

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4101 – Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agropodnikání

Katedra: Katedra kvality zemědělských produktů

Vedoucí katedry: Ing. Pavel Smetana, Ph. D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Využití náhradních sladidel v nealkoholických nápojích a jejich vliv na senzorickou jakost

Autor:

Bc. Denisa Weissová

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Dana Jirotková, Ph. D.

ČESKÉ BUDĚJOVICE, 2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Denisa WEISSOVÁ**
Osobní číslo: **Z14611**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agropodnikání**
Název tématu: **Využití náhradních sladidel v nealkoholických nápojích a jejich vliv na senzorickou jakost**
Zadávající katedra: **Katedra kvality zemědělských produktů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Využití náhradních sladidel zejména v nealkoholických nápojích je celosvětově velmi rozšířené. Popularita a zvýšená konzumace nápojů se sníženým obsahem cukru je dnes spojována s bojem proti obezitě a diabetu na jedné straně a na straně druhé roste zájem spotřebitelů o informace o možném nepříznivém působení některých sladidel při jejich nadměrné konzumaci. S tím je také spojen narůstající tlak na vlastní ekonomiku výroby těchto výrobků. Cílem práce je zhodnotit využití náhradních sladidel u vybrané skupiny nealkoholických nápojů z hlediska ovlivnění senzorické jakosti. Pomocí vybraných metod senzorické analýzy získáte data pro posouzení kvality nealkoholických nápojů s obsahem (i bez obsahu) náhradních sladidel. Dále provedete dotazníkové šetření zaměřené na konzumaci nealkoholických nápojů s obsahem náhradních sladidel (pro různé věkové skupiny populace).

Diplomová práce bude vypracována na základě pokynů uvedených na www.zf.jcu.cz/studenti/informace-pro-studujici/ podle následující rámcové osnovy:

Úvod - charakteristika a význam řešené problematiky včetně uvedení cílů práce

Literární přehled - současný stav poznání dané problematiky získaný studiem soudobé vědecké a odborné literatury

Výsledky a diskuse - tabulkové a grafické zpracování získaných dat navazující na cíl práce, jejich statistické vyhodnocení a porovnání s dostupnými literárními údaji.

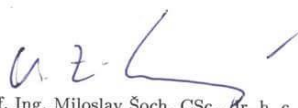
Závěr - shrnutí získaných informací, návrhy a doporučení vyplývající z řešené problematiky

Summary - přehled a nejdůležitější výsledky včetně klíčových slov (v anglickém jazyce)


Seznam literatury - jednotný, podle platných citačních zásad

Rozsah grafických prací: tabulky a grafy dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 35-50 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury: viz příloha

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Dana Jirotková**
Katedra zootechnických věd
Konzultant diplomové práce: **doc. Ing. Eva Samková, Ph.D.**
Katedra zootechnických věd
Datum zadání diplomové práce: **30. března 2015**
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2016**


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUĎEJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studená 13
370 05 České Budějovice


Ing. Pavel Smetana, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 18. března 2015

Příloha zadání diplomové práce

Seznam odborné literatury:

- Čopíková, J., Moravcová, J., Wimmer, Z., Opletal, L., Lapčík, O., Drašár, P.: Náhradní sladidla. *Chemické listy*, 207 (11), 2013, s. 867-874.
- Karovicova, J., Lehkozivova, J., Kohajdova, Z., Suhaj, M.: Determination of artificial sweeteners and fading of sweet taste in nonalcoholic drinks. *Chemicke listy*, 101 (2), 2007, pp. 171-175.
- Cagnasso, C.E., Lopez, L.B., Valencia, M.E, Non nutritive sweeteners in non-alcoholic drinks: estimation of the daily intake in children and adolescents. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 205 (6), 2007, pp. 517-521.
- Pokorný, J. a kol. *Senzorická analýza potravin*, Praha: VŠCHT, 1998, 95s.
- Pokorný, J. a kol. *Senzorická analýza potravin: laboratorní cvičení*, Praha: VŠCHT, 1997, 62s.
- Jarošová, A. *Senzorické hodnocení potravin*. Brno: MZLU, 2001, 84 s.
- Zákon č. 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění souvisejících předpisů.
- Vyhláška č. 35/2002 Sb. o potravinách pro zvláštní výživu a související předpisy (Vyhláška č. 54/2004 Sb.).
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 o potravinářských přídatných látkách.
- Databáze WOS, Česká zemědělská bibliografie, CAB Abstracts, PROQUEST, dostupné na: <http://www.lib.jcu.cz/cs/databaze>
- Publikace, dokumenty a informace v časopisech *Výživa a potraviny*, *Maso aj.*, popř. internetových portálů <http://www.uzei.cz/>, www.czso.cz, www.agronavigator.cz, www.agrocr.cz/ či www.mze.cz.

Poděkování

Ráda bych zde poděkovala vedoucí diplomové práce Ing. Daně Jirotkové, Ph. D. za odborné vedení mé práce a cenné rady, které mi pomohly tuto práci zkompletovat. Můj dík patří i všem dotazovaným, kteří byli ochotni věnovat svůj čas k vyplnění dotazníku.

Také bych chtěla poděkovat své mamince a babičce, které mě po celou dobu studia podporovaly a pomáhaly mi. V neposlední řadě bych chtěla říct velké díky Ing. Martinu Tolknerovi, Ing. Tereze Ševčíkové a ostatním přátelům, kteří mi byli vždy morální oporou a sdíleli se mnou veškeré úspěchy či pády.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby 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, 21. dubna 2017

.....

Bc. Denisa Weissová

Abstrakt

Předmětem této diplomové práce bylo zhodnocení využití náhradních sladidel u vybrané skupiny nealkoholických nápojů z hlediska ovlivnění sensorické jakosti. Pomocí vybraných metod sensorické analýzy byly hodnoceny čtyři vzorky nealkoholických nápojů s citrónovou příchutí. První vzorek A – Sprite obsahuje aspartam, acesulfam - K a fruktózo – glukózový sirup. Druhý vzorek byl B – Slice, který se skládá ze sladidel aspartam a acesulfam - K. Vzorek C – Lemon obsahující pouze cukr a poslední vzorek D – SanTerra, který je složen z aspartamu, acesulfamu - K a sodné soli sacharinu.

Hodnotitelé byli rozděleni do dvou skupin dle věku. První skupina respondentů byla složena ze studentů Jihočeské univerzity ve věkovém rozpětí 18-27 let. Druhá skupina byla složena z náhodně vybraných osob ve věku 40+. Cílem diplomové práce bylo zjistit, zda existuje rozdílnost mezi jednotlivými skupinami.

Nejlépe hodnoceným vzorkem se stal vzorek A – Sprite. Rozdílnost nastala u vzorku B a C. Vzorek B, který obsahuje acesulfam – K a aspartam, byl lépe vyhodnocen první skupinou, kdežto vzorek C – Lemon, byl vyhodnocen na druhé místo druhou skupinou respondentů 40 a více let. Vzorek Lemon obsahuje pouze cukr a jeho chuť je tedy méně výrazná, dle vyhodnocených výsledků, až bez příchutě. Za nejhůře hodnocený vzorek byl jednoznačně určen vzorek D, který obsahuje sladidla aspartamu, acesulfamu - K a sodnou sůl sacharinu.

Součástí práce byl dotazník pro spotřebitele, jehož hlavním cílem bylo zjistit, co nejvíce ovlivňuje respondenty při nákupu nealkoholických nápojů, jaký postoj zaujímají k náhradním sladidlům a zda je složení nealkoholických nápojů pro spotřebitele rozhodující.

Klíčová slova: sensorická analýza, nealkoholické nápoje, sladidla

Abstract

The subject of this thesis was to evaluate the use of sweeteners in a selected group of soft drinks from the viewpoint of the sensory quality. Using selected methods of sensory analysis were evaluated four samples of soft drinks with lemon flavor. The first sample A - Sprite contained aspartame, acesulfame K and fructose - glucose syrup. The second sample B - Slice consisted of the aspartame and acesulfame K sweeteners. Sample C - Lemon contained only sugar and last sample D - Santerre, was composed of aspartame, acesulfame K and sodium saccharin.

The evaluators were divided into two groups according to age. The first group of respondents was composed of students from the University of South Bohemia in the age of 18-27 years. The second group was composed of randomly selected people aged 40+. The aim of the thesis was to determine whether there is a disparity between the groups.

Top rated sample became the sample A - Sprite. Differences occurred in sample B and C. Sample B which contains aspartame and acesulfame K was preferably evaluated by the first group, whereas the second group consisting of older respondents evaluated preferably sample C – Lemon. Lemon sample contains only sugar and its taste is therefore less noticeable or even perceived as without flavour, based on the evaluated results. The lowest rated sample was unambiguously sample D, which contains sweetener aspartame, acesulfame K and sodium saccharin.

Part of this work was a questionnaire for consumers. Its main aim was to find out what mostly influences respondents when buying soft drinks, what attitude artificial sweeteners they have and if they find the composition of soft drinks determinative.

Keywords: sensory analysis, soft drinks, sweeteners

OBSAH

1	ÚVOD.....	11
2	LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	13
2.1	Nealkoholické nápoje.....	13
2.1.1	Členění nealkoholických nápojů.....	13
2.1.2	Hlavní suroviny k výrobě nealkoholických nápojů.....	15
2.2	Význam sacharidů.....	17
2.2.1	Legislativa.....	19
2.3	Náhradní sladidla.....	20
2.3.1	Klasifikace náhradních sladidel.....	22
2.3.2	Nízkokalorická sladidla.....	23
2.3.3	Klasifikace nízkokalorických sladidel:.....	23
2.3.4	Kalorická sladidla.....	29
2.3.5	Cukerné alkoholy.....	29
2.3.6	Sacharidická sladidla.....	33
2.4	Senzorická analýza.....	34
2.4.1	Vývoj sensorické analýzy.....	34
2.4.2	Význam sensorické analýzy.....	35
2.4.3	Senzorické hodnocení nealkoholických nápojů.....	35
2.4.4	Podmínky pro sensorické hodnocení.....	36
2.5	Metody sensorické analýzy.....	39
3	MATERIÁL A METODIKA.....	41
3.1	Charakteristika vzorků.....	41
3.2	Senzorické hodnocení.....	43
3.2.1	Hodnotitelé.....	43
3.2.2	Průběh sensorického hodnocení.....	44
3.2.3	Zpracování dat.....	45
4	Výsledky a diskuze.....	47
4.1	Pořadový preferenční test.....	47
4.2	Popisové hodnocení.....	54
4.3	Dotazník pro sensorické hodnocení.....	57
4.4	Dotazník pro spotřebitele.....	62
5	ZÁVĚR.....	71
6	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:.....	74

7	POUŽITÉ ZKRATKY	83
8	PŘÍLOHY	85

1 ÚVOD

Lidský jazyk obsahuje přes 10 000 chuťových pohárků a každý rozezná jednu ze čtyř základních chutí. Chuť po sladkém bývá vnímána nejintenzivněji a byla hojně vyhledávána již našimi předky. Archeologické nálezy svědčí o tom, že nejstarší používané sladidlo v dějinách byl med z divokých včel. Toto tvrzení potvrzuje i nález ve španělské Valencii, kde byla objevena jeskynní malba s ženou, která leze na strom a vybírá včelí plástve (ČIŽKOVÁ, 2015).

Kolem roku 1605 dosáhly velkého významu rostliny cukrové třtiny a cukrové řepy, kdy Olivier de Serres z Francie zjistil, že šťáva, kterou získal vařením z kořenů cukrové řepy, chutná sladce. Bohužel, ale jeho objev nedostal mnoha uznání. Skutečným objevitelem se stal roku 1747 Andreas Sigismund Marggraf, chemik a farmaceutik, který zjistil, že suché kořeny řepy obsahují krystalky cukru. Německý chemik Francois Charles Achard, který byl jeho žákem, proces výroby cukru teoreticky zpracoval a v roce 1802 založil první cukrovar v Kunerách ve Slezsku. Postupem času se začaly rozšiřovat další cukrovary a proces výroby cukru neustále stoupal. Roku 1829 byl založen první cukrovar v České republice ve Vydří u Dačic (HOUSA, 2007).

Sacharidy neboli cukry, jsou v posledních letech velmi podstatnou součástí naší každodenní stravy a hrají ve výživě člověka významnou a nenahraditelnou roli. I přesto, že spotřeba sacharidů představuje řadu závažných onemocnění, a to zejména onemocnění zaměřující se na zvyšování obezity či jsou spojeny s rozvojem mnoha chronických a kardiovaskulárních onemocnění, z jídelníčku a nápojů populace zmizet nemohou.

Sladidla se řadí mezi látky, které dávají potravině sladkou chuť. Jako náhradní sladidla jsou označovány látky, které mají vyšší sladivost než sacharóza, ale menší energetickou hodnotu (RAČICKÁ, 2012). Nealkoholický nápoj, obsahující např. tři druhy náhradních sladidel, je stále mnohokrát levnější než nápoj slazený sacharózou. Další výhodou je i vysoká trvanlivost (ČESKO, 2002). Podstatnou vlastností všech sladidel, kromě již zmíněné energetické hodnoty, je sladivost. Sladivost vyjadřuje, do jaké míry jsou sladidla sladká (NABAROS, 2011).

Teoretická část této práce se zaměřuje na členění nealkoholických nápojů, nízkokalorických sladidel a klasifikaci náhradních sladidel, které stále patří mezi diskutované téma, hlavně ve vztahu s neustále se zvyšujícími zdravotními riziky.

Druhá část této práce je praktická. Jejím cílem bylo zjistit využití náhradních sladidel u vybrané skupiny nealkoholických nápojů z hlediska sensorické jakosti. Pomocí vybraných metod sensorické analýzy získat data pro posouzení kvality nealkoholických nápojů s obsahem (i bez obsahu) náhradních sladidel a provedení dotazníkového šetření zaměřené na konzumaci nealkoholických nápojů s obsahem náhradních sladidel (pro různé věkové skupiny populace).

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Nealkoholické nápoje

Z historického hlediska lze zařadit počátek průmyslové výroby nealkoholických nápojů v Evropě do posledních desetiletí 17. století, kdy se limonády začaly plnit do lahví, přičemž jako první konzervační činidlo byla používána síra. První použití metody sycené vody oxidem uhličitým ve velkém je připisováno roku 1789 Nicholasu Paulovi ze Ženevy (KADLEC et al., 2002).

Nealkoholické nápoje obsahují nejvýše 0,5 % objemového etanolu (měřeno při teplotě 20 °C), a jsou vyrobeny zejména z pitné vody, pramenité vody, přírodní minerální vody, kojenecké vody, ovocné, zeleninové, rostlinné nebo živočišné suroviny, přírodních sladidel, medu a popřípadě jsou sycené oxidem uhličitým (VYHLÁŠKA č. 289/2004 Sb.).

Nápoje napomáhají organismu při trávení, poskytují minerály, zdroj vitamínů, pročišťují organismus a napomáhají k vytvoření rovnováhy v těle. Z tohoto důvodu jsou nápoje nezbytné a nenahraditelné pro člověka (SEDLÁČEK et al., 2003).

V současné době jsou nealkoholické nápoje důležitou složkou jídelníčku a jejich využití je velmi časté. Na druhé straně při vysoké konzumaci slazených nealkoholických nápojů se stává obezita zdravotním problémem, která může vést k dalším zdravotním problémům, jako je cukrovka či kardiovaskulární onemocnění. Preference spotřebitelů po nealkoholických nízkokalorických nápojích se sníženým obsahem sacharózy neustále roste (POURAHMAD, 2016).

2.1.1 Členění nealkoholických nápojů

Sortiment nealkoholických nápojů je v dnešní době velmi pestrý a různorodý (ROP et al., 2009), z tohoto důvodu je členění nealkoholických nápojů rozsáhlá skupina, která zahrnuje širokou škálu výrobků. Tyto výroky jsou definovány ve vyhlášce 335/1997 Sb., zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a doplnění některých souvisejících zákonů.

Dle HRUDKOVÉ et al., (1989) se nápoje dělí do čtyř skupin. První skupinu tvoří minerální vody léčivé a stolní. Druhou skupinu tvoří nápoje osvěžující, sycené oxidem uhličitým. Do třetí skupiny patří nápoje ovocných a zeleninových šťáv, mošty a dřeňové nápoje. Do čtvrté skupiny patří ovocné a neovocné nápoje v prášku.

Podle významu pro lidský organismus rozlišujeme nápoje na:

1. uhrazující – uhrazující nápoje slouží k úhradě tekutin nezbytných pro život a zdraví, popřípadě i dalších látek, které jsou ztraceny pocením. Z celkového množství nápojů by podíl uhrazujících látek měl činit 80%. Do této skupiny patří především čaje, voda, voda se sirupy a minerální vody;
2. občerstvující – občerstvující nápoje slouží k předcházení nepřiměřených reakcí organismu na fyzické a tepelné zatížení. Stavby zvýšeného fyzického a tepelného zatížení se projevují především nadměrným pocitem žízně. Tyto nápoje by měli tvořit kolem 20 % celkového přísunu nápojů. Mezi tyto nápoje patří zejména sodová voda, sycené limonády, minerální vody s vyšším obsahem CO₂a speciální nápoje určené pro sportovce (MOTTTL, 1999).

Dle KADLECE et al., (2002) jsou nápoje členěny do skupin:

- ✓ Ovocné nebo zeleninové šťávy
- ✓ Nektary
- ✓ Nealkoholické nápoje ochucené Ovocné nebo zeleninové nápoje
 - Limonáda
 - Minerální voda ochucená
 - Stolní voda ochucená
- ✓ Nealkoholické nápoje neochucené Sodová voda
 - Minerální voda
 - Stolní voda

ASHURST (2005) rozděluje nealkoholické nápoje na teplé nápoje a studené. Do kategorie teplých nápojů jsou řazeny především čaje a kávy. Do druhé skupiny spadají limonády, balené vody a nektary. Poslední skupinou jsou mléčné a ochucené nápoje.

2.1.2 Hlavní suroviny k výrobě nealkoholických nápojů

a) Voda

Základní surovinou pro výrobu nealkoholických nápojů je voda. U některých druhů nealkoholických nápojů tvoří voda až 98%. Hlavní podmínkou pro použití vody u nealkoholických nápojů je zdravotní nezávadnost (RUŽBARSKÝ et al., 2005). Voda dále nesmí obsahovat nerozpustné látky, barviva, nežádoucí pachy a minerální látky, které mohou ovlivňovat barvu a chuť nápojů (SIVASANKAR, 2002).

b) Cukr

Druhou významnou surovinou při výrobě nealkoholických nápojů je cukr. Nejčastěji je používána sacharóza, která do výroby vstupuje v sypkém stavu (výrobce si připraví cukerný sirup sám), nebo ve formě tekutého cukru vodného roztoku sacharózy o koncentraci 66 % (KADLEC, 2008).

Používají se také směsi roztoků sacharózy s glukózovým, maltózovým nebo fruktózovým sirupem s obsahem 55% až 99% fruktózy (KADLEC, 2008). Fruktóza je využívána také jako samostatné sladidlo, které je cenově přijatelnější a obsahuje méně kalorií (SIVASANKAR, 2002).

Kromě již zmíněných cukrů se také používají alkoholické cukry, především sorbitol, mannitol a xylitol. Využívají se zejména ve výrobě nízkokalorických nápojů (KADLEC, 2008).

c) Aromata

K výrobě aromat lze použít pouze látky, které nejsou zdravotně nebezpečné a klamavé pro spotřebitele. K aromatizaci potravin lze používat pouze aromatické přípravky vzniklé působením enzymů na potraviny a potravinářské suroviny podle principu nezbytného množství (VYHLÁŠKA č. 52/2002 Sb.).

Aroma se u nápojů definují jako sensorický vjem. Jako aromatické látky jsou označovány vonné látky a těkavé látky. Mezi aromatické látky patří např. kyselina citrónová (KADLEC, 2008). SIVASANKAR (2002) uvádí kyselinu mléčnou a vinnou.

Pro výrobu nápojů, kromě tradičních surovin, jsou využívána následující aroma (KADLEC, 2008):

1. aromatické látky přírodní – jedná se o přírodní látky získané fyzikálními nebo fermentačními postupy z přírodních zdrojů,
2. aroma přírodně identická – látky, které jsou získané syntézou,
3. aroma syntetická – syntetické látky, které jsou nositelem smyslových vlastností podobných látkám přírodním.

d) Barviva

Barvení nealkoholických nápojů se provádí za účelem zvýšit atraktivitu nápojů a tím přispět rozčlenění jednotlivých druhů nápojů (HRUDKOVÁ et al., 1989).

K výrobě nealkoholických nápojů jsou využívána všechna povolená barviva (KADLEC, 2008). Složkami k získání požadované barvy se používají syntetická a přírodní barviva (SIVASANKAR, 2003). Barviva musí být zdravotně nezávadná, nesmí ovlivňovat vůni či chuť požadovaného nápoje (HORČIN et al., 2007).

Veškerá barviva v potravinách hrají důležitou roli v úspěšnosti mnoha výrobků, zejména z hlediska sensorických vlastností a kvality (SIGURDSON et al., 2017)

V případě barviv nerozpustných v tucích jsou používána karotenoidní barviva (KADLEC, 2008). Karotenoidy nejsou rozpustné ve vodě, ale jako barviva jsou velmi výrazné a jsou přidávány do tekutých i práškových nealkoholických nápojů (HORČIN et al., 2007).

e) Náhradní sladidla

Dle obsahu cukru a sladidel jsou nápoje rozděleny do tří základních skupin (SEKALSKÁ, 2007):

1. Náhradní sladidla nahrazující cukr až z 30 %
2. Náhradní sladidla nahrazující cukr až z 50 %
3. Náhradní sladidla nahrazující cukr ze 100 %

f) Hořké látky

Z hořkých látek se při výrobě nealkoholických nápojů nejvíce využívají látky jako je chinin, látky obsažené v extraktech rostlin – meduňky, chmele, dobromyslu, heřmánku a dalších (KADLEC, 2008).

g) Konzervační látky

Některé druhy nealkoholických nápojů jsou konzervovány chemickými konzervačními látkami, kdy je nejčastěji využívána kyselina sorbová (draselná anebo sodná sůl). V kombinaci s kyselinou askorbovou, kyselina benzoová a směs kyseliny sorbové a benzoové (KADLEC, 2008).

2.2 Význam sacharidů

Sacharidy (z latinského slova *saccharum*, cukr) jsou základními složkami všech živých organismů (BLATNÁ et al., 2005). Jsou důležitým zdrojem energie, v rostlinách plní funkce stavební a podpůrné a některé sacharidy vykazují poměrně vysoce specifikované funkce (PELIKÁN, 2002).

Dle zákona o potravinách se sacharidem rozumí jakýkoliv sacharid, který je metabolizován člověkem (DOSTÁL et al., 2005).

Vyskytuje se ve formě bezbarvých krystalů, jako krystalické kostky, dále se vyskytuje ve formě bílého krystalického prášku, který je naprosto bez zápachu s mírně sladkou příchutí (ROWE et al., 2009).

Sacharidy patří k nejrozšířenějším složkám potravy a mají emulgační účinky (HOŘČIN et al., 2007). Je však důležité vzít v úvahu, že celkový nárůst obezity a zdravotních onemocnění, je částečně přičítán k celkovému zvýšení spotřeby sacharidů (FREITAS et al., 2016).

ČERNÝ a TRNKA (1995) říkají, že význam sacharidů je mnohostranný:

- a) jsou stavebním materiálem všech rostlinných buněk a tkání,
- b) jsou důležitou potravou a zdrojem energie živočichů i rostlin,
- c) jsou klíčovými sloučeninami pro biosynthesu proteinů a lipidů a dalších životně důležitých biochemických pochodů,
- d) jsou biologicky funkčními složkami glykoproteinů, glykolipidů, nukleových kyselin,
- e) používají se v medicíně při diagnostice i jako léčiva.

Z hlediska běžného spotřebitele je velmi časté spojení cukru s obezitou (VRBOVÁ, 2001).

Sacharidy jsou řazeny do široké skupiny chemických látek, jejichž základ tvoří cukerné (monosacharidové) jednotky. Dle počtu cukerných jednotek jsou sacharidy děleny do třech základních skupin – monosacharidy, oligosacharidy a polysacharidy (BLATNÁ et al., 2005).

1. Monosacharidy

Monosacharidy jsou řazeny mezi strukturálně nejjednodušší sacharidy (jednoduché cukry), které nelze štěpit hydrolýzou na jednodušší sloučeniny (BLATNÁ et al., 2005).

Mezi tři nejdůležitější monosacharidy řadíme glukózu, fruktózu a galaktózu (http 4).

2. Oligosacharidy

Oligosacharidy obsahují 2-10 monosacharidových jednotek spojených glykosidovými vazbami. Oligosacharidy se dvěma monosacharidovými vazbami označujeme jako disacharidy. Mono a oligosacharidy jsou někdy označovány jako jednoduché cukry, a to zejména díky své společné sladké chuti. Česká potravinářská legislativa označuje jako cukry monosacharidy, a z oligosacharidů pouze disacharidy (http 3).

Mezi nejvýznamnější disacharid je řazena sacharóza neboli řepný či třtinový cukr (KLOUDA, 2005).

3. Polysacharidy

Polysacharidy jsou také označovány jako glykany. Jedná se o vysokomolekulární látky z mnoha desítek až tisíců sacharidových jednotek vázaných pomocí glykosidických vazeb (POTÁČEK, 2002).

Mezi nejvýznamnější polysacharid je řazen škrob a vláknina (KLOUDA, 2005).

2.2.1 Legislativa

Dle VYHLÁŠKY Mze ČR č. 335/1997 Sb., v platném znění vyhlášky 289/2004 Sb., se nealkoholickým nápojem rozumí nápoj obsahující nejvýše 0,5% objemových etanolu (naměřeno při 20 °C), vyrobených zejména z pitné vody, pramenité vody, přírodní minerální vody nebo kojenecké vody, ovocné, zeleninové, rostlinné nebo živočišné suroviny, přírodních sladidel, sladidel, medu a dalších látek, popřípadě sycený oxidem uhličitým.

VYHLÁŠKA MINISTERSTVA ZDRAVOTNICTVÍ 53/2002 Sb., kterou se stanoví chemické požadavky na zdravotní nezávadnost jednotlivých druhů potravin a potravinových surovin, podmínky použití látek přídatných, pomocných a potravních doplňků uvádí:

1. Jako náhradní sladidla smějí být používány výlučné látky uvedené v této vyhlášce a podle uvedených podmínek.
2. Za náhradní sladidla se pro účely této vyhlášky nepovažují potraviny se sladkou chutí, jakými jsou monosacharidy (včetně fruktózy), disacharidy a med.
3. Náhradní sladidla smějí být používána s cílem udělit potravinám sladkou chuť a dále k přípravě stolních sladidel.
4. Stolní sladidla a potraviny obsahující aspartam E 951 musí být na obalu určeném pro spotřebitele označeny textem „Obsahuje zdroj fenylalaninu“.
5. Stanovená nejvyšší povolená množství, uvedená v této části, jsou vztažena na potraviny připravené ke spotřebě podle návodu výrobce.
6. Pod pojmem „výrobek se sníženým obsahem využitelné energie“ se v této části rozumí výrobek, u kterého snížení obsahu využitelné

energie představuje nejméně 30 % využitelné energie, poskytované podobným výrobkem stejné hmotnosti, jehož obsah využitelné energie nebyl snížen.

7. Pod pojmem „výrobek bez přidaného cukru“ se v této části rozumí výrobek, kterému nebyly při výrobě přidány monosacharidy, disacharidy a jiné potraviny, používané pro své sladivé vlastnosti.
8. Přítomnost náhradních sladidel v potravinách je povoleno také u potravin obsahující více složek, a to u potravin bez přidaného cukru, se sníženým obsahem energie, ke snižování hmotnosti a u potravin s prodlouženou trvanlivostí, pokud je toto sladidlo povoleno v jedné ze složek potraviny anebo pokud je potravina (potravinová surovina) určena výhradně k použití pro přípravu vícesložkových potravin.

Podle VYHLÁŠKY 4/2008 Sb. se sladidly rozumí látky udělující potravině sladkou chuť a nahrazující přírodní sladidla a med. Podle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1333/2008, lze potravinářskou přídatnou látku zařadit na seznam Společenství do funkční třídy náhradních sladidel, pouze pokud slouží jednomu nebo více z těchto účelů:

- a) nahrazení cukrů pro produkci potravin se sníženým energetickým obsahem, potravin, které chrání před zubním kazem, nebo potravin bez přidaných cukrů; nebo
- b) nahrazení cukrů v případech, kdy toto nahrazení umožňuje zvýšení trvanlivosti potraviny; nebo
- c) produkci potravin určených pro zvláštní výživu ve smyslu definice v čl. 1 odst. 2 písm. a) směrnice 89/398/EHS.

2.3 Náhradní sladidla

Hlavním důvodem použití náhradních sladidel je, že tyto látky se nezúčastní biochemických pochodů v organismu jako cukry a neposkytnou organismu žádnou nebo jen velmi malou energii (STRUNECKÁ, 2012).

KLESCHT (2006) definuje náhradní sladidla jako látky, které udělují potravinám sladkou chuť, ale nepatří mezi monosacharidy a disacharidy.

Spotřeba náhradních sladidel neustále stoupá (ČOPÍKOVÁ et al., 2013). Evropská unie povoluje a reguluje obsah náhradních sladidel v potravinách a v současné době je registrováno 16 náhradních sladidel (ČOPÍKOVÁ et al., 2013).

Tabulka č. 1: seznam všech povolených sladidel v České Republice

E kód	Název
E 420	Sorbitol (sorbitol sirup)
E 421	Mannitol
E 950	Acesulfam - K
E 951	Asparatam
E 952	Kyselina cyklámová a její sodná vápenatá sůl
E 953	Isomalt
E 954	Sacharin a jeho sodná, draselná a vápenatá sůl
E 955	Sukralasa
E 957	Thaumatococcus
E 959	Neohesperidin DC
E 961	Neotam
E 965	Maltitol (maltitol, maltitol sirup)
E 966	Laktitol
E 967	Xylitol
E 968	Erytritol

Zdroj dat: Vyhláška č. 122/2011 Sb., kterou mění vyhláška č. 408/2008 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědleh při výrobě potravin, ve znění vyhlášky č. 130/2010 Sb.

Kromě výše uvedených náhradních sladidel, která jsou vyhláškou č. 4/2008 Sb. novelizovanou vyhláškami č. 130/2010 Sb. a vyhláškou č. 122/2011 Sb. schválena pro použití v potravinách v České republice, existuje mnoho dalších sladidel. Tato sladidla však nejsou schválena pro výrobu potravin v České republice, ale mohou být schválena jinými státy nebo EU. Příkladem může být uvedeno sladidlo advantame, které bylo schváleno komisí JECFA v roce 2003 pro použití v potravinovém průmyslu. V současné době není na území ČR povoleno advantame jako sladidlo používat (MATOUŠ, 2014).

2.3.1 Klasifikace náhradních sladidel

Sladidla jsou tvořena různorodou skupinou strukturálních látek, proto jejich klasifikace není jednotná (DAVÍDKOVÁ a DOSTÁLOVÁ, 1991).

Náhradní sladidla dle VRBOVÉ (2001) můžeme rozdělit do dvou skupin: kalorická a nízkokalorická. Mezi nízkokalorická sladidla jsou řazeny např.: sacharin (E 954), cyklamáty (E952), aspartam (E 951), acesulfam - K (E 950). Do skupiny kalorických sladidel řadíme: glukosa, fruktosa a cukerné alkoholy maltitol (E 965), mannitol (E 421), sorbitol (E 420), xylitol (E 967), laktitol (E 966), isomalt (E 953) a hydrogenovaný glukosový sirup.

Náhradní sladidla mohou být rozdělena podle různých kritérií:

1. Podle původu (VELÍŠEK, 2002)
 - ✓ přírodní – thaumatin
 - ✓ syntetické látky identické s přírodními – cukerné alkoholy
 - ✓ modifikované přírodní látky – neohesperidindihydrochalkon
 - ✓ syntetické – acesulfam, sacharin

2. Podle výživového hlediska (VELÍŠEK, 2002)
 - ✓ výživové – cukerné alkoholy
 - ✓ nevýživové – všechny přírodní, modifikované přírodní a syntetické látky

3. Podle chemické struktury (FAJKUSOVÁ, 2010)
 - ✓ peptidy, proteiny – aspartam, thaumatin
 - ✓ terpeny – steviosid
 - ✓ chlakony – neohesperidin DC
 - ✓ halogenové disacharidy – sukralosa

4. Podle intenzity sladivosti (ŠKOPEK et VOLDRICH, 2004)
 - ✓ objemová – mají sladivost podobnou sacharosy
 - ✓ intenzivní – mají sladivost několikanásobně vyšší než sacharóza

2.3.2 Nízkokalorická sladidla

Nízkokalorická sladidla jsou mnohonásobně sladší než cukr, na rozdíl od kalorických sladidel (VRBOVÁ, 2001). Tyto sladidla neobsahují žádnou kalorickou hodnotu a ve srovnání s cukrem, nepodporují růst bakterií v ústní dutině a tím pádem nezpůsobují tvorbu zubního kazu (KLESCHT, 2006).

Tabulka č. 2: nízkokalorická sladidla povolena v EU (ČOPÍKOVÁ et al., 2013)

Číslo E	Sladidlo
E 950	Acesulfam-K
E 951	Asparatam
E 952	Cyklamát
E 954	Sacharin
E 955	Sukralosa
E 957	Thaumatín
E 959	Neohesperidim
E960	Steviol - glykosid
E961	Neotam
E962	Asparatam–acesulfam

2.3.3 Klasifikace nízkokalorických sladidel:

K poměru světové populace došlo k výraznému zvýšení spotřeby nízkokalorických sladidel (GREMBECKA, 2015).

Acesulfam - K

E číslo: E 950

Acesulfam byl náhodně objeven roku 1967 Claussem, který si ve své laboratoři náhodně olízl prst při listování v papírech (DOLEŽAL, 2009).

Acesulfam draselný, známý také jako Acesulfam - K, je až 180 - 200x sladší než sacharóza a působí mírnou pachů, která je velmi často maskována jinými přidanými sladidly ([http 2](http://2)). Vzhledem ke svému složení je Acesulfam - K zcela nekalorický (BOBROVÁ, 2008). Nevstřebává se ve sliznici trávicího traktu a vylučuje se močí (STRUNECKÁ, 2012) zcela nezměněn (BOBROVSKÁ, 2008). Řada odborníků považuje testy, provedené před uvedením acesulfamu - K na trh, za

nedostačující a americká spotřebitelská organizace CSPI doporučila se vyhýbat této přísadě a řadí jí do kategorie látek nevhodných pro konzumaci v příliš velkém množství a do kategorie nedostatečně testovaných (VRBOVÁ, 2001).

Jeho využití v potravinovém průmyslu může být jak pro teplou, tak i pro studenou kuchyni (GREENLY, 2003). Používá se též v mlékárenském průmyslu (ČÍŽ, 2008) a ve formě sladidla je využíván u nealkoholických nápojů, nízkokalorických sladkostí a cukrovinách. Může se vyskytovat i v oplatkách bez cukru, tabletách, sypkých směsích pro výrobu nápojů, v instantních nápojích s příchutí kávy a čaje, v dezertech (VRBOVÁ, 2001) a v neposlední řadě i v pečivu (GREENLY, 2003).

Aspartam

E číslo: E 951

Aspartam byl objeven roku 1965 (ČOPÍKOVÁ et al., 2013), a to zcela náhodně při hledání léku proti žaludečním vředům, kdy si chemik James Schlatter z neopatrnosti olízl palec potřísněný tekutinou a s překvapením zjistil, že tekutina chutná velmi sladce. Po tomto incidentu započal výzkum aspartamu, který je 200x sladší než cukr (STRUNECKÁ, PATOČKA 2011).

Jedním z hlavních badatelů, kteří zkoumali účinky aspartamu v závislosti na lidský organismus, byl americký profesor neuropatologie a psychiatrie John Olney, který ve svých studiích prováděných v 70. letech minulého století prokázal, že aspartam nepoškozuje pouze mozek laboratorním zvířatům, ale také poškozuje mozek i dětem (OLNEY, 1989). Záhy po zavedení aspartamu do nápojů se prokázalo, že způsobuje u lidí rozostření zraku, bolesti hlavy, změny nálad, zejména deprese, nespavost, narušuje inteligenci a krátkodobou paměť (STRUNECKÁ, 2013).

Aspartam obsahuje 50% aminokyseliny L-fenylalaninu (STRUNECKÁ, 2013). Lidé, kteří trpí onemocněním PKU, které je známé jako fenylketonurie, nemají dostatek enzymů, aby strávili fenylalanin obsažený v aspartamu. Může tedy dojít k častým bolestem hlavy, nevolnostem a mohou mít problémy se spaním a změnami nálad (HAAS, 1999).

Aspartam poskytuje stejný počet kalorií jako sacharóza, avšak na rozdíl od sacharózy má mnohem vyšší intenzitu sladkosti, což znamená, že při jeho konzumaci není potřeba tak velkého množství, jako u již zmíněné sacharózy, aby bylo dosaženo stejného účinku (ADEJOKE et al., 2016).

V dnešní době lze aspartam nalézt u více jak 6000 potravin (LINDSETH et al., 2014). Jeho využití je velmi rozmanité, využívá se u potravin, nápojů, hygienických produktů, ale i u farmaceutického průmyslu (HENG, 2017), a to zejména k výrobě tablet a vitamínových doplňků (ROWE et al., 2009). Dále může být použit u kyselých potravin a tepelně zpracovaných výrobků, aniž by došlo ke ztrátě sladkosti (FREITAS et al., 2016).

Vzhledem k široké škále využití se aspartam stal jedním z nejvyhledávanějších sladidel, a to zejména mezi diabetiky a lidmi trpícími nadváhou. Nedávná studia však prokázala, že využívání aspartamu pro diabetiky vhodné je jen za předpokladu, že nebude překročen průměrný denní příjem, který u dospělého člověka je 2-3 mg/kg tělesné hmotnosti (ADEJOKE et al., 2016).

Cyklamát

E číslo: E 952

První zmínky o objevení cyklamátu spadají do roku 1937, kdy Sveda při vývoji nových léků odložil cigaretu na laboratorní stůl se zbytky připravovaných látek, po krátké chvíli si ji vzal opět do úst a zjistil výrazně sladkou chuť (NABAROS, 2011). Ve Spojených státech amerických byl cyklamát roku 1969 zakázán kvůli obavám, že způsobuje karcinogenní účinky neboli rakovinu (SYLVETSKY, 2016). I přes snahu znovu povolit využívání cyklamátu jako sladidla jeho použití zůstává nadále ve Spojených státech amerických zakázáno. V EU je cyklamát povolen direktivitou 94/35/EC z listopadu 2002 (ČÍŽ, 2008). V České republice je cyklamát povolen pouze ve formě kyseliny cyklamové její sodné a vápenaté soli (NABORS, 2011).

Sladivost cyklamátu je 30-50krát vyšší jak u sacharózy (ČOPIKOVÁ et al., 2013).

Sacharin

E číslo: E 954

Byl objeven roku 1979 (ČÍŽ, 2008), kdy Konstantin Fahlberg a Ira Remsen spolu večeřeli a do jídla se jim dostal imid2-sulfobenzenoové kyseliny. Později si tuto látku nechal Fahlberg patentovat jako sacharin, i přesto, že nebylo úplně jasné, kdo sacharin objevil jako první(ČOPÍKOVÁ et al., 2013).

Sacharin se volně v přírodě nevyskytuje a vyrábí se z uhlí jako produkt vedlejší. Synteticky se však vyrábí z toluolu a obsahuje meziprodukt této syntézy (POLLMER, 2009). Sacharin je sladidlo s kovovou příchutí a je 300krát sladší než sacharóza (VRBOVÁ, 2001).

Pochybnosti o zdravotní nezávadnosti sacharinu byly poprvé objeveny v Americe, kde byla zkoumána zvířata, která byla krmena vysokými dávkami sacharinu a následně u nich byla zjištěna nádorová onemocnění močového měchýře, u lidí však tyto problémy prokázány nebyly (GUY, 2014). Sacharin není doporučován dětem do 3 let, kojícím a těhotným matkám (RAČICKÁ, 2012).

Ve farmacii se používá k vylepšení chuti, jako přísada do zubních past, žvýkaček, dietních potravin a ústních vod (DOLEŽAL, 2009). Kromě použití jako umělé sladidlo je také využíván jako antiseptikum i jako konzervační látka (VRBOVÁ, 2001).

Sucralosa

E číslo: E 955

Byla objevena náhodou v roce 1976 při hledání nových insekticidů. Roku 1998 ji Americký úřad pro potraviny a léčiva povolil. O dva roky později, roku 2000, ji povolila Evropská komise pro bezpečnost potravin (ČOPÍKOVÁ et. al., 2013). V dnešní době je sladidlo povoleno v 80 státech pro potravinářský a nápojový průmysl (ČÍŽ, 2008).

Stejně jako u Aspartamu, lidé mluví o nežádoucích účincích sucralosy (<http1>). Během 15 let používání sucralosy byly zaznamenány tři případy, že vyvolává záchvaty migrény (DOLEŽAL, 2009).

Obsah kalorií v sucralose je nulový, stejně jako její glykemický index, a proto je vhodná jako součást diabetické stravy (<http> 1).

Sucralosa se nejčastěji přidává do nealkoholických nápojů, cukrovinek, tyčinek, pekařských výrobků, omáček, žvýkaček, mléčných produktů (GAJDÚŠKOVÁ, 2008) a potravin pro tepelné zpracování, aniž by došlo ke změně sladivosti (FREITAS, 2016).

V dnešní době je sucralosa brána jako hlavní možnost pro zlepšení kvality života u diabetické populace (FREITAS et al., 2016).

Thaumatococin

E číslo: E 957

Thaumatococin je řazen mezi sladké proteiny, které byly objeveny v plodech africké rostliny (FIRSOV et al., 2016).

Lidé žijící v oblastech výskytu sladkých tropických plodin je velmi často využívají ke slazení. Se schválením thaumatococinu jako sladidla a zvýrazňovače chuti vzrostl velký zájem o využití dalších sladkých proteinů. V České republice je ale povolen pouze jeden druh, a to sladký protein thaumatococin (FAHNESTOCK, 2003).

Sladivost thaumatococinu je asi 2000 až 3000krát sladší než už sacharózy (KLESCHT, 2006). Thaumatococin má výbornou maskovací schopnost pachuti sacharinu a díky této své vlastnosti se používá i jako látka zvýrazňující aroma (POLLMER, 2009). A to zejména z důvodu, že jeho chuť se dá přirovnat k lékořici (BAINES, 2012). Thaumatococin je jako sladidlo využíván zejména v potravinářském průmyslu, jak již bylo zmíněno, jako látka zvýrazňující chuť, a také ve farmacii (FIRSOV et al., 2016).

Neohesperidin

E číslo: E 959

Byl objeven roku 1963 při studiích vztahu mezi strukturou a hořkostí v citrusových glykosidech (NABORS, 2011).

Jedná se o sladidlo, které zvýrazňuje chuť a aroma. Látka je mnohonásobně sladší, až 1000krát, než cukr a vyznačuje se lehkou chutí mentolu. V hořkých potravinách snižuje hořkost a dodává sladší chuť ([http 5](#)). Využívá se v pivovarnictví, při výrobě nealkoholických nápojů, žvýkaček, cukrovinek, dezertů, čajů, kompotů, pomazánek, obilních snídaní, studených omáček, hořčice, polévek, ovocných a zeleninových nálevů, alkoholických nápojů a zubních past. V současné době je využití neohesperedinu povoleno v České republice. Ve spojených státech amerických je však tato látka zakázána (VRBOVÁ, 2001).

Steviol

E číslo: E 960

Steviosid je označován jako sladký glykosid, který se získává z rostliny *Stevia rebaudiana* Bertoni, planě rostoucí na území Paraguaji a Brazílii (SMITH, 1991). Její listy jsou 15 až 30krát sladší než cukr. Sladkost vychází ze dvou sloučenin v rostlinných tzv. steviosides a rebaudioside, které jsou až 300krát sladší než cukr ([http 1](#)).

K jeho hlavním přednostem patří jeho stabilita, není upotřebitelný jako zdroj energie organismu, není karyogenní, mutagenní nebo teratogenní (ARNOLD et al., 1980) a může být používán pro diabetiky a pro pacienty s fenylketonurií (ČOPÍKOVÁ et al., 2013).

Je součástí nealkoholických nápojů a využívá se též jako stolní sladidlo nebo ve farmacii jako ústní voda (RAČIKÁ, 2012).

Neotam

E číslo: E 961

Poprvé byl připraven roku 1991 ve Francii jako chemická látka metyl ester N-(3,3-dimethyl)butyl-L- α -aspartyl-L-fenylalaninu (ČOPÍKOVÁ et al., 2013).

Neotam je silné a nekalorické sladidlo, které může být 7000 až 1300krát sladší než sacharóza (FREITAS et al., 2016). Strukturně a chemicky je podobný aspartamu, ale na rozdíl od něj je 30 až 60krát sladší a dosahuje lepší tepelné stability. Potraviny, které obsahují neotam, nemusí být označeny varováním pro lidi

trpící fenyلكetonurií, jelikož fenylalanin se neuvolňuje při konzumaci. Je to látka bez jakékoliv pachuti. Jeho sladká chuť je vnímaná déle, než je tomu u jiných sladidel (MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, 2012).

Neotam je využíván u nápojů na bázi vody se sníženou energetickou hodnotou, mléčných nápojů, ovocných šťáv, cukrovinek, pastilek pro osvěžení dechu, žvýkaček, džemů marmelád, omáček a různých potravinových doplňků (ČESKO, 2011). Dále je používán ke slazení potravin a nápojů, u kterých zvýrazňuje a zlepšuje chuť (FREITAS et al., 2016).

2.3.4 Kalorická sladidla

Mezi kalorická sladidla jsou řazeny látky, které mají podobnou strukturu jako cukr (VRBOVÁ, 2001).

2.3.5 Cukerné alkoholy

Cukerné alkoholy jsou řazeny mezi deriváty cukrů, které se vyznačují sladkou chutí. Jedná se o sladidla, která jsou odborníky doporučována jako nejlepší varianta, samozřejmě s ohledem na omezení sladkých složek v potravinách či nápojích. I přesto, že název cukerné alkoholy mohou být zavádějící, nemají nic společného s alkoholem jako takovým, jen ho svou chemickou strukturou připomíná. I přesto, že jsou tato sladidla doporučována, nelze tvrdit, že jsou absolutně bez kalorií. Zpravidla jich však obsahují přibližně poloviční množství než sacharóza (CORTI, 1999). Díky svým vlastnostem jsou cukerné alkoholy široce využívány u potravin, nápojů, cukrovinek a farmaceutického průmyslu po celém světě (GREMBECKA, 2015).

I přesto, že cukerné alkoholy mají pozitivní účinky, zejména při léčbě chronické zácpy, jejich spotřeba je často spojena se syndromem dráždivého tračníku a abnormálním nadýmáním (MAKINEN, 2016).

Cukerné alkoholy jsou také při nadměrném množství spojeny s několika vedlejšími účinky, jako je nadýmání, bolesti břicha a průjemy. Nicméně, v přiměřeném množství, jsou sladidla užitečná při léčbě diabetu a snižování hmotnosti (GREMBECKA, 2015).

Sorbitol

E číslo: E 420

Sorbitol byl poprvé izolován roku 1872 francouzským chemikem z plodů jasanu (GREENLY, 2003). Je vyráběn z cukrů glukózy – konkrétně z glukózového sirupu, který je odpadním produktem při výrobě škrobů. Přirozeně se vyskytuje v ovoci, jako jsou třešně, švestky, hrušky a jablka a bobuloviny (např. v jeřábu, hroznovém vínu). Je asi o polovinu méně sladký než cukr (VRBOVÁ, 2001).

Nejčastěji je používán u výroby cukrovinek, cereálních tyčinek, džemů, sušenek, čokolády a nealkoholických nápojů (CARDOSO et al., 2016). Využívá se i k zabránění krystalizace, jako zahušťovadlo a činidlo (HESS, 2010) konzervářských výrobků (RAČÍCKÁ, 2012).

Konzumace velkého množství sorbitolu může způsobovat bolesti břicha, plynatost a mírný až silný průjem (BOBROVOVÁ, 2008). Jeho používání by mělo být omezené (HESS, 2010).

Mannitol

E číslo: E 421

Mannitol pochází ze slova manna – cukerné šťávy získané z kůry kmenů jasanu (POLLMER, 2009). Vyskytuje se v přírodě v maně kvetoucího jasanu, v olivách, fikách a některých mořských řasách (ŠKOPEK et VOLDŘICH, 2004). Je o něco sladší než cukr a proto se hodí pro diabetiky. Jeho kalorická hodnota je také menší než u cukru a díky tomu způsobuje méně zubních kazů (POLLMER, 2009).

Mannitol lze používat také jako rozpouštědlo pro barviva a aroma, jako stabilizátor nebo plnidlo. Dále lze využívat jako surovina k výrobě syntetické pryskyřice (POLLMER, 2009). NABAROS (2011) uvádí, že se může nacházet také v klinické medicíně, např. při sníženém vylučování moči ledvinami, v potravinách pro diabetiky, např. v různých druzích dezertů, mražených krémech, žvýkačkách a cukrovinkách.

Podle VYHLÁŠKY č. 4/2008 Sb. novelizovanou vyhláškami č. 130/2010 Sb. a 122/2011 Sb., kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a

extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin, se k výrobě potravin určených pro výživu kojenců a obilných a ostatních pokrmů určených pro malé děti smí používat právě sladidlo mannitol, a to v případě, pokud byl použit jako nosič pro vitamin B12 v množství nejméně 1 díl vitamínu B12 na 1000 dílů mannitolu, přičemž potravina připravená ke spotřebě by neměla obsahovat více než 10 mg/kg přenesené látky E 414 (arabská guma).

Isomalt

E číslo: E 953

Isomalt je řazen mezi cukerné alkoholy (KOSKINEN et al., 2016). Jako sladidlo je o polovinu méně sladký než cukr. Jeho chuť připomíná cukr, ale nemá žádnou pachut'. Isomalt je vhodným sladidlem pro lidi, kteří trpí onemocněním cukrovky (GRENBY, 1996). Je obsažen v řepě, ze které se vyrábí. Díky tomu, že má vlastnosti vlákniny, se ve střevě nevstřebává (RAČICKÁ, 2012).

Kromě využití isomaltu jako sladidlo je používán také jako plnidlo, protispěšková látka a látka tvořící polevy (POLLMER, 2009). Pokud výrobek obsahuje více jak 10 % isomaltu, je nezbytné, aby na obalu výrobku, bylo napsané, že může vyvolat projímavé účinky (NABORS, 2011).

Nejčastěji je používán do žvýkaček a různých pastilek, jehož hlavním cílem je zamaskovat chuť a snížit výskyt zubního kazu (MAKINEN, 2016).

Laktitol

E číslo: E 966

Laktitol je řazen mezi cukerné alkoholy a je odvozen od mléčného cukru – laktózy. Laktitol má jemně sladivou pachut', neboť jeho sladkost je menší než cukr. To je také jeden z hlavních důvodů, proč se nevyužívá jako sladidlo. Další jeho dobrou vlastností je, že obsahuje mnohem méně kalorií než ostatní kalorická sladidla, a proto také nezpůsobuje tvorbu zubního kazu, avšak ve velkých dávkách laktitol způsobuje zažívací potíže a průjem (POLLMER, 2009).

Laktitol je používán jako sladidlo a plnidlo. V potravinách je využíván ve výrobcích jako jsou deserty, mražené krémy, marmelády, džemy, cukrovinky, obilné

snídaně, pomazánky na bázi kakaa, žvýkačky, hořčice, pečivo a další cukrářské výrobky ve formě stolního sladidla (POLLMER, 2009).

Xylitol

E číslo: E 967

Sladidlo xylitol je známé již od roku 1891. Jako potravinu se však uplatnilo až v roce 1960 (GREENLY, 2003). Výroba xylitolu je levnou záležitostí, neboť se vyrábí z dřevní hmoty (CÍŽ, 2008).

Sladivost xylitolu je poměrně stejná jako sladivost cukru, avšak xylitol dodává o 40 % méně energie než sacharóza (HANÁKOVÁ, 2011). Největší zastoupení xylitolu je ve většině druhů ovoce, zeleniny, bobulovin a houbách (VRBOVÁ, 2001). Xylitol je velmi často používán jako antikariogenní náhražka cukru (YUN, 2017).

HAAS (2010) říká, že v množstvích, která se používají v současné době, je bezpečný, studie však nedoporučují dlouhodobou konzumaci vzhledem k možným karcinogenním účinkům. Průměrná denní dávka nesmí překročit 40 g (SPILLANE, 2006).

Jako u většiny sladidel, i xylitol má při větší konzumaci projímavé účinky (DUNAYER, 2004). Působí jako prevence proti vzniku zubního kazu (BOBROVOVÁ, 2008). Je vhodný pro použití žvýkaček, které díky xylitolu redukují množství zubního plaku a produkci kyselých slin a snižují tak kazivost zubů i problémy s dásněmi (HOLGERSON, 2007).

Používá se v potravinách jako sladidlo do desertů, džemů, marmelád, mražených krémů, cukrovinek, pomazánek na bázi kakaa a mléka, žvýkaček, studených omáček, hořčice a pečiva (MATOUŠ, 2014).

Maltitol

E číslo: E 965

Maltitol opět patří do skupiny cukerných alkoholů. Průmyslově je vyráběn z cukerných produktů, které obsahují maltitol, nebo z čisté maltózy hydratací. Jedná

se o sladidlo, které je stejně sladké jako cukr. Jeho sladkost dosahuje až 75-90 % sladivosti sacharózy (POLLMER, 2009).

Ve vyšších dávkách může způsobovat nadýmání a působit jako mírné projímadlo (VRBOVÁ, 2001). Bylo zaznamenáno, že používání maltitolu zvyšuje množství cukru v krvi (WINTER, 2009).

2.3.6 Sacharidická sladidla

Fruktóza

V posledním desetiletí výrazně vzrostl zájem o fruktózu zejména z důvodu zvýšené spotřeby nealkoholických nápojů, které obsahují vysoký obsah fruktózy (PRIEBS et al., 2016). Díky vysoké spotřebě nealkoholických nápojů přijímá tělo stále více cukrů, které rychle protékají žaludkem a jejich složky se v těle velmi snadno vstřebávají. Nestačí však dojít k výlevu hormonů, které tlumí další příjem potravy. Část pediatrů je proto k fruktóze krajně nedůvěřivá a považuje fruktózu za jednu z nejrizikovějších složek slazených nápojů (ZOUHAR, 2012). A k tomu přispívá i fakt, že konzumace fruktózy je návykovou záležitostí (LUSTIG, 2010).

Fruktóza je monosacharid (BOBROVSKÁ, 2008), který je též nazýván ovocný cukr. Má vysokou sladivost, pomalejší zkvasitelnost a je velmi dobře rozpustný ve vodě (RAMEŠ, 1983). Je dvakrát sladší než sacharosa nebo třtinový cukr (ELSON, 2010).

Mnoha lidí si domnívá, že jsou mnohem zdravější variantou DIA výroky. Pravdou však je, že rozdíl je téměř zanedbatelný. Naopak nadměrné užívání fruktózy může vést ke zdravotním problémům závažnějším než užívání sacharózy (BOBROVSKÁ, 2008). Při konzumaci 120 kalorií fruktózy se uloží až kolem 40 kalorií v podobě tuku. Tuk se poté ukládá v játrech, okolo srdce a bříše. V tomto případě se jedná o tzv. obezitu vnitřní. Tato obezita přispívá ke vzniku infarktu, onemocnění jater a pro vznik vysokého krevního tlaku (STRUNECKÁ, 2012). HASS (2010) uvádí, že v malém množství je v zásadě fruktóza bezpečná, totéž platí i o většině jednoduchých sacharidů.

Fruktóza se využívá v bonbónech, zmrzlinách, „přírodních“ nápojích (HASS, 2010), používá se jako diabetické sladidlo do nápojů, diabetických čokolád, sušenek,

jako doplněk nebo náhražka sacharózy a jako alternativa k umělým sladidlům (PAPEŽOVÁ et al., 2011).

Fruktózové sirupy

Fruktózové sirupy jsou řazeny mezi energetická sladidla, která jsou vyráběna z kukuřičného škrobu. Tyto sirupy obsahují glukózu a fruktózu v odlišném procentuálním zastoupení (DAVÍDKOVÁ et DOSTÁLOVÁ, 1991):

- ✓ I generace – obsahující 42 % fruktózy
- ✓ II generace – obsahující 55 % fruktózy
- ✓ III generace – obsahující 90 % fruktózy

Fruktózové sirupy se používají jako levná náhražka cukru do všech odlišných druhů potravin. Nejčastěji slouží k přislazování nápojů, kečupů, dresinků, cereálií, sušenek atp. (STRUNECKÁ, 2012).

2.4 Senzorická analýza

2.4.1 Vývoj sensorické analýzy

Senzorickým hodnocením se od pradávna zabývali tzv. koštěři. Koštěři byli označováni lidé, kteří vynikali výbornou citlivostí a zkušenostmi v hodnocení sensorické jakosti. Jednalo se osoby, které se úzce specializovaly na hodnocení nápojů či potravinových komodit. Koštěři se stali nedílnou součástí sensorického pozorování, neboť jejich posudky byly pro obchod nepostradatelné (POKORNÝ et al., 1998).

Již v pravěku si lidé, dle svého sensorického posouzení, vybírali ty nejvhodnější potraviny, které by uspokojovaly jejich potřeby. Kladně přijímali potraviny sladké, a odmítali poživatiny, které byli hořké a závadné (POKORNÝ, 1993).

Počátek 16. století byl spíše založený na empirických zkušenostech kuchařů. Na začátku 18. a 19. století popsali fyziologové jednotlivé smyslové orgány a popsali jejich základní funkci (POKORNÝ et al., 1998).

Na začátku 19. století v závislosti mezi smyslovými orgány a podněty a byla zjištěna přeměna nervového vzruchu na smyslový vjem. Koncem 19. století začali být lidé mimořádně citliví na jednotlivé chutě a vůně (KOUŘIMSKÁ, 2000). Během

20. století zaznamenala senzorická analýza velké pokroky, a to zejména z důvodu modernizace počítačové technologie. Díky zavedení stolních počítačů lze nejen zpracovat dosažené výsledky, ale také přesně určit senzorické hodnocení. V dnešní době lze senzorickou analýzu považovat za objektivní a přesnou metodu (POKORNÝ et al., 1998).

2.4.2 Význam senzorické analýzy

Senzorickou analýzou se rozumí souhrn všech vlastností, které je člověk schopen postřehnout přímo svými smysly (INGR et al., 2007).

BUŇKA et al. (2008) definují senzorickou analýzu jako vědeckou disciplínu vyvolávající, měřící, analyzující a interpretující reakce na ty vlastnosti a charakteristiky potravin či surovin, které jsou postřehnutelné lidskými smysly – chutí, čichem, zrakem, hmatem a sluchem.

Pojem senzorická analýza zahrnuje hodnocení vzorku všemi lidskými smysly, a to včetně zpracování výsledků lidským centrálním nervovým systémem. Senzorická analýza probíhá pouze za takových podmínek, kdy je zajištěné měření objektivní, reprodukovatelné a přesné (POKORNÝ et al., 1998).

Dle KINCLOVÉ et al., (2004) je senzorická jakost část jakosti potravin. Zahrnuje hodnocení vzhledu, vůně, chuti či textury. Senzorické hodnocení patří mezi základní kontrolní metody kvality potravinářského průmyslu, přídatných a pomocných látek i hotových výrobků.

2.4.3 Senzorické hodnocení nealkoholických nápojů

Při senzorickém posuzování nealkoholických nápojů (tj. sodové vody, minerální vody, limonády, mošty, přírodní šťávy a další) zahrnuje hodnocení čirosti, barvy, tekutosti, vůně, říznosti (u sycených nápojů), vůně. Pokud je hodnocena barva nápoje, posuzuje se zde barevný odstín a světlost, která se vyjadřuje označením jednotlivých barev nebo složenými názvy. Při posuzování vůně se posuzuje intenzita vůně, přítomnost cizích pachů a čistota. Podobné je i hodnocení chuti nealkoholických nápojů (INGR et al., 2007).

Množství u hodnocených vzorků nápojů se dává obvykle 30-50 ml a tuhých vzorků 20-50 g (POKORNÝ et al., 1998).

Metodami zkoušení nealkoholických nápojů se zabývá norma ČSN 560240, která patří na seznam platných metod zkoušení používaných v laboratořích Státní

zemědělské a potravinářské inspekce v souladu s požadavky paragrafu 9 vyhlášky č. 211/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

2.4.4 Podmínky pro senzorické hodnocení

Základní podmínky pro senzorické hodnocení se volí takové, aby došlo při co největší míře k odstranění rušivých vlivů, zlepšila se přesnost stanovení a aby bylo dosaženo objektivních a srovnatelných výsledků. Všechny tyto podmínky jsou stanoveny mezinárodními normami, především normami ISO (International Standardisation Organisation). Mezi základní podmínky těchto norem patří vybavení místnosti, způsob přípravy a předkládání vzorků (INGR et al., 2007).

Senzorické pracoviště

Místnost, která je určena pro hodnocení, by měla být oddělena od místnosti pro přípravu vzorků a od ostatních pracovišť (JEŽEK, 2014). Vybavení místnosti je dáno požadavky mezinárodních norem ISO 8589 (INGR et al., 2007).

Místnost, která je určena pro hodnocení musí být čistá, prostorná, dobře větratelná a bez příměsí jakýkoliv nežádoucích pachů. (POKORNÝ et al., 1997)

Stěny místnosti nesmí být intenzivní. Barvy by měli být světlé, nejlépe bílé, krémové či světle šedé. Agresivní zbarvení stě, působí rušivým dojmem, zejména při hodnocení barvy a celkové přijatelnosti vzhledu. Obrazy, nápisy či jakékoliv zdobení stěn by nemělo být součástí (JEŽEK, 2014). Nezbytnou součástí okna je mléčné sklo, aby nedocházelo během hodnocení k rozptylování hodnotitelů (POKORNÝ, 1993).

Tabulka č. 3: optimální podmínky pro senzorickou analýzu (POKORNÝ et al., 1998)

Optimalizovaný faktor	optimální podmínky pro hodnocení
Hladina vzduchu	kolem 40 dB, izolace dveří a oken
Teplota	21-23 °C nejlépe klimatizace
Vlhkost vzduchu	40-70 %, v zimě vlhčení
Pohyb vzduchu	poznatelný jen o přestávkách, jinak klid
Pachy	ochrana před pachy ventilací, pachovými filtry a nátěry neabsorbující pachy
Zrakové vjemy	světle šedá nebo bílá barva, bez výzdoby
Kontakt s lidmi	příhrady mezi hodnotiteli, kóje

POKORNÝ (1993) říká, že hluk je velmi rušivým faktorem. Je proto ideální, jestliže je místnost zvukově izolována, i když naprosté ticho by mohlo působit tísnivě a rušit při hodnocení (optimum je 30 až 40 dB).

Zkušební kóje

Zkušební kóje jsou umístěné ve zkušební místnosti v řadě vedle sebe, jedna kóje těsně vedle druhé. Nejčastější je umístění čelem ke zdi přilehlé k obslužnému prostoru (Pokorný, 1993). Kóje jsou s obslužným prostorem spojeny sklapovacími či vysouvacími okénky, které slouží k podávání a odebrání vzorků (JEŽEK, 2014).

Rozměrnost kóje je nezbytnou součástí, neboť je důležitá, aby se hodnotitel necítil příliš stísněně. Materiál, z něhož je zkušební kóje vyrobena, musí být lehce otíratelná, se světlými odstíny a oprostěna od cizích pachů či pachů absorbujících. Před každým hodnocením je nezbytné kóji vyčistit a udržovat průběžnou čistotu (POKORNÝ 1993).

Kóje může být vybavena přívodem a odpadem vody a vhodné je umístění ventilace v každé kóji (JEŽEK, 2014).

Hodnotitelé

Dle INGR et al. (2007) vystupuje člověk jako hodnotitel ve dvojí úloze: 1. nahrazuje přístroj při získání vnitřního podnětu, 2. na rozdíl od přístrojů však zpracovává vnitřní podnět na vjem, přičemž nemůže být žádným přístrojem nahrazen.

Z tohoto důvodu je potřeba, věnovat kvalitně vybraným hodnotitelům velkou pozornost (POKORNÝ, 1993).

Nejvyšší schopnost k senzoričkému posuzování bývá obvykle mezi 18 až 40 lety, ale ve většině případů ještě do 60 let lze většinou zkušenostmi kompenzovat postupně klesající citlivost (BUŇKA et al., 2008). Podle stupně zaškolení se hodnotitelé dělí na neškolené, krátce zaškolené, školené a experty (POKORNÝ et al., 1997).

Vedoucí senzoričké laboratoře je zodpovědný za to, že v době hodnocení bude mít požadovaný počet respondentů o požadované kvalifikaci (POKORNÝ et al., 1998). Hodnotitelé se často vybírají náhodně a jedná se o momentálně dostupné osoby, které jsou ochotny se hodnocení zúčastnit. Před hodnocením jsou pouze

stručně instruováni, jaký je cíl jejich úkolu a jak mají správně odpovědi zaznamenávat (INGR et al., 2007). Hodnocení začíná v okamžiku, kdy jsou všichni přítomni a hodnotitelé mohou odcházet teprve, až všichni skončí hodnocení (POKORNÝ et al., 1998).

Zásady při hodnocení

Posuzující osoby, které se hodnocení zúčastní, jsou povinny minimálně jednu hodinu před degustací nekouřit, a to i v přestávkách mezi degustacemi. Je vhodné hodinu před degustací nekonzumovat silně kořeněné pokrmy a pít alkoholické nápoje (BUŇKA et al., 2008).

Pokud je to možné, je vhodné nepoužívat silné parfémy, které by ve finále mohly ovlivnit čichové vnímání. Mezi podáváním jednotlivých vzorků se používají stabilizátory chuti (po jejich použití je dobré minimálně jednu minutu počkat před hodnocením dalšího vzorku) nebo zařazovat alespoň třímínutové přestávky mezi jednotlivými vzorky (JEŽEK, 2014).

Hodnocení provádí jen osoby v dobré fyzické i psychické kondici (JEŽEK, 2014).

Výběr a úprava vzorku

Výběr vzorků pro senzoryckou analýzu probíhá podle stejných pravidel jako pro ostatní analýzy, jen je velmi důležité dodržování hygienických pravidel při odběru a skladování (JEŽEK, 2014).

Pokud je to alespoň trochu možné, hodnotíme vzorky bez jakékoliv úpravy a při pokojové teplotě. Důležité je, aby vzorky byly předkládané k hodnocení, aniž by mohly ovlivnit výsledek hodnotitele a aby hodnotitelé nebyli informováni o skutečnostech týkající se výsledků. Veškeré komponenty, které by mohly ovlivnit hodnotitele, musí být odstraněny. Dbáme na to, aby výsledná chuť vzorku nebyla ovlivněna obaly, etiketami, uzávěry nebo firemním označením (INGR et al., 2007).

Další nezbytnou podmínkou je dodržení veškerých instrukcí, a to včetně degustovaného vzorku a způsobu degustace, neutralizace receptorů chuťovým neutralizátorem a přesné dodržení délky přestávky mezi jednotlivými vzorky (POKORNÝ et al., 1998).

V některých případech je nezbytné vzorky upravovat tak, aby odpovídaly běžným konzumním zvyklostem. Často je k tomu nutné zchlazení. U chlazených nebo mražených výrobků, musíme brát v úvahu, že lidské smysly jsou při nižších teplotách méně citlivé, a proto je vhodné tyto výrobky hodnotit navíc při pokojové teplotě, kdy eventuální závady lépe vyniknou (INGR et al., 2007).

Doba a délka hodnocení

Senzorické posouzení vzorku by nemělo přesáhnout dobu 2-3 hodin, pokud to není nezbytně nutné (BUŇKA et al., 2008). Nejvhodněji doporučená doba k posouzení je od 9 do 11 hodin dopoledne a od 14 do 16 hodin odpoledne (POKORNÝ et al., 1997).

Vyhodnocení výsledků

Výsledky senzorické analýzy se zpracují dle správně a důkladně vyplněných formulářů. Protokolový formulář (ať na zvláštním papíru či na obrazovce terminálu) musí být sestaven tak, aby vyplnění bylo přehledné, nenáročné, srozumitelné a jednoznačné (INGR et al., 2007).

POKORNÝ et al., 1998 uvádí, že soubory výsledků zkoušek jsou všeobecně velmi početné a chyba stanovení je značná, k nejistotě závěrů přispívá také vysoké procento nevrácených nebo chybných odpovědí. K vyhodnocení se používá speciálních metod statistické analýzy, většinou neparametrických.

2.5 Metody senzorické analýzy

Pořadová zkouška

Uspořádání a průběh těchto zkoušek se řídí českou technickou normou ČSN ISO 8587 – Senzorická analýza – Metodologie – Pořadová zkouška (BUŇKA et al., 2008). Pořadová zkouška spočívá v tom, že posuzovatel obdrží v nahodilém pořadí, skupinu vzorků a podle předem určeného ukazatele (sladkost, tvrdost, světlost) je vyhodnocuje. Hodnotitel s posuzováním začíná zleva doprava a ke vzorkům se může libovolně vracet (INGR et al., 2007).

Počet předložených vzorků se liší podle složitosti zkoušky (POKORNÝ, 1993). Výsledky se následně vyhodnocují statisticky ze součtu pořadí jednotlivých vzorků (INGR et al., 2007).

Stupnicové hodnocení

Pojem stupnice vyjadřuje řadu stupňů (kvality, intenzity, příjemnosti) seřazené do určité posloupnosti (INGR et al., 2007). Tato metoda je řazena mezi k nejčastěji využívaným metodám sensorické analýzy, se kterými lze úspěšně kvantifikovat rozdíly daných sensorických znaků mezi posuzovanými vzorky (BUŇKA et al., 2008).

Hédonické hodnocení

Hédonické hodnocení, jinými slovy hodnocení příjemnosti daného podnětu, je v sensorické analýze velmi běžné a nenahraditelné použitím jiné instrumentální metody, využitelné pro doplnění intenzitního hodnocení. Příjemnost zde lze hodnotit z jakéhokoliv podnětu, ať jde o chuť, vůni, barvu nebo texturní vlastnosti (INGR et al., 2007).

Popisové hodnocení

Vjem při popisovém hodnocení lze vyjádřit slovním popisem. V tomto případě má posuzovatel volnost ve vyjádření svého názoru (POKORNÝ et al., 1997). Jedná se o velmi subjektivní metodu, která se odvíjí od stupně zaškolení hodnotitele, jeho osobních vlastností a vyjadřovacích schopností (INGR et al., 2007).

3 MATERIÁL A METODIKA

3.1 Charakteristika vzorků

Diplomová práce se zabývá zjištěním preferencí umělých sladidel v nealkoholických nápojích a zájmem spotřebitelů o jejich přítomnost v nápojích.

Pro vypracování diplomové práce byly vybrány čtyři druhy limonád s citrónovou příchutí. Tyto druhy limonád byly zvoleny z důvodu odlišného složení sladidel.

Vybrány byly dva vzorky obsahující odlišná syntetická sladidla, známá též jako náhradní sladidla, jeden vzorek obsahoval fruktózo-glukózový sirup společně se syntetickými sladidly a poslední vzorek obsahoval pouze sacharózu.

Vzorky byly zakoupeny v obchodní síti.

Vzorky byly hodnotitelům předkládány při pokojové teplotě v plastových kelímkách o objemu 40 ml. Kelímky podávané hodnotitelům byly označeny odlišným třímístným číselným kódem, který byl vybrán náhodně. Pro neutralizaci chutí byla podávána voda pokojové teploty.

Vzorek A –SPRITE

Limonáda s citrónovou příchutí. S cukry a sladidly.

Nutriční hodnoty:

NA:	100ml	250 ml (%)
Energetická hodnota	129kJ 30 kcal	323 kJ 75 kcal (4%)
Tuky:	0 g	0 g (%)
z toho nasycené MK*:	0 g	0 g (0%)
Sacharidy:	7,3 g	18 g (7%)
z toho cukry:	7,3 g	18 g (20%)
Bílkoviny:	0 g	0 g (0%)
Sůl:	0 g	0 g (0%)

*MK- mastné kyseliny

Výrobce: Coca-Cola HBC, s.r.o., Česká republika

Složení: voda, **fruktózo-glukózový sirup**, oxid uhličitý, kyselina: citrónová, přírodní citrónové a limetkové aroma, regulátor kyselosti: citronany sodné, **sladidla: aspartam a acesulfam - K**. Obsahuje zdroj fenylalaninu.

Vzorek B – SLICE

Limonáda s příchutí citrónu, se sladidly.

Nutriční hodnoty:

NA:	100 ml
Energetická hodnota	3 kJ 1 kcal
Tuky:	0 g
z toho nasycené MK*:	0 g
Sacharidy:	<0,5 g
z toho cukry:	<0,5 g
Bílkoviny:	< 0,5 g
Sůl:	0,0 g

*MK- mastné kyseliny

Výrobce: PEPSICO CZ s.r.o., Česká republika

Složení: voda, oxid uhličitý, kyselina: kyselina citrónová, **sladidla: aspartam a acesulfam - K**, stabilizátory: E414 a E445, konzervant: benzoát sodný, aroma, antioxidant: kyselina askorbová, barvivo: karamel (E150d). Obsahuje zdroj fenylalaninu

Vzorek C – LEMON

Limonáda s citrónovou příchutí, sycená.

Nutriční hodnoty:

NA:	100 ml
Energetická hodnota:	3kJ 1 kcal
Tuky:	< 0,5 g
z toho nasycené MK*:	0 g
Sacharidy:	11 g
z toho cukry:	11 g
Bílkoviny:	< 0,5 g
Sůl:	< 0,01 g

*MK- mastné kyseliny

Výrobce: VESETA spol. s.r.o., Česká republika

Složení: pitná voda, **cukr**, oxid uhličitý, regulátor kyselosti: kyselina citrónová, přírodní citrónové aroma, konzervant: benzoan sodný

Vzorek D – SanTERRA

Sycená limonáda s příchutí citrónu, se sladidly.

Nutriční hodnoty:

NA:	100 ml
Energetická hodnota	190kJ 45 kcal
Tuky:	< 0,5 g
z toho nasycené MK*:	0 g
Sacharidy:	11 g
z toho cukry:	11 g
Bílkoviny:	< 0,5 g
Sůl:	< 0,01 g

*MK- mastné kyseliny

Výrobce: Kaufland Česká republika

Složení: pitná voda, oxid uhličitý, regulátor kyselosti: kyselina citrónová, přírodní citrónové aroma, sladidla (**acesulfam - K, sodná sůl sacharinu, aspartam**), konzervant: benzoan sodný. Obsahuje zdroj fenylalaninu.

3.2 Senzorické hodnocení

3.2.1 Hodnotitelé

Pro senzorické hodnocení nealkoholických nápojů citrónové příchutě byly vybrány dvě skupiny hodnotitelů. Hlavním faktorem tohoto rozdělení byl věk. Obě skupiny byly složeny z obou pohlaví – jak mužů, tak i žen.

První skupina byla složena ze studentů Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity. Věkové rozmezí této skupiny bylo mezi 18-27 let. Celkový počet činil 30 hodnotitelů, kdy ve větším zastoupení byly ženy, kterých hodnotilo 18. Menší skupina se skládala z mužů, jejich počet byl 12 hodnotitelů.

Druhá skupina byla složena z hodnotitelů věkové kategorie nad 40 let. Celkový počet byl 30 respondentů. Ve větším zastoupení byly opět ženy, kterých bylo 20. Počet mužů, kteří se zúčastnili hodnocení, bylo 10.

3.2.2 Průběh sensorického hodnocení

Před začátkem sensorického hodnocení byli hodnotitelé proškoleni a informováni o průběhu. Sensorické hodnocení bylo zahájeno podáním čtyř vzorků, náhodně očíslovaných, a předloženým protokolem sensorického hodnocení, který se skládal z popisového hodnocení, hédonického hodnocení a pořadového testu. Následně byl hodnotitelům předán dotazník pro spotřebitele. Vyplněné protokoly byly předány autorce diplomové práce.

1. Popisové hodnocení

Úkolem hodnotitelů popisové hodnocení bylo postupně očichat jednotlivé vzorky a vyjádřit slovním popisem svůj subjektivní názor na vůni předloženého vzorku.

2. Hédonické hodnocení

Hédonické hodnocení je v sensorické analýze velmi běžné a nenahraditelné hodnocení (INGR et al., 2007). Hlavním úkolem spotřebitelů bylo ohodnotit příjemnost, chuť a celkovou chutnost nápojů.

3. Pořadový preferenční test

V pořadovém testu bylo hlavním úkolem spotřebitelů postupně ochutnat předložené vzorky od nejlepšího, který byl značen číslem 4 až po nejméně chutný, který byl značen číslem 1. Pro neutralizaci chuti bylo doporučeno, aby si hodnotitelé mezi jednotlivými vzorky, proplachovali ústa vodou.

4. Dotazník pro sensorické hodnocení

Úkolem respondentů v dotazníku pro sensorické hodnocení bylo ohodnotit předložené vzorky a do předem připravených dotazníků, zaškrtnout nejpříjemnější odpověď.

Mezi posuzovaná kritéria byla zařazena:

- Příjemnost
- Chuť
- Celková chutnost

5. Dotazník pro spotřebitele

Dotazník pro spotřebitele byl sestaven z několika otázek, na které respondenti museli odpovídat. Otázky byly použity s ohledem na nealkoholické nápoje, složení, náhradní sladidla a cukry. Typy otázek byly uzavřené a zcela uzavřené. U uzavřených otázek hodnotitelé vybírali z nabízených možností a označovali kroužkováním jednu odpověď. V případě zcela uzavřených otázek respondenti odpovídali pouze ano/ne. Při tvorbě otázek byla zohledňována pravidla pro tvorbu otázek, které uvádí Lubomír Pána a Miroslav Somr (2007).

Pravidla pro tvorbu otázek:

- Jasnost a srozumitelnost
- Jednoduchost
- Smysluplnost
- Záporné výrazy
- Předpojaté otázky
- Stručnost

3.2.3 Zpracování dat

Veškerá předložená data byla zpracována pomocí grafů a tabulek. Pro vypracování diplomové práce byly použity programy Microsoft Word 2007 a Microsoft Excel 2007.

- Pořadový preferenční test

Jednotlivé odpovědi byly sečteny a vzorky seřazeny dle klesající preference do pořadí, podle součtů pořadí jednotlivých vzorků (R_i). Hodnoty R_i byly přepočteny na procenta a následně zpracovány pomocí Microsoft Excel 2007 v koláčový graf. Pro zjištění průkaznosti rozdílu mezi hodnocenými vzorky byl využit Friedmanův test a test LSD dle normy ČSN ISO 8587.

- Popisové hodnocení

Odpovědi respondentů byly rozděleny do základních skupin dle rozmanitosti odpovědí a zpracovány do tabulky. Poté byly jednotlivé odpovědi procentuálně zhodnoceny a vyhodnoceny v programu Microsoft Excel 2007 do sloupcových grafů.

- Dotazník pro senzorické hodnocení

Odpovědi z předloženého dotazníku byly sečteny a vyhodnoceny pro jednotlivé vzorky. Následně byly zpracovány do tabulek a pruhových grafů pomocí programu Microsoft Excel 2007.

- Dotazník pro spotřebitele

Jednotlivé odpovědi hodnotitelů v předloženém dotazníku byly spočteny, převedeny na procenta a pomocí programu Microsoft Excel 2007 zpracovány do tabulek a pruhových grafů.

4 Výsledky a diskuze

4.1 Pořadový preferenční test

Cílem pořadového preferenčního testu bylo sečtení jednotlivých odpovědí a seřazení vzorků do pořadí dle klesající preference, podle součtu pořadí jednotlivých vzorků (R_i).

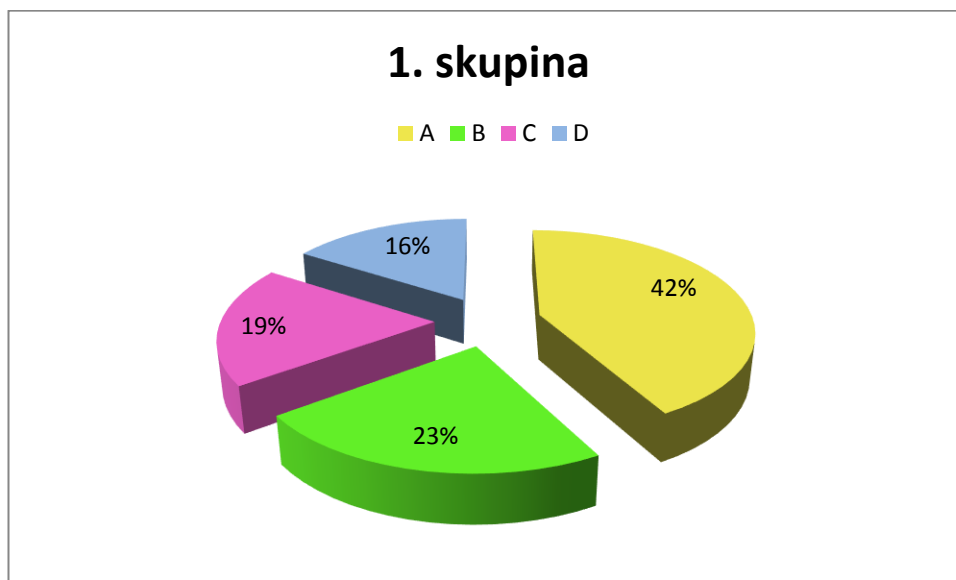
Pořadovou zkoušku lze vyhodnotit různými statistickými metodami. Mezi metody, které jsou nejčastěji využívány, patří *Friedmanův test*.

Pořadí vzorků – pro 1. skupinu hodnotitelů:

A > B > C > D

1. **A** (137) – *Sprite* – fruktózo-glukózový sirup, aspartam, acesulfam - K
2. **B** (825) – *Slice* – aspartam, acesulfam - K
3. **C** (721) – *Lemon* – cukr
4. **D** (773) – *Terra* – aspartam, sodná sůl sacharinu, acesulfam - K

Graf č. 1: grafické znázornění pořadového preferenčního testu



Z grafu č. 1 je patrné procentuální rozdělení preferencí mezi hodnocenými vzorky. Z grafu je viditelné, že nejlépe hodnoceným vzorkem se stal vzorek A – *Sprite*, který obsahuje fruktózo – glukózový sirup, aspartam a acesulfam - K. Nejhůře hodnoceným vzorkem se stal vzorek č. D – *Terra*, který obsahuje acesulfam - K,

aspartam a sodnou sůl sacharinu, která v ústech zanechává výraznou kovovou pachut'.

Matematická interpretace výsledků (ČSN ISO 8587, 2006)

Pokud j posuzovatelů řadí stejné množství p výrobků, využije se zkouška, která zjišťuje, zda existují rozdíly mezi minimálně dvěma výrobky.

Vypočítá se pořadí součtů R_1, R_2, \dots, R_p vzorků od j hodnotitelů.

Pokud T_1, \dots, T_p jsou teoretické součty p vzorků, nulová hypotéza o nepřítomnosti rozdílů mezi vzorky je zapsána jako:

$$H_0: \Gamma_1 = \dots = \Gamma_p$$

Alternativní hypotéza (značena jako H_1) popírá platnost nulové hypotézy (H_0). Obvykle se vyjadřuje jako „existence difference“. Jinými slovy lze říci, že se jedná o opak nulové hypotézy.

Friedmanův test

Friedmanův test spočívá v tom, že každý jeden j hodnotitel posuzuje rozdílnost P vzorků prostřednictvím pořadí od 1 do 4. Z toho vyplývá, že podle rozpoznané preference je seřadí a každému vzorku, podle pořadí, přiřadí jedno z čísel od 1 do X , kdy:

j = počet hodnotitelů

p = počet vzorků

R_1, R_2, \dots, R_p = součet pořadí vzorku i

F = *Friedmanovo kritérium*

$$F_{test} = \frac{12}{j \times p(p+1)} \times (R_1^2 + \dots + R_p^2) - 3 \times j \times (p+1)$$

Pokud je výsledek $F_{test} > F$ je H_0 (nulová hypotéza) zamítnuta.

Výpočet:

$$j = 30$$

$$p = 4$$

$$R_1 = 126, R_2 = 128, R_3 = 57, R_4 = 48$$

$$F_{test} = \frac{12}{30 \times 4(4 + 1)} \times (126^2 + 69^2 + 57^2 + 48^2) - 3 \times 30 \times (4 + 1)$$

$$F_{test} = 73,8$$

V tabulce kritické hodnoty (F) je pro $j = 30$, $p = 4$ na hladině významnosti 0,05 stanovena hodnota $\alpha = 7,81$

Vypočítána hodnota 73,8 je mnohonásobně větší, než hodnota v tabulce (7,81- hladina významnosti 0,05). Z tohoto testu je patrné, že hodnota H_0 může být zamítnuta. Rozdílnost vzorků je vyšší jak 13, což znázorňuje významnou statistikou rozdílnost.

Last Significant Difference – Nejmenší významný rozdíl (LSD)

Pomocí metody LSD lze zjistit, který výrobek je statisticky významně odlišný pro vybrané riziko $\alpha = 0,05$. Hladina rizika α se využije na celé posuzování. Riziko, které je spojeno s každou dvojicí výrobku, je α' , kdy:

$$\alpha' = 2\alpha / p(p - 1)$$

$$j = 30, p = 4, \alpha = 0,05, \alpha' = 0,005, z = \text{celkové riziko } 2,91$$

$$LSD = z \times \sqrt{\frac{j \times p(p + 1)}{6}}$$

Výpočet:

$$LSD = 2,91 \times \sqrt{\frac{30 \times 4(4 + 1)}{6}}$$

$$LSD = 29,1$$

Pokud jsou rozdíly mezi jednotlivými součty pořadí R_i pro i počet vzorků stejné nebo vyšší než výsledná hodnota, pak lze tvrdit, že dvěma výrobkům byla dána rozdílná pořadí a naopak.

Významný rozdíl mezi vzorky je tehdy, jsou-li rozdíly mezi dvěma vzorky vyšší nebo rovny 29,1.

Absolutní rozdíly mezi vzorky:

$$A - B = 126 - 69 = 57$$

$$B - C = 69 - 57 = 12$$

$$A - C = 126 - 57 = 69$$

$$B - D = 69 - 48 = 21$$

$$A - D = 126 - 48 = 78$$

$$C - D = 57 - 48 = 9$$

Mezi vzorky A – B, A – C, A – D je významný rozdíl, neboť všechny již zmíněné vzorky mají vyšší hodnotu LSD. Ostatní vzorky nemají vyšší hodnotu, než je hodnota LSD.

Dle vyhodnocených výsledků pořadového testu, je patrné, že u první skupiny hodnotitelů výrazně převládá vzorek A (137) Sprite. Vzorek Sprite obsahuje fruktózo – glukózový sirup, aspartam a acesulfam - K. I přesto, že acesulfam - K je ve větším množství nahořklý, aspartam má chuťové vlastnosti podobné cukru, tudíž je bez vedlejších příchutí a fruktózo – glukózový sirup připomíná sladkou chuť ovoce, která přebíjí nahořklou chuť acesulfamu - K. Sirupy jsou stále více vyhledávané, a to především z důvodu, že nahrazují cukr již v mnoha produktech, a je tedy velmi pravděpodobné, že mladší generace hodnotitelů ve věkovém rozmezí 18-27 let je na chuť tohoto sladidla navyklá.

Dalším sladidlem, které bylo zvoleno na druhé místo, na rozdíl od druhé skupiny hodnotitelů, byl zvolen vzorek B – Slice, který obsahuje dvě náhradní sladidla, a to sladidla aspartam a acesulfam - K. Pokud by tato sladidla byla do

nápoje přidána samostatně, mohou v ústech zanechat hořkou pachutí; správná a vyvážená kombinace těchto dvou sladidel však nepůsobí v ústech tak umělou chutí. Acesulfam - K je 180-200 x sladší než sacharóza, což dává rychlý pocit sladké chuti, která přetrvává a mizí výrazně pomaleji než sladká chuť sacharózy, která se nachází ve vzorku C – Lemon, který byl hodnotiteli zařazen na třetí místo.

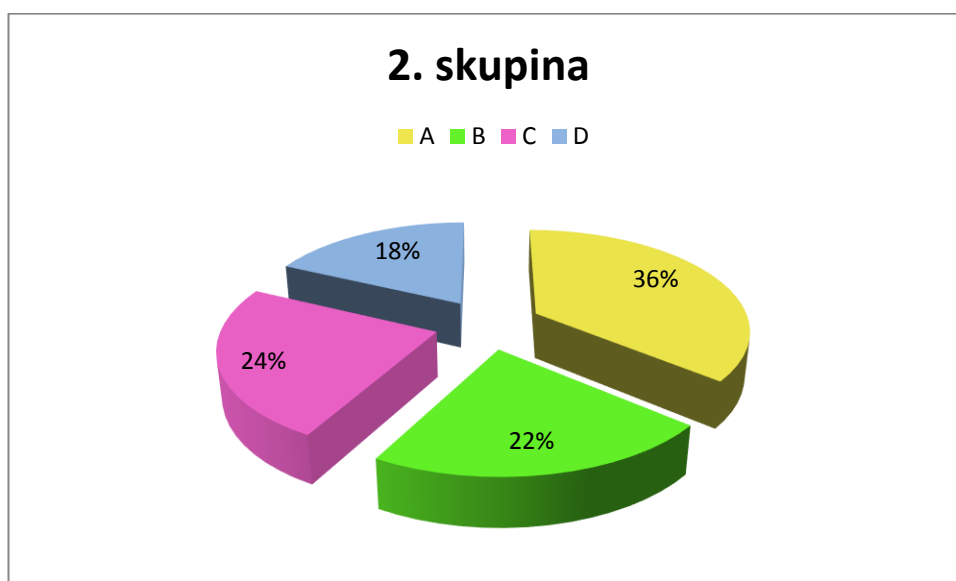
Nejhorším vzorkem byl zvolen, stejně jako u druhé skupiny hodnotitelů, vzorek D – Terra. Terra obsahuje aspartam, acesulfam – K a sodnou sůl sacharinu. Kombinace těchto sladidel sice překrývá již zmíněnou, kovovou pachutí, ale v kombinaci se sacharinem, zanechávají sladidla v ústech nepříjemnou umělou chuť. Jak je viditelné i v popisovém hodnocení, vzorek D nejvíce zanechává pocit umělých sladidel a chemických látek.

Pořadí vzorků – pro 2. skupinu hodnotitelů:

A > C > B > D

1. **A** (137) – *Sprite* – fruktózo-glukózový sirup, aspartam, acesulfam - K
2. **C** (721) – *Lemon* – cukr
3. **B** (825) – *Slice* – aspartam, acesulfam - K
4. **D** (773) – *Terra* – aspartam, sodná sůl sacharinu, acesulfam - K

Graf č. 2: grafické znázornění pořadového preferenčního testu



U druhé skupiny hodnotitelů ve věku 40 +, je prokazatelné, že za nejlépe hodnocený vzorek je řazen vzorek A – Sprite (36 %), stejně jako u první skupiny respondentů. Vzorek Sprite obsahuje fruktózo – glukózový sirup, aspartam a acesulfam - K.

Matematická interpretace výsledků (ČSN ISO 8587, 2006)

Friedmanův test

Vzorec:

$$F_{test} = \frac{12}{j \times p(p+1)} \times (R_1^2 + \dots + R_p^2) - 3 \times j \times (p+1)$$

Výpočet:

$$j = 30$$

$$p = 4$$

$$R_1 = 108, R_2 = 66, R_3 = 72, R_4 = 54$$

$$F_{test} = \frac{12}{30 \times 4(4+1)} \times (108^2 + 66^2 + 72^2 + 54^2) - 3 \times 30 \times (4+1)$$

$$F_{test} = 32,4$$

Hodnota vypočítaná dle Friedmanova testu je vyšší než hodnota v tabulce (7,81 – při hladině významnosti 0,05), z čehož lze předpokládat, že H_0 bude zamítnuta. S rizikem chyby menším nebo rovno 5 % můžou být tyto vzorky chápány jako odlišné.

Nejmenší významný rozdíl - LSD

Vzorec:

$$LSD = z \times \sqrt{\frac{j \times p(p+1)}{6}}$$

kdy: $p = 4, \alpha = 0,05, \alpha' = 0,005, z = 2,91, j = 30$

Výpočet:

$$LSD = 2,91 \times \sqrt{\frac{30 \times 4(4 + 1)}{6}}$$

$$LSD = 29,1$$

Absolutní rozdíly mezi vzorky:

V případě, že jsou absolutní rozdíly mezi dvěma vzorky vyšší nebo rovny 29,1 je mezi vzorky významný rozdíl, při hladině významnosti 0,05.

$$A - B = 109 - 61 = 48$$

$$B - C = 61 - 71 = 10$$

$$A - C = 109 - 71 = 38$$

$$B - D = 61 - 59 = 2$$

$$A - D = 109 - 59 = 50$$

$$C - D = 71 - 59 = 12$$

V pořadovém preferenčním testu u druhé skupiny respondentů byl nejlépe zhodnocen vzorek č. 137 (A) – Sprite, který obsahuje fruktózo-glukózový sirup, aspartam a acesulfam - K. Jedním z hlavních cílů diplomové práce bylo zjistit, zda věková skupina hodnotitelů ve věku 40 + vnímá chuť náhradních sladidel stejně jako u první skupina hodnotitelů ve věku 18-27 let. Předpokladem k tomu byl fakt, že druhá skupina hodnotitelů by neměla být na náhradní sladidla navyklá tolik, jako mladší generace respondentů.

I přesto, že v dotazníkovém šetření druhá skupina na otázku „Jakým druhům nealkoholických nápojů dáváte přednost?“ odpověděla z velké části, že upřednostňují jiné nápoje, než byly nabídnuty, a to především vodu či vodu s citrónem, více než 36 % však stále limonádu Sprite ohodnotilo jako nápoj, který vyhledávají. Je to zejména z důvodu, že vzorek Sprite má oproti ostatním vzorkům, mnohem větší reklamu a jeho konzumace je vyšší. A to i přesto, že cena slazené limonády Sprite je mnohonásobně vyšší než u zbývajících limonád, ale jak již bylo zmíněno v dotazníkovém vyhodnocení, cena nehraje pro spotřebitele druhé skupiny významnou roli.

Oproti první skupině dotazovaných byly rozdíly v hodnocení vzorku B – Slice, který obsahuje aspartam a acesulfam - K, a vzorkem C – Lemon, který

obsahuje pouze cukr. Druhá skupina hodnotitelů, upřednostňuje vzorek Lemon před vzorkem Slice. Vzorek Lemon obsahuje pouze cukr, jehož sladivost je výrazně nižší než u ostatních sladidel, což může být hlavní důvod, proč druhá skupina tento vzorek zařadila na druhé místo. Jak již bylo zmíněno v dotazníkovém hodnocení, z velké části druhá skupina dotazovaných odpověděla, že přednost před vybranými limonádami dává především vodě a vodě s citrónem. A jak již bylo vyjádřeno v popisovém hodnocení, u vzorku Lemon převažovala odpověď, že hodnocený vzorek byl bez jakékoliv vůně.

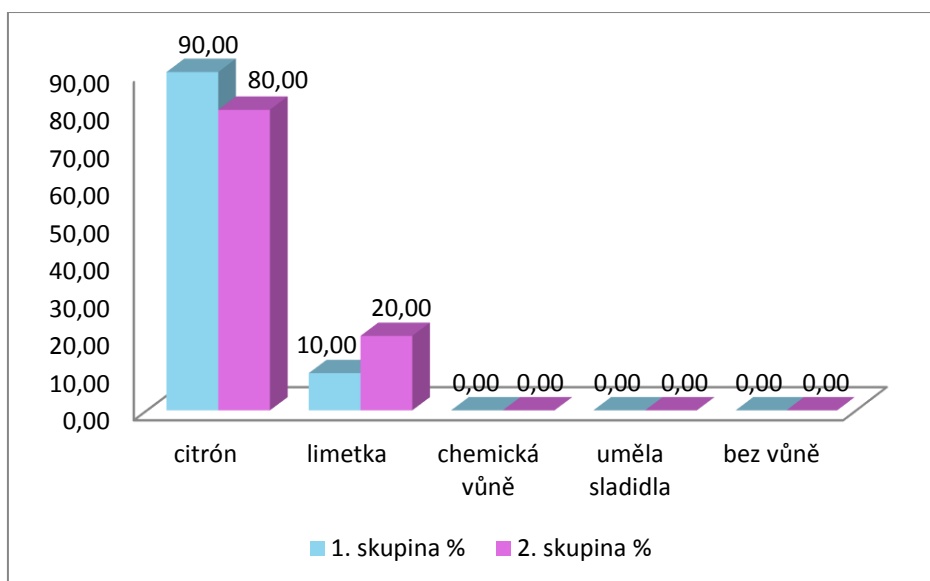
Friedmanovou zkouškou a následně pomocí metody LSD bylo zjištěno, že na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ jsou viditelné rozdíly mezi vzorky A (fruktózo-glukózový sirup, aspartam a acesulfam - K) a D (aspartam, sodná sůl sacharinu a acesulfam - K) a již zmíněným vzorkem A a B (aspartam a acesulfam - K).

4.2 Popisové hodnocení

Cílem popisového hodnocení bylo postupně přivonět k předloženým vzorkům a slovním popisem vyjádřit svůj vlastní názor na vůni vzorku. Při tomto hodnocení byly velké rozdíly v rámci jednotlivých skupin, a to z důvodu, že hodnotitelům nebyly předloženy žádné varianty odpovědí.

Rozmanité druhy odpovědí, které respondenti volili, byly graficky zaznamenány a procentuálně vyhodnoceny v následujících grafech.

Graf č. 3: popisové hodnocení vzorku č. 137 – Sprite

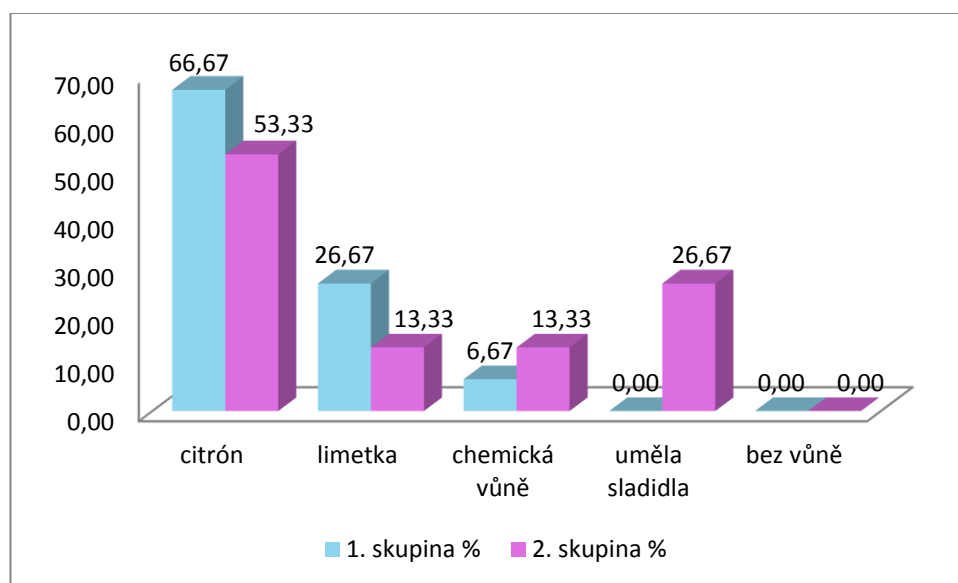


Z grafu č. 3 je viditelné, že u první i druhé skupiny hodnotitelů převládala vůně citrónu. Jako další vůni, kterou hodnotitelé zaznamenali, byla vůně limetky, která byla u první (10 %) i druhé skupiny (20 %) respondentů podobná. Dotazovaní na rozdíl od ostatních vybraných vzorků nezaznamenali žádnou jinou vůni. Hlavním důvodem může být příjemnější zastoupení sladidel, kdy vzorek Sprite obsahuje mimo aspartamu a acesulfam - K také fruktózo-glukózový sirup.

Glukózo-fruktózový sirup je v potravinovém průmyslu jeden z velmi používaných náhrad běžného cukru (ČÍŽKOVÁ, 2015). Díky tekuté konzistenci má lepší rozpustnost než cukr a zajišťuje výrazně nehořkou a sladce příjemnou chuť.

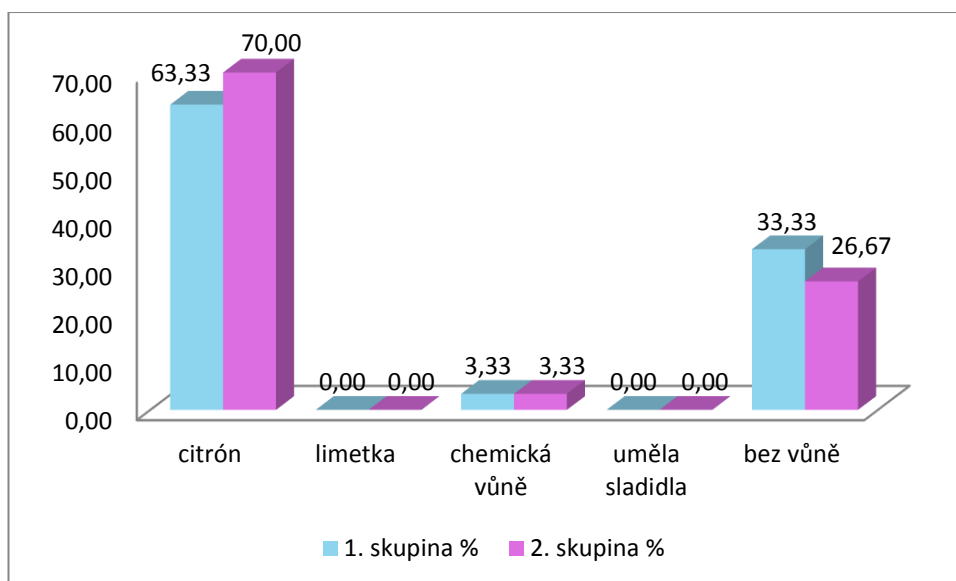
Sprite je nealkoholická limonáda, která je oproti ostatním vybraným vzorkům známější a vyhledávanější. Z tohoto důvodu může být vůně ovlivněna nejen složením sladidel, ale také zvyklostí a častější konzumací mladší generací hodnotitelů.

Graf č. 4: popisové hodnocení vzorku č. 825 – Slice



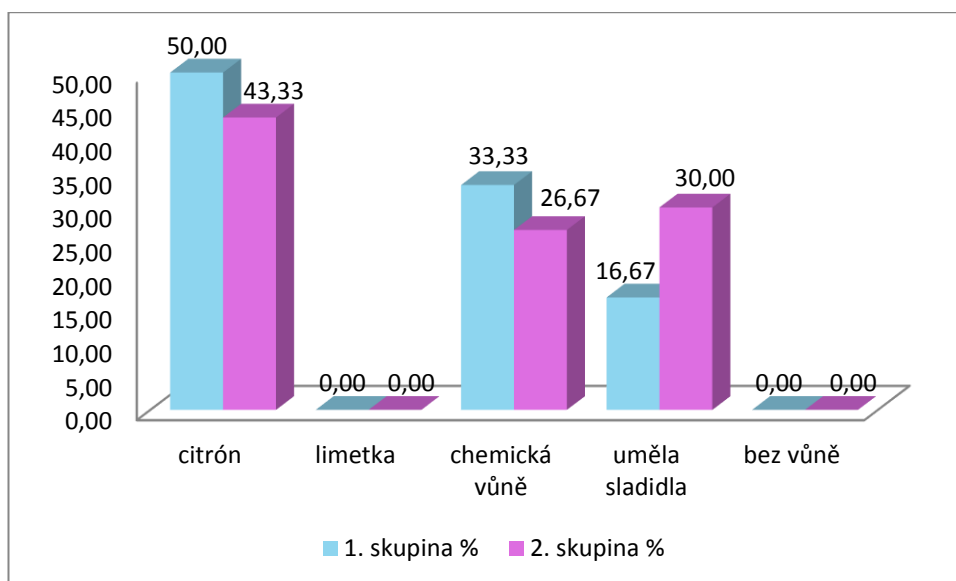
Předložený vzorek Slice obsahuje umělá sladidla aspartam a acesulfam - K. Z předloženého grafu je viditelné, že první skupina respondentů ve věku 18-27 let vnímá u vzorku č. 825 vůni citrónu. Druhá skupina aroma citrónu vyhodnotila z více jak 53 %. Výrazná změna nastala u druhé skupiny hodnotitelů ve věku 40 a více, kdy 26,6 % dotazovaných vnímala vůni umělých sladidel, oproti první skupině, která tuto vůni nevnímala vůbec. První skupina respondentů (26,6 %) ohodnotila tento vzorek jako aroma limetky; u druhé skupiny (13,3 %) byl tento názor mírně menší.

Graf č. 5: popisové hodnocení vzorku č. 721 – Lemon



Ať se jedná o přírodní nebo syntetická sladidla, jejich sladivost je vyšší než sladivost samotného cukru. U vzorku č. 721 je procentuálně patrné, že na rozdíl od ostatních odpovědí, které byly zaznamenány, z velké části respondenti odpovídali, že vzorek Lemon, který obsahuje pouze cukr, je bez jakékoliv vůně. Druhá skupina respondentů (70 %) odpovídala, že předložený vzorek je z vůní citrónu a první skupina se s tímto názorem ztotožňovala z 63,3 %.

Graf č. 6: popisové hodnocení vzorku č. 773 – Terra



Limonáda Terra obsahuje mimo aspartamu a acesulfamu - K také umělá sladidla, sodnou sůl sacharinu, což se odrazilo na hodnocení respondentů. První

skupina hodnotitelů z více jak 33 % odpovídala, že vůně předloženého vzorku jim připomíná chemickou vůni a z 16,6 % umělá sladidla. Druhá skupina hodnotitelů se s tímto názorem také ztotožňovala a odpověděla, že aroma připomíná chemickou vůni (33,3 %) a 30 % respondentů ve vzorku cítila umělá sladidla. Vůně citrónu opět převažovala nad všemi odpověďmi; u první skupiny tak odpověděla polovina dotázaných, u druhé skupiny necelá polovina, přesně 43,3 %.

4.3 Dotazník pro senzorické hodnocení

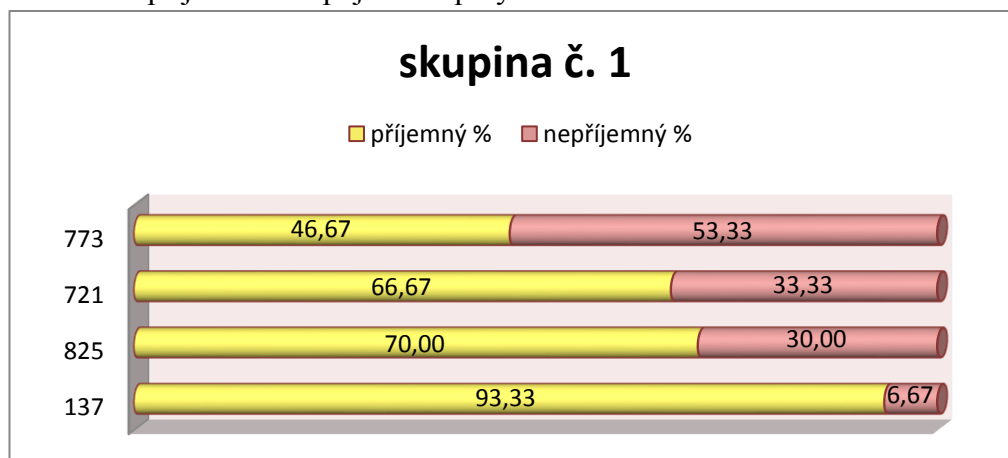
U dotazníku pro senzorické hodnocení byla hodnocena příjemnost nápoje, chuť nápoje a celková chutnost nápoje. Předložené vzorky byly náhodně očíslovány, kdy:

- č. 137 – Sprite
- č. 825 – Slice
- č. 721 – Lemon
- č. 773 – Terra

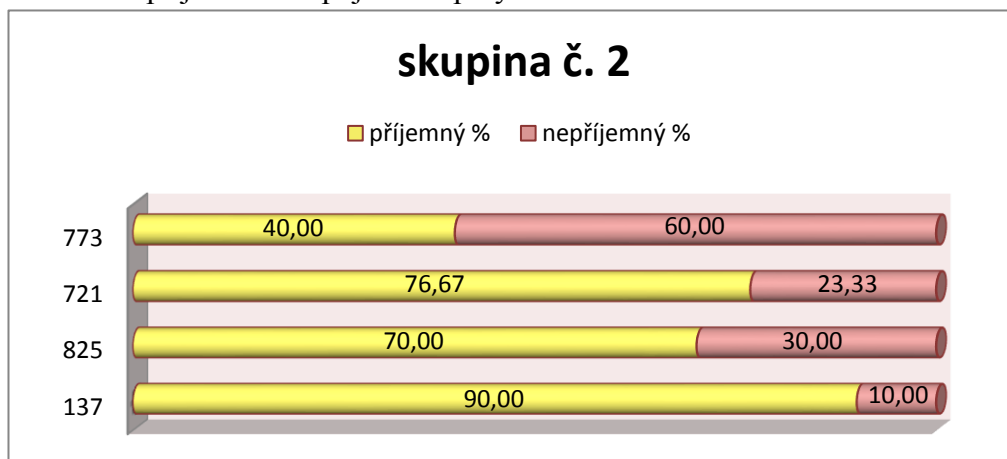
Příjemnost nápoje

U hodnocení příjemnosti nápoje byly hodnoceny pouze odpovědi, jako je příjemná či nepříjemná. U první skupiny, která je složena ze studentů ve věkovém rozmezí 18-27 let, byl nejlépe hodnocen vzorek č. 137 (93,3 %) a nejhůře hodnocen vzorek č. 773. U druhé skupiny hodnotitelů je obdobně nejlépe hodnocen vzorek č. 137 (90 %) a nejhůře z 60 % vyhodnocen vzorek č. 773, který obsahuje sladidla aspartam, acesulfam - K a sodnou sůl sacharinu, která společně s acesulfamem - K zanechávají nepříjemně kovovou pachut'.

Graf č. 7: příjemnost nápoje u skupiny č. 1



Graf č. 8: příjemnost nápoje u skupiny č. 2



Chuť nápoje

Důležitým ukazatelem, na který se respondenti měli zaměřit při hodnocení chuti nápoje, byla sladká chuť nápoje. Odpovědi, ze kterých mohli hodnotitelé vybírat, byly nevýrazná, slabě výrazná, intenzivní a výrazně intenzivní. Červenou barvou jsou vyznačené nejvyšší hodnoty odpovědí a oranžovou barvou naopak hodnoty nejnižší.

Tabulka č. 4: chuť nápoje u skupiny č. 1

vzorek		nevýrazná	slabě výrazná	intenzivní	výrazně intenzivní
137	počet	0	3	16	11
	%	0,00	10,00	53,33	36,67
825	počet	1	3	5	21
	%	3,33	10,00	16,67	70,00
721	počet	3	14	8	5
	%	10,00	63,33	10,00	16,67
773	počet	4	19	5	2
	%	10,00	33,33	50,00	6,67

U skupiny č. 1 je viditelné, že nejintenzivnější chuť byla vyhodnocena u vzorku č. 825, tedy vzorek Slice, který obsahuje sladidla aspartam a acesulfam - K. Acesulfam - K má nahořklou chuť, která s kombinací s jinými sladidly ztrácí na intenzitě, ale i přesto zanechává na jazyku výraznou pachů. Slabě výrazná chuť (63,3 %) byla vyhodnocena u vzorku č. 721. Vzorek č. 721, Lemon, obsahuje pouze cukr. I přesto, že cukr patří mezi často používané sladidlo a má čistou sladkou chuť,

jeho sladivost je, například oproti Acesulfamu - K, který je obsažen v ostatních předložených vzorcích, až 180-200 x menší.

Tabulka č. 5: chuť nápoje u skupiny č. 2

vzorek		nevýrazná	slabě výrazná	intenzivní	výrazně intenzivní
137	počet	0	3	20	7
	%	0,00	10,00	66,67	23,33
825	počet	0	6	3	21
	%	0,00	20,00	10,00	70,00
721	počet	6	17	5	2
	%	20,00	56,67	16,67	6,67
773	počet	1	11	16	2
	%	3,33	36,67	53,33	6,67

U druhé skupiny hodnotitelů převládá s nejintenzivnější chutí opět vzorek č. 825 – Slice. Na druhém místě z hlediska intenzity nápoje se umístil vzorek č. 137 (66,67 %), který obsahuje fruktózo – glukózový sirup, acesulfam - K, sodnou sůl sacharinu a aspartam; acesulfam - K zde společně se sodnou solí, dává výraznou pachut'. Za nejslaběji výrazný až nevýrazný byl opět hodnocen vzorek č. 721, který obsahuje, jak již bylo zmíněno, pouze cukr, který má vjem sladké chuti okamžitý, ale na rozdíl od ostatních sladidel, následuje velmi rychlý ústup. Vzorek č. 773, tedy Terra, obsahuje mimo již zmíněných sladidel, i sacharin a jeho sodnou sůl, která je 200-700 x sladší než sacharóza (HALUZÍK et al., 2014).

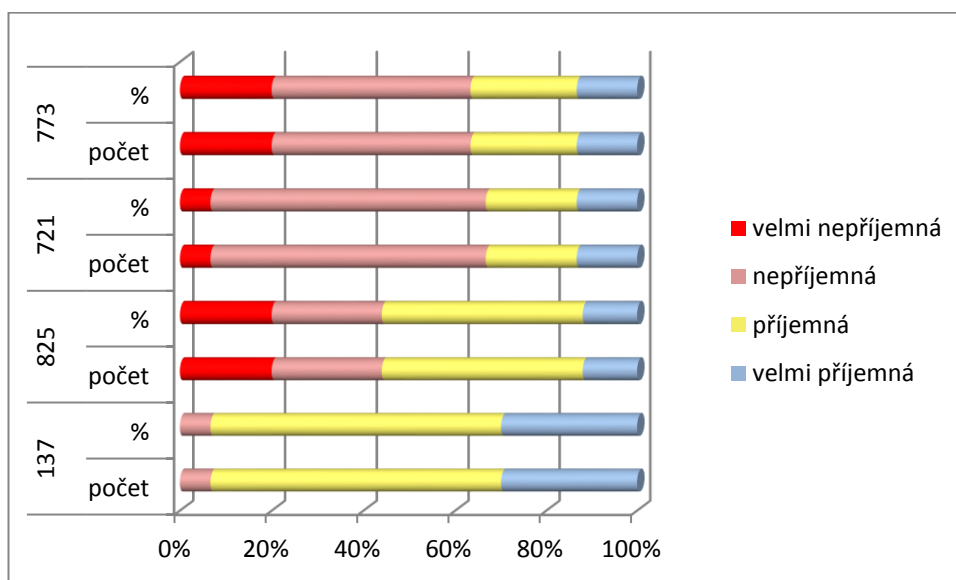
Celková chuťnost nápoje

U celkové chuťnosti nápoje se hodnotitelé měli zaměřit na celkovou příjemnost či nepříjemnost nápoje a zhodnotit předložené vzorky z pohledu chuti i vůně dohromady.

Tabulka č. 6: celková chuť u skupiny č. 1

vzorek		velmi nepříjemná	nepříjemná	příjemná	velmi příjemná
137	počet	0	2	19	9
	%	0,00	6,67	63,33	30,00
825	počet	5	6	11	3
	%	16,67	20,00	36,67	10,00
721	počet	6	12	8	4
	%	20,00	40,00	26,67	13,33
773	počet	5	17	4	4
	%	16,67	56,67	23,33	13,33

Graf č. 9: celková chuť u skupiny č. 1



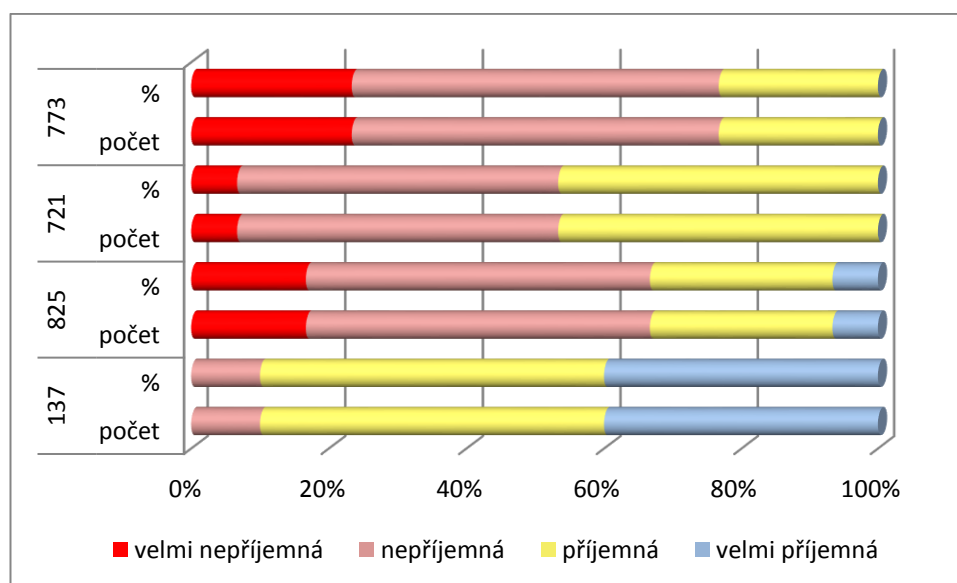
U první skupiny hodnotitelů je viditelné, že vzorek Sprite (č. 137), má 0 % zastoupení velmi nepříjemné chuti a chuti nepříjemné pouze 6,6 %. Sprite obsahuje sladidla aspartam, acesulfam - K a fruktózo – glukózový sirup, mnohonásobně sladší než cukr, který má vliv na nárůst tukové tkáně. Nejhorše hodnocený vzorek, který spotřebitelé označili za nepříjemný, byl vzorek č. 721. Lemon (20 %) obsahuje pouze cukr a z hlediska celkového hodnocení, nezaujal vůní ani chutí. Za velmi nepříjemnou celkovou chutnost byl následně označen vzorek č. 773, který obsahuje acesulfam - K, aspartam a sodnou sůl sacharinu. Sacharin a jeho sodná sůl se vyznačuje intenzivní sladkou chutí, ale hořkou příchutí po použití. Acesulfam - K má méně výraznější chuť, než tomu je u sacharinu, ale jeho chuť je také mírně nahořklá,

což může být hlavní důvod, proč vzorek Slice, byl z celkové chutnosti nápoje hodnocen jako nejhorší.

Tabulka č. 7: celková chuť u skupiny č. 2

vzorek		velmi nepříjemná	nepříjemná	příjemná	velmi příjemná
137	počet	0	3	15	12
	%	0,00	10,00	50,00	40,00
825	počet	5	15	8	2
	%	16,67	50,00	26,67	6,67
721	počet	2	14	14	0
	%	6,67	46,67	46,67	0,00
773	počet	7	16	7	0
	%	23,33	53,33	23,33	0,00

Graf č. 10: celková chuť u skupiny č. 2



Obdobně jako u první skupiny hodnotitelů byl u druhé skupiny nejlépe hodnocen pro celkovou chutnost nápoje vzorek Sprite, který 40 % respondentů ohodnotilo jako velmi příjemný a 50 % jako příjemný. Z grafu č. 10 je viditelné, že naopak nejhůře byl hodnocen opět vzorek č. 773, který spotřebitelé ohodnotili jako velmi nepříjemný (23,3 %) a z 53,3 % jako nepříjemný. Oproti první skupině, druhá skupina ohodnotila vzorek č. 825 také jako nepříjemný (50 %) a to i přesto, že při hodnocení vůně, příjemnosti a chutě, tento výrobek nebyl hodnocen výrazně negativně. U vzorku č. 721, který obsahuje pouze sacharózu, která je označována

jako nejběžněji používané sladidlo, bylo rozhraní mezi celkovou příjemností a nepříjemností chutě nápoje zcela vyrovnaná (46,67 %).

4.4 Dotazník pro spotřebitele

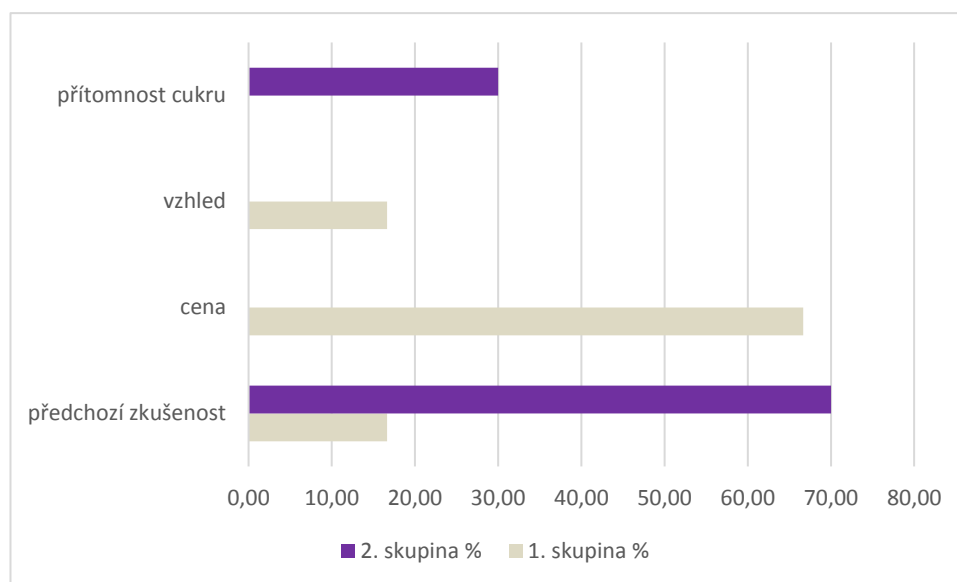
Dotazník pro spotřebitele byl předkládán první a druhé skupině respondentů. První skupina hodnotitelů byla ve věkovém rozmezí 18-27 let. Druhá skupina byla ve věkovém rozmezí 40 a více let. Jednotlivé odpovědi byly spočteny, převedeny na procenta a zpracovány v programu Microsoft Excel 2007 do tabulek a pruhových grafů.

1. Co ovlivňuje Váš výběr nealkoholických nápojů v obchodě?

Tabulka č. 8: výběr nealkoholických nápojů

		předchozí zkušenost	cena	vzhled	přítomnost cukru
1. skupina	počet	5	20	5	0
	%	16,6	66,6	16,6	0,00
2. skupina	počet	21	0	0	9
	%	70	0,00	0,00	30

Graf č. 11: výběr nealkoholických nápojů



Z grafu je patrné, že u první skupiny hodnotitelů ve věku 18-27 let, převládá odpověď, že je nejvíce ovlivňuje při výběru nealkoholických nápojů cena (66 %). Zatímco u druhé skupiny hodnotitelů, ve věku 40 +, jsou v největším zastoupení předchozí zkušenosti (70 %) a následně přítomnost cukru (30 %). Což může být dáno

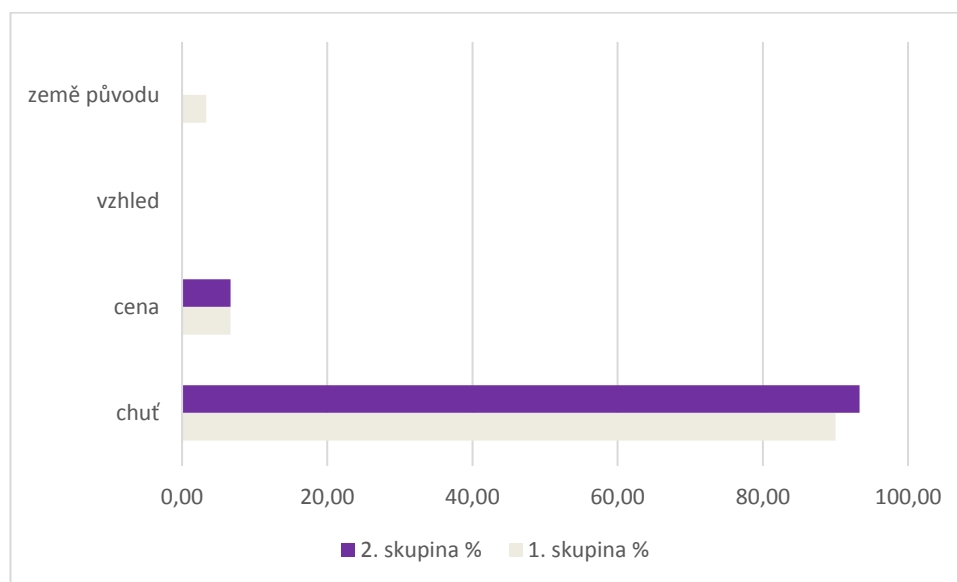
především zdravotními problémy (nadváha, diabetes, kardiovaskulární onemocnění), která jsou spojeny s věkem. Zatímco první skupina hodnotitelů jsou mladí lidé, studenti, pro které je důležitá cena z důvodu nestálých příjmů.

2. Podle čeho určujete, že Vámi vybraný nápoj, je kvalitní?

Tabulka č. 9: kvalita nápoje

		chuť	cena	vzhled	země původu
1. skupina	počet	27	2	0	1
	%	90,00	6,67	0,00	3,33
2. skupina	počet	28	2	0	0
	%	93,00	7,00	0,00	0,00

Graf č. 12: kvalita nápoje



Z grafu č. 12 je viditelné, že první i druhá skupina hodnotitelů, kteří odpovídali na tuto otázku, se shodují. Kvalita nápoje je podle první skupiny ovlivněna z 90 % chutí, a to i přesto, že první skupina dotazovaných jsou studenti JU, kteří nemají ve většině případů, stály příjem financí, chuť je pro ně mnohem důležitější než cena (6 %). U druhé skupiny nejsou výsledky příliš odlišné. 93 % lidí se shoduje, že chuť je nejdůležitější kritérium při výrobě nealkoholických nápojů a cena nehraje tak významnou roli (7 %).

Dle dotazníkového vyhodnocení z roku 2016 byla respondentům ve věkové kategorii 20-27 let položena stejná otázka. Tehdy 39 % respondentů odpovědělo, že

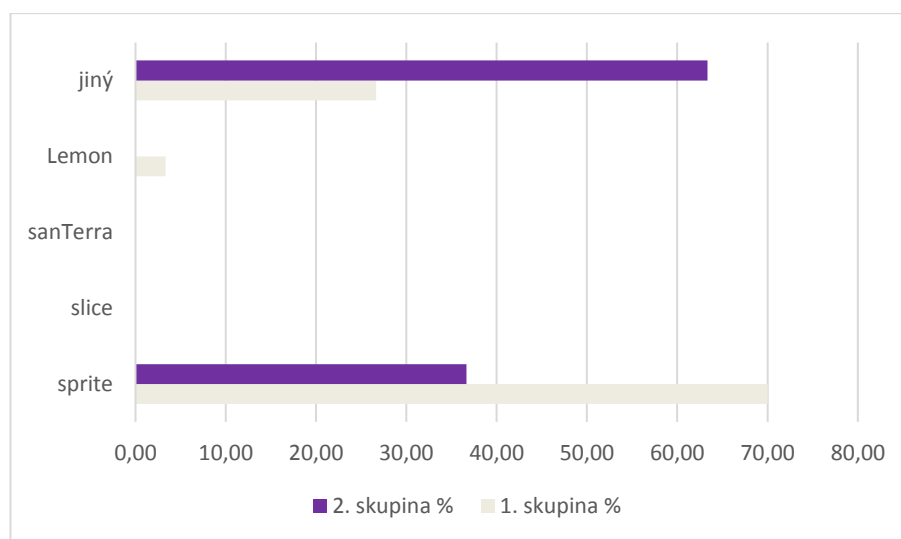
kvalitu nápoje nejvíce ovlivňuje chuť. A obdobně jako u vyhodnocení první skupiny, na druhém místě byla zastoupena cena (21 %).

3. Jakým druhům nealkoholických nápojů s příchutí citrónu dáváte přednost?

Tabulka č. 10: preference druhů nealkoholických nápojů

		Sprite	Slice	sanTerra	Lemon	jiný
1. skupina	počet	21	0	0	1	8
	%	70,00	0,00	0,00	3,33	26,67
2. skupina	počet	11	0	0	0	19
	%	36,67	0,00	0,00	0,00	63,33

Graf č. 13: preference druhů nealkoholických nápojů



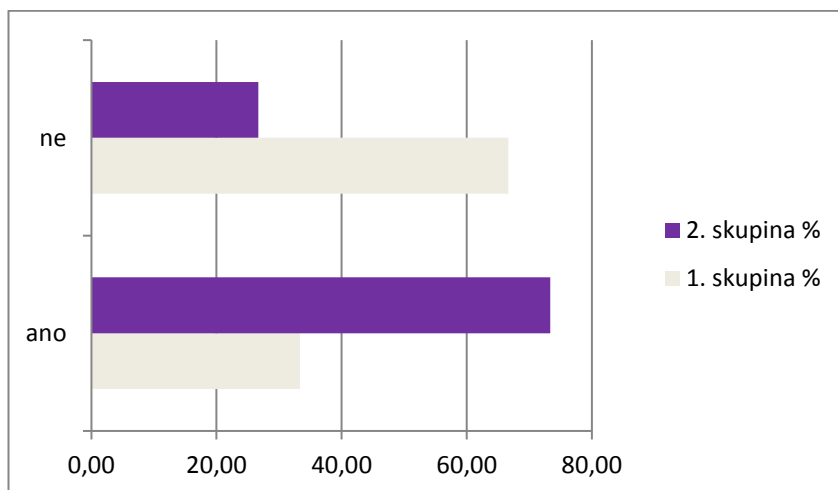
Na otázku „jakým druhům nealkoholických nápoj s příchutí citrónu dáváte přednost“ odpověděla první skupina studentů ze 70 % sprite. 27 % studentů upřednostňuje jiný nápoj, než jim byl nabídnut, a to nápoj Mattoni. Pouze 3 % hodnotitelů upřednostňuje výrobek Lemon. Druhá skupina hodnotitelů (63 %) dává přednost jiným než předem nabídnutým nápojům, a to vodě s citrónem a již zmíněné Mattoni.

4. Sledujete při výběru nealkoholických nápojů jeho složení?

Tabulka č. 11: sledování složení nealkoholických nápojů

		ano	ne
1. skupina	počet	10	20
	%	33,33	66,67
2. skupina	počet	22	8
	%	73,33	26,67

Graf č. 14: sledování složení nealkoholických nápojů



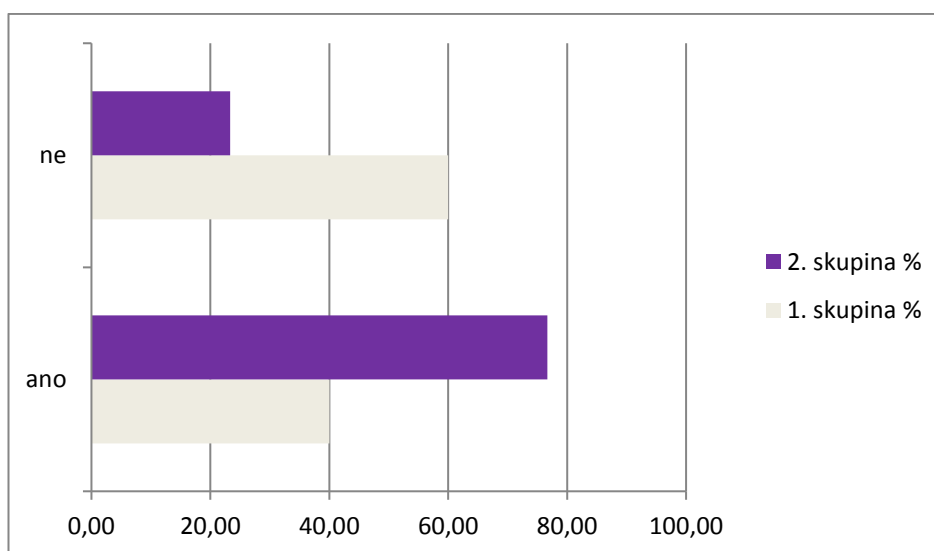
Z grafu č. 14 je patrné, že ve větším zastoupení hodnotitelů, kteří sledují složení nealkoholických nápojů při jeho výběru, je druhá skupina (73 %). S přibývajícím věkem lidé dávají přednost nápojům, u kterých vědí, jaké složení obsahují, zatímco první skupina respondentů, skládající se ze studentů Jihočeské univerzity, nepřihlíží ve velké míře na složení nealkoholických nápojů. Více jak 66 % na tuto otázku odpovědělo záporně.

5. Sledujete v nápojích složení cukru a náhradních sladidel?

Tabulka č. 12: sledování složení cukru a náhradních sladidel

		ano	ne
1. skupina	počet	12	18
	%	40,00	60,00
2. skupina	počet	23	7
	%	76,67	23,33

Graf č. 15: sledování složení cukru a náhradních sladidel



Slazené limonády spadají do žebříčku nejrozšířenějších zdrojů rafinovaného cukru ve stravě člověka (DIEHL et al., 2009). Energetická hodnota těchto nápojů se pohybuje v rozmezí 140-220 kJ/100 ml, což při vypití 0,5 l láhve (až 1100kJ) není zanedbatelné (KUNOVÁ, 2009). Mnoho lidí si však neuvědomuje, že tato energie, kterou tělo přijímá z limonád, se připočítává k energii, která je přijata běžnou stravou, přičemž každý nadbytek energie se ukládá v lidském těle ve formě tuků (DIEHL et al., 2009).

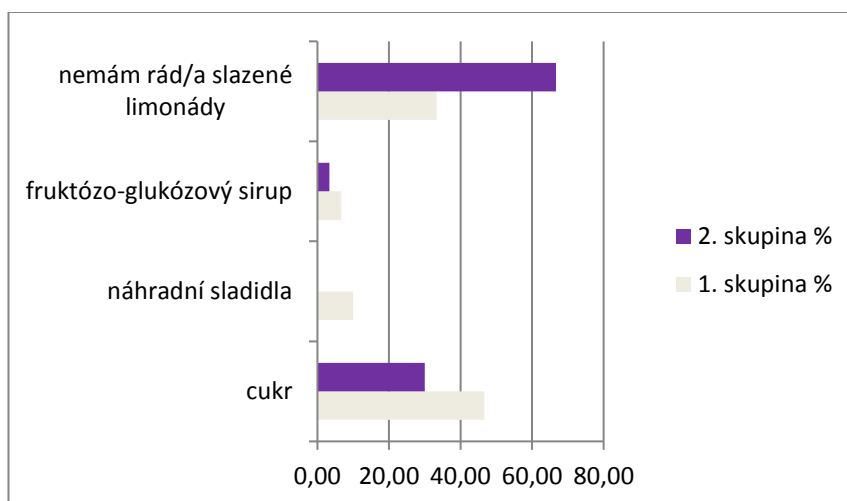
Na otázku, zda respondenti sledují v nealkoholických nápojích složení cukru a náhradních sladidel, odpověděla první skupina ano, pouze ze 40 %, na rozdíl od druhé skupiny, která sleduje složení z více jak 76 %. Druhá skupina hodnotitelů jsou lidé starší 40 ti let, což hraje významnou roli, z důvodu různých zdravotních onemocnění a obezity, které se stoupajícím věkem rostou a zvyšují se.

6. Preferujete slazené limonády s přídavkem

Tabulka č. 13: preference slazených výrobků s obsahem

		cukr	náhradní sladidla	fruktózo-glukózový sirup	nemám rád/a slazené limonády
1. skupina	počet	14	3	2	10
	%	46,67	10,00	6,67	33,33
2. skupina	počet	9	0	1	20
	%	30,00	0,00	3,33	66,67

Graf č. 16: preference slazených výrobků s obsahem



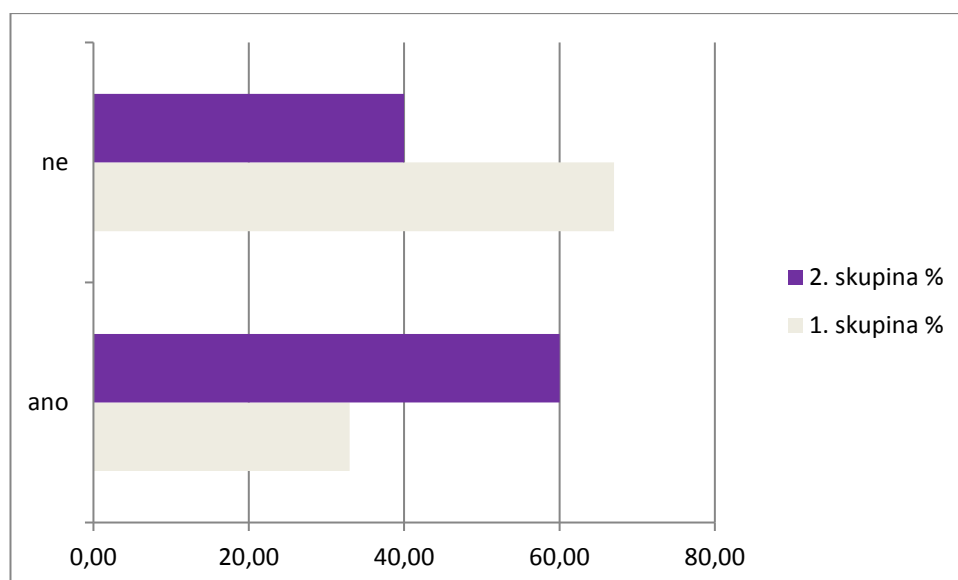
Cílem této otázky bylo zjistit, jaké sladidlo dotazovaní upřednostňují. Na výběr byla sladidla, která byla zahrnuta v předkládaných vzorcích. Z grafu je viditelné, že více než 66 % z druhé skupiny respondentů nevyhledává přítomnost slazených limonád. 30 % hodnotitelů preferuje limonády s přídavkem cukru a pouze 3% tázaných dává přednost fruktózo-glukózovému sirupu, který je znám svou vyšší sladivostí a jeho výroba je mnohem levnější než výroba cukru. Oproti tomu, první skupina dotázaných preferuje limonády s přídavkem cukru (46,6 %). A menší část (33 %) upřednostňuje neslazené limonády. Na rozdíl od první skupiny hodnotitelů, druhá skupina preferuje i limonády s obsahem fruktózo-glukózového sirupu (6,6 %) a náhradních sladidel (10 %), které se u druhé skupiny nevyskytovaly v žádném množství.

7. Myslíte si, že v limonádách poznáte rozdíl mezi sacharózou a náhradními sladidly?

Tabulka č. 14: rozdílnost mezi sacharózou a náhradními sladidly

		ano	ne
1. skupina	počet	10	20
	%	33,00	67,00
2. skupina	počet	18	12
	%	60,00	40,00

Graf č. 17: rozdílnost mezi sacharózou a náhradními sladidly



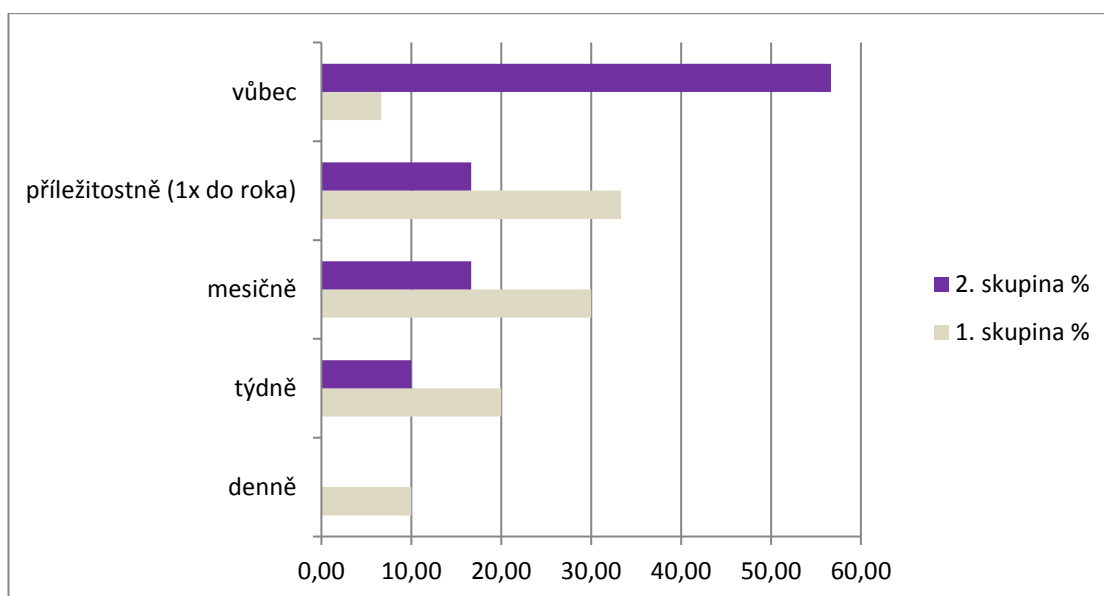
Umělá neboli náhradní sladidla, jsou sladidla sladké chuti, která se jako náhražka nabízejí diabetikům za sacharózu, která je obsažena skoro ve všech potravinách a nápojích, které se denně konzumují. Rozpoznat rozdíl mezi sacharózou a náhradními sladidly bývá velmi obtížné. Zejména v případě, kdy jsou sladidla dobře kombinována a využita v přijatelném množství. Pouze 33 % hodnotitelů první skupiny dokázalo najít rozdíl mezi sacharózou a náhradními sladidly. Druhá skupina subjektů rozdíl rozpoznala z 66 %, což může být opět spojeno s přibývajícím věkem, kdy lidé věnují větší pozornost složení a chuti.

8. Jak často konzumujete limonády s citrónovou příchutí?

Tabulka č. 15: konzumace limonád s citrónovou příchutí

		denně	týdně	měsíčně	příležitostně (1x do roka)	vůbec
1. skupina	počet	3	6	9	10	2
	%	10,00	20,00	30,00	33,33	6,67
2. skupina	počet	0	3	5	5	17
	%	0,00	10,00	16,67	16,67	56,67

Graf č. 18: konzumace limonád s citrónovou příchutí



Po dlouhém výzkumu potvrdil Nurshealt Study přímý vztah konzumace slazených nápojů a nárůstu BMI a rizika srdečních onemocnění. Roku 2010 uveřejnilo Department of Health and Human Services omezení spotřeby slazených nápojů jako jednu z hlavních strategií, která slouží ke snížení incidence (nemocnosti) a rozšíření nadváhy (JOHNSON YON, 2010).

U první skupiny hodnotitelů jsou výsledky poměrně vyrovnané. Nejvíce zde převažuje četnost konzumace limonád s citrónovou příchutí příležitostně (33 %) a měsíčně (30 %). Konzumace slazených nápojů denně (10 %) a týdně (20 %) však není úplně ideální, neboť častá konzumace slazených nápojů vede k řadě onemocnění. V České republice má výrazně vyšší hmotnost více než polovina

dospělé populace (ANTOŠOVÁ et al., 2014). Naopak u druhé skupiny, konzumace těchto nápojů není z více jak poloviny (56,6 %), příliš oblíbená a respondenti jejich konzumaci nevyhledávají vůbec.

5 ZÁVĚR

Úvodní část diplomové práce byla zaměřena na nealkoholické nápoje, jejich členění, význam sacharidů a legislativy. Byla zde podrobněji klasifikována sladidla, jejich rozdělení a možná rizika spojená s používáním sladidel. A to zejména z důvodu, neustále se zvyšujících zdravotních problémů a onemocnění.

Zdravotní rizika při konzumaci slazených nápojů byla potvrzena vysokým počtem odborných studií, přičemž jako nejčastější riziko je uvedena nadváha a obezita (JOHNSON, YON, 2010). Zdravotní problémy byly zjištěny i u nápojů, které jsou slazené umělými sladidly (FAGHERAZZI et al., 2013), kdy například Aspartam obsahuje 50 % aminokyseliny L – fenylalaninu. Z tohoto důvodu je nevhodný pro skupiny lidí, kteří trpí onemocněním zvané fenylketonurie, která způsobuje bolesti hlavy, nevolnosti a změny nálad.

Dalším příkladem může být uveden velmi využívaný Acesulfam - K. V tomto případě řada odborníků považuje testy, které jsou provedené před uvedením acesulfamu draselného na trh, za nedostatečné. Americká spotřebitelská organizace doporučuje vyhýbat se této přísadě a řadí ji do kategorie látek nevhodných pro konzumaci v příliš velkém množství a látek nedostatečně testovaných.

Cílem diplomové práce bylo zhodnotit využití náhradních sladidel u vybraných druhů nealkoholických nápojů z hlediska jejich využití a posouzení jejich sensorické jakosti. Respondenti byli rozděleni do dvou skupin dle věku. První skupina hodnotitelů byla složena ze studentů Jihočeské univerzity ve věkovém rozmezí 18-27 let. U druhé skupiny byli náhodně vybraní jedinci nad 40 let. Předem vybranými metodami sensorické analýzy byly hodnoceny čtyři vzorky, a to vzorek A – Sprite (fruktózo – glukózový sirup, aspartam, acesulfam - K), B – Slice (aspartam a acesulfam - K), C – Lemon (cukr) a poslední vzorek D – SanTerra (acesulfam - K, sodná sůl sacharinu, aspartam).

Dílčím cílem diplomové práce bylo zjistit, zda mladší skupina respondentů, vnímá intenzivněji chuť náhradních sladidel, která jsou v dnešní době stále více využívána. Tato hypotéza se nepotvrdila, neboť z dotazníkového šetření vyplynulo, že mladší skupina respondentů není schopná rozpoznat chuť umělého sladidla v takové míře, jako skupina starší. To je dáno především snazší dostupností

doslazovaných nápojů v době jejich dětství a dospívání než u starší skupiny hodnotitelů. Tím vznikl jakýsi návyk na tuto chuť, která jim již přijde přirozená. U druhé skupiny hodnotitelů bylo patrné, že více jak polovina dotazovaných nekonzumuje slazené nápoje vůbec a při vyhodnocení zařadila na druhé místo vzorek C (Lemon), který obsahuje jen cukr, jehož sladivost je výrazně nižší než u ostatních sladidel a tím nezanechává po sobě nepříjemnou pachut'. První skupina respondentů na druhé místo zařadila vzorek B (Slice), který obsahuje sladidla, jejichž sladivost je oproti cukru, 180 – 200x sladší.

I přesto však první i druhá skupina hodnocených zařadila vzorek A (Sprite) na první místo v sensorickém hodnocení. Vzorek Sprite obsahuje aspartam, acesulfam - K a fruktózo – glukózový sirup. Acesulfam - K je ve větším množství nahořklý, aspartam má chuťové vlastnosti podobné cukru, tudíž je bez vedlejších příchutí a fruktózo – glukózový sirup připomíná sladkou chuť ovoce, která překrývá nahořklou chuť acesulfamu - K. Fruktózo – glukózové sirupy se stávají stále více vyhledávanějšími a to především z důvodu, že nahrazují cukr již v mnoha produktech.

Předpokladem zjištěných výsledků bylo, že věkové rozmezí bude mít významné rozdíly v hodnocení vzorků. V celkovém vyhodnocení však bylo zjištěno, že první i druhá skupina respondentů zařadila vzorek A, který obsahuje acesulfam - K, aspartam a fruktózo – glukózový sirup, na první místo v sensorickém hodnocení. Na poslední místo, u obou skupin, byl zařazen vzorek D, který obsahuje aspartam, acesulfam - K a sodnou sůl sacharinu. Kombinace sladidel aspartamu a acesulfam - K sice překrývá kovovou pachut', ale v kombinaci se sacharinem, zanechávají sladidla v ústech nepříjemnou umělou chuť, což bylo vyhodnoceno i u popisového hodnocení. Obdobné vyhodnocení bylo i u hodnocení příjemnosti, chuti a celkového chutnosti nápoje.

Výsledky dotazníkového šetření vykazují výrazné rozdíly při výběru nealkoholických nápojů, kdy druhou skupinu hodnocených nejvíce ovlivňuje přítomnost cukru a předchozí zkušenosti, na rozdíl od skupiny první, která je složena ze studentů, která je ovlivněna především cenou. A to může být zejména z důvodu nestálých finančních příjmů. Další výrazná změna byla zaznamenána u preference nealkoholických nápojů. Druhá skupina, oproti první, která upřednostňuje slazenou

limonádu Sprite, z více jak 60 % upřednostňuje nápoje ve formě vody s citrónem, či neslazených nápojů. Výrazný rozdíl byl zaznamenán i při sledování složení nealkoholických nápojů, kde více jak tři čtvrtě dotazovaných, na rozdíl od první skupiny, sleduje obsah nápojů.

I přesto, že příliš častá konzumace slazených nealkoholických nápojů vede k řadě závažných onemocnění, její konzumace neustále stoupá. Lze však konstatovat, že v malém množství jsou sladidla v zásadě bezpečná, totéž platí i o většině sacharidů. Pořád však zůstává nejpřirozenějším nápojem čistá voda, případně voda s citronem, kterou preferuje zejména starší skupina obyvatel. Ta mladší se stále ještě přiklání ke slazeným nápojům

6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

ANTOŠOVÁ, D., BENEŠ, Č., CSÉMY, L., ČÁSTKOVÁ, J., FABIÁNOVÁ, K., FILIPOVÁ, V., ŽEJGLICOVÁ, K. (2014): Zpráva o zdraví obyvatel České republiky, Praha

ARNOLD, D.L., MOODIE, C.A., GRICE, H.C., CHARBONNEAU, S.M., STAVRIC, B., COLLINS, B.T., MCGUIRE, P.F., ZAWIDZKA, Z.Z., MUNRO, I.C. (1980): *Toxicol.ApplPharmacol* 52: 113

ASH, M. et ASH, I. (1995): *Handbook of food additives*. Aldershot, Gower.

ASHURST, P. (2005): *Chemistry and technology of soft drinks and fruitjuices*. Oxford, UK: BlackwellPub. 374 p

BLATNÁ, J. et al. (2005): *Výživa na začátku 21. století aneb jak o výživě aktuálně a se zárukou*. Praha, 79 p.

BOBROVÁ, Z. (2008): *Uměla sladidla a jejich bezpečnost.*, Edukafarm, Praha, 69-71

BUŇKA, F., HRABĚ, J., VOSPĚL, B. (2008): *Senzorická analýza potravin I*. Skripta, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, Zlín, 145 p.

CARDOSO, FS., ARAUJO-LIMA, CF., AIUB, CAF., FELZENSZWALB, I. (2016): *Exposure to sorbitol during lactation causes metabolite alterations and genotoxic effects in rat offspring*. *Toxicology Letters* 260:36-45.

CORTI, A. (1999): *Low-Calorie Sweeteners: Present and Future*. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 85: 244 p.

ČERNÝ, M., TRNKA, T. (1995): *Sacharidy I*. Praha, 70 p.

ČESKO (1997): *Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 335/1997 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro nealkoholické nápoje a koncentráty k přípravě nealkoholických nápojů, ovocná vína,*

ostatní vína a medovinu, pivo, konzumní líh, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje, kvasný ocet a droždí. Sbírka zákonů České republiky.

ČESKO (2011): Vyhláška ministerstva zdravotnictví č. 122/2011 Sb., ze dne 2. května 2011, kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin, ve znění vyhlášky č. 130/2010 Sb. Sbírka zákonů České republiky

ČESKO. Vyhláška č. 4 ze dne 3. ledna 2008, kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin. In: Sbírka zákonů České republiky. Ročník 2008, částka 3, s. 258-340. Dostupné také z: <http://ftp.aspi.cz/opispdf/2008/003-2008.pdf>. ISBN 859-1-44-900301-8. ISSN 1211-1244

ČÍŽ, K. (2008): Alternativní sladidla. Listy cukrovarnické a řepařské, č. 9-10 (2008), 278 – 279.

ČÍŽKOVÁ, V. (2015): Využití a význam sladidel v potravinách. Bakalářská práce. Mendelova univerzita, Agronomická fakulta, Ústav technologie potravin, 59 p.

ČOPÍKOVÁ, J., MORAVCOVÁ, J., WIMMER, Z., OPLETAL, L., LAPČÍK, O., DRAŠAR, P. (2013): Náhradní sladidla. Chemické listy, 107, 867 – 874.

DAVÍDKOVÁ, E. et DOSTÁLOVÁ, J. (1991): Náhrada cukru jinými sladidly, Výživa a potraviny. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha.

DIEHEL, H., LUDINGTONOVÁ, A., PRIBIŠ, P. (2009): Síla zdraví, Praha.

DOLEŽAL, M. (2008): Sladidla používaná ve farmacii a potravinářství, 1. Přírodní sladidla. Praktické lékárenství, 4 (6), 306 – 309.

DOLEŽAL, M. (2009): Sladidla používaná ve farmacii a potravinářství, 2. Syntetická sladidla. Praktické lékárenství, 5 (1), 29 – 31.

DOSTÁL, J., et al. (2005): Lékařská chemie II. 2. vyd. Masarykova univerzita, Brno, 165 p.

DUNAYER, E. K. (2004): Hypoglycemia following canine ingestion of xylitol-containing gum. *Vet Hum Toxicol*, 46 (2), 87-8.

ELLIOTT, S. S., KEIM, N. L., STERN, J. S., TEFF, K. et Havel, P. J. (2002): Fructose, weight gain, and the insulin resistance syndrome. *The American journal of Clinical Nutrition*, 76: 911 – 922.

FAGHERAZZI, G., VILIER, A., SAES SARTORELLI, D., LAJOUS, M., BALKAU, B., CLAVELCHAPELON, F. (2013): Consumption of artificially and sugar-sweetened beverages and incident type 2 diabetes. *The American Journal of the Clinical Nutrition*, 97: 517-523.

FAHNESTOCK, S. R., STEINBÜCHEL A. (2003): *Polyamides and Complex Proteinaceous Materials II*. Wiley-Blackwell 8: 529 p.

FAJKUSOVÁ, K. (2010): Je to sladké a cukr to není. Co je to?. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, Brno, 86 p.

FIRSOV, A., SHALOIKO, L., KOZLOV, O. (2016): Purification and characterization of recombinant supersweet protein thaumatin II from tomato fruit. *Protein Expression and Purification* 123: 1-5.

FREITAS, MLF., DUTRA, MBD., BOLINI, HMA. (2016): Sensory profile and acceptability for pitanga (*Eugenia uniflora* L.) nectar with different sweeteners. *Food science and technology international* 22: 720-731.

FREITAS, MLF., DUTRA, MBD., BOLINI, HMA. (2016): Sensory profile and acceptability for pitanga (*Eugenia uniflora* L.) nectar with different sweeteners. *Food science and technology international* 22: 720-731.

GAJDŮŠKOVÁ, M. (2008): Náhradní sladidla. Bakalářská práce. Zlín, 56 p. Univerzita Tomáše Bati, Fakulta technologická

GREENLY, L. W. (2003): A doctor's guide to sweeteners. *Journal of chiropractic medicine*, 2 (2): 80 – 86

GREENLY, L. W. (2003): A doctor's guide to sweeteners. *Journal of chiropractic medicine*, 2 (2), 80 - 86.

GREMECKA, M. (2015): Sugar alcohols- their role in the modern world of sweeteners: a review . *European food research and technology* 241: 1-14.

GRENBY, T. H. (1996): *Advances in Sweeteners*. Glasgow: Blackie Academic & Professional, an imprint of Chapman & Hall, 288 p.

HALUZÍK, M., HALUZÍKOVÁ, D. (2014): Umělá sladidla: Škodí, nebo neškodí?, kapitoly z kardiologie pro praktického lékaře, 6 (1): 18-21

HANÁKOVÁ, V. (2011): *Náhradní sladidla v potravinách*. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati, Fakulta technologická, Zlín, 51 p.

HASS, E. (2010): *Jak zůstat zdravý. Průvodce nakupováním*, Volvox Globator, Praha, 220 p.

HOLGERSON, P. L., SJOSTROM, I., STECKSEN-BLICKS, C., TWETMAN, S. (2007): Dental plaque formation and salivary mutant streptococci in school children after use of xylitol-containing chewing gum. *Int Paediatr Dent*, 17(2), 79-85.

HORČIN, V., VIETORIS, V. (2007): *Technológia výroby nealkoholických nápojov*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 91 p.

HOUSA, D. (2007): *Z historie sladidel*. *Obesity news*.

HRUDKOVÁ, A., MARKVART, J., et al. (1989): *Nealkoholické nápoje*. Nakladatelství technické literatury, Praha 560 p.

http 1: <http://www.sugar-and-sweetener-guide.com/acesulfameK.html>
staženo dne 16.11.2016

http 2: <http://www.samoleceni.cz/specialni-vyziva/nahradni-sladidla> staženo dne 16.11.2016

http 3: SPOLEČNOST PRO VÝŽIVU. Výživová doporučení pro obyvatelstvo ČR. Vyzivaspol.cz F2004. [cit. 14. dubna 2009] Dostupné na WorldWide Web: <http://www.vyzivaspol.cz/rubrika-dokumenty/konecne-zneni-vyzivovychdoporuceni.html>

http 4: ifis.org [online]. 2012 [cit. 2013-3-27]. The role of monosaccharides. Dostupné z WWW: <http://www.ifis.org/blog/2012/04>

http 5: <http://www.zdravapotravina.cz/seznam-ecek/E959> staženo dne 19.11.2016

INGR, I., POKORNÝ, J., VALENTOVÁ, H. (1997): Senzorická analýza potravin. Skripta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 101 p.

JEŽEK, F. (2014): Senzorická analýza potravin - Návody na cvičení. Veterinární a farmaceutická univerzita, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Brno, 79 p.

JOHNSON, R., YON, B. A. (2010): Weighing in on adessugars and health. Journal of theAmericanDieteticAssociation, 110(9), 1296 – 1299.

KINCLOVÁ, V., JAROŠOVÁ, A., TREMLOVÁ, B. (2004): Veterinářství. Veterinární a farmaceutická univerzita, Brno 54: 362-364 p.

KLESCHT, V., I. HRNČIŘÍKOVÁ a L. MANDELOVÁ. (2006): Éčka v potravinách. ComputerPress, Brno, 108 p.

KLOUDA, P. (2005): Základy biochemie. Nakladatelství Pavel Klouda, Ostrava, 144 p.

KOSKINEN, AK., FRASER-MILLER, SJ.,BOTKER, JP., HELJO, VP., BARNSLEY, JE., GORDON, KC., STRACHA, CJ., JUPPO, AM. (2016): Physical Stability of Freeze-DriedIsomaltDiastereomerMixtures. PharmaceuticalResearch 33(volume): 1752-1768 (PAGES).

KOUŘIMSKÁ, L. (2000): Principy senzoričké analýzy – učebnice pro školení. Katedra kvality zemědělských produktů, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Praha, 321 p.

KUNOVÁ, V. (2009): Obezita. Dieta pro zdravé hubnutí, Praha.

LIN, H., OTURAN, N., WU, J. (2017): Removal of artificial sweetener aspartame from aqueous media by electrochemical advanced oxidation processes. *Chemosphere* 167: 220-227.

LINDSETH, G. N., COOLAHAN, S. E., PETROS, T. V. et LINDSETH, P. D.: (2014): Neurobehavioral Effects of Aspartame Consumption. *Research in Nursing & Health*, 37: 185 – 193.

LUSTIG, R. H. (2010): Fructose: metabolic, hedonic, and societal parallels with ethanol. *J. Am. Diet. Assoc.* 110: 1307–1321.

MATOUŠ, L. (2014): Umělá sladidla v potravinách. Diplomová práce. Masarykova Univerzita, Pedagogická fakulta, Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělávání, Brno, 149 p.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÉ EKONOMIKY A FINANČÍ. A-Z Slovník pro spotřebitele: Neotam. [online]. 2012 [cit. 2013-12-19]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/92131.aspx>

MOTTL, J. (1999): Nápoje – výroba, ošetřování, podávání, Grada Publishing, Praha, 116 p.

NABORS, O. (2011): Alternative Sweeteners. 4th edition. Boca Raton: CRC Press, 587 p.

OLNEY J, W. (1989): Glutamate, a neurotoxic transmitter. *J. Child Neurol.* 4.

ONAOLOPO, Y., ONOLAPO J., NWOHA, U. (2016): Alterations in behaviours, cerebral cortical morphology and cerebral oxidative stress markers following aspartame ingestion. *Journal of Chemical Neuroanatomy* 78: 42-56.

PÁNA L., SOMR M. (2007): Metodologie a metody výzkumu. České Budějovice: Vysoká škola evropských a regionálních studií, 164 p.

PAPEŽOVÁ, K., MLČOCHOVÁ, V. et MATĚJOVÁ, H. (2011): Zdravotní rizika nadměrného příjmu fruktózy. *Praktický lékař*, 91 (7), 385 – 388.

PELIKÁN, M., et al. (2002): Technologie sacharidů. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 152 p.

POKORNÝ, J. (1993): Metody senzorické analýzy potravin a stanovení senzorické jakosti, Praha.

POKORNÝ, J., VALENTOVÁ, H., PANOVSÁ, Z. (1998): Senzorická analýza potravin. Skripta, Vysoká škola chemicko-technologická, Fakulta potravinářské a biochemické technologie, Praha, 95 p.

POKORNÝ, J., VALENTOVÁ, H., PUDIL, F. (1997): Senzorická analýza potravin – laboratorní cvičení. Vysoká škola chemicko-technologická, Fakulta potravinářské a biochemické technologie, Praha, 60 p.

POLLMER, U.(2009): Víš, co jíš?: Co se skrývá v potravinách. Lexikon potravinových doplňků. Fontána, Olomouc, 272 p

POTÁČEK, M. (2002): Organická chemie pro biology. Nakladatelství MU, Brno, 208 p.

POURAHMAD, R., KHORRAMZADEH, D. (2016): Physicochemical and Organoleptic Properties of Drinking Powder Containing Soy Milk Powder, Stevia, Isomalt and Erythritol. *Journal of Food Processing and Preservation* 40: 1206-1214.

PRIEBS, J., NIER, A., SCHATTENBERG, JM., BERGHEIM, I. (2016): Fructose – Friend or Foe? *Aktuelle Ernährungsmedizin* 41: 338-401.

RAČICKÁ, E. (2012): Náhradní sladidla, jejich místo v současné diabetologii, *Interní medicína pro praxi*, 14 Ostrava, 331-335

RAMEŠ, I. (1983): Fyziologie výživy. Avicenum, Praha, 222 p.

ROP, O., HRBĚ, J. (2009): Nealkoholické a alkoholické nápoje. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 187 p.

ROWE, R. C., SHESKEY, P. J., QUINN, M. E. (2009): Handbook of Pharmaceutical Excipients. Sixth Edition, Pharmaceutical Press, London, 888 p.

SEDLÁČEK, I., KOČÍ L. (2003): Nápoje: příprava a podávání. Vyd. 1. Computer Press, Brno, 162 p

SEKALSKA, B. (2007): Zawartość sztucznych substancji słodzących – aspartamu, acesulfamu-k i sacharynianu sodu w napojach dietetycznych, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 3 (52), 127 – 138.

SIGURDSON, GT., ROBBINS, RJ., COLLINS, TM., GIUSTI, MM. (2017): Spectral and colorimetric characteristics of metal chelates of acylated cyanid derivatives. Food Chemistry 22: 1088-1095.

SIVASANKAR, B. (2002): Food processing and preservation. Prentice – Hall of India Private Limited, New Delhi, chapter 24.

SMITH, J. (1991): Food additive user's handbook. Blackie and son Ltd, Glasgow, 286 p.

SPELLANE, W. J. (2006): Optimising sweet taste in foods. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 448 p

STRUNECKÁ, A. (2013): Jak přežít dobu jedovou? Almi, Brno, 358 p.

STRUNECKÁ, A., PATOČKA, J. (2012): Doba jedová 2. Triton, Praha, 368 p.

SYLVETSKY, AC., ROTHER, KL. (2016): Trends in the consumption of low-calorie sweeteners. Physiology & Behavior 164: 446-450.

ŠKOPEK, B., VOLDŘICH, M. (2004): Přehled potravinářských aditivních látek, Výroba potravin a jejich uvádění do oběhu. Dashöfer Holding, Ltd. a Verlag Dashöfer, Praha, 31 - 40.

ŠKOPEK, B., VOLDŘICH, M. (2004): Přehled potravinářských aditivních látek, Výroba potravin a jejich uvádění do oběhu. Dashöfer Holding, Ltd. a VerlagDashöfer, Praha, 31 - 40.

VELÍŠEK, J. (2002): Chemie potravin 3., Náhradní sladidla. Vol. 2, OSSIS, Tábor, 342 p.

VRBOVÁ, T. (2001): Víme, co jíme?, aneb, Průvodce "Éčky" v potravinách. EcoHouse, Praha, 258 p.

VYHLÁŠKA č. 289/2004 Sb., v platném znění, kterou se provádí § 18 písm. a), d), h), i), j), a k) zákona č. 110 /1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro nealkoholické nápoje a koncentráty k přípravě nealkoholických nápojů, ovocná vína, ostatní vína a medovinu, pivo, konzumní líh, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje, kvasný ocet a droždí

VYHLÁŠKA č. 52/2002 Sb. Ministerstva zdravotnictví ze dne 29. ledna 2002, kterou se stanoví požadavky na množství a druhy látek určených k aromatizaci potravin, podmínky jejich použití, požadavky na jejich zdravotní nezávadnost a podmínky použití chininu a kofeinu

Vyhláška Ministerstva zemědělství 335/1997 Sb., v platném znění vyhlášek č. 45/2000 Sb., č. 57/2003 Sb. a č. 289/2004 Sb.

WINTER, R. (2009): A Consumer's Dictionary of Food Additives: Descriptions in Plain English of More Than 12,000 Ingredients Both Harmful and Desirable Found in Foods. New York: Three Rivers Press, 608 p.

YUN, EJ., LEE, AR., KIM, JH., CHO, KM., KIM, KH. (2017): 3,6-Anhydro-L-galactose, a rare sugar from agar, a new anticariogenic sugar to replace xylitol. Food Chemistry 221: 976-983.

7 POUŽITÉ ZKRATKY

ADI – acceptabledailyintake = akceptovaný denní příjem

BMI – body mass index = index tělesné hmotnosti

CSPI – center for the Study of Political = americká organizace

DIA – označení vybraných potravin pro diabetiky = nemocní cukrovkou (diabetes)

E 300 - kyselina askorbová

E 304 - estery mastných kyselím s kyselinou askorbovou

E 306 - vitamin E

E 330 - kyselina citronová

E 414 - arabská guma

E 420 - sorbitol

E 421 - mannitol

E 445 - pryskyřičný ester

E 950 - acesulfam - K

E 951 - aspartam

E 952 - cyklamáty

E 954 - sacharin

E 955 - sukralóza

E 957 - thaumatin

E 960 - steviosid

E 961 - neotam

E 967 - xylitol

EU - Evropská unie

FDA - Food and Drug Administration

HFCS - High-Fructose Corn Syrup

JECFA - The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives =
společný výbor expertů FAO/WHO pro potravinářská aditiva

PKU – fenylketonurie = vrozená porucha metabolismu

8 PŘÍLOHY

Seznam příloh

Příloha č. 1: Dotazník pro sensorické hodnocení, pořadový test

Příloha č. 2: Dotazník pro spotřebitele

Tabulka č. 1: Kritické hodnoty (F) pro Friedmanovu zkoušku (ČSN ISO 8785)

Fotografie č. 1: Příprava vzorků

Fotografie č. 2: Příprava vzorků s kódováním

Fotografie č. 3: Vzorky

Příloha č. 1: Dotazník pro sensorické hodnocení, pořadový test

Pohlaví: muž – žena
Věk:
Zdravotní stav:
Datum:

Vůně nápoje (po druhu ovoce, příměsí...), jmenujte:

vůně/vzorek	137	825	721	773
vůně				

Příjemnost nápoje (pach):

příjemnost/vzorek	137	825	721	773
příjemná				
nepříjemná				

Chuť nápoje (zaměřte se na sladkou chuť nápoje):

chuť/vzorek	137	825	721	773
nevýrazná				
slabě výrazná				
intenzivní				
výrazně intenzivní				

Celková chutnost nápoje (příjemnost či nepříjemnost chutě, vůně):

chutnost/vzorek	137	825	721	773
Velmi nepříjemná				
nepříjemná				
příjemná				
Velmi příjemná				

Pořadový test:

Ochutnejte postupně předložené vzorky, seřaďte je podle klesající jakosti (od nejlepší po nejhorší), kdy 1 – nejhorší, 4 – nejlepší. Ochutnání se může provádět libovolně často.

Pořadí:	Číslo vzorku:
1	
2	
3	
4	

Příloha č. 2: Dotazník pro senzorické hodnocení

1) Pohlaví

a) žena

b) muž

2) Věk

a) 18 – 27

c) 40 +

b) 28 – 40

3) Co ovlivňuje Váš výběr nealkoholických nápojů v obchodě?

a) předchozí zkušenosti

c) vzhled

b) cena nápoje

d) přítomnost cukru

4) Podle čeho určujete, že Vámi vybraný nápoj, je kvalitní?

a) chuť

c) vzhled

b) cena

d) země původu

5) Jakým druhům nealkoholických nápojů, s příchutí citronu, dáváte přednost?

a) Sprite

d) Lemon

b) Slice

e) jiný (uved'te)

c) SanTERRA

6) Sledujete při výběru nealkoholických nápojů jeho složení?

a) ano

b) ne

7) Sledujete v nápojích složení cukru a náhradních sladidel?

a) ano

b) ne

8) Preferujete slazené limonády s přídavkem

a) cukru

c) náhradních sladidel

b) fruktózo-glukózový sirupu

d) nemám rád/a slazené limonády

9) Myslíte si, že v limonádách, poznáte rozdíl mezi sacharózou a náhradními sladidly?

a) ano

b) ne

10) Jak často konzumujete limonády s citrónovou příchutí?

a) denně

d) příležitostně (1x do roka)

b) týdně

e) nekonzumuji je vůbec

c) měsíčně

Tabulka č. 1: Kritické hodnoty (F) pro Friedmanovu zkoušku (ČSN ISO 8785)

Počet posuzovatelů j	Počet vzorků (nebo výrobků) p									
	Hladina významnosti $\alpha = 0,05$					Hladina významnosti $\alpha = 0,01$				
	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
7	7,143	7,8	9,11	10,62	12,07	8,857	10,371	11,97	13,69	15,35
8	6,250	7,65	9,19	10,68	12,14	9,000	10,35	12,14	13,87	15,53
9	6,222	7,66	9,22	10,73	12,19	9,667	10,44	12,27	14,01	15,68
10	6,200	7,67	9,25	10,76	12,23	9,600	10,53	12,38	14,12	15,79
11	6,545	7,68	9,27	10,79	12,27	9,455	10,60	12,46	14,21	15,89
12	6,167	7,70	9,29	10,81	12,29	9,500	10,68	12,53	14,28	15,96
13	6,000	7,70	9,30	10,83	12,37	9,385	10,72	12,58	14,34	16,03
14	6,143	7,71	9,32	10,85	12,34	9,000	10,76	12,64	14,40	16,09
15	6,400	7,72	9,33	10,87	12,35	8,933	10,80	12,68	14,44	16,14
16	5,99	7,73	9,34	10,88	12,37	8,79	10,84	12,72	14,48	16,18
17	5,99	7,73	9,34	10,89	12,38	8,81	10,87	12,74	14,52	16,22
18	5,99	7,73	9,36	10,90	12,39	8,84	10,90	12,78	14,56	16,25
19	5,99	7,74	9,36	10,91	12,40	8,86	10,92	12,81	14,58	16,27
20	5,99	7,74	9,37	10,92	12,41	8,87	10,94	12,83	14,60	16,30
α	5,99	7,81	9,49	11,07	12,59	9,21	11,34	13,28	15,09	16,81

POZNÁMKA 1 Veličiny F mohou mít jenom nespojitě hodnoty, nespojitost je zřetelná pro malé j a p . Následně nelze získat kritické hodnoty, které by odpovídaly přesně riziku 0,05 and 0,01.

POZNÁMKA 2 Proložené hodnoty byly získány použitím aproximace k χ^2 rozdělení.

Fotografie č. 1: příprava vzorků



Fotografie č. 2: příprava vzorků s kódováním



Fotografie č. 3: vzorky

