou strukturu. Naopak vzorek připravený z borůvek byl vyhodnocen jako rosolovitý a dobře roztíratelný. Chuťové vlastnosti džemů slazených aspartamem byly hodnoceny výborně. Chutě obou džemů byly čisté, harmonické a vykazovaly přítomnost zvolených druhů ovoce. Při zaměření se na sladkou chuť se dva vzorky mírně lišily. Rybízový džem byl vnímán intenzivněji než borůvkový. Příčinou může být vyšší zralost použitého rybízu.

### **5.2.3 Džemy slazené rebaudiosidem A**

Džemy s použitím sladidla rebaudiosidu A byly celkově hodnoceny podprůměrně. Celkový dojem působil dobrým až méně dobrým dojmem. Hodnotitelé posuzovaly vůni a aroma jako vcelku čistou, vonící po ovoci, přirozenou s lehkým nádechem cizí složky. Barva a vzhled odpovídala ovocné příchuti, vzorky je jevily čisté, leskle. Konzistence jak rybízového tak borůvkového džemu byla hodnocena jako tuhá, roztíratelná a slabě rosolovitá. Rebaudiosid A vykazoval rozdílné chuťové vjemy. Rybízový džem působil čistě, vcelku chutnající po ovoci a sladivost se ukázala jako méně intenzivní. Chuť u borůvkových džemů se lišila a hodnocena byla jako méně čistá s mírnou pachutí cizí složky. Sladká chuť vykazovala vcelku intenzivní dojem.

#### **5.2.4 Džemy slazené steviosidem**

Steviosidem slazené džemy působily při hodnocení celkového dojmu téměř shodně jako džemy obsahující rebaudiosid A. Barvu a vzhled hodnotitelé posoudily čistě, odpovídající danému druhu ovoci, bez náznaků netypických odstínů. Vyhodnocení vůně u obou džemů bylo celkem čisté, vonící po ovocné složce. Aroma působilo jako vcelku intenzivní. Rybízový džem měl spíše tuhou, slabě rosolovitou konzistenci a borůvkový džem se vyznačoval dobrou roztíratelností s rosolovitou konzistencí. Oba vzorky působily při hodnocení chuti méně harmonicky s nádechem jemné pachuti, která působila přítomností cizí složky. Sladivost byla méně intenzivní, jako u předešlého steviol-glykosidu, rebaudiosidu A.

#### **5.2.5 Džemy slazené erythritolem**

Vzorky obsahující sladidlo erythritol celkové působily nejhorším dojmem. Barva a vzhled působily mdle a bez lesku. Při hodnocení vůně byly vzorky méně harmonické ale stále vonící po ovocné složce. Aroma u vzorků bylo vyhodnoceno jako intenzivní. Oba vzorky měly podobnou strukturu, která působila drobivým a tuhým dojmem. Posuzovatelé nejhůře hodnotili chuťové vlastnosti. Celková chuť džemů byla vyhodnocena jako velmi málo typická s patrnou příměsí cizí složky. Sladká chuť naopak působila více intenzivním dojmem.

### **5.3 Vyhodnocení dotazníku pro konzumenty**

Mezi hodnocením sensorických vlastností džemů byl předložen deseti hodnotitelům dotazník pro zjištění doplňujících informací ve vztahu produkt a spotřebitel. Dotazník se skládal ze sedmi otázek, přičemž na šest otázek měli odpovídající vždy na výběr z několika možností a sedmá byla otázkou vzestupně seřazovací. Vzor dotazníků je uveden v kapitole 10. přílohy.

### **5.4 Hodnocení dotazníků**

První otázka dotazníku zjišťovala četnosti konzumace džemů (jak často konzumujete džemy?). Nejčastější odpovědi respondentů bylo jednou měsíčně a několikrát do roka. Po deseti procentech se dostalo i na odpovědi, kde uvedli, že džem konzumují několikrát do týdne, nebo džemy nekonzumují vůbec.



Při dotazu, jaké hodnoty při výběru džemů hodnotitelé upřednostňují, byla z 60 % odpověď obsah ovocné složky v džemech a hned na to navazoval druh ovoce, které upřednostňuje až 40 % hodnotitelů.

Zjišťování, jakému druhu ovoci dávají přednost, byla se 40 % jahodová příchut', následovaná třešní a višní. 10 % by zvolilo borůvky a 20 % dotazovaných zaškrtnulo odpověď jiné, kde se nejvíce jako doplňková odpověď objevovala meruňka a broskev.

Respondenti odpovídali i na dotaz, zda studují etikety u džemů a věnují se tak jejich obsahu. Výsledky byly velmi shodné, kde 60 % jasně uvedlo, že etikety čtou a 40 % dotazovaných se tímto vůbec nezabývají.

Otázka pátá navazuje na předešlou a zjišťovala, zda se dotazovaní zajímají, čím jsou džemy doslazovány. Výsledky se lehce odlišují od předešlého dotazu a to ve smyslu, že 70 % se nezajímá o způsob doslazování džemů. Je tedy zřejmé, že při čtení etiket se zajímají spíše o obsah ovocné složky, než o způsob slazení produktu.

Poslední dotaz směřoval k tomu, jaké možnosti slazení džemů upřednostňují. Na výběr měli řepný cukr, syntetická sladidla a sladidla přírodního původu. 90 % tázaných uvedlo jako odpověď řepný cukr a pouze 10 % sladidla přírodního původu. Naopak syntetické sladidlo nebylo zvoleno v tomto případě ani jednou.

Sedmá otázka byla provedena na základě pořadové metody, kdy hodnotitelé seřazovali uvedená sladidla (řepný cukr, stévie, erythritol, aspartam) dle jejich pohledu od nejzdravější, přičemž platí, že 1 = nejzdravější a 4 = nejnezdravější. V tabulce č. 9 je uvedeno číselné vyhodnocení testu. Výsledky ukázaly, že za nejzdravější způsob doslazování potravin se na základě hodnotitelů ukázalo používání stévie. Následoval ho řepný cukr. Na třetím místě se objevil synteticky vyráběný aspartam a na posledním místě se objevilo sladidlo erythritol. Z výsledků je patrné, že sladidlo z rostliny *Stevia rebaudiana* var. Bertoni se těší stále větší popularitě a její název už není pro spotřebitele neznámým. Naopak erythritol, jako jedna z lepších alternativ řepného cukru není příliš známým pojmem a můžeme tak toto vnímání vidět i ve výsledcích, kde před ním respondenti upřednostnili syntetické sladidlo aspartam.

**Tabulka č. 9: Číselné vyhodnocení pořadové metody na otázku – *Seřad'te následující sladidla dle Vašeho pohledu o nejzdravějšího při jejich použití v potravinách (1 – 4).***

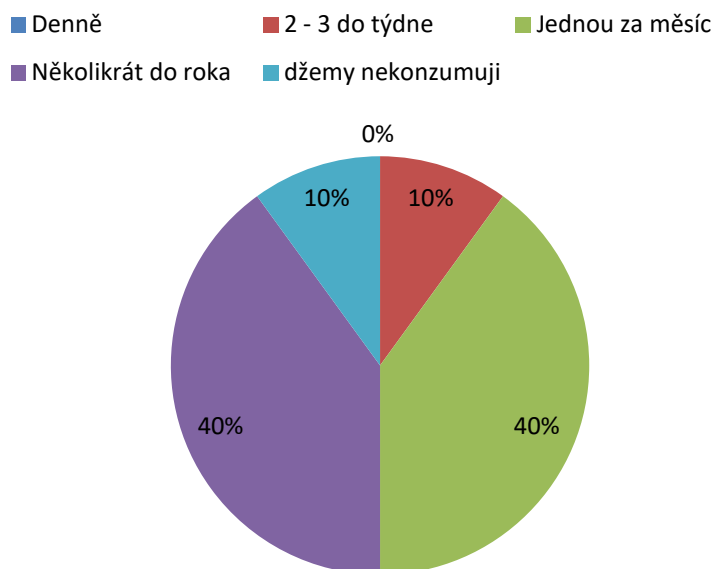
<b>Druhy použitého sladidla</b>	<b>Sečtené hodnoty</b>	<b>Celkové pořadí po vyhodnocení od nejlépe hodnoceného (vzestupně)</b>
Řepný cukr	20	Stévie
Stévie	13	Řepný cukr
Erythritol	32	Aspartam
Aspartam	26	Erythritol

Z výsledků lze usuzovat, že konzumace džemů je celkem pravidelně využívána a při výběru ovocné složky dominují tradiční druhy, jako je jahoda a třešně. Zjistilo se, že obsahem džemů se zabývá více než polovina dotazovaných, ale jen 30 % se zajímá o sladivou složku džemů. Lze tak usoudit, že lidé stále upřednostňují a vyhledávají informace především o příchuti džemů, než o to, čím jsou džemy doslazovány. Při využívání sladidel v džemech je nejvíce upřednostňován řepný cukr, ale při dotazu na nejzdravější možnost uvedli stévii. Opět lze konstatovat důležitost a upřednostňování tradiční chuti řepného cukru, před konzumací zdravější alternativy – stévie, která je v dnešní době už více známou látkou, ale také často zavrhanou kvůli jemné pachuti, kterou může v potravinách způsobovat.

## **5.5 Grafické vyhodnocení dotazníků pro konzumenty**

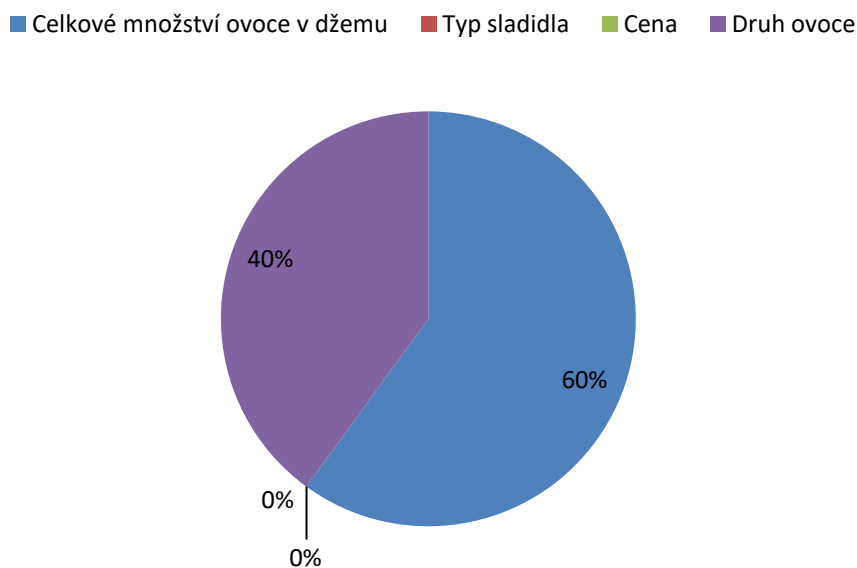
Při zjišťování četnosti konzumace se zjistilo, že se jedná o potravinu užívanou spíše příležitostně. Dotazovaní tento druh potravin konzumují pouze několikrát měsíčně nebo ročně, jak je vidět v grafu č. 5.

**Graf č. 5: Jak často konzumujete džemy?**



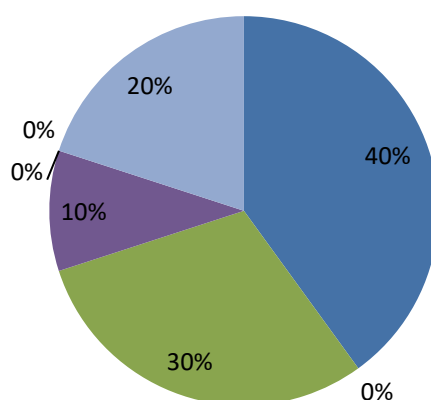
Více než polovina hodnotitelů upřednostňuje při koupi džemů obsah ovocné složky. Doslazování produktů se dotazovaná skupina nezajímá, jak je patrné z grafu č. 6. Při další otázce, zjišťující čemu dávají dotazovaní přednost při výběru džemů, se názory výrazně lišily. Graf č. 7 znázorňuje oblíbenost tradičních příchutí, jako jsou jahody, třešně či višně. 20 % dotazovaných odpovídalo, že dávají přednost jinému druhu ovoci, přičemž i zde se názory shodovaly a do dotazníku uvedli jako nejčastější odpověď džemy vyrobené z meruněk či broskví.

**Graf č. 6: Co upřednostňujete při výběru džemů?**



**Graf č. 7: Jakému druhu džemu dáváte přednost?**

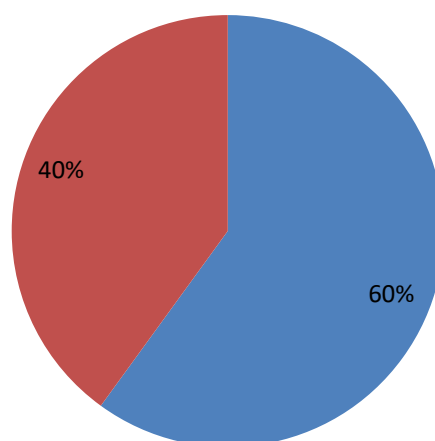
■ Jahoda ■ Rybíz ■ Třešně, višně ■ Borůvky ■ Jablka ■ Citrusy ■ Jiné



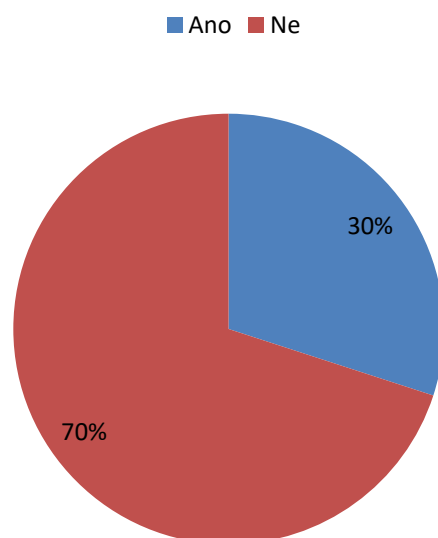
Zajímavostí je zjištění, že více než polovina dotazovaných čte etikety obalů při nákupu džemů, ale při dotazu na to, zda se zajímají o způsobu slazení, téměř tři čtvrtiny odpovídalo záporně. Z tohoto lze usoudit, že se při čtení etiket vyhledávají informace o druhu a množství ovocné složky v džemech, než o to, jaký typ sladidla byl použit pro jejich doslazení. Přesné výsledky jsou doloženy grafem č. 8 a č. 9.

**Graf č. 8: Čtete obsahy etiket u džemů?**

■ Ano ■ Ne



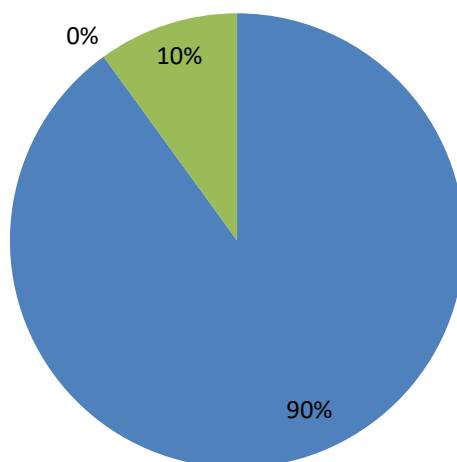
**Graf č. 9: Zajímáte se, čím jsou džemy doslazovány?**



Důležitost použitých sladidel při nákupu potravin není pro dotazující klíčovým kritériem, ale při dotazu jakému druhu sladidla dávají přednost v džemech, uvedla drtivá většina řepný cukr a pouze 10 % by upřednostnilo sladidla na přírodní bázi, jak je uvedeno v grafu č. 10.

**Graf č. 10: Upřednostňujete klasický cukr nebo náhradní sladidlo v džemech?**

- Řepný cukr
- Náhradní sladidlo - syntetické (např. acesulfam K)
- Náhradní sladidlo - přírodního původu (např. stevia)



## 6 Diskuze

Cílem diplomové práce bylo porovnat senzoričné vlastnosti dvou vybraných druhů steviol-glykosidů s dalšími možnými sladidly při konzumaci ve vybraných druzích džemů. Pro tyto účely bylo vybráno pět druhů sladidel. Řepný cukr, ze steviol-glykosidů steviosid a rebaudiosid A, ze synteticky vyrobených sladidel aspartam a z alkoholových sladidel erythritol. Senzorickou analýzou byly získány informace o organoleptických vlastnostech džemů slazených steviol-glykosidy a jejich porovnání s běžně využívanými sladidly. Dle zjištěných informací lze posoudit, zda steviosid či rebaudiosid A by mohl být vhodnou alternativou doslazování potravin a jejich využívání při výrobě.

Respondenti nejlépe hodnotili vzorky obsahující řepný cukr a aspartam a to jak v rybízových tak v borůvkových džemech, přičemž při součtu hodnot se jako první umístil s mírným náskokem právě aspartam s celkovým průměrným součtem 16, následovaný řepným cukrem s průměrnou hodnotou 19. S pozitivním hodnocením džemů obsahující právě cukr souhlasí i Spillane (2006), který uvádí cukr jako látku, vyvolávající příjemně sladivou chuť, bez výskytu pachutí. S tímto souhlasí i Velíšek *et al.* (2009), který charakterizuje sacharózu jako typickou, standardní sladkou chuť. Dále upozorňuje na použití aspartamu společně s kyselými potravinami, kdy by mohlo dojít ke snížení sladivé chuti. Výsledky sladivosti aspartamu při výrobě džemů toto tvrzení nepotvrdilo a sladká chuť byla hodnocena jako intenzivní, a nedošlo tak k její degradaci i za podmínek, že použitý aspartam pro účely této analýzy byl v kombinaci s maltodextrinem. Použití aspartamu je vždy nutné zvážit z důvodu rozdílné sladivosti v různých druzích potravin, jak upozorňuje Azevedo *et al.* (2015). Naopak Rocha *et al.* (2015) přisuzuje aspartamu velký potenciál jako náhražku za sacharózu při použití v potravinářství právě z důvodu jeho chuti a celkového dojmu v ovocných nápojích. Při hodnocení zbarvení džemů vzorky s řepným cukrem odpovídaly barvě ovoci, bez jakýchkoliv netypických odstínů, které mohou nastat v důsledku reakcí, probíhajících při termálním rozkladu a při Maillardově reakci jak uvádí Čopíková (1999).

Naopak při zjištění džemů, které dosáhly na nejhorší hodnocení, byly vzorky obsahující sladidlo erythritol. Borůvkový džem s hodnotou 43 ani rybízový džem s hodnotou 45 se nevešely do limitu 20 – 40, které bylo mezní pro 95 %

pravděpodobnost od ostatních džemů dle zvolené metody. Posuzovatelé vcelku špatně hodnotili barvu a vzhled, která byla nevyhovující od ostatních vzorků. Barva působila převážně mdle a vzorky měly drobný charakter a světlejší odstín v porovnání s ostatními vzorky. Změnu barvy potvrzuje i studie Nowicka *et al.* (2016), kteří uvádějí, že po přidání sladidla erythritolu do višňového pyré bylo pozorováno výrazné snížení jasu barvy výsledného produktu. Dále Wrang *et al.* (1998) potvrzuje chování erythritolu v potravinách tím, že toto sladidlo je více tepelně stabilní a nevytváří Maillardovu reakci typickou pro sacharózu. Se změnou barvy souhlasí i Lin *et al.* (2003), který uvedl rozdíly v barvě pokrmu, po přidání erythritolu a zároveň uvedl i sníženou sladivost, která byla v tomto výzkumu hodnocena jako průměrná a doplňuje tak naše výsledky. Zároveň ale dodává, že sladkou chuť lze vyvážit kombinací erythritolu společně se sacharózou. Použití samotného erythritolu v džemech se neprojevuje jako dobrou volbou a je zapotřebí vhodného kombinování s jinými syntetickými sladidly, kdy erythritol má výbornou vlastnosti, maskovat hořkou pachut' umělých sladidel jak hodnotí Čmejlová *et al.* (2009) a kombinace s tímto druhem sladidla doporučuje i Lin *et al.* (2010).

Průměrných výsledků dosáhly překvapivě džemy s obsahem steviol-glykosidů s téměř shodným hodnocením. Celkový dojem rebaudiosidu A konzumenti ohodnotili průměrnou hodnotou 4,3 a obdobného výsledku dosáhl i steviosid 4,2. Rebaudiosidu A se přisuzuje vyšší sladivost oproti jiným steviol-glykosidům a jeho použití se osvědčilo i při výrobě syrovátkového proteinu, jak uvádí Millani *et al.* (2016). Dobré vlastnosti při použití podpořil i Carvalho *et al.* (2013), který uvádí použitelnost rebaudiosidu A do teplých hmot kolem 100 °C a dokazuje, že jeho chuťové vlastnosti se neztratí ani při použití v horkých směsích. Jeho výzkum potvrdil dobré chuťové vlastnosti, srovnatelné se sukralózou. Očekávalo se, že rebaudiosid A bude hodnocen lépe než použití steviosidu. Majchrzak *et al.* (2015) ale upozorňuje na možné vytvářené hořké nebo trpké chuti při použití vyšší koncentrace rebaudiosidu A. S tímto tvrzením se shoduje i Rocha *et al.* (2015), který doporučuje klást velký důraz na druh slazeného produktu a uvádí, že při použití rebaudiosidu A v nápojích je znatelný jak druh, tak koncentrace. Tyto fakta mohou vysvětlovat nádech cizích příměsí, jak uvedli hodnotitelé v džemech obsahující rebaudiosid A. Hergesell *et al.* (2014) ve svém výzkumu potvrzuje typickou hořkost při nahrazení 75 až 100 % cukru rebaudiosidem A a při senzoričtém zjištění byly prokázány odlišnosti v chuti při použití do jogurtů. Je tedy patrné, že rebaudiosid A může

vykazovat odlišné chuťové vjemy nejen v džemech, ale i v jiných produktech. Pro jeho použití právě při přípravě džemů je nutné upravit koncentraci a nevycházet jen z relativní sladivosti vůči sacharóze, ale brát v úvahu i povahu potravin, do kterých se přidává a upravit dávkování. I přesto, že Prakash *et al.* (2008) definuje rebaudiosid A jako vysoce účinné sladidlo, tak vnímání intenzity sladivé chutě je věc individuální. Intenzita může pro někoho být předností a naopak někdo upřednostňuje kyselejší chuť, zdůrazňující ovocnou složku. Dále uvádí, že síla sladivosti rebaudiosidu A je závislá na podmínkách pH a dodává, že může být při vyšších dávkách vnímána hořká pachut'. To vysvětluje výsledek hodnocení džemů, kde se ukázala chuť jako méně čistá s výskytem cizí příměsi. Z tohoto důvodu se doporučuje rebaudiosid A používat společně s jiným druhem sladidla pro získání vyvážené chuti. Vzorky s obsahem rebaudiosidu A byly definovány jako intenzivní s průměrnou hodnotou 3,5. Nepříliš dobré hodnocení rebaudiosidu A může vysvětlovat i tvrzení Wölwer-Rieck *et al.* (2010), který uvádí důležitost pH pro stabilitu rebaudiosidu A, přičemž degradaci způsobují především nižší hodnoty pH. Kroyer (2010) naopak uvádí riziko vyššího pH, kdy může docházet k útlumu sladivosti. Tyto výzkumy mohou opět vysvětlovat výsledky sensorického hodnocení džemů obsahující rebaudiosid A. Pro jeho použití je zapotřebí provést výzkum pro zjištění optimální dávky, protože rebaudiosid A má velmi dobré chuťové vlastnosti a čím vyšší množství ho ve směsích steviol-glykosidů je, tím je i vyšší kvalita sladidla a při vyváženém poměru může odstraňovat nežádoucí účinky steviosidu, jak uvádí Kubus-Moryson *et al.* (2015).

Steviosid v džemech působil na hodnotitele téměř shodným dojmem jako výše zmíněný rebaudiosid A. Hodnocení sladké chuti bylo vnímáno méně intenzivněji s průměrnou hodnotou 4,45. Sladká chuť nebyla dost intenzivní, což mohlo vést hodnotitele k průměrnému celkovému hodnocení těchto džemů. Za mírnou ztrátu sladké chuti může teplota při výrobě džemů, jak totiž uvádí Kroyer (2010), steviosid je dobře tepelně stabilní až do 140 °C, ale při 200 °C nastává degradace. Dále Kroyer (1999) nedoporučuje použití steviosidu při pečení, kde by byl vystaven vyšším teplotám a nastala by tak úplná degradace. Ale dále také dodává, že steviosid jako sladidlo má dobrou stabilitu při dodržení optimálních podmínek a vyvarování se extrémním teplotám. Dále byla relativně dobře hodnocena konzistence ve vzorcích obsahující steviosid s průměrnou hodnotou 2,3, tedy dobře roztíratelný a tuhý. Tuhost může být vytvářena díky vyšší tvorbě pektinových vláken, při použití



steviosidu společně se sukralózou při přípravě džemů, jak uvádí Basu *et al.* (2013). Úplné nahrazení sacharózy steviosidem na základě výsledků nevykazuje dobrý potenciál pro stoprocentní využití tohoto druhu sladidla, ale jako dobrá volba by byla vhodná kombinace více druhů sladidel, kdy by správné poměry více druhů zlepšovaly organoleptické vlastnosti džemů a navzájem se chutě vyvažovali. Tento postup doporučuje i Yousefi *et al.* (2018). Jeho výzkum vykazoval velmi dobré sensorické vlastnosti při použití kombinace 27 % steviosidu a 50 % sacharózy. Při použití samotných steviol-glykosidů hodnotitelé zaznamenali náznaky pachuti, což nám potvrzuje i Guggisberg *et al.* (2011). Pihlík (2017), který také použil steviol-glykosidy pro získání hodnocení sensorických vlastností džemů, dosáhl obdobných výsledků. Jeho hodnocení vzorků se steviol-glykosidy se umístily na posledních místech ve všech druzích džemů, kde je autor použil.

Využívání steviol-glykosidů v potravinách z hlediska sensorické analýzy má velký potenciál, ale důležitost jejich použití je také v jejich zdravotní nezávadnosti. V roce 1985 uveřejnil Pezzuto *et al.* (1985) výzkum, který uváděl steviol, metabolický produkt steviosidu jako možnou látku podporující případné látky karcinogenní povahy. Dále ale upozorňuje na to, že toto působení steviosidu v lidském těle není doloženo a odvolává se tak na jiné látky, působící podobě, bez negativních vlivů na zdravotní stav. Vyvracení možné teorie o škodlivém působení steviol-glykosidů jako přídatných látek do potravin podporuje i další provedená studie Roberta *et al.* (2008), který potvrdil nezávadnost rebaudiosidu A a to dokonce i při vysokých dávkách.

Další vlastnosti, které by mohly steviol-glykosidy vykazovat, jsou vedlejší účinky, které jsou pozorovány i u jiných běžně dostupných přídatných látek. Říha (2012) uvádí, že při použití steviol-glykosidů nedochází k vedlejším účinkům a zdůrazňuje, že jedinou nevýhodou těchto látek je, že na jejich chuťové vlastnosti se musí přivyknout, což nám potvrzují i výsledky sensorické analýzy této práce. Užívání steviol-glykosidů jako přídatné látky, obohacují výrobky o pozitivní účinky, které jsou těmto látkám přisuzovány. To potvrzuje i Williams *et al.* (2009) společně s Geuns (2003), kteří uvádějí pozitivní vliv stévie na regulaci chuti k jídlu nebo její užitečný vliv při léčbě diabetu. Konzumace džemů s obsahem cukru vede ke vzniku zubního kazu. Nahrazením sacharózy sladidly z rostliny *Stevia rebaudiana* var. Bertoni lze tomuto předejít a navíc zvýšit účinnost před vznikem zubního kazu, protože jak uvádí Contreras (2013), steviol-glykosidy mohou snižovat bakteriální

zátěž a zároveň tak snižovat i pH a to za pomoci ochranného biofilmu, který steviol-glykosidy na zubní sklovině vytvářejí. Využívání steviol-glykosidů v potravinách má velký potenciál, co se týká jejich pozitivních vlivů. Další jejich pozitivní vlastnost uvedla studie Wozniak *et al.* (2014), která uvádí zvyšování stability kyseliny askorbové (vitaminu C), přidáním právě steviol-glykosidů. Jedná se tak o další pozitivní vlastnost při možném užívání těchto látek v potravinářském průmyslu. Jejich použití má ale z hlediska sensorického hodnocení omezený rozsah, což potvrzuje i Balaswamy *et al.* (2014), který hodnotil sensorické vlastnosti nápojových produktů, obsahující steviol-glykosidy a uvedl, že jejich přítomnost v nápojích způsobuje trpkou chuť, ale zároveň uvádí jejich možnou užitečnost při výrobě nízkokalorických nápojů. Pro zlepšení chuťových vlastností, které byli jak při použití steviosidu, tak při použití rebaudiosidu A po provedené analýze hodnoceny spíše průměrně, by bylo dobrým řešením jejich kombinace s jinými sladidly a upravit dávkování. S tímto souhlasí i Alizadeh *et al.* (2014), který zdůrazňuje přítomnost hořké pachuti steviosidu a doporučuje pro jejich použití využít různé poměry sladidel ze stévie společně s jinými druhy sladidel či se sacharózou.

## 7 Závěr

Diplomová práce porovnávala senzoričké parametry dvou steviol-glykosidů – rebaudiosidu A a steviosidu, společně s dalšími druhy vybraných sladidel. Záměrně byla použita sladidla patřící do odlišných skupin. Z přírodních sacharidových sladidel byl vybrán řepný cukr, pro výborné chuťové vlastnosti byl ze synteticky vyráběných sladidel použit aspartam a z cukerných alkoholů sladidlo erythritol. Džemy připravované pro analýzu byly vyrobeny dle receptury obsahující cukr a dávkování ostatních sladidel bylo určeno podle jejich relativní sladivosti vůči cukru nebo dle návodu na obalu.

Provedená analýza prokázala nejhorší výsledek u džemů obsahující sladidlo erythritol, u kterých byla naměřena hodnota přesahující 40, tedy mimo limit, který byl stanoven. Naopak nejlepších výsledků dosáhly sladidla aspartam a řepný cukr, které se svými hodnotami také nevešly do předepsaného limitu. Kritické hodnoty limitu splnily džemy obsahující steviosid a rebaudiosid A.

Vyhodnocení senzoričkých vlastností steviol-glykosidů se zařadilo za řepný cukr a aspartam. Podle hodnocení oba vzorky působily spíše průměrně a z výsledků tak lze usuzovat, že použití čistého rebaudiosidu A nebo steviosidu nelze považovat za dobrou alternativu doslazování džemů. Hodnotitelé uváděli jemný nádech cizích příměsí, pachutí při degustaci džemů se steviol-glykosidy. Pachutí nebo náznak kovové chuti po slazení čistého steviosidu je časté, ale zajímavé je, že rebaudiosid A by neměl vykazovat žádné cizí příměsi po jeho požití.

Po provedení analýzy a vyhodnocení všech sledovaných parametrů lze usuzovat, že nejvíce preferované je dlouho osvědčené syntetické sladidlo aspartam a řepný cukr. Tyto výsledky nejsou překvapivé, jelikož se jedná o sladidla, která jsou právě díky svým vlastnostem a chutí nejužívanější. Co se týká rebaudiosidu A a steviosidu, tak lze předpokládat jejich velký potenciál. Možným důvodem jejich průměrného hodnocení je fakt, že užití čistých steviol-glykosidů nemusí být vždy dosaženo skvělých výsledků, ale je možné je správně kombinovat s jinými druhy sladidel pro dosažení lepších chuťových vlastností. Z vlastní zkušenosti mohou potvrdit, že lidské chutě jsou zvyklé na typickou sladkou chuť cukru, kterou známe téměř od raného dětství. Vnímání sladké chuti je zcela individuální a lze snadno přivyknout na mírně odlišnou sladkou chuť, než kterou známe. Závěrem lze dodat,

že pro lepší chuť a přijatelné sensorické vlastnosti steviol-glykosidů by bylo zapotřebí dalšího výzkumu, zabývající se stejným hodnocením, avšak zaměřit se na použití steviol-glykosidů v různých poměrech společně s odlišnými druhy sladidel a najít tak přijatelnou dávku pro jejich požití a využít je ve směsích sladidel.

## 8 Zdroje a literatura

1. ALIZADEH M., AZIZI-LALABADI M., KHEIROURI S. (2014): Impact of using stevia on physicochemical, sensory, rheology and glycemic index of soft ice cream. *Food and Nutrition Sciences*, 5, s. 390 – 396.
2. AZEVEDO B. M., SCHMIDT F. L., BOLINI H. M. A. (2015): High intensity sweeteners in espresso coffee: Ideal and equivalent sweetness and time intensity analysis. *International Journal of Food Science and Technology*, 50, s. 1374 – 1381.
3. BALASWAMY K., PRABHAKARA R. P. G., NARSING R. G., NAGENDER A., SATYANARAYANA A. (2014): Production of low calorie ready to serve fruit beverages using a nutkal sweetener, stevia (*Stevia rebaudiana* L.). *Focusing on Modern Food Industry*, 3, s. 59 – 63.
4. BASU S., SHIVHARE U., SINGH T. V. (2013): Effect of substitution of stevioside and sucralose on rheological, spectral, color and microstructural characteristics of mango jam. *Journal of Food Engineering* 114, s. 465 – 476.
5. BERNT W. O., BORZELLECA J. F., FLAMM G., MUNROS I. C. (1996): Erythritol: A review of biological and toxicological Studies. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 24, s. 191 – 197.
6. BUŇKA F., HRABĚ J., VOSPĚL B. (2010): Senzorická analýza potravin I. Zlín. Univerzita Tomáše Bati, Zlín, 57 s.
7. CARVALHO A. C. G., OLIVEIRA R. C. G., NAVACCHI M. F. P., COSTA C. E. M., MANTOVANI D., DACOME A. S., SEIXAS F. A. V., COSTA S. C. (2013): Evaluation of the potential use of rebaudioside-A as sweetener for diet jam. *Food Science and Technology*, 33(3), s. 555 – 560.
8. CONTRERAS M. S. (2013): Anticariogenic properties and effects on periodontal structures of *Stevia rebaudiana* Bertoni. Narrative review, *Journal of Oral Research*, 2(3), s. 158 - 166.
9. ČÍŽ K. (2008): Alternativní sladidla. *Listy cukrovarnické a řepařské*, 124(9-10), s. 278 – 279.

10. ČMEJLOVÁ K., PANOVSÁ Z., VÁCHOVÁ A., LUKEŠOVÁ D. (2009): Time – intensity Studies of Sweeteners. *Czech Journal of Food Science*, 27, s. 327 – 3329.
11. ČOPÍKOVÁ J. (1999): Náhrady sacharosy a tuků v čokoládových a nečokoládových cukrovinkách. *Chemické listy*, 93, s. 3-14.
12. ČOPÍKOVÁ J., LAPČÍK O., UHER M. a MORAVCOVÁ J. (2006): Cukerná nesacharidová sladidla a příbuzné látky. *Chemické Listy*, 100, s. 778-783.
13. ČOPÍKOVÁ J., MORAVCOVÁ J., WIMMER Z., OPLETAL L., LAPČÍK O., DRAŠAR P. (2013): Náhradní sladidla. *Chemické listy*, 107, s. 867 – 874.
14. DOLEŽAL V., KLÍMOVÁ J., NOSKOVÁ A., PEKAŘOVÁ M. (1998): Kuchařka – konzervujeme ovoce, zeleninu, houby, maso. 2. vydání, DONA, České Budějovice, 144 s.
15. DOSTÁLOVÁ J., KADLEC P. (2014): Potravinářské zbožíznalství: technologie potravin. Key Publishing, Ostrava, 435 s.
16. GABROVSKÁ D., CHÝLKOVÁ M. (2017): Sladká fakta o cukrech a sladidlech – aneb čím si osladit život. Priority D. Bezpečnost potravin, České technologické platformy pro potraviny ve spolupráci s Potravinářskou komorou České republiky, Praha, 52 s.
17. GEUNS J. M. C. (2003): Stevioside. *Phytochemistry*, 64, s. 913 – 921.
18. GIUFFRÉ, L., ROMANIUK R. a CIARLO E. (2013): Stevia, ka'a he'e, wild sweet herb from South America. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 25(10), s. 746 – 750.
19. GUGGISBERG D., PICCANALI P., SCHREIER K. (2011): Effects of sugar substitution with Stevia, Actilighta and Stevia combinations or Palatinose on rheological and sensory characteristics of low-fat and whole milk set yogurt. *International Dairy Journal*, 21(9), s. 636 – 644.
20. HERGESELL, L., SCHÖNE F., GREILING A., SCHÄFER U., JAREIS G., JENA (2014): Possibilities and limitations of sugar reduction by steviol glycosides in yoghurt. *Ernährungs Umschau* 61(12), s. 181 – 187.
21. JEŽEK F. (2014): Senzorická analýza potravin – návody na cvičení. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. Brno, 81 s.
22. JEŽEK F., SALÁKOVÁ A. (2012): Senzorická analýza potravin. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. Brno, 126 s.

23. KAROVIČOVÁ J., LEHKOŽIVOVÁ J., KOHAJDOVÁ Z., SUHAJ M. (2007): Stanovenie náhradných sladidel a doznievanie sladkej chuti nealkoholických nápojov. *Chemické listy*, 101, s. 171 – 175.
24. KINCLOVÁ V., JAROŠOVÁ A., TREMLOVÁ B. (2004): Senzorická analýza potravín. Veterinárni a farmaceutická univerzita Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, *Veterinářství*, 54, s. 362 – 364.
25. KOBUS-MORYSON M., GRAMZA-MICHALOWSKA A. (2015): Directions on the use of stevia leaves (*stevia rebaudiana*) as an additive in food products. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 14(1), s. 5 – 13.
26. KROYER G. (2010): Stevioside and stevia – sweetener in food: application, stability and interaction with food ingredients. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 5(225), 229 s.
27. KROYER G. (1999): The Low Calories Sweetener Stevioside: Stability and Interaction with Food Ingredients. *Lebensmittel, Wissenschaft und Technologie*, 32, s. 509 – 512.
28. LAPČÍK O., ČOPÍKOVÁ J., UHER M., MORAVCOVÁ J., DRAŠAR P. (2007): Necukerné přírodní látky sladké chuti. *Chemické listy*, 101(1), s. 44 – 54.
29. LIN A-D., HWANG C-F., YEH C-H. (2003): Physical and Sensory Characteristics of Chiffon Cake Prepared with Erythritol as Replacement for Sucrose. *Journal of Food Science*, 68(6), s. 2107 – 2110.
30. LIN S-D., LEE CH-CH., MAU J-L., LIN L-Y., CHIOU S-Y. (2010): Effect of Erythritol on Quality Characteristics of Reduced-calorie Danish Cookies. *Journal of Food Quality*, 22(1), s. 14 – 26.
31. MAJCHRZAK D., IPSEN A., KOENIQ J. (2015): Sucrose-replacement by rebaudioside A in a model beverage. *Journal Food Science Technology*, 52(9), s. 6031 – 3036.
32. MAYANK, JAITAK J. (2015): Interaction model of steviol glycosides from *Stevia rebaudiana* (Bertoni) with sweet taste receptors: A computational approach. *Phytochemistry*, 116, s. 12 – 20.
33. MILLANI P. G., DACOME A. S., NALESSO C. C. F., FIORENTI C. A., COSTA C. E. M., COSTA S. C. (2016): Functional properties and sensory testing of wey protein concentrate sweetened with rebaudioside A. *Revista de Nutricao*, Campinas, 29(1), s. 125 – 137.

34. NABORS L. O. (2011): *Alternative Sweeteners*. Fourth Edition. CRC Press Boca Raton, 587 s.
35. NAVRÁTILOVÁ Z. (2015): *Stevia rebaudiana* – přírodní nekalorické sladidlo. *Praktické lékařství*, 11(6), s. 217 – 218.
36. NEUMANN R., MOLNÁR P., ARNOLD S. (1990): *Senzorické skúmanie potravín*. Alfa, Bratislava, 352 s.
37. NOWICKA P., WOJDYLO A. (2016): Stability of phenolic compounds, antioxidant activity and colour through natural sweeteners addition during storage of sour cherry puree. *Food Chemistry*, 196, s. 925 – 934.
38. PARRIS A. CHERYL, SHOCK C. CLINTON, MICHAEL QIAN (2016): Dry Leaf and Sterol Glycoside Productivity of *Stevia rebaudiana* in the Western United States. *HortScience*, 51(10), s. 1220 – 1227.
39. PEZZUTO J. M., COMPADRE C. M., SWANSON S. M., NANAYAKKARA N. P. D., KINGHORN A.D. (1985): Metabolically activated steviol, the aglycone of stevioside, is mutagenic. *Medical Sciences, USA*, 82(8), s. 2478 – 2482.
40. PIHLÍK P. (2017): Vliv použitých sladidel na sensorické vlastnosti džemů z vybraných druhů ovoce. Diplomová práce, JU ZF České Budějovice, 53 s.
41. POKORNÝ J. (1997): *Metody sensorické analýzy potravín a stanovení sensorické jakosti*. 2. Doplnková vydání, stav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 196 s.
42. POKORNÝ J., VALENTOVÁ H., PANOVSKÁ Z. (1998): *Senzorická analýza potravín*. Praha VŠCHT, Praha, 95 s.
43. PRAKASH I., DuBOIS G. E, CLOS J. F., WILKENS K. L., FOSDICK L. E. (2008): Development of rebiana, a natural, non-caloric sweetener. *Food and Chemical Toxicology*, 46, s. 75 – 82.
44. RAČICKÁ E. (2012): Náhradní sladidla, jejich místo v současné diabetologii. *Interní Medicína*, 14 (8,9), s. 331 – 335.
45. REGNAT K., MACH R. L., MACH-AIGNER A. R. (2018): Erythritol as sweetener – wherefrom and whereto? *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102, s. 587 – 595.
46. ROBERT A., RENWICK A. G. (2008): Comparative toxicokinetics and metabolism of rebaudioside A, stevioside, and steviol in rats. *Food and Chemici Toxicology*, 7(46), s. 31-39.



47. ROCHA I. F. O. a BOLINI H. M. A. (2015). Passion fruit juice with different sweeteners: Sensory profile by descriptive analysis and acceptance. *Food Science & Nutrition*, 3(2): s. 129 – 139.
48. ŘÍHA V. (2012): Stévie sladká *Stevia rebaudiana* Bertoni. Repronis, Ostrava, 55 s.
49. SASS M. (2015): Steviolglycoside-Kompaktwissen. *DLG-Expertenwissen*, 14, s. 1 – 8.
50. SIMONSOHNOVÁ B. (2013): Stévie přírodní alternativa cukru a sladidel. Praha, Euromedia Group, k.s. – Ikar, 240 s.
51. SINGLA R., JAITAK V. (2016): xtrakčních rebaudioside A from stevioside and their interaction model with hTHAS2R4 bitter taste receptor. *Phytochemistry* 125, s. 106 – 111.
52. SCHÖFERLE T. (2012): *Stevia rebaudiana* – Süßstoff der Vergangenheit & Zukunft. In Nutzpflanzenseminar. Institut für Systematische Botanik und Ökologie, Ulm, s. 1-2.
53. SPILLANE J. W. (2006): Optimising sweet taste in xtr. 1st edition. Cambridge, *Woodhead Publishing Limited*, s. 448.
54. STÁVKOVÁ J. (2011): Je to sladké a cukr to není – STEVIE. *Časopis Výživa a Potraviny*, 5, s. 133 – 135.
55. VALÍČEK P., VANĚK T., NEPOVÍM A. (1996): *Diabetes mellitus* a rostliny. *Remedia* 6, (2,3), s. 150-153.
56. VELÍŠEK J., HAJŠLOVÁ J. (2009): Chemie potravin 2, OSSIS, 644 s.
57. VELÍŠEK J., HAJŠLOVÁ J. (2009): Chemie potravin 1. 3.vyd. Tábor: OSSIS, 1264 s.
58. WILLIAMS L. D., BURDOCK G. A. (2009): Genotoxicity studies on a high-purity rebaudioside A preparation. *Food Chemical Toxicology*, 47(8), s. 1831 – 1836.
59. WÖLWER-RIECK U., TOMBERG W., WAWRZUN A. (2010): Investigations on the Stability of Stevioside and Rebaudioside A in soft Drinks. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 58, s. 12216 – 12220.
60. WOZNIAK L., MARSZALEK K., SKAPSKA S. (2014): Influence of Steviol Glykosides on the Stability of vitamin C and Anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62, s. 11264 – 11269.

61. WRANG Y., PENG H. (1998): A new super star: A natural calorie-free sweetener-erythritol. *Food Ind Taiw*, 30(9), s. 23 – 31.
62. YADAV A. K., SINGH S., DHYANI D., AHUJA P. S. (2011): A review on the improvement of stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*). *Canadian Journal Plant Science*, 91(1), s. 1 – 27.
63. YOUSEFI M., GOLI S. A. H., KADIVAR M. (2018): Physicochemical and Nutritional Stability of Optimized Low-calorie Quince (*Cydonia oblonga*) Jam Containing Stevioside During Storage. *Current Nutrition and Food Science*, 14, s. 79 – 87.
64. ZAFAR T., NAIK Q. AB., SHRIVASTAVA V. K. (2017): Aspartame: Effects and Awareness. *Department of Biosciences and Toxicology*, Barkatullah University, India, 3(2), s. 1 – 5.

#### **Normy a internetové zdroje:**

1. ČSN EN ISO 5495 (560032) – Senzorická analýza – metodologie – párová porovnávací zkouška. Staženo dne 14.12.2017.
2. NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 1131/2011 ze dne 11. Listopadu 2011, kterým se mění příloha II nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008, pokud jde o steviol-glykosidy. Staženo dne 14.12.2017.
3. Vyhláška č. 4/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných latek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin. Staženo dne 14.12.2017.
4. <https://www.benu.cz/irbis-sweet-sladidlo-sypke-plv-200g>. Staženo dne 22. 2.2018.
5. <https://www.benu.cz/erythritol-200g>. Staženo dne 22.2.2018.
6. Český statistický řad:  
<https://www.czso.cz/documents/10180/45565376/2701391701.pdf/0ac2fb94-6722-4b36-92c8-5d047f0953c7?version=1.0>. Staženo dne 3.4.2018.
7. PROCHÁZKOVÁ S. (2013): Cukr – pochoutka, nebo bílý jed? A čím tedy vlastně sladit? Dostupné na: <http://www.dama.cz/zdravi/cukr-pochoutka-nebo-bily-jed-a-cim-tedy-vlastne-sladit-23099>. Staženo dne: 10.12.2017.

## 9 Seznam tabulek, obrázků a grafů

### Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Maximální povolené množství steviol-glykosidů, jako přídatných látek do vybraných potravin (Nařízení EU č. 1131/2011 ze dne 11. Listopadu 2011).....	13
Tabulka č. 2: Nejběžnější metody pro laboratorní sensorické analýzy (Pokorný et al., 1998) .....	21
Tabulka č. 3: Hladina pravděpodobnosti P = 95% dle Kramera (Pokorný, 1997).....	24
Tabulka č. 4: Výsledné hodnoty pořadové zkoušky jednotlivých druhů džemů, vyhodnoceny dle metody Kramera.....	32
Tabulka č. 5: Výsledky sensorického hodnocení borůvkových džemů při použití pořadové zkoušky .....	36
Tabulka č. 6: Číselné hodnocení sensorických vlastností jednotlivých vzorků.....	36
Tabulka č. 7: Výsledky sensorického hodnocení rybízových džemů při použití pořadové zkoušky .....	38
Tabulka č. 8: Číselné hodnocení sensorických vlastností jednotlivých vzorků.....	38
Tabulka č. 9: Číselné vyhodnocení pořadové metody na otázku – <i>Seřadte následující sladidla dle Vašeho pohledu o nejzdravějšího při jejich použití v potravinách (1 – 4)</i> .....	42

### Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Rostlina <i>Stevia rebaudiana</i> var. <i>Bertoni</i> (Navrátilová, 2015) .....	12
Obrázek č. 2: Steviosid (Mayank <i>et al.</i> , 2015).....	14
Obrázek č. 3: Chemický vzorec rebaudiosid A (Mayank <i>et al.</i> , 2015).....	15
Obrázek č. 4: Chemický vzorec erythritolu (Bernt <i>et al.</i> , 1996).....	16
Obrázek č. 5: Chemický vzorec aspartamu (Zafar <i>et al.</i> , 2017).....	17
Obrázek č. 6: Chemický vzorec sacharóza (Čopíková <i>et al.</i> , 2006) .....	18
Obrázek č. 7: Erythritol (zdroj: <i>benu.cz</i> ) .....	28
Obrázek č. 8: Aspartam (zdroj: <i>benu.cz</i> ) .....	28
Obrázek č. 9: Borůvkové a rybízové džemy použité pro sensorické hodnocení (zdroj: autor) .....	31

### Seznam grafů

Graf č. 1: Stabilita rebaudiosidu A ( mg/kg sušiny) při pečení (Sass, 2015).....	16
Graf č. 2: Vzestupné seřazení všech džemů slazenými různými sladidly na základě chuťových vlastností, dle Kramera .....	33
Graf č. 3: Vzestupné seřazení borůvkových džemů slazenými různými sladidly dle celkové chuti, dle Kramera.....	35
Graf č. 4: Vzestupné seřazení rybízových džemů slazenými různými sladidly dle celkové chuti, dle Kramera.....	34
Graf č. 5: Jak často konzumujete džemy?.....	43
Graf č. 6: Co upřednostňujete při výběru džemů? .....	43
Graf č. 7: Jakému druhu džemu dáváte přednost? .....	44
Graf 8: Čtete obsahy etiket u džemů? .....	44
Graf 9: Zajímáte se, čím jsou džemy doslazovány?.....	45
Graf č. 10: Upřednostňujete klasický cukr nebo náhradní sladidlo v džemech? .....	45

## 10 Přílohy

### Příloha č. 1: Seznam použitých zkratk

V diplomové práci jsou použity tyto zkratky:

<b>Zkratka</b>	<b>Význam</b>
ADI	Denní přípustná dávka
EFSA	Evropský úřad pro bezpečnost potravin (Europe Food Safety Authority)
ZF JU	Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity
EU	Evropská unie
ČSÚ	Český statistický úřad
ČSN	Česká technická norma

**Příloha č. 2:****SENZORICKÉ HODNOCENÍ DŽEMŮ slazenými různými sladidly (POŘADOVÁ ZKOUŠKA)****Hodnocení: Džemy borůvkové**

Počet džemů: 5

Jméno:

Pohlaví:

Datum:

Čas:

Hodnocené parametry	Džem borůvka č. 1	Džem borůvka č. 2	Džem borůvka č. 3	Džem borůvka č. 4	Džem borůvka č. 5
Vzhled, barva					
Vůně					
Aroma					
Konzistence					
Chuť					
Sladká chuť					
poznámky					

**Seřazení džemů dle chuti vzestupně od 1 – 5 (1= nejlepší):**

Džem borůvka č. 1 :

Džem borůvka č. 2 :

Džem borůvka č. 3 :

Džem borůvka č. 4 :

Džem borůvka č. 5 :

**Příloha č. 2:****SENZORICKÉ HODNOCENÍ DŽEMŮ slazenými různými sladidly (POŘADOVÁ ZKOUŠKA)****Hodnocení: Džemy rybízové**

Počet džemů: 5

Jméno:

Pohlaví:

Datum:

Čas:

Hodnocené parametry	Džem rybíz č. 1	Džem rybíz č. 2	Džem rybíz č. 3	Džem rybíz č. 4	Džem rybíz č. 5
Vzhled, barva					
Vůně					
Aroma					
Konzistence					
Chuť					
Sladká chuť					
poznámky					

**Seřazení džemů dle chuti vzestupně od 1 – 5 (1= nejlepší):**

Džem rybíz č. 1:

Džem rybíz č. 2:

Džem rybíz č. 3:

Džem rybíz č. 4:

Džem rybíz č. 5:

### Příloha č. 3:

## SENZORICKÉ POZOUZENÍ DŽEMŮ

### A) BARVA, VZHLED:

- 1 - čistá, výrazná, odpovídající ovoci, bez netypických odstínů
- 2 - čistá, vcelku sytá, přirozená, bez netypických odstínů
- 3 - čistá, mdle lesklá, odpovídající ovoci
- 4 - celkem čistá, vcelku přirozená, s vystupující vlastní složkou
- 5 - mdlá, bez lesku, barva se silnějším odstínem
- 6 - mdlá, zcela nevyhovující odlišná barva

### B) VŮNĚ:

- 1 - čistá, výrazná typická pro surovinu, harmonická
- 2 - čistá, odpovídají surovině, vcelku harmonická
- 3 - celkem čistá, vcelku po surovině, s vystupující vlastní složkou
- 4 - méně čistá, méně harmonická, s vystupující cizí složkou
- 5 - málo typická až netypická, s patrnou cizí složkou, chemická
- 6 - netypická, s výraznou cizí složkou, výrazně chemická

### C) AROMA:

- 1 - silně intenzivní
- 2 - velmi intenzivní
- 3 - intenzivní
- 4 - vcelku intenzivní
- 5 - málo intenzivní
- 6 - velmi slabá

### D) KONZISTENCE:

- 1 - tuhá, velmi rosolovitá, až drobivá
- 2 - tuhá, rosolovitá, roztíratelná
- 3 - tuhá, slabě rosolovitá
- 4 - celkem tuhá, mírně roztékavá
- 5 - více roztékavá, kašovitá
- 6 - řídce kašovitá

### E) CHUŤ:

- 1 - čistá, výrazná typická pro surovinu, harmonická
- 2 - čistá, odpovídají surovině, vcelku harmonická
- 3 - celkem čistá, vcelku po surovině, s vystupující vlastní složkou
- 4 - 4...méně čistá, méně harmonická, s vystupující cizí složkou
- 5 - málo typická až netypická, s patrnou cizí složkou, chemická
- 6 - netypická, s výraznou cizí složkou, výrazně chemická

### F) DEFINOVÁNÍ SLADKÉ CHUTI:

- 1 - silně intenzivní
- 2 - velmi intenzivní
- 3 - intenzivní
- 4 - vcelku intenzivní
- 5 - málo intenzivní
- 6 - velmi slabá

### G) CELKOVÝ DOJEM:

- 1 - vynikající
- 2 - výborná
- 3 - velmi dobrá
- 4 - dobrá
- 5 - méně dobrá
- 6 - nevyhovující

## Příloha č. 4:

### DOTAZNÍK

Dotazník bude použit pro účely sepsání diplomové práce pro Zemědělskou fakultu Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Tento dotazník je anonymní a děkuji Vám za jeho vyplnění.

(prosím o zakroužkování pouze jedné možnosti odpovědi)

- 1. Jak často konzumujete džemy?**
  - A) Denně
  - B) 2 – 3x do týdne
  - C) Jednou za měsíc
  - D) Několikrát do roka
  - E) Džemy nekonzumuji
  
- 2. Co upřednostňujete při výběru džemu?**
  - A) Celkové množství ovoce v džemu
  - B) Typ sladidla
  - C) Cena
  - D) Druh ovoce
  
- 3. Jakému druhu džemu dáváte přednost?**
  - A) Jahoda
  - B) Rybíz
  - C) Třešně, višně
  - D) Borůvky
  - E) Jablka
  - F) Citrusy
  - G) Jiné : \_\_\_\_\_
  
- 4. Čtete obsahy etiket u džemů?**
  - A) Ne
  - B) Ano
  
- 5. Zajímáte se, čím jsou džemy doslazovány?**
  - A) Ano
  - B) Ne
  
- 6. Upřednostňujete klasický cukr nebo náhradní sladilo v džemech?**
  - A) Řepný cukr
  - B) Náhradní sladidlo – syntetické (např. acesulfam K)
  - C) Náhradní sladidlo - přírodního původu (např. stevia)
  
- 7. Seřad'te následující sladidla dle Vašeho pohledu od nejzdravějšího při použití v potravinách (1 – 5) platí: 1 = nejzdravější a 4 = nejméně zdravé**
  - Řepný cukr
  - Stévie
  - Erythriol
  - Aspartam



