

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agropodnikání

Katedra: Katedra zootechnických a veterinárních disciplín
a kvality produktů

Vedoucí katedry: doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

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

Vedoucí diplomové práce: Ing. Dana Jirotková

Autor diplomové práce: Bc. Tereza Čiháková

České Budějovice, 2015

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tereza ČIHÁKOVÁ**
Osobní číslo: **Z13507**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agropodnikání**
Název tématu: **Využití náhradních sladidel v nealkoholických nápojích a jejich vliv na senzorickou jakost**
Zadávací katedra: **Katedra zootechnických a veterinárních disciplín a kvality 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). Získaná data zpracujete pomocí vhodných matematicko-statistických metod.

Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího práce

Rozsah pracovní zprávy: 40 - 50 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

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. Chemické 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, 95 s.

Pokorný, J., a kol. Senzorická analýza potravin: laboratorní cvičení, Praha: VŠCHT, 1997, 62 s.

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.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Dana Jirotková


Katedra zootechnických a veterinárních disciplín a kvality produktů

Datum zadání diplomové práce: 19. listopadu 2014

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2015


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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice


doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 19. listopadu 2014

Prohlášení autora diplomové práce

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 dne 21. 4. 2015

.....

Bc. Tereza Čiháková

Poděkování

Chtěla bych tímto poděkovat Ing. Ivetě Marešové, která mě na téma mé diplomové práce přivedla a která mi poskytla velkou část potřebných informací. Zvláštní poděkování patří mé školitelce Ing. Daně Jirotkové za přátelský přístup, obětavou pomoc, cenné rady, ochotu a trpělivost při řešení diplomové práce. Dále bych poděkovala všem hodnotitelům, jejichž hodnocení a postoje byly pro tuto práci nejdůležitější a díky nimž jsem mohla svou diplomovou práci vypracovat, Mgr. Ondřeji Burešovi, zastupujícímu řediteli na ZŠ Kosova Hora, který mi umožnil provést můj výzkum na druhém stupni ZŠ. Také děkuji svým přátelům a především rodině, která mě po celou dobu studia podporovala.

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 bylo hodnoceno pět druhů nealkoholických nápojů, čtyř pomerančových limonád a jedné mandarinkové, které obsahovaly různá složení sladidel. Tři vzorky nápojů byly vhodné pro diabetiky, protože obsahovaly pouze syntetická náhradní sladidla, jeden obsahoval fruktózo-glukózový sirup a poslední vzorek sacharózu.

Jednotlivé vzorky byly posuzovány hodnotiteli rozdělenými do třech skupin podle věku. 1. skupina byli hodnotitelé ve věku 11-14 let, žáci ZŠ Kosova Hora, 2. skupina studenti Jihočeské univerzity a 3. skupina hodnotitelé nad 40 let. Cílem práce bylo dojít k rozdílným výsledkům u jednotlivých skupin v závislosti na postoji a zvyklostech.

Mezi sledovanými vzorky nápojů byly zaznamenány veliké rozdíly. Zajímavostí je, že ani jedna skupina neurčila nejlepším vzorek E, ve kterém je pouze sacharóza. Nejlépe hodnocenými vzorky se staly vzorek A, obsahující aspartam a acesulfam K, a vzorek D s fruktózo-glukózovým sirupem. Za nejhorší byly jednoznačně určeny vzorky B a C, obsahující tři a čtyři druhy syntetických náhradních sladidel.

Součástí práce je dotazník pro spotřebitele, ve kterém bylo cílem zjistit, co ovlivňuje respondenty při nákupu nealkoholických nápojů a jaký postoj mají k náhradním sladidlům.

Klíčová slova: sensorická analýza; nealkoholický nápoj; alternativní sladidla

Summary

The subject of this thesis was to evaluate the use of sweeteners in a selected group of soft drinks in terms of influencing sensory quality. Using selected methods of sensory analysis were five kinds of non-alcoholic drinks evaluated - four orange lemonades and one mandarin, which contained different composition of sweeteners. Three out of five samples were suitable for diabetics, because they only contained synthetic alternative sweeteners, one sample contained fructose-glucose syrup and the last sample contained sucrose.

Individual samples were assessed by evaluators divided into three groups according to age. First group were evaluators at the age of 11-14, pupils from primary school Kosova Hora, second group - students of University of South Bohemia and the last group were evaluators above 40. The aim of this thesis was to lead to different results in different groups, depending on the attitudes and habits.

There were big differences recorded among studied samples. It is interesting that neither group had failed to identify the best sample E, which is only sucrose. The top rated samples were sample A containing aspartame and acesulfame K, and the sample D with fructose-glucose syrup. The worst samples were clearly identified samples B and C, containing three and four kinds of synthetic sweeteners.

Last but not least the paper includes a questionnaire for consumers, whose aim was to find out what influences the respondents while buying soft drinks and what is their attitude towards substitute sweeteners.

Key words: sensory analysis; soft drink; alternative sweeteners

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Literární přehled	11
2.1	Nealkoholické nápoje	11
2.1.1	Klasifikace nealkoholických nápojů	11
2.1.2	Hlavní suroviny k výrobě nealkoholických nápojů	12
2.2	Spotřeba cukru a zdravotní hledisko	14
2.3	Náhradní sladidla v nealkoholických nápojích	15
2.3.1	Legislativa	16
2.3.2	Klasifikace náhradních sladidel	19
2.4	Sladidla připravená synteticky	20
2.4.1	Acesulfam K (E 950)	20
2.4.2	Aspartam (E 951)	21
2.4.3	Cyklamát (E 952)	22
2.4.4	Neotam (E 961)	23
2.4.5	Sacharin (E 954).....	24
2.4.6	Sukralóza (E 955).....	25
2.5	Sacharidická sladidla	27
2.5.1	Fruktóza.....	27
2.5.2	Fruktózové sirupy	28
2.6	Přírodní sladidla	29
2.6.1	Steviosid (E 960).....	29
2.6.2	Thaumatín (E 957)	29
2.7	Alkoholické cukry	31
2.7.1	Sorbitol (E 420).....	31
2.7.2	Mannitol (E 421)	32
2.7.3	Xylitol (E 967)	32
2.8	Senzorická analýza	33
2.8.1	Senzorické hodnocení nealkoholických nápojů	34
2.8.2	Podmínky pro sensorické hodnocení	34
2.9	Hlavní metody sensorické analýzy.....	37
2.9.1	Rozlišovací zkoušky.....	37
2.9.2	Pořadová zkouška.....	38

2.9.3	Stupnicové metody.....	39
2.9.4	Profilové metody.....	39
2.9.5	Popisové metody	39
2.9.6	Hodnocení jakosti a zařazování do jakostních tříd	39
3	Materiál a metodika	40
3.1	Charakteristika vzorků	40
3.2	Senzorické hodnocení vzorků.....	42
3.2.1	Příprava vzorků	42
3.2.2	Hodnotitelé.....	42
3.2.3	Průběh sensorického hodnocení.....	42
3.2.4	Protokol měření.....	42
3.2.5	Zpracování dat.....	44
4	Výsledky a diskuse	45
4.1	Pořadový preferenční test.....	45
4.2	Párový rozdílový test.....	55
4.3	Dotazník pro sensorické hodnocení	63
4.4	Dotazník pro spotřebitele	73
5	Závěr	81
6	Seznam použité literatury	82
7	Použité zkratky	88
8	Přílohy.....	89

1 Úvod

Člověk má vrozenou potřebu sladké chuti. Již od nepaměti naši předci získávali cukry z různých přírodních látek. V dnešní době je celosvětově rozšířeno využití náhradních sladidel (Čopíková et al., 2013). Konzumace sacharózy vede ke zvyšujícím se problémům s obezitou a diabetem, proto se náhradní sladidla stávají populárnějšími a spotřebiteli vyhledávanějšími (Strunecká et Patočka, 2012). K popularitě syntetických sladidel vede také jejich cena v závislosti na vyrobeném množství (Číž, 2008). Nealkoholický nápoj, obsahující např. tři druhy náhradních sladidel, je stále mnohokrát levnější než nápoj slazený sacharózou. Další výhodou náhradních sladidel je vysoká trvanlivost (Česko, 2002). Nastávají však otázky a dohady, zda jsou náhradní sladidla (synteticky vyrobená) pro člověka opravdu zdravější, jestli nejsou pro lidský organismus naopak ještě škodlivější. Většina náhradních sladidel nemá energetickou hodnotu a tělo ji tedy musí získávat jinak – především z tuků, které opět způsobují různé choroby a nemoci.

Tato práce se zabývá využitím náhradních sladidel v nealkoholických nápojích a jejich vlivem na sensorickou jakost u vybraných typů nápojů. Sensorické hodnocení prováděli respondenti různých věkových skupin (žáci 2. stupně ZŠ, studenti VŠ a hodnotitelé nad 40 let) s cílem dojít k rozdílným výsledkům v závislosti na individuálním postoji ke slazeným nápojům a především zvyklostem. Dále bylo úkolem zjistit, zda je hodnotitel schopen rozpoznat náhradní sladidlo od sacharózy.

Cíle práce:

1. Zhodnocení využití náhradních sladidel u vybrané skupiny nealkoholických nápojů z hlediska ovlivnění sensorické jakosti.
2. Pomocí vybraných metod sensorické analýzy získat data pro posouzení kvality nealkoholických nápojů s obsahem (i bez obsahu) náhradních sladidel.
3. Provedení dotazníkového šetření zaměřeného na konzumaci nealkoholických nápojů s obsahem náhradních sladidel (pro různé věkové skupiny populace).
4. Zpracování získaných dat pomocí vhodných matematicko-statistických metod.

2 Literární přehled

2.1 Nealkoholické nápoje

Podle Kadlece (2008) lze o počátcích průmyslové výroby mluvit již koncem 17. století, kdy se začaly limonády plnit do lahví, přičemž jako první konzervační činidlo byla používána síra. První použití metody sycení vody oxidem uhličitým je přisuzováno roku 1789 Nicholasu Paulovi ze Ženevy.

Dle vyhlášky MZe ČR č. 335/1997 k zákonu č. 110/1997 Sb. se nealkoholickým nápojem rozumí nápoj obsahující nejvýše 0,5 % objemových etanolu (měřeno při teplotě 20 °C), vyrobený zejména z pitné vody, pramenité vody, přírodní minerální nebo kojenecké vody, ovocné, zeleninové, rostlinné nebo živočišné suroviny, přírodních sladidel, sladidel, medu a dalších látek, popřípadě sycený oxidem uhličitým.

Podle téže vyhlášky je limonádou ochucený nealkoholický nápoj vyrobený z pitné vody, nápojových koncentrátů nebo surovin k jejich přípravě, zpravidla sycený oxidem uhličitým. Je-li u limonády obsah oxidu uhličitého nižší než 2 g/l, uvede se údaj, že se jedná o nesycenou limonádu.

2.1.1 Klasifikace nealkoholických nápojů

Tato skupina nápojů je rozsáhlá a zahrnuje širokou škálu výrobků, které jsou definovány ve vyhlášce 335/1997 Sb., zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů.

Nealkoholické nápoje jsou členěny do skupin (Kadlec, 2008):

- 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

2.1.2 Hlavní suroviny k výrobě nealkoholických nápojů

a) Voda

K výrobě nealkoholických nápojů se používá voda z vodovodního řádu pro hromadné zásobování, nebo voda z vlastního zdroje (Mydlil, 2002). Kadlec (2008) uvádí, že podle typu nápoje může být použita i voda minerální. Voda tvoří největší podíl, celkem zaujímá 92 - 93 %. Nesmí obsahovat nerozpustné látky, barviva, nežádoucí pachy a minerální látky, které mohou ovlivňovat chuť a barvu nealkoholických nápojů (Sivasankar, 2002). Fyzikálně chemické vlastnosti vody může výrobce upravovat podle potřeby, např.: filtrací, dechlorací na aktivním uhlí, změkčováním iontoměniči apod. (Mydlil, 2002).

b) Cukr

Cukr je druhá významná surovina při výrobě nealkoholických nápojů. Nejčastěji se používá sacharóza, která do výroby vstupuje v sypkém stavu (výrobce si připravuje 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 se používá i jako samostatné sladidlo, je levnější a obsahuje méně kalorií (Sivasankar, 2002). Je používána zejména v „light“ nápojích, protože má 1,2x vyšší sladivost než sacharóza a produkt má o 50 % nižší obsah energie (Kadlec, 2008). Do speciálních výrobků se také přidává glukóza.

K odstranění případných mechanických nečistot je potřeba zařadit filtraci cukerného roztoku (Mydlil, 2002).

c) Náhradní sladidla

V závislosti na obsahu cukru a sladidel jsou nealkoholické nápoje rozděleny do tří skupin (Sękalska, 2007):

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

d) Aromata

Jako aromatické látky v nápojích jsou označovány vonné a těkavé látky, např. kyselina citrónová, v některých zemích kyselina jablečná a do kolových nápojů kyselina fosforečná (Kadlec, 2008). Sivasankar (2002) dále zmiňuje kyselinu mléčnou a vinnou.

Rozdělení aromat v nealkoholických nápojích podle původu (Kadlec, 2008):

- aromatické látky přírodní – obsahující přírodní látky získané fyzikálními nebo fermentačními postupy z přírodních zdrojů,
- aromata přírodně identická – látky získané syntézou, ale identická se složkami přírodních aromat,
- aromata syntetická – syntetické látky, které jsou pouze nositeli smyslových vlastností podobných látkám přírodním.

Formy aromatických látek podle Mydlila (2002):

- esence, aromata a tresti, tj. účinné látky rozpuštěné v etanolu a propandiolu
- emulze a báze, tj. směsi obsahující kromě účinných látek, barviva, kyseliny, ovocné koncentráty a četné další pomocné látky
- výluhy a extrakty bylin a koření.

e) Barviva

Jako složky k získání požadované barvy se používají přírodní a syntetická barviva (Sivasankar, 2002). Kadlec (2008) zmiňuje, že se používají všechna povolená barviva, v případě barviv nerozpustných v tucích – karotenoidních barviv, jsou tato barviva součástí olejové fáze zakalovacích prostředků.

f) Hořké látky

Nejčastěji se při výrobě nápojů používají látky jako chinin, přirozené hořké látky obsažené v extraktech rostlin - chmele, meduňky, heřmánku, puškvorce, dobromyslu a dalších (Kadlec, 2008).

g) Konzervační látky

Některé druhy nealkoholických nápojů jsou konzervovány chemickými konzervačními látkami, nejčastěji se používá kyselina sorbová (draselná nebo sodná sůl), případně v kombinaci s kyselinou askorbovou, kyselina benzoová a směs

kyseliny sorbové a benzoové (Kadlec, 2008). Nejčastěji používaným konzervantem je benzoát sodný (Sivasankar, 2002) a sorban draselný (Mydlil, 2002).

h) Sycení nápojů

V případě sycených nápojů je používán oxid uhličitý, sloužící i jako konzervační látka. Nejčastěji je dodáván v kapalně formě, používá se zejména vyrobený ze vzduchu (Kadlec, 2008). Čistý CO₂ zvyšuje chuť, dává jiskru a prodlužuje životnost nápoje (Sivasankar, 2002).

2.2 Spotřeba cukru a zdravotní hledisko

Sacharóza je od nepaměti hlavní složkou lidské výživy a dnes je stále nejčastějším sladidlem v potravinářském průmyslu. Do Evropy se v podobě surového třtinového cukru začala dovážet z Ameriky a během blokády evropských přístavů za napoleonských válek se začala ve velkém měřítku získávat z cukrové řepy (Doležal, 2008).

Sacharóza - řepný nebo třtinový cukr se skládá z jedné molekuly glukózy a jedné fruktózy (Rameš, 1983). Vyskytuje se ve formě bezbarvých krystalů, jako krystalická hmota nebo kostky, dále ve formě bílého krystalického prášku, který je bez zápachu, má sladkou chuť a neobsahuje žádné přidané látky (Rowe et al., 2009).

Strunecká et Patočka (2012) uvádějí, že cukr je v současné etapě vývoje lidstva považován za jeden z hlavních jedů, stává se viníkem mnoha nemocí, a protože ve vyspělých zemích světa je značná část dospělých i dětí obézních, setkáváme se pravidelně s varováním výživových poradců, doporučením ke konzumaci „zdravých“ potravin, změně tradičních jídelníčků, nabádáním k omezení spotřeby cukru - americká asociace pro srdce doporučuje, že ženy by neměly konzumovat denně víc než 100 kalorií z dodaného cukru, muži pak by neměli překročit množství 150 kalorií (ženy – 6 čajových lžiček, muži – 9 čajových lžiček). Čopíková et al. (2012) potvrzují, že sacharóza souvisí s výskytem mnoha civilizačních chorob, jako je zubní kaz, obezita a adipozita, kardiovaskulární onemocnění, diabetes, ztučnění jater, některé druhy nádorových onemocnění a hyperaktivita.

Kvůli svým negativním vlastnostem a vyšší ceně je často sacharóza nahrazována alternativními sladidly.

2.3 Náhradní sladidla v nealkoholických nápojích

Jako sladidla obvykle označujeme látky, které mají vyšší sladivost než sacharóza, ale menší energetickou hodnotu (Račická, 2012). Davidková et Dostálová (1991) uvádějí, že neexistuje jednoduchá definice pro sladivost a intenzita sladké chuti se definuje jako poměr koncentrace sacharózy a koncentrace sladidla, která je nutná k dosažení stejné intenzity sladké chuti jako má referenční roztok sacharózy. Číž (2008) zmiňuje, že sladidla se posuzují podle sladivosti vzhledem k bílému cukru – sacharóze tak zvaným ekvivalentem sladivosti, numericky značeným w.s.e. (white sugar equivalent).

Důležitým ukazatelem náhradních sladidel je také chuťový vjem, u kterého je požadováno, aby byl co nejbližší běžnému bílému cukru, bez příchuti (Číž, 2008). Pociťovaný vjem sladké chuti je výsledkem poměrně složitých dějů a působí na něj řada faktorů např. druh sladidla, koncentrace sladidla, teplota a pH poživatiny, další složky poživatin včetně sladidel, hustota a polarita prostředí (Davidková et Dostálová, 1991).

Název umělá sladidla se používá pro sladidla synteticky vyrobená (Račická, 2012), tedy v přírodě se běžně nevyskytující (Davídek et al., 1983). Přidávají se zejména do nealkoholických nápojů a výrobků pro diabetiky (Kalač, 1999). Aby sladká látka mohla být používána jako sladidlo, musí podle Davidkové et Dostálové (1991) splňovat hygienické požadavky, tj. nesmí být zdravotně závadná. Nevýhodou umělých sladidel je, že netvoří viskózní roztoky a nevykazují konzervační účinky – problém při výrobě džemů pro diabetiky (Davídek et al., 1983).

Račická (2012) uvádí jako důvody používání náhradních sladidel diabetes mellitus, redukci obsahu energie v potravinách, ochranu před zubním kazem, cenu – mnohá jsou levnější než cukr a reaktivní hypoglykémii. Z těchto důvodů vyplývá, že se značně zvyšuje spotřeba alternativních sladidel po celém světě (Čopíková et al., 2013).

Alternativní sladidla spadají do kategorie přídatných látek, označují se číselným kódem, který se skládá z písmena E a trojmístného čísla, kde E znamená, že aditivní látka prošla posouzením bezpečnosti a byla povolena v EU a trojmístné číslo slouží pro identifikaci aditivní látky (Burešová et Pavelková, 2011).

2.3.1 Legislativa

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 výlučně 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. Stolní sladidla musí obsahovat jako součást označení text "Stolní sladidlo na bázi....." s použitím názvu náhradního sladidla, uvedeného v této části.
- (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, pokud přípravu před spotřebou vyžadují.
- (6) Ustanoveními této části není dotčeno použití zde uvedených látek pro jiné účely, než je slazení.
- (7) 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.
- (8) Pod slovy "výrobek bez přidaného cukru" se v této části rozumí výrobek, ke kterému nebyly při výrobě přidány monosacharidy, disacharidy a jiné potraviny, používané pro své sladivé vlastnosti.

(9) Výrazem nezbytné množství se v této části rozumí, že nejvyšší použitelné množství náhradních sladidel není stanoveno, avšak musí být použito v souladu se správnou výrobní praxí v množství nepřevyšujícím množství nezbytné k dosažení zamýšleného účelu a za předpokladu, že spotřebitel nebude uveden v omyl.

(10) Přítomnost náhradních sladidel v potravinách je povolena také u potravin obsahujících 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.

Tab. č. 1: Seznam náhradních sladidel povolených v ČR v roce 1999 (Velíšek, 1999)

Číslo E	Název
E 420	sorbitol, (i) sorbitol, (ii) sorbitol sirup
E 421	mannitol
E 950	acesulfam K
E 951	aspartam
E 953	isomalt
E 954	sacharin, jeho sodná, draselná, vápenatá sůl
E 957	thaumatin
E 959	neohesperidindihydrochalkon
E 965	maltitol, (i) maltitol, (ii) maltitol sirup
E 966	laktitol
E 967	xylitol

Tab. č. 2: Nízkokalorická sladidla
povolená v EU (Čopíková et al., 2013)

Číslo E	Název
E 950	acesulfam K
E 951	aspartam
E 952	cyklamát
E 954	sacharin
E 955	sukralosa
E 957	thaumatin
E 959	neohesperidindihydrochalkon
E 960	steviol-glykosid
E 961	neotam
E 962	aspartam- acesulfam

Tab. č. 3: Objemová sladidla
povolená v EU (Čopíková et al., 2013)

Číslo E	Název
E 420	sorbitol a sorbitolový sirup
E 421	mannitol
E 953	isomalt
E 965	maltitol a maltitolový sirup
E 966	laktitol
E 967	xylitol
E 968	erythritol
-	kukuřičný sirup s vysokým obsahem fruktózy

2.3.2 Klasifikace náhradních sladidel

Sladidla tvoří skupinu strukturálně velice různorodých látek, proto jejich klasifikace není jednotná (Davidková et Dostálová, 1991).

Náhradní sladidla se mohou dělit do skupin 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)

- výživová - cukerné alkoholy
- nevýživová - prakticky všechny přírodní, modifikované přírodní a syntetické látky

3. podle chemické struktury (Fajkusová, 2010)

- proteiny, peptidy – thaumatin, aspartam
- halogenové disacharidy – sukralosa
- terpeny – steviosid
- chalkony – neohesperidin DC

4. podle intenzity sladivosti (Škopek et Voldřich, 2004)

- intenzivní – mají sladivost několikanásobně vyšší než sacharóza
- objemová – mají sladivost podobnou sladivosti sacharosy

2.4 Sladidla připravená synteticky

2.4.1 Acesulfam K (E 950)

Podle Doležala (2009) byl acesulfam K náhodně objeven r. 1967 Claussem, který si v laboratoři olízl prst při listování v papírech. Následujících 15 let bylo provedeno na 90 studií, aby se prokázalo, že je bezpečný (Greenly, 2003) a schválen byl teprve v roce 1988 (Brown, 2008). V USA je používání stále zakázáno, v EU povoleno direktivou 94/35/EC z listopadu 2002 (Číž, 2008).

Strunecká (2012) uvádí, že acesulfam draselný je syntetická látka v přírodě se přirozeně nevyskytující. Chemicky se jedná o 6-methyl-1,2,3-oxa thia zin-4(3*H*)-on 2,2-dioxid (Doležal, 2009), což je sloučenina kyselá, chemicky stálá a velmi dobře rozpustná ve vodě (Ležáková, 2012). Nejčastěji se používá ve formě draselné soli (Doležal, 2009), jako bílý krystalický produkt bez zápachu (Nollet, 2004). Snese teploty sterilizace i teploty používané při pečení (Davidková et Dostálová, 1991), rozkládá se až při teplotách přesahujících 235 °C (Velíšek, 1999). Acesulfam draselný je 180–200x sladší než sacharóza (Bobrovová, 2008), což dává rychlý pocit sladké chuti, která mizí pomalu a přetrvává déle než sladká chuť sacharózy (Sękalska, 2007). Je nekalorický a ADI je 9,0 mg/kg/den (Račická, 2010). Stejně jako sacharin zanechává v ústech hořkou a kovovou pachut', která se také často maskuje jinými sladidly (Bobrovová, 2008). Podle Sękalské (2007) má však synergický účinek, což znamená, že v kombinaci s jinými látkami je jeho sladivost vyšší než ostatních jednotlivých látek. Vhodná je kombinace s aspartamem. Kombinace těchto sladidel se používá v nápojích jako sůl aspartamu + acesulfamu, která má označení E 962 (Račická, 2012).

Nevstřebává se sliznicí gastrointestinálního traktu, z těla odchází zcela nezměněn (Bobrovová, 2008). Řada odborníků považuje testy, provedené před uvedením acesulfamu draselného na trh, za nedostatečné a americká spotřebitelská organizace CSPI doporučuje vyhýbat se této přísadě a řadí ji do kategorie látek nevhodných pro konzumaci v příliš velkém množství a do kategorie nedostatečně testovaných (Vrbová, 2001). Nedoporučuje se těhotným ženám (Račická, 2012).

Dominantním výrobcem je Čína, největším spotřebitelem Asie, která spotřebuje 60 % světové výroby (Číž, 2008). Matouš (2014) uvádí obchodní názvy, pod kterými je acesulfam distribuován: Nutrinova, Suprasweet, Fan, Sular, Assurgin,

Diavita, Kandisin a Sunett. V potravinářském průmyslu je využíván jak pro teplou, tak studenou úpravu (Greenly, 2003). Ve formě sladidla se používá ve žvýkačkách, nealkoholických nápojích, mléčných výrobcích, nízkokalorických sladkostech a cukrovinkách, v oplatkách bez cukru, tabletkách, sypkých směsích pro výrobu nápojů, v instantních nápojích s příchutí čaje a kávy, v dezertech, v sypkých náhražkách mléka do kávy (Vrbová, 2001) a v pečivu (Greenly, 2003). Může se využívat i jako látka zvýrazňující aroma – stolní sladidla, majonézy, hořčice, saláty, vitaminové přípravky, alkoholické i nealkoholické pivo, také se používá ve výrobcích ústní hygieny a ve farmaceutických výrobcích (Vrbová, 2001).

2.4.2 Aspartam (E 951)

Aspartam byl objeven náhodně v roce 1965 při hledání léku proti žaludečním vředům, když si chemik James Schlatter z nedbalosti olízl palec potřísněný tekutinou a s překvapením zjistil, že tekutina s připravenou látkou chutná velmi sladce (Strunecká et Patočka, 2011). FDA povolila toto sladidlo v roce 1981, a to jen pro omezené použití v pevné stravě, jako obecné sladidlo byl schválen v roce 1996 (Lindseth et al., 2014).

Aspartam je dipeptid, který je metabolizován na kyselinu asparagovou, fenylalanin a metanol (Račická, 2012). Je vyroben spojením L - fenylalaninu a kyseliny L - asparagové, buď chemicky nebo enzymaticky (Rowe et al., 2009). Je to bílý krystalický prášek bez zápachu, barvy, se sladkou chutí, rozpustný ve vodě i v alkoholu (Ash et Ash, 1995). Není stálý při nižším pH a vyšších teplotách, je tedy nevhodný pro tepelnou úpravu, protože vzniká hořká chuť fenylalaninu (Račická, 2012). Račická (2012) zmiňuje, že při dlouhém skladování ztrácí sladivost, nehodí se tedy na slazení surovin pro potravinářskou výrobu, ani na výrobu produktů s prodlouženou trvanlivostí. (Čopíková et al., 2013). Nollet (2004) uvádí, že má příjemnou sladkost podobnou sacharóze, ale ve větším množství může mít lékořicovou, karamelovou nebo hořkou pachů. Přibližná sladivost aspartamu je 180-200x vyšší než sacharózy (Rowe et al., 2009), ADI je 40 mg/kg (Ash et Ash, 1995) a energetická hodnota 17 kJ/g (Račická, 2012). Ve směsi s dalšími sladidly se ještě zvyšuje jeho sladivost (Vrbová, 2001), používá se ve směsi s acesulfamem K, sacharinem, cyklamátem sodným, glukózou nebo sacharózou (Smith, 1991).

Část aspartamu se v těle rozkládá na toxický metanol, který je nebezpečný zejména pro děti a těhotné a kojící ženy (Vrbová, 2001). Množství vznikajícího metanolu není malé: jeden litr perlivého nápoje oslazeného aspartamem obsahuje asi 56 mg metanolu (Strunecká et Patočka, 2011). Nejméně šest studií z poslední doby prokázalo, že aspartam, stejně jako jiné náhražky cukru, zvyšuje chuť k jídlu a narušuje přirozenou schopnost těla regulovat množství přijaté potravy. Výsledkem je to, že lidé tloustnou ještě víc, než kdyby jedli potraviny slazené cukrem (Strunecká et Patočka, 2012). Dále bylo zjištěno, že nadměrnou spotřebou aspartamu může dojít v lidském těle k různým reakcím nervového systému, jako jsou bolesti hlavy, záchvaty, zhoršené vnímání, stavy vzrušení, frustrace, deprese a jiné (Sękalska, 2007). Podle některých konzumentů jsou nápoje slazené aspartamem návykové (Vrbová, 2001).

Aspartam lze nalézt ve více než 6000 potravinách (Lindseth et al., 2014). Stolní sladidla a potraviny obsahující aspartam musí být na obalu označeny textem: Obsahuje zdroj fenylalaninu (Vrbová, 2001). Na trhu je pod obchodními značkami Nutrasweet, Equal, Canderel, Sanecta (Škopek et Voldřich, 2004). Používá se jako náhražka cukru při stolním použití, ve snídaňových cereáliích, žvýkačkách, v nápojích, mražených dezertech, směsích želatiny, pudincích a mléčných výrobcích (Ash et Ash, 1995). Lze použít také jako zvýrazňovač aroma do majonéz, hořčic, salátů, vitaminových přípravků, ovoce a zeleniny v sladkokyselém nálevu a některých druhů piva včetně nealko piva (Vrbová, 2001) nebo ve farmaceutickém průmyslu k výrobě tablet, vitaminových doplňků (Rowe et al., 2009) a kapek proti kašli (Greenly, 2003).

2.4.3 Cyklamát (E 952)

Cyklamát byl objeven v USA v roce 1937 při vývoji protihorečnatých látek (Čopíková et al., 2013). Objevil ho Michael Sveda z Abbott Laboratories ze Chicaga (Smith, 1991), který při vývoji antipyretik odložil cigaretu na laboratorní stůl se stopami připravovaných látek, po chvíli ji opět dal do úst a zjistil výrazně sladkou chuť (Doležal, 2009). Začal být používán v 50. letech 20. století a jako umělé sladidlo v 60. letech ve formě vápenaté sodné soli (Smith, 1991). Doposud není v USA povolen, kvůli spekulacím, že způsoboval rakovinu močového měchýře u krys (Čopíková et al., 2013).

Cyklamáty jsou skupinovým názvem pro cyklamovou kyselinu (cyklohexylsulfamovou) a její soli (Velíšek, 1999). Vyrábí se synteticky přidáním hydroxidu sodného nebo vápenatého do cyklohexylaminu, který se používá jako přípravek proti hmyzu a korozi, nebo při výrobě plastů a kaučuku (Pollmer, 2009). Cyklamát je to bílá krystalická látka, dobře rozpustná ve vodě, nerozpustná v ethanolu a chloroformu (Davídek et al., 1983), není hygroskopická a je velmi trvanlivá (Nollet, 2004). Je extrémně termostabilní a tudíž vhodný i pro vaření a pečení, je stabilní i při působení kyselin a zásad (Nabors, 2011). Není kalorický, ADI je 7 mg/kg/den a množství přidávané do nápojů nesmí překračovat 250 mg/l (Račická, 2012). V přiměřeném množství má příjemnou sladkou chuť a je asi 35x sladší než sacharóza (Klescht et al., 2007). Nevýhodou cyklamátu je hořká a kovová pachut', která může vznikat při nadměrném množství látky v produktu (Nollet, 2004). Používá se ve směsi se sacharinem, sukralózou a aspartamem, protože směs má lepší chuť než každá složka zvlášť (Smith, 1991). Se sacharinem se používá v poměru 10:1 (Rowe et al., 2009).

Je neúplně vstřebáván a z těla vylučován močí a stolicí (Nollet, 2004). Je nekalorický, neškodí zubům a je vhodný i pro diabetiky (Klescht et al., 2007). Nedoporučuje se však podávat dětem a těhotným ženám (Račická, 2012). V současné době převládá názor, že cyklamáty nezpůsobují rakovinu přímo, ale spíše zvyšují sílu jiných karcinogenů (Vrbová, 2011).

Největším spotřebitelem je Asie, největším výrobcem Čína. V USA je použití zakázáno, v EU je povolen direktivou 94/35/EC z listopadu 2002 (Číž, 2008). Cyklamáty se používají ve směsi s jinými sladidly do nápojů, stolních sladidel, mražených dezertů, salátových dresinků, džemů, želé (Smith, 1991), ovocných džusů, žvýkaček, cukrovinek, polev a tabletových sladidel (Nollet, 2004).

2.4.4 Neotam (E 961)

Neotam byl poprvé připraven v roce 1991 ve Francii jako chemická látka metyl ester N-(3,3-dimethyl)butyl-L- α -aspartyl-L-fenylalaninu (Čopíková et al., 2013). Je jednoduchý na výrobu, vyrábí se z aspartamu, který reaguje s 3,3-dimethylbutyraldehydem v roztoku metanolu za přítomnosti vodíku (Nabors, 2011). Neotam je ve vodě rozpustný bílý až téměř bílý prášek bez zápachu (Rowe et al., 2009), je nízkokalorický, jeho relativní sladivost je 7000–13000x vyšší než u

sacharózy a ADI 2 mg/kg/den (Račická, 2012). Příjemná chuť se objevuje jen v určité koncentraci, díky vysoké sladivosti může způsobit snížení chutnosti (Brown, 2008). Často se používá společně s acesulfamem K a sukralózou (Číž, 2008).

20 – 30 % neotamu je absorbováno po požití z trávicího traktu (Čopíková et al., 2013), nejméně 50 % sladidla je nevstřebáno a odchází stolicí, zbylá část je metabolizována a vylučována močí (Račická, 2012). Není toxický, alergenní ani karcinogenní, je tedy bezpečný pro těhotné a kojící ženy, děti i osoby s diabetem (Rowe et al., 2009). Je upraven tak, že jej mohou konzumovat i osoby s fenylketonurií (Bobrovová, 2008).

Neotam se používá v nápojích a potravinách (Rowe et al., 2009), jako jsou nápoje na bázi vody se sníženou energetickou hodnotou, mléčné nápoje, ovocné šťávy, snacky, cukrovinky, pastilky pro osvěžení dechu, žvýkačky, džemy a marmelády, omáčky a různé potravinové doplňky (Česko, 2011).

2.4.5 Sacharin (E 954)

Sacharin jako první umělé sladidlo byl vyroben na konci 19. století (Bobrovová, 2008), přesněji v roce 1879 (Číž, 2008). Čopíková et al. (2013) uvádí, že sladkou chuť sacharinu náhodně objevili Konstantin Fahlberg a Ira Remsen již v roce 1878. Stejný zdroj uvádí, že Fahlberg dal krátce na to látce název sacharin a pustil se do komercializace, aniž by uvedl Remsen jako spoluautora patentů. Coultate (1996) uvádí, že na přelomu století se ročně vyrobilo asi 200 tun sacharinu. Intenzivně se začalo sladidlo využívat v roce 1917 a jeho spotřeba stále rostla (Krowech et al., 2003). Dnes je tato látka nejlevnějším a nejpoužívanějším sladidlem (Doležal, 2009).

Chemicky je sacharin imid 2-sulfobenzoové kyseliny, je to poměrně kyselá sloučenina, tvoří nejčastěji sodné soli, které jsou výborně rozpustné ve vodě (Doležal, 2009). Vyrábí se především z toluenu nebo methylesteru antranilátu (Belitz et Grosch, 1992). V pevné formě a za obvyklých podmínek je trvanlivý až několik let a velice stabilní, rozkládá se pouze při vysokých nebo nízkých hodnotách pH a vysoké teplotě (Nollet, 2004). Vyznačuje se intenzivní sladkou chutí, tvoří bezbarvé krystalky nebo prášek a je nekalorický (Klescht et al., 2007). Relativní sladivost je 300x (Rosival et Szokolay (1983) uvádí až 550x) vyšší než u sacharózy, ADI této látky je 5 mg/kg/den, do nápojů se používá dávka do 0,4 mg/l (Račická, 2012).

Velkou nevýhodou je, že vykazuje slabou kovovou a hořkou pachut', kterou však lze minimalizovat laktózou nebo se často používá sacharin v kombinaci s aspartamem a jinými sladidly (Velíšek, 1999). Hořká chuť je výraznější se zvyšující se koncentrací sacharinu, když je koncentrace v hodnotách pro běžné potravinářské použití, upozoruje hořkou chuť asi 25 % populace (Nollet, 2004).

Sacharin je lidským organismem metabolizován a beze změny je vylučován hlavně močí (Čopíková et al., 2013), neabsorbovaný podíl se vylučuje stolicí (Velíšek, 1999). V minulosti se objevily pochybnosti o zdravotní nezávadnosti sacharinu, ale rozsáhlé studie na zvířatech i lidech nepotvrdily žádnou spojitost mezi užíváním sacharinu a nádorovým onemocněním (Gallus et al., 2007). Pochybnosti začaly v Americe, kde byli samci potkanů krmeni vysokými dávkami sacharinu a byla u nich poté zjištěna nádorová onemocnění močového měchýře, u lidí to prokázáno nebylo (Guy, 2014). Sacharin se nedoporučuje dětem do 3 let, těhotným a kojícím matkám (Račická, 2012), naopak vhodný je pro diabetiky (Davídková et Dostálová, 1991).

Největším výrobcem sacharinu je Čína, kde toto sladidlo vyrábí pět státních společností (Číž, 2008). Ve farmacii se používá k úpravě chuti, dále je využíván jako přísada do zubních past, ústních vod, žvýkaček, dietních potravin (Doležal, 2009), jako umělé sladidlo ve slanině, pekařských výrobcích, nápojových směsí, ovocných džusech, džemech, žvýkacích vitaminových tabletách (Ash et Ash, 1995). Na trhu lze nalézt jako Fan sladidlo a Fruktafam – obsahuje i fruktózu (Račická, 2012). Kromě použití jako umělé sladidlo se používá také jako antiseptikum i jako konzervační látka (Vrbová, 2001). Také je využíván v kosmetice a jako doplněk do krmiv pro zvířata (Nollet, 2004).

2.4.6 Sukralóza (E 955)

Sukralóza byla objevena náhodně v roce 1976 při hledání nových insekticidů (Čopíková et al., 2013), když si indický student spletl slovo „testing“ s „tasting“ a vzorek ochutnal (Gougeon, 2004). Poprvé sladidlo společně vyvinuly a nechaly si patentovat Tate a Lyle Speciality sweeteners z Velké Británie a McNeil Speciality Products company, dceřiná společnost Johnson & Johnson, z USA (Smith, 1991). Americký úřad pro potraviny a léčiva ji povolil v roce 1998 a Evropská komise pro

bezpečnost potravin v roce 2000 (Čopíková et al., 2013), pro EU byla schválena v roce 2004 (Bobrovová, 2004). Nyní je sladidlo povoleno v osmdesáti státech pro potravinářský a nápojový průmysl (Číž, 2008).

Chemicky je sukralóza 1,6-dichlor- β -D-fruktofuranosyl-4-deoxy-4chlor- α -D-galaktosid (Velíšek, 1999). Vyrábí se přímou chlorací chráněné sacharózy (Čopíková et al., 2013). Je to bílý, krystalický prášek, bez zápachu, se sladkou chutí, rozpustný ve vodě, metanolu, alkoholu a slabě rozpustný v ethyl acetátu (Ash et Ash, 1995). Jedná se, při běžné přípravě a zpracování potravin, o velmi stabilní a teple odolnou látku, proto je vhodný pro vaření a pečení (Nollet, 2004). Za vysokých teplot nepodléhá ani kyselé ani enzymové hydrolýze (Čopíková et al., 2013). ADI je stanovena na 15 mg/kg (Grotz et Munro, 2009). Je 500–600x sladší než sacharóza (Bobrovová, 2008), takže je zhruba dvakrát sladší než sacharin a čtyřikrát sladší než aspartam (Hanáková, 2011). Podle Bobrovové (2008) se používá samostatně nebo s jinými sladidly, např. spolu s acesulfamem K a cyklamátem (Spillane, 2006). Je stabilní v sycených nealkoholických nápojích při pokojové teplotě po dobu až jednoho roku (Spillane, 2006).

Čopíková et al. (2013) uvádí, že není kariogenní a lidské tělo ji nerozpoznává, proto ji nemetabolizuje a vylučuje ji močí v nezměněné podobě. Bobrovová (2008) zmiňuje, že se téměř nevstřebává z trávicího traktu a přímo se vylučuje stolicí, Nabors (2011), že část přijaté sukralózy se ukládá v tukách a zůstává tak v lidském těle. Nemá vliv na tělesnou hmotnost, glykemii, na lipidové spektrum, neakumuluje se, je vhodná pro těhotné, kojící ženy, pro děti (Račická, 2012). Nebyl prokázán karcinogenní, mutagenní, teratogenní, imunotoxický ani neurotoxický efekt (Grotz et Munro, 2009). Byly publikovány tři případy, kdy vyvolávala záchvaty migrény (Doležal, 2009). Při maximálním denním příjmu je však zcela bezpečná (Bobrovová, 2008).

Využívá se v potravinářském a farmaceutickém průmyslu (Račická, 2012). Gajdúšková (2008) uvádí, že nejčastěji se přidává do nealkoholických nápojů, cukrovinek, tyčinek, pekařských výrobků, omáček, žvýkaček a mléčných produktů, Spillane (2006) dodává zákusky, polevy, konzervované ovoce a zeleninu, stolní sladidlo.

Tab. č. 4: Sladivost a chuť syntetických sladidel obsažených v použitých vzorcích

Název sladidla	Sladivost oproti sacharóze	Chuť
acesulfam K	180 – 200x	hořká, kovová
aspartam	200x	lékořicová, karamelová, hořká
cyklamáty	35x	hořká, kovová
sacharin	300x	hořká, kovová

2.5 Sacharidická sladidla

2.5.1 Fruktóza

Jako náhradní sladidlo byla fruktóza objevena teprve v nedávné době (Bobrovová, 2008). V posledních několika desetiletích se spotřeba fruktózy výrazně zvýšila, především z důvodu zvýšené spotřeby nealkoholických nápojů, které mají vysoký obsah fruktózy (Elliott et al., 2002).

Fruktóza je monosacharid, hexóza, přirozeně se vyskytující v řadě potravin, v ovoci, medu a dalších (Bobrovová, 2008). Nazývána je též ovocný cukr, má vysokou sladivost, pomalejší zkvasitelnost a je dobře rozpustná ve vodě (Rameš, 1983). Snadno podléhá reakcím neenzymového hnědnutí, to má za následek rychlejší hnědnutí potravin doprovázené změnou chuti a vůně (Davidková et Dostálová, 1991). Relativní sladivost má 1,2–1,5 a energetická hodnota fruktózy je 16,7 kJ/g (Račická, 2012). Hlavní zdroj fruktózy je sacharóza (Kretowicz et al., 2011).

Ve střevu se fruktóza uvolňuje štěpením molekuly sacharózy (Papežová et al., 2011). Mnoho lidí se domnívá, že je zdravější, když se používá do DIA výrobků, pravdou je, že rozdíl je téměř zanedbatelný. Naopak nadměrné užívání fruktózy může vést ke zdravotním problémům závažnějším než užívání sacharózy (Bobrovová, 2008). Kretowicz et al. (2011) uvádějí některé z poruch způsobených nadměrným požíváním fruktózy, jako jsou obezita, hypertenze, hyperurikémie, diabetes 2. typu, kardiovaskulární choroby, chronické onemocnění ledvin nebo mozková příhoda. Část pediatrů je proto k fruktóze krajně nedůvěřivá a považuje ji za jednu z nejrizikovějších složek slazených nápojů (Zouhar, 2012).

Fruktóza se používá jako diabetické sladidlo do nápojů, diabetických čokolád, sušenek a dalších sladkých výrobků, jako doplněk nebo náhražka sacharózy, dále jako alternativa k umělým sladidlům. Je součástí řady nealkoholických nápojů, jako jsou limonády, ochucené minerální vody, mléčné nápoje a nápoje pro sportovce (Papežová et al., 2011).

2.5.2 Fruktózové sirupy

Fruktózové sirupy jsou sladidla energetická, která se vyrábějí z kukuřičného škrobu a obsahují glukózu a fruktózu v různém procentuálním zastoupení (Davidková et Dostálová, 1991).

- I generace – obsahují 42 % fruktózy
- II generace – obsahují 55 % fruktózy
- III generace – obsahují 90 % fruktózy

V dnešní době je v potravinářství používán kukuřičný sirup s vysokým obsahem fruktózy - HFCS (Račická, 2012). Tento sirup je vyroben průmyslovou enzymatickou izomerací kukuřičného škrobu na fruktózu (Papežová et al., 2011). Poměr glukózy a fruktózy v tomto produktu se nijak výrazně neodchyluje od klasické sacharózy a ani krátkodobé srovnávací studie zatím neprokázaly žádný významný rozdíl v účincích obou sladidel (Zouhar, 2012).

Přestože HFCS může obsahovat až 90 % fruktózy, většinou se do nápojů používá s obsahem 55 % fruktózy (Elliott et al., 2002). Spotřeba tohoto sladidla roste, nízká cena způsobuje vyšší využití jako sladidlo do nealkoholických nápojů a přísada do potravin (Kretowicz et al., 2011).

2.6 Přírodní sladidla

2.6.1 Steviosid (E 960)

Poprvé steviové glykosidy izolovali francouzští chemici v roce 1931 (Greenly, 2003). Jako první byl izolován krystalický steviosid, který má strukturu podobnou steroidním hormonům (Račická, 2012).

Steviosid je sladký glykosid získávaný z rostliny *Stevia rebaudiana* Bertoni planě rostoucí v Paraguaji a Brazílii a dnes již úspěšně pěstována v Japonsku, Korei, Taiwanu a Číně (Smith, 1991).

Steviosid obsahuje cukerné složky β -D-glukosu a disacharid α -soforosu (Velíšek, 1999), které jsou stabilní jak při vysoké teplotě, tak při změně pH (Greenly, 2003). Je to neenergetické sladidlo, které má relativní sladivost 200–300x vyšší než sacharóza a ADI je 4 mg/kg/den (Račická, 2012). Jeho sladká chuť je doprovázena chutí hořkou (Davidková et Dostálová, 1991). Je používán společně s fruktózou a cukernými alkoholy do nízkokalorických nápojů (Smith, 1991).

Je hydrolyzován střevní mikroflórou na steviol, který je v játrech konjugován a poté vylučován zejména močí (Čopíková et al., 2013). Ze současných poznatků lze konstatovat, že steviosid je vhodný jak pro diabetiky, tak pro lidi s hypotenzí i hypertenzí (Gougeon, 2004).

Používá se do nealkoholických nápojů, cukrovinek, žvýkaček (Velíšek, 1999), jako stolní sladidlo nebo ve farmacii - ústní voda (Račická, 2012).

2.6.2 Thaumatin (E 957)

Thaumatín byl popsán v západoafrickém ovoci katemfe, které roste na keři *Thaumatococcus danielli* (Račická, 2012), poprvé ho z něj izoloval Van der Wel a jeho pracovní tým ve společnosti Unilever v roce 1972, povolen byl poprvé v roce 1979 v Japonsku (Smith, 1991). Pod obchodním názvem Talin ho začala vyrábět firma Tate and Lyle Ltd (Davidková et Dostálová, 1991).

Je to pouze přírodní sladidlo (Smith, 1991), které se skládá z proteinů thaumatín I a thaumatín II spolu s malým množstvím rostlinných složek pocházejících z výchozího materiálu (Bobrovová, 2008). Kromě těchto proteinů se

v komerčně získaných preparátech vyskytuje několik minoritních sladkých proteinů a malé množství polysacharidů (Velíšek, 1999). Získává se vodnou extrakcí z rostliny (Škopek et Voldřich, 2004). Je to velice intenzivní sladidlo, které je 2000 – 3000x sladší než sacharóza (Rowe et al., 2009). Podle Račické (2012) je neenergetické, energetická hodnota dosahuje maximálně 0,008 kJ/g/. Má lékořicovou pachů a pikantní příchů (Ash et Ash, 1995). ADI není specifikována (Škopek et Voldřich, 2004). Není termostabilní, při vaření a pečení se ztrácí sladká chuť (Pollmer, 2009). Používá se společně se sacharinem (maskuje jeho hořkou pachů), acesulfamem – K a steviosidem (Belitz et Grosch, 1992), nikoli však s cyklamátem nebo aspartamem (Smith, 1991).

Thaumatín není kariogenní, mutagenní ani alergenní (Smith, 1991). Povahou je to bílkovina se zanedbatelnou kalorickou zátěží, neškodí zubům a je vhodná pro diabetiky (Klescht et al., 2007).

Je používán jako sladidlo do nápojů, sladkostí, zmrzlin, sušeného mléko, žvýkaček, produktů s kávovou příchutí (Smith, 1991), mléčných výrobků a krmiv pro domácí i zemědělská zvířata (Ash et Ash, 1995). Kromě použití jako sladidlo se využívá jako velmi účinný zvýrazňovač chuti, má schopnost umocňovat chuť a vůni, což je výhodné u zubních past, ústních vod a žvýkaček (Škopek et Voldřich, 2004). V ČR nebyla látka v minulosti povolena a do nealkoholických nápojů se u nás nepoužívá (Vrbová, 2001).

2.7 Alkoholické cukry

Tato sladidla mají význam především ve výrobě nízkoenergetických nápojů a podílejí se též na zlepšení chuti, neboť se vyznačují chladivým pocitem v ústech (Kadlec, 2008). Vyskytují se v malém množství v řadě rostlin, vyrábějí se však průmyslově hydrogenací z příslušných aldóz a ketóz (Davidková et Dostálová, 1991).

2.7.1 Sorbitol (E 420)

Sorbitol byl poprvé izolován v roce 1872 francouzským chemikem z plodů jasanu (Greenly, 2003).

Je to nejznámější hexitol, chemický název je D-glucitol (Spillane, 2003), známý také jako sorbitol či sorbit (Doležal, 2008). Sorbitol je cukerný alkohol bílé barvy vyskytující se jak v práškové, tak i v kapalně formě (Škopek, 2012). V přírodě je obsažen v ovoci, především třešních a hruškách (Račická, 2012), průmyslově se vyrábí hydrogenací glukózy (Spillane, 2003). V dnešní době se vyvíjí výroba biosyntézou pomocí kvasinek z glukózy a sacharózy (Škopek et Voldřich, 2004). Relativní sladivost je 0,63, energetická hodnota 16 kJ/g (kalorické sladidlo), LT 50 g/den (Račická, 2012).

Sorbitol zvyšuje vylučování žluče a příznivě ovlivňuje vylučování žaludečních šťáv (Rosival et Szokolay, 1983). Bobrovová (2008) zmiňuje, že konzumace velkého množství sorbitolu může způsobovat bolesti břicha, plynatost a mírný až silný průjem, může také zhoršovat syndrom dráždivého tračníku a poruchu vstřebávání fruktózy.

Používá se především jako sladidlo, stabilizátor a zahušťovadlo na výrobu žvýkaček, cukrovinek, mražených dezertů, sušenek, dortů, polev, náplní, dietních potravin (Greenly, 2003) a konzervářských výrobků (Račická, 2012), ve farmacii pro výrobu zubních past a ústních vod (Škopek, 2012).

2.7.2 Mannitol (E 421)

Systematický název mannitolu je hexan-1,2,3,4,5,6-hexol, nazývaný také mannit (Gajdúšková, 2008). Vyskytuje se v přírodě v maně kvetoucího jasanu, v olivách, fíkách a některých mořských řasách (Škopek et Voldřich, 2004). Je to izomer sorbitolu (Bobrovová, 2008), který se vyrábí průmyslově katalytickou hydrogenací fruktózy získané z invertního cukru nebo glukózového sirupu (Škopek et Voldřich, 2004). Jde o bílý krystalický prášek, rozpustný ve vodě, se sladivostí 50 % sacharózy, má příjemnou sladkou chuť a chladivý efekt (Máková, 2012). Jeho energetická hodnota je 10,5 kJ/g a LT 20 g/den (Račická, 2012).

V nadměrném množství (nad 20 až 30 gramů) může způsobovat nevolnost, zvracení, nadýmání a průjem (Vrbová, 2001), často se tedy aplikuje jako projímadlo pro děti (Bobrovová, 2008). Pollmer (2009) uvádí, že mannitol je neškodnou a zcela nezávadnou látkou a v některých případech může vyvolat zvýšené nucení na močení, což může být výhodné při nezbytném vylučování toxických látek z těla.

Mannitol se přidává do nízkokalorických potravin a do potravin pro diabetiky, např. různé dezerty, mražené krémy, žvýkačky, cukrovinky a cukrářské výrobky (Nabors, 2011). Vrbová (2001) uvádí, že kromě sladidla lze využít také jako rozpouštědlo pro barviva a aromata, jako stabilizátor, zvlhčující látka a plnidlo. Nabors (2011) doplňuje, že také nachází uplatnění v klinické medicíně, např. při sníženém vylučování moči ledvinami, Pollmer (2009), že se používá jako mazivo a surovina k výrobě syntetických pryskyřic nebo změkčovadlo v měkkých želatinových kapslích (Rowe et al., 2009).

2.7.3 Xylitol (E 967)

Xylitol je sladidlo známé již od roku 1891 a do potravin se začal přidávat v roce 1960 (Greenly, 2003). Patent na toto sladidlo vlastní dánská společnost Danisco, oblíben je především v USA a Japonsku (Číž, 2008).

Xylitol se přirozeně nachází ve většině druhů ovoce, zeleniny a bobulovin a v houbách (Vrbová, 2001). Jde o heptitol (Spillane, 2006), který se vyrábí hydrogenací D-xylózy, která se získává štěpením xylanů obsažených např. v dřevním odpadu, slámě, kukuřičném šustí (Davidková et Dostálová, 1991). Sladivost xylitolu

je přibližně stejná jako sladivost cukru, avšak xylitol dodává o 40 % méně energie než sacharóza (Hanáková, 2011), Račická (2012) uvádí, že energetická hodnota je 10,5 kJ/g. Sladká chuť je příjemná jako u sacharózy bez vedlejších příchutí a má chladivý efekt (Greenly, 2006).

Neúplně se vstřebává, nevstřebaná část působí jako vláknina, má antioxidační vlastnosti (Račická, 2012). Působí preventivně proti vzniku zubního kazu (Bobrovová, 2008), protože inhibuje růst bakterie *Streptococcus mutans*, která je zodpovědná za vznik zubního kazu (Račická, 2012). Stejně jako sorbitol může mít projímavý účinek, při překročení denní dávky 40 g (Spillane, 2006). Nepodporuje tvorbu zubního kazu a je vhodný pro diabetiky (Greenly, 2006).

Používá se v potravinářství a ve farmacii k výrobě zubních past a ústních vod (Račická, 2012). V potravinách se smí používat jako sladidlo do desertů, mražených krémů, džemů a marmelád, cukrovinek, pomazánek na bázi kakaa a mléka, žvýkaček studených omáček, hořčice, pečiva a cukrářských výrobků a jako stolní sladidlo (Matouš, 2014).

2.8 Senzorická analýza

Senzorickou analýzou rozumíme hodnocení potravin bezprostředně našimi smysly, včetně zpracování výsledků lidským centrálním nervovým systémem. Analýza probíhá za takových podmínek, kdy je zajištěno objektivní, přesné a reprodukovatelné měření (Pokorný et al., 1999).

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. V obecném slova smyslu je možné použít definici i na jiné materiály než jsou potraviny, suroviny a nápoje – jako je například kosmetika, výroba barev.

Základními pojmy z oblasti senzorické analýzy potravin se zabývá česká technická norma ČSN ISO 5492 Senzorická analýza - slovník. Norma obsahuje nejen české pojmy a jejich definice, ale i anglické a francouzské ekvivalenty těchto slov (Buňka et al., 2008).

2.8.1 Senzorické hodnocení nealkoholických nápojů

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 § 9 vyhlášky č. 211/2004 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Senzorické posuzování nealkoholických nápojů (sodové vody, minerální vody, limonády, mošty, přírodní šťávy a další) zahrnuje hodnocení barvy, čirosti, tekutosti, vůně, chuti, říznosti (u sycených nápojů) aj. Barva nápoje se posuzuje jako barevný odstín a světlost se vyjadřuje označením jednotlivých barev nebo složenými názvy. Při hodnocení vůně se posuzuje její intenzita a čistota a dále cizí pachy. Obdobně se hodnotí chuť nealkoholických nápojů (Ingr et al., 1997).

Nejčastěji se hodnotí: barva, čirost, vůně, příjemnost vůně, chuť, říznost a celková chutnost nápoje.

2.8.2 Podmínky pro senzorické hodnocení

Podmínky pro senzorické hodnocení moderními metodami se volí takové, aby se co nejvíce odstranily rušivé vlivy a zlepšila se tak přesnost stanovení, a aby se dosáhlo objektivních, vzájemně srovnatelných výsledků. Tyto podmínky jsou určeny mezinárodními normami (hlavně ISO), kterými je definováno vybavení místnosti, způsob přípravy a předkládání vzorků (Ingr et al., 1997). Dalšími normami je stanoveno používání správného názvosloví, školení a zkoušení hodnotitelů a postup při jednotlivých metodách senzorické analýzy (Pokorný et al., 1997).

- **Místnost**

Vybavení místnosti je dáno požadavky mezinárodní normy ISO 8589. Místnost určená pro hodnocení musí být čistá, dostatečně prostorná, dobře větratelná a bez jakýchkoliv pachů (Pokorný et al., 1997). Minimálním požadavkem je, aby místnost pro vlastní hodnocení byla oddělena od místnosti pro přípravu vzorků a od ostatních prostor pracoviště (Ingr et al., 1997).

Podlaha i pracovní plochy mají být pokryty hladkou, lehce omyvatelnou hmotou bez spár a z materiálu, který neabsorbuje pachy. Osvětlení má být rovnoměrné, o konstantní jasnosti, dostatečné intenzity a stálé barvy (Pokorný et al., 1997). Teplota místnosti má být stálá, nejlépe 20 – 23 °C, během hodnocení nemá

být v místnosti průvan nebo otevřené okno. Hodnotitel má mít při práci klid, je proto nutné vyloučit všechny vlivy, které by rozptylovaly nebo ovlivňovaly objektivnost výsledků, hovor, hudba, přecházení osob po místnosti nebo zvuky z ulice (Ingr et al., 1997).

Tab. č. 5: Optimální podmínky pro sensorickou analýzu (Pokorný et al., 1999)

Optimalizovaný faktor	Optimální podmínky pro hodnocení
hladina zvuku	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 ventilací, filtry a nátěry
zrakové vjemy	světle šedá nebo bílá barva, bez výzdoby
kontakt s lidmi	příhrady mezi hodnotiteli, kóje

- **Nádobí a náčiní**

Nádobí používané pro podávání vzorku k sensorické analýze musí být zdravotně nezávadné, bez vůně a pachu, ani nesmí přijímat cizí vůně a pachy. Nejvhodnějším materiálem je sklo, porcelán nebo keramika. Nádoby, ve kterých jsou předkládány vzorky k posouzení, mají mít v téže pokusné řadě všechny stejný tvar, vzhled, velikost i barvu (Pokorný et al., 1997). Není vhodné nádobí na jedno použití vyrobené z plastu či papíru. Nádobí by mělo být co nejvíce neutrální z hlediska vzhledu, barvy a tvaru, snadno omyvatelné a přizpůsobené obvyklé konzumaci (Ingr et al., 1997). Nejvhodnější je barva čistě bílá, případně se slabým odstínem (krémový, šedivý, žlutý), pokud není toto nádobí používáno k hodnocení barvy (Buňka et al., 2008).

- **Příprava a předkládání vzorků**

Všechny operace a předkládané vzorky musejí odpovídat hygienickým předpisům pro zdravotní nezávadnost (Pokorný et al., 1999). Vzorky k analýze mají být podávány tak, aby byly dodrženy stejné podmínky pro všechny posuzovatele, tj. při stejné teplotě, v dostatečném množství a v odpovídajícím čase (Buňka et al., 2008). Pokud to dovolí charakter vzorku, hodnotíme jej bez jakýchkoli úprav a při

teplotě místnosti (Ingr et al., 1997). Vzorky předkládané k hodnocení je třeba upravit tak, aby hodnotitelé nebyli informováni o skutečnostech, které by mohly ovlivnit jejich výsledek, např. jim nesmí být znám výrobce nebo složení posuzovaného výrobku (Pokorný et al., 1997). Vzorky pro hodnocení je třeba dodat vždy v dostatečném množství, aby hodnotitel mohl vzorek ochutnat víckrát podle potřeby. Obvyklá množství pro kapalné vzorky jsou 15 – 20 ml, u hodnocení, kde se hodnotitel vícekrát ke vzorku vrací 30 – 60 ml (Ingr et al., 1997, Buňka et al., 2008).

- **Hodnotitelé**

Schopnost k senzoričkému posuzování bývá nejvyšší mezi 18 až 40 lety, ale ještě nejméně do 60 let lze většinou zkušenostmi kompenzovat postupně klesající citlivost (Buňka et al., 2008). Podle stupně zaškolení se dělí hodnotitelé na neškolené, krátce zaškolené, školené a experty. Pro konsumentské (hlavně preferenční) zkoušky jsou vhodnější hodnotitelé bez předběžných zkušeností a odborných znalostí, protože se jejich odpověď více blíží názorům běžných konsumentů (Pokorný et al., 1997). Hodnocení má začít, až jsou všichni přítomni a hodnotitelé mají odcházet teprve, až všichni skončí hodnocení (Pokorný et al., 1999).

Posuzovatel nemá aspoň jednu hodinu před degustací kouřit, rovněž tak v přestávkách mezi degustacemi. Nemá také hodinu před degustací jíst silně kořeněné pokrmy a pít alkoholické nápoje (Buňka et al., 2008).

- **Doba a délka hodnocení**

Jako nejvhodnější denní doba k posuzování se doporučuje doba od 9 do 11 hodin dopoledne a od 14 do 16 hodin odpoledne (Pokorný et al., 1997). Posuzování by nemělo trvat déle než 2 – 3 hodiny, pokud to není nezbytně nutné (Buňka et al., 2008).

- **Vlastní senzoričké hodnocení**

Bezprostředně před předložením vzorků jsou hodnotitelé instruováni o svém úkolu a o použité metodě a jsou jim rozdány protokolové formuláře s pokyny, jak se mají vyplňovat. Při degustaci předloženého vzorku ochutná posuzovatel množství odpovídající asi jedné polévkové lžici. U tekutých vzorků pohyby jazyka posunuje douškem tak, aby jím smočil celou ústní dutinu (Pokorný et al., 1997). Při degustaci je nezbytné, aby došlo k úplnému odeznění všech chutí z předešlého hodnocení.

Používáme k tomu tzv. neutralizátory, nejčastějším neutralizátorem je kvalitní čistá voda (Ingr et al., 1997). Pokud hodnotíme vzorek komplexně, nejdříve posoudíme vzhled, barvu, vůni, pak teprve chuť a nakonec texturu (Pokorný et al., 1999).

- **Vyhodnocení výsledků**

Předtištěný protokolový formulář má být sestaven tak, aby jeho vyplňování bylo snadné, srozumitelné, jednoduché a jednoznačné (Ingr et al., 1997). Po skončení sensorické analýzy organizátor zkontroluje, zda jsou protokoly správně vyplněny a zpravidla prodiskutuje s hodnotiteli jejich výsledky a chyby i eventuální potíže při analýze (Pokorný et al., 1997). Výsledky se zpracovávají manuálně nebo statisticky (Ingr et al., 1997).

2.9 Hlavní metody sensorické analýzy

2.9.1 Rozlišovací zkoušky

Rozlišovací (rozdílové, diskriminační) zkoušky mají za cíl zjištění, zda mezi vzorky existuje rozdíl v sensorické jakosti nebo v některém jejím znaku, příjemnosti nebo intenzitě (Ingr et al., 1997). I když se jedná o rozhodovací proces týkající se dvou výrobků, jednotlivé metody se liší zejména počtem předložených vzorků, tzn., že v jednotlivých metodách může být od jednoho výrobku předloženo více vzorků (Buňka et al., 2008).

- **Párová zkouška**

Párová zkouška se provádí podle ČSN EN ISO 5495 – Sensorická analýza – Metodologie – Párová porovnávací zkouška (Buňka et al., 2008). Je nejstarší a nejjednodušší rozdílovou zkouškou, proto je zvláště vhodná pro soubory hodnotitelů s malými zkušenostmi (Ingr et al., 1997). Zkouška bývá používána zejména pro určení rozdílu mezi dvěma zkoušenými výrobky, resp. ke zjištění směru rozdílu (např., který je více nebo méně sladký), a dále k určení preferencí mezi dvěma zkoušenými vzorky (Buňka et al., 2008). Hodnotitel obdrží pár zkoumaných vzorků (A a B) nebo postupně několik párů a má za úkol odpovědět, zda zjistil rozdíl mezi vzorky. Hodnotitel ochutnává postupně oba vzorky a k jednomu ochutnanému vzorku se smí vracet. Jestliže zjistí rozdíl, zařazuje se někdy ještě další úkol, tj. aby

určil, který vzorek má větší intenzitu sledovaného znaku, nebo kterému znaku dává přednost z hlediska sensorické jakosti (Pokorný et al., 1997).

- **Trojúhelníková zkouška**

Princip trojúhelníkové zkoušky spočívá v tom, že hodnotitel obdrží trojici vzorků, ve které dva jsou shodné a třetí je rozdílný (Pokorný et al., 1997). Je možno 6 kombinací – ABB, BAB, BAA, ABA, AAB a BBA, u kterých musí hodnotitel určit, které dva vzorky jsou shodné, a který je rozdílný (Ingr et al., 1997).

- **Zkouška duo – trio**

Metodu lze využít pro určení malých rozdílů mezi daným a referenčním vzorkem. Je zvláště vhodná, jestliže referenční vzorek je posuzovatelům dobře znám (Buňka et al., 2008). Úkolem hodnotitele je, který vzorek z páru neznámých vzorků je shodný s referenčním vzorkem (Pokorný et al., 1997).

- **Tetrádová zkouška**

Zde se opět posuzuje rozdílnost dvou výrobků (A a B), nicméně předkládány jsou 4 vzorky. První vzorek je předkládán neanonymně jako referenční (vzorek A) a pak následují trojice anonymně podávaných vzorků (Buňka et al., 2008). Hodnotitel určuje ze zbylé trojice vzorků a srovnává jejich shodu s referenčním vzorkem (Ingr et al., 1997).

- **Jednostimulová a dvoustimulová zkouška**

Standard nebo standardy se předloží hodnotiteli předem a při hodnocení neznámých vzorků již nejsou k dispozici (Ingr et al., 1997).

- **Preferenční zkoušky**

V těchto metodách nejde o určení, zda existuje rozdíl, ale o určení kterému vzorku či vzorkům v určitém souboru dá posuzovatel přednost jako sensoricky kvalitnějšímu nebo přijatelnějšímu, příjemnějšímu (Pokorný et al., 1997).

2.9.2 Pořadová zkouška

Uspořádání a průběh pořadové zkoušky se řídí českou technickou normou ČSN ISO 8587 – Sensorická analýza – Metodologie – Pořadová zkouška (Buňka et al., 2008). Posouzení pomocí pořadové zkoušky je vhodné tehdy, jestliže je úkolem zjistit, zda existují rozdíly mezi větším počtem vzorků než dvěma. Počet vzorků činí při posouzení chuti 2 – 6 (Pokorný et al., 1997).

Posuzovatelé obdrží sérii R vzorků, předložených v náhodném pořadí a umístí je do určitého uspořádání (posloupnosti) podle určeného kritéria (např. celkový

dojem, určitá vlastnost nebo specifická charakteristika vlastnosti – deskriptor). Doporučuje se nejprve předběžné zařazení (seřazení) vzorků, které by mělo být následováno dalším hodnocením podle pořadí vzrůstající intenzity zkoumaného znaku. Posuzovatelé by se měli vyhýbat shodným řazením. Mělo by jim být řečeno, že i když nejsou schopni najít rozdíl mezi vzorky, měli by zvolit odlišná pořadí (Buňka et al., 2008).

Výsledky se vyhodnocují statisticky ze součtu pořadí jednotlivých vzorků (Ingr et al., 1997).

2.9.3 Stupnicové metody

Metoda hodnocení potravin s použitím stupnic patří k nejčastěji využívaným metodám sensorické analýzy, se kterými lze efektivně kvantifikovat rozdíly daných sensorických znaků mezi posuzovanými vzorky. Stupnicí rozumíme kontinuum, rozdělené do po sobě jdoucích hodnot (bodů, kategorií, stupňů), které může být grafické, popisové nebo číselné, používané k vyjádření úrovně vlastnosti (Buňka et al., 2008).

2.9.4 Profilové metody

Používají se pro zachycení velmi malých rozdílů v charakteru chuti a vůně (Pokorný et al., 1997). Vhodné jsou zejména pro výzkumnou a vývojovou práci, pro stanovování příbuznosti a korelací mezi jednotlivými chutěmi a vůněmi, pro objasnění charakteru závad nebo předností vzorků apod. (Buňka et al., 2008).

2.9.5 Popisové metody

Vjem je při této analýze možno vyjádřit volným slovním popisem, hodnotitel má naprostou volnost vyjádřit svůj názor (Pokorný et al., 1997). I u dlouhodobě využívaných expertů se doporučuje pouze jako metoda doplňková, např. ve formě poznámky (Buňka et al., 2008).

2.9.6 Hodnocení jakosti a zařazování do jakostních tříd

Výsledky hodnocení výrobků jsou založeny na zařazení do kategorií podle standardizovaných schémat, obvykle jako bodové stupnice, kde jsou specifikovány požadavky, jakého stupně má výrobek dosáhnout, aby mohl být zařazen do příslušné jakostní třídy (Pokorný et al., 1997).

3 Materiál a metodika

3.1 Charakteristika vzorků

Pro tuto práci byly jako posuzované vzorky vybrány čtyři limonády s pomerančovou příchutí a jedna s příchutí mandarinky. Tento druh limonád byl zvolen proto, že obsahuje nejširší škálu náhradních sladidel. Na rozdíl od kolových limonád a ledových čajů, které obsahují převážně sacharózu.

Vybrány byly tři vzorky obsahující syntetická sladidla, jeden vzorek s fruktózo-glukózovým sirupem a jeden se sacharózou. Každý vzorek obsahoval jiné složení sladidel.

- Vzorek A - SLICE

- limonáda s příchutí mandarinky, se sladidly

- výrobce: PEPSICO CZ s.r.o.

Složení: voda, oxid uhličitý, kyselina: kyselina citronová, stabilizátory: arabská guma, glycerolester borovicové pryskyřice a acetát-isobutyrylát sacharosy, **sladidla: aspartam a acesulfam K**, přírodní aroma, antioxidant: kyselina askorbová, konzervant: sorbát draselný, barvivo: beta-karoten. Obsahuje zdroj fenylalaninu.

- Vzorek B – CLEVER

- sycená limonáda s příchutí pomeranče, se sladidly

- výrobce: VESETA spol. s r.o.

Složení: pitná voda, oxid uhličitý, ochucující složka (stabilizátory: E414, E445; aroma; koncentrát jablečné šťávy; antioxidanty: E300, E306, E304; barviva: E150d, E160a); regulátor kyselosti: kyselina citronová; **sladidla: acesulfam K, sodná sůl sacharinu, aspartam**; konzervant: benzoan sodný; antioxidant: kyselina l-askorbová. Obsahuje zdroj fenylalaninu.

- Vzorek C – KORREKT

- syčená limonáda s příchutí pomeranče, se sladidly
- výrobce: Globus ČR, k.s.

Složení: voda, oxid uhličitý, regulátor kyselosti: E330; aroma; barviva: E160a, E150d; stabilizátory: E414, E445; antioxidanty: E300, E304, E306; **sladidla: E952 – cyklamát sodný, E954 – sacharin, E951 – aspartam, E950 – acesulfam K.** Obsahuje zdroj fenylalaninu.

- Vzorek D – MIRINDA

- limonáda s pomerančovou příchutí s obsahem pomerančové šťávy, obsah ovocné složky nejméně 4 %
- výrobce: PEPSICO CZ s.r.o.

Složení: voda, **fruktózo-glukózový sirup**, oxid uhličitý, pomerančová šťáva z koncentrátu, kyselina: kyselina citronová; konzervant: sorbát draselný; aroma; antioxidant: kyselina askorbová; stabilizátor: arabská guma; barvivo: beta-apo-8'-karotenal a beta-karoten.

- Vzorek E – FANTA

- limonáda s pomerančovou příchutí
- výrobce: Coca-Cola HBC Česká republika, s.r.o.

Složení: voda, **cukr**, pomerančová šťáva (3 %) z koncentrátu, pomerančový extrakt, oxid uhličitý, regulátor kyselosti: kyselina citronová; přírodní pomerančové aroma; antioxidant: kyselina askorbová; stabilizátor: guma guar; barvivo: směs karotenů.

3.2 Senzorické hodnocení vzorků

3.2.1 Příprava vzorků

Vzorky A a B byly zakoupeny v supermarketech Billa v Sedlčanech a Českých Budějovicích. Vzorky C, D a E v hypermarketu Globus v Českých Budějovicích. Od všech značek bylo koupeno šest dvoulitrových PET lahví.

Vzorky byly hodnotitelům podávány při pokojové teplotě ve skleněných nebo plastových nádobách o objemu 50 ml. Nádoby byly označeny číselnými kódy. Jako neutralizátor chuti byla podávána voda.

3.2.2 Hodnotitelé

Pro sensorické hodnocení nealkoholických nápojů byly zvoleny tři skupiny hodnotitelů. Kritériem pro rozdělení do skupin byl věk. Všechny skupiny byly složeny z mužů a žen (chlapců a dívek), kteří neměli předchozí zkušenosti s podobným hodnocením. Pro naši práci byla tato nezkušenost žádoucí.

- 1. skupina – žáci 2. stupně ZŠ Kosova Hora ve věku 11 – 14 let, počet: 39 (20 chlapců, 19 dívek)
- 2. skupina – studenti Jihočeské univerzity, Zemědělské fakulty, ve věku 20 – 24 let, počet: 70 (18 mužů, 52 žen)
- 3. skupina – hodnotitelé nad 40 let, počet: 30 (11 mužů, 19 žen)

3.2.3 Průběh sensorického hodnocení

Před začátkem sensorického hodnocení byli hodnotitelé proškoleni. Hodnocení bylo zahájeno protokolem pro sensorické hodnocení, následoval dotazník pro spotřebitele, který umožnil odpočinek chuťovým buňkám a nakonec pořadový a párový test. Každý hodnotitel měl na hodnocení dostatek času. Vyplněné protokoly a dotazník odevzdávali hodnotitelé autorce práce.

3.2.4 Protokol měření

Pro dosažení výsledků této práce byl použit dotazník pro sensorické hodnocení nealkoholických nápojů, dotazník pro spotřebitele, pořadový a párový test. Protokoly a dotazníky byly sestaveny s ohledem na způsob zkoušky a svou

náročností přizpůsobeny jednotlivým věkovým kategoriím. Pro nejmladší věkovou skupinu byl sestaven zjednodušený protokol senzoričkého hodnocení a zcela vynechán dotazník pro spotřebitele a párový test.

- Pořadový preferenční test

Úkolem hodnotitelů bylo postupné ochutnání jednotlivých vzorků a zaměření se především na sladkou chuť nápojů. Poté do tabulky zaznamenali vzorky od nejlepšího (hodnotiteli nejvíce chutnal) po nejméně chutný. Hodnotitelům bylo doporučeno, aby si mezi jednotlivými vzorky propláchlí ústa vodou pro neutralizaci chuti.

- Párový rozdílový test

V párovém rozdílovém testu bylo úkolem spotřebitelů porovnat intenzitu rozdílů v celkovém sladkém dojmu mezi dvěma předloženými vzorky a zaznamenat tyto rozdíly do tabulek v protokolu.

Protože bylo předloženo 5 vzorků, bylo celkem 10 porovnávaných dvojic – 10 srovnávacích tabulek.

- Dotazník pro senzoričké hodnocení

Hodnotitelé měli za úkol senzoričsky ohodnotit předložené vzorky a zaznamenat do připravených tabulek nejvhodnější odpovědi u jednotlivých kritérií (viz Příloha č. 1).

Jako posuzovaná kritéria byla vybrána:

- Barva
- Čírost
- Vůně
- Příjemnost vůně
- Sladká chuť nápoje
- Říznost
- Celková chutnost

- Dotazník pro spotřebitele

Dotazník byl složen z devíti otázek, které se spotřebitele ptaly, podle kterých kritérií se rozhoduje při koupi nealkoholických nápojů, zda sleduje obsah sladidel a jak vnímá náhradní sladidla (viz Příloha č. 2). Hodnotitel odpovídal zakroužkováním jedné z předložených odpovědí.

3.2.5 Zpracování dat

Všechna data byla zpracována pomocí grafů a tabulek. Použity byly programy Microsoft Word 2007, Microsoft Excel 2007 a Statistica 12.

- Pořadový preferenční test

Odpovědi hodnotitelů byly sečteny a vzorky seřazeny do pořadí podle klesající preference, podle součtů pořadí jednotlivých vzorků (R_i). Hodnoty R_i byly přepočteny na procenta a pomocí Microsoft Excel 2007 byl vypracován koláčový graf. Pro zjištění průkaznosti rozdílu mezi hodnocenými vzorky byl použit Friedmanův test a test LSD podle normy ČSN ISO 8587.

- Párový rozdílový test

Výsledky párového rozdílového testu byly nejprve zpracovány do souhrnné tabulky. Poté byly pro jednotlivé porovnávané dvojice v programu Microsoft Excel 2007 vytvořeny sloupcové grafy. Dosažené četnosti odpovědí byly vyjádřeny číselně pomocí zvolených vah pro jednotlivé úrovně rozdílů a byla provedena matematická interpretace.

- Dotazník pro senzorické hodnocení

Odpovědi z dotazníku byly sečteny a vyhodnoceny pro jednotlivé vzorky. U charakteru sladké chuti a celkové chutnosti byly jednotlivým odpovědím přiděleny hodnoty 1 – 4 a tato kritéria byla zpracována statisticky do tabulek a grafů pomocí programu Statistica 12 – ANOVA. Pro souhrnné grafy byl použit program Microsoft Excel 2007. Ostatní kritéria byla vyhodnocena slovně nebo pomocí tabulky.

- Dotazník pro spotřebitele

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

4 Výsledky a diskuse

4.1 Pořadový preferenční test

Výsledky testu 1. skupiny hodnotitelů

Pořadí vzorků

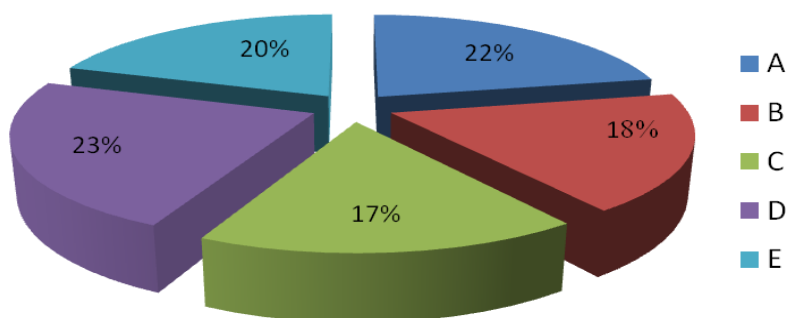
- seřazení vzorků do pořadí podle klesající preference, podle součtů pořadí jednotlivých vzorků (R_i)

D > A > E > B > C

1. Mirinda (D) – fruktózo-glukózový sirup
2. Slice (A) – aspartam + acesulfam K
3. Fanta (E) - sacharóza
4. Clever (B) – aspartam + acesulfam K + sacharin
5. Korrekt (C) – cyklamát + sacharin + aspartam + acesulfam K

Grafické vyobrazení

Graf č. 1: Výsledek pořadového preferenčního testu – 1. skupina



Graf č. 1 ukazuje procentuální rozdělení preferencí mezi jednotlivé hodnocené vzorky u věkově nejmladší skupiny hodnotitelů. Z grafu je patrné, že nejlépe hodnoceným vzorkem se stal vzorek D – Mirinda, který obsahuje fruktózo-glukózový sirup.

Matematická interpretace výsledků (ČSN ISO 8587, 2006)

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

Počítá se pořadí součtů R_1, R_2, \dots, R_p p vzorků od j posuzovatelů.

Pokud $\Gamma_1 \dots \Gamma_p$ jsou teoretické součty p vzorků, nulová hypotéza o nepřítomnosti rozdílů mezi vzorky může být zapsána jako:

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

Alternativní hypotéza je, že součty pořadí pro soubor vzorků nejsou všechny shodné.

- **Friedmanův test**

Pro potvrzení alternativní hypotézy, lze použít na celou sadu Friedmanovu zkoušku (F_{test}):

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

j = počet hodnotitelů p = počet vzorků R_i = součet pořadí vzorku i

Pokud výsledek $F_{test} > F$ je nulová hypotéza H_0 zamítnuta (Tabulka kritických hodnot (F) pro Friedmanovu zkoušku, kde se podle počtu posuzovatelů a množství výrobků vybere hodnota F pro příslušné riziko α).

Výpočet:

$j = 39$ $p = 5$ $R_1 = 103, R_2 = 128, R_3 = 137, R_4 = 102, R_5 = 115$

$$F_{test} = \frac{12}{39 * 5 (5 + 1)} (103^2 + 128^2 + 137^2 + 102^2 + 115^2) - 3 * 39 * (5 + 1)$$

$$\mathbf{F_{test} = 9,7}$$

V tabulce Kritické hodnoty (F) pro Friedmanovu zkoušku je pro $j = 39, p = 5$ na hladině významnosti 0,05 stanovena hodnota $\alpha = 9,49$.

Vypočítaná hodnota 9,7 je větší, než hodnota v tabulce, z čehož lze usoudit, že H_0 může být zamítnuta. S rizikem chyby menším nebo rovno 5 % může být těchto pět vzorků vnímáno jako odlišné.

- **Nejmenší významný rozdíl (LSD - Last Significant Difference)**

Výpočet určí, který výrobek je statisticky významně odlišný pro vybrané riziko $\alpha = 0,05$. Hladina rizika α se použije na celý experiment \Rightarrow riziko spojené s každou dvojicí výrobku je α' , kde $\alpha' = 2\alpha / p(p - 1)$.

$j = 39$, $p = 5$, pro riziko $\alpha = 0,05$, $\alpha' = 0,005$, potom z (odpovídající oboustranné normální pravděpodobnosti α') je 2,91. To je známo jako celkové riziko.

Pro celou sadu je:

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

Výpočet:

$$LSD = 2,91 * \sqrt{\frac{39 * 5(5 + 1)}{6}}$$

$$LSD = 40,64$$

Pokud jsou rozdíly mezi součty jednotlivých pořadí R_i pro i počet vzorků stejné nebo vyšší než výsledná hodnota LSD, pak lze konstatovat, že dvěma výrobkům byla dána významně odlišná pořadí a naopak.

Pokud jsou absolutní rozdíly mezi dvěma vzorky vyšší nebo rovny 40,64 je mezi vzorky významný rozdíl (na hladině významnosti 0,05).

Absolutní rozdíly mezi vzorky:

$$A - B = |103 - 128| = 25$$

$$B - D = |128 - 102| = 26$$

$$A - C = |103 - 137| = 34$$

$$B - E = |128 - 115| = 13$$

$$A - D = |103 - 102| = 1$$

$$C - D = |137 - 102| = 35$$

$$A - E = |103 - 115| = 12$$

$$C - E = |137 - 115| = 22$$

$$B - C = |128 - 137| = 9$$

$$D - E = |102 - 115| = 13$$

Žádný absolutní rozdíl dvou vzorků není vyšší než hodnota LSD. Všechny vzorky lze tedy považovat za významně nerozlišitelné. Posuzovaným výrobkům nebylo dáno podstatně rozdílné pořadí.

Podle výsledků pořadového testu 1. skupiny hodnotitelů je patrné, že nejlepším vzorkem byl u této skupiny zvolen vzorek D - Mirinda, pomerančová limonáda obsahující fruktózo-glukózový sirup. Sladká chuť fruktózo-glukózového sirupu je velice podobná sladké příjemné chuti ovoce. Sirup je stále častěji vyhledáván především z důvodu, že náklady na jeho výrobu jsou nižší než na výrobu cukru. Sirupy nahrazují cukr již v mnoha produktech a je tedy pravděpodobné, že mladší generace je na chuť tohoto sladidla zvyklá. Na druhé místo byl zvolen vzorek A – Slice, limonáda s mandarinkovou příchutí obsahující již dvě náhradní sladidla, a to aspartam a acesulfam K. Samostatně mají tato sladidla hořkou nebo kovovou chuť, ale kombinace těchto dvou sladidel ve správném poměru nepůsobí v ústech tak umělou pachutí, jako jiné kombinace. Sladká chuť je sice silná, ale příjemná. Z tohoto důvodu se zřejmě Slice umístil před vzorkem E – Fantou, obsahující sacharózu, která obsadila u této skupiny třetí místo. Fanta má díky svému složení kyselou chuť, která sladkou chuť nápoje přebíjí a pro mnohé hodnotitele byla nepříjemná, ačkoli by se dalo předpokládat, že tento nápoj konzumují nejčastěji. Na čtvrté místo zařadili nejmladší hodnotitelé vzorek B – Clever, pomerančovou limonádu obsahující aspartam, acesulfam K a sacharin. Kombinace těchto tří sladidel už není tak vyvážená, sladká chuť působí uměle a v ústech zanechává umělou pachutí. Nejhorším vzorkem byl zvolen vzorek C – Korrekt, který obsahoval dokonce čtyři náhradní sladidla, a to cyklamát, sacharin, aspartam a acesulfam K. Kombinace sladidel sice překrývá hořkou a kovovou chuť jednotlivých sladkých látek, ale sladidla v tomto výrobku opět zanechávají v ústech umělou pachutí a nepříjemný povlak na jazyku. Při pokojové teplotě, při které byly vzorky podávány, nebyl hodnotiteli přijímán s kladným hodnocením.

Jak již bylo řečeno výše, Friedmanovou zkouškou a následně pomocí metody LSD bylo zjištěno, že na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ nebylo jednotlivým vzorkům dáno významně rozdílné pořadí.

Výsledky testu 2. skupiny hodnotitelů

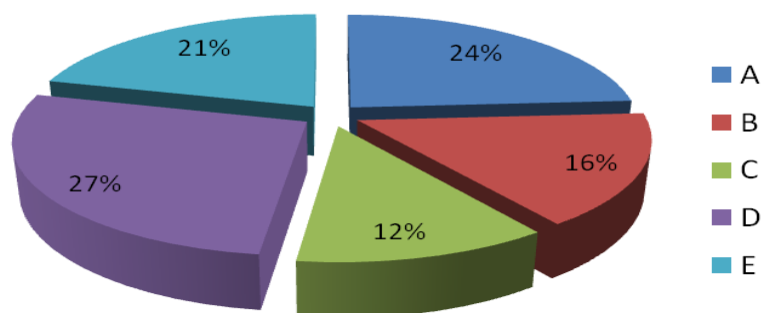
Pořadí vzorků

D > A > E > B > C

1. Mirinda (D) – fruktózo-glukózový sirup
2. Slice (A) – aspartam + acesulfam K
3. Fanta (E) - sacharóza
4. Clever (B) – aspartam + acesulfam K + sacharin
5. Korrekt (C) – cyklamát + sacharin + aspartam + acesulfam K

Grafické vyobrazení

Graf č. 2: Výsledek pořadového preferenčního testu – 2. skupina



Graf č. 2 ukazuje procentuální rozdělení preferencí mezi jednotlivé hodnocené vzorky u 2. skupiny hodnotitelů. Z grafu je patrné, že nejlépe hodnoceným vzorkem se opět stal vzorek D – Mirinda s fruktózo-glukózovým sirupem.

Matematická interpretace výsledků (ČSN ISO 8587, 2006)

- **Friedmanův test**

Výpočet:

$$j = 70 \quad p = 5 \quad R_1 = 169, R_2 = 248, R_3 = 290, R_4 = 142, R_5 = 201$$

$$F_{test} = \frac{12}{70 * 5 (5 + 1)} (169^2 + 248^2 + 290^2 + 142^2 + 201^2) - 3 * 70 * (5 + 1)$$

$$F_{test} = 81,31$$

Vypočítaná hodnota 81,31 je mnohem větší, než hodnota ve Friedmanově tabulce (9,49 – hladina významnosti 0,05), z čehož lze usoudit, že H_0 bude zamítnuta. S rizikem chyby menším nebo rovno 5 % může být těchto pět vzorků vnímáno jako odlišné.

- **Nejmenší významný rozdíl (LSD - Last Significant Difference)**

$$p = 5 \quad \alpha = 0,05 \quad \alpha' = 0,005 \quad z = 2,91 \quad j = 70$$

Výpočet:

$$LSD = 2,91 * \sqrt{\frac{70 * 5(5 + 1)}{6}}$$

$$LSD = 54,44$$

Pokud jsou absolutní rozdíly mezi dvěma vzorky vyšší nebo rovny 54,44 je mezi vzorky významný rozdíl (na hladině významnosti 0,05).

Absolutní rozdíly mezi vzorky:

$$A - B = |169 - 248| = \mathbf{79} \quad B - D = |248 - 142| = \mathbf{106}$$

$$A - C = |169 - 290| = \mathbf{121} \quad B - E = |248 - 201| = 47$$

$$A - D = |169 - 142| = 27 \quad C - D = |290 - 142| = \mathbf{148}$$

$$A - E = |169 - 201| = 32 \quad C - E = |290 - 201| = \mathbf{89}$$

$$B - C = |248 - 290| = 42 \quad D - E = |142 - 201| = \mathbf{59}$$

Zvýrazněné hodnoty jsou vyšší než hodnota LSD testu.

Rozdíly mezi součty jednotlivých pořadí R_i pro i počet vzorků jsou v některých případech vyšší než výsledná hodnota LSD, lze tedy říci, že těmito dvěma výrobkům byla dána významně odlišná pořadí. Za významně rozlišitelné jsou považovány dvojice výrobků A-B, A-C, B-D, C-D, C-E a D-E.

U druhé skupiny hodnotitelů vyšel pořadový test stejně jako u 1. skupiny. Nejlépe hodnoceným vzorkem byl vzorek D, obsahující fruktózo-glukózový sirup a nejhůře hodnoceným byl vzorek C se čtyřmi náhradními sladidly, která v celkovém dojmu netvoří příjemnou sladkou chuť. U této skupiny můžeme také usuzovat, že je

již na náhradní sladidla navyklá a pokud je kombinace sladidel ve správném poměru, nepozná spolehlivě rozdíl mezi nimi a sacharózou.

Friedmanovou zkouškou a následně pomocí LSD testu bylo zjištěno, že na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ jsou znatelné rozdíly mezi vzorky A (aspartam + acesulfam K) a B (aspartam + acesulfam K + sacharin), A (aspartam + acesulfam K) a C (cyklamát + sacharin + aspartam + acesulfam K), B (aspartam + acesulfam K + sacharin) a D (fruktózo-glukózový sirup), C (cyklamát + sacharin + aspartam + acesulfam K) a D (fruktózo-glukózový sirup), C (cyklamát + sacharin + aspartam + acesulfam K) a E (sacharóza) a D (fruktózo-glukózový sirup) a E (sacharóza).

Výsledky testu 3. skupiny hodnotitelů

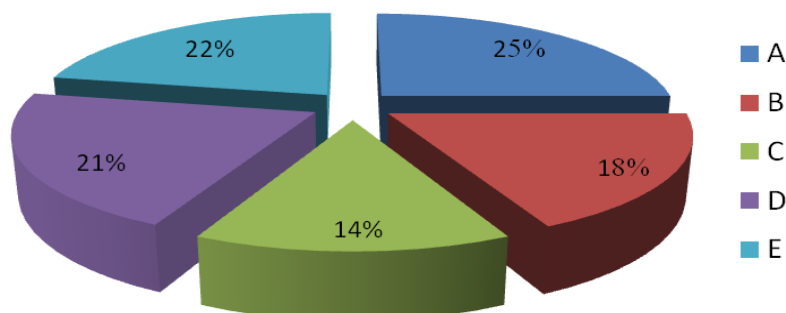
Pořadí vzorků

A > E > D > B > C

1. Slice (A) – aspartam + acesulfam K
2. Fanta (E) - sacharóza
3. Mirinda (D) – fruktózo-glukózový sirup
4. Clever (B) – aspartam + acesulfam K + sacharin
5. Korrekt (C) - cyklamát + sacharin + aspartam + acesulfam K

Grafické vyobrazení

Graf č. 3: Výsledek pořadového preferenčního testu – 3. skupina



Graf č. 3 ukazuje procentuální rozdělení preferencí mezi jednotlivé hodnocené vzorky u 3. skupiny hodnotitelů. Z grafu je patrné, že nejlépe hodnoceným vzorkem se stal vzorek A – Slice se syntetickými náhradními sladidly.

Matematická interpretace výsledků (ČSN ISO 8587, 2006)

- **Friedmanův test**

Výpočet:

$$j = 30 \quad p = 5 \quad R_1 = 66, R_2 = 98, R_3 = 119, R_4 = 87, R_5 = 80$$

$$F_{test} = \frac{12}{30 * 5 (5 + 1)} (66^2 + 98^2 + 119^2 + 87^2 + 80^2) - 3 * 30 * (5 + 1)$$

$$F_{test} = 21,2$$

Vypočítaná hodnota 21,2 je větší, než hodnota ve Friedmanově tabulce (9,49 – hladina významnosti 0,05), z čehož lze usoudit, že H_0 bude zamítnuta. S rizikem chyby menším nebo rovno 5 % může být těchto pět vzorků vnímáno jako odlišné i u této skupiny hodnotitelů.

- **Nejmenší významný rozdíl (LSD - Last Significant Difference)**

$$p = 5 \quad \alpha = 0,05 \quad \alpha' = 0,005 \quad z = 2,91 \quad j = 30$$

Výpočet:

$$LSD = 2,91 * \sqrt{\frac{30 * 5(5 + 1)}{6}}$$

$$LSD = 35,64$$

Pokud jsou absolutní rozdíly mezi dvěma vzorky vyšší nebo rovny 35,64 je mezi vzorky významný rozdíl (na hladině významnosti 0,05).

Absolutní rozdíly mezi vzorky:

$$A - B = |66 - 98| = 32$$

$$B - D = |98 - 87| = 11$$

$$A - C = |66 - 119| = 53$$

$$B - E = |98 - 80| = 18$$

$$A - D = |66 - 87| = 21$$

$$C - D = |119 - 87| = 32$$

$$A - E = |66 - 80| = 14$$

$$C - E = |119 - 80| = 39$$

$$B - C = |98 - 119| = 21$$

$$D - E = |87 - 80| = 7$$

Rozdíly mezi součty jednotlivých pořadí R_i pro i počet vzorků jsou v některých případech vyšší než výsledná hodnota LSD, lze tedy říci, že těmito dvěma výrobkům byla dána významně odlišná pořadí. Jedná se o dvojice výrobků A-C a C-E.

V pořadovém testu u 3. skupiny hodnotitelů se na prvním místě umístil vzorek A – Slice, obsahující aspartam a acesulfam K. Jedním z cílů práce bylo zjistit, zda věkově nejstarší skupina hodnotitelů rozpozná rozdíl mezi náhradními sladidly a sacharózou a zda bude vzorek bez náhradních sladidel preferovat. Předpokladem k tomu bylo to, že by tato skupina neměla být na náhradní sladidla navyklá tolik, jako mladší generace. Velká část hodnotitelů vzorek E se sacharózou upřednostňovala, ale v celkovém hodnocení pořadového testu se zařadil až na druhé

místo. Opět je pravděpodobné, že rozhodnutí hodnotitelů ovlivňovala kyselá chuť nápoje, která je v celkovém dojmu výraznější než chuť sladká. Přesto se vzorek E umístil před výrazně sladkým nápojem s fruktózo-glukózovým sirupem, který klesl, oproti dvěma předchozím skupinám, na třetí místo. Na posledních dvou místech se opět umístily vzorky B a C, které obsahují nejvíce náhradních sladidel.

Friedmanovou zkouškou a následně pomocí LSD testu bylo zjištěno, že na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ jsou znatelné rozdíly mezi vzorky A (aspartam + acesulfam K) a C (cyklamát + sacharin + aspartam + acesulfam K) a C (cyklamát + sacharin + aspartam + acesulfam K) a E (sacharóza).

4.2 Párový rozdílový test

Protokol pro hodnocení párového rozdílového testu byl předkládán pouze 2. a 3. skupině hodnotitelů. Pro vysokou náročnost testu bylo předpokládáno, že nejmladší skupina neudrží pozornost po celou dobu testu a výsledky budou zavádějící.

Tab. č. 6: Výsledky párového rozdílového testu u 2. a 3. skupiny

		2. skupina (j = 70)			3. skupina (j = 30)		
		malé	střední	velké	malé	střední	velké
A – B	počet	6	18	46	4	17	9
	%	8,6	25,7	65,7	13,3	56,7	30
A – C	počet	8	23	39	2	12	16
	%	11,4	32,9	55,7	6,7	40	53,3
A – D	počet	21	16	33	6	9	15
	%	30	22,9	47,1	20	30	50
A – E	počet	8	17	45	8	11	11
	%	11,4	24,3	64,3	26,6	36,7	36,7
B – C	počet	43	23	4	19	10	1
	%	61,4	32,9	5,7	63,3	33,4	3,3
B – D	počet	1	13	56	1	7	22
	%	1,4	18,6	80	3,3	23,3	73,4
B – E	počet	5	25	40	3	11	16
	%	7,1	35,7	57,2	10	36,7	53,3
C – D	počet	4	14	52	3	10	17
	%	5,7	20	74,3	10	33,3	56,7
C – E	počet	6	24	40	0	17	13
	%	8,6	34,3	57,1	0	56,7	43,3
D – E	počet	11	24	35	5	9	16
	%	15,7	34,3	50	16,7	30	53,3

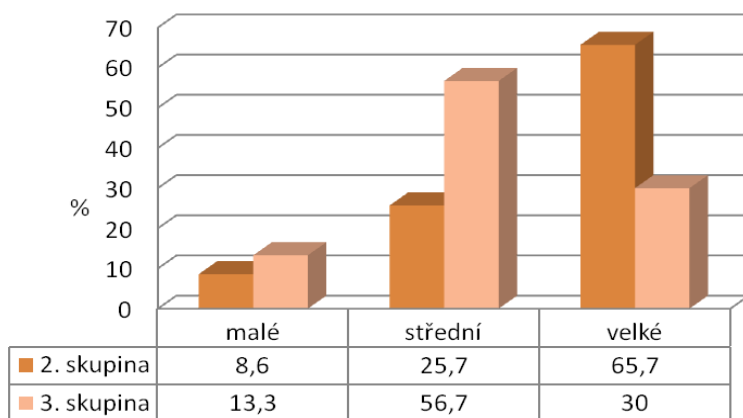
V tabulce č. 6 jsou zaznamenány výsledky párového rozdílového testu 2. a 3. skupiny hodnotitelů. U jednotlivých úrovní rozdílů je zapsán počet odpovědí každé z kategorií a tento počet převeden na %, se kterými se pracovalo dále v grafické interpretaci párového rozdílového testu.

Grafická interpretace výsledků

Interpretace výsledků párového rozdílového testu byla nejprve provedena pomocí sloupcových grafů, kdy na ose X je zaznamenána úroveň rozdílů mezi jednotlivými vzorky a na ose Y počet odpovědí u jednotlivých úrovní v %. Pro přehlednost a porovnání výsledků jednotlivých skupin je pro každou porovnávanou dvojici výrobků sestaven pouze jeden graf, kde jsou odpovědi obou dotazovaných skupin.

- **Rozdíly mezi vzorky A – B (Slice - Clever)**

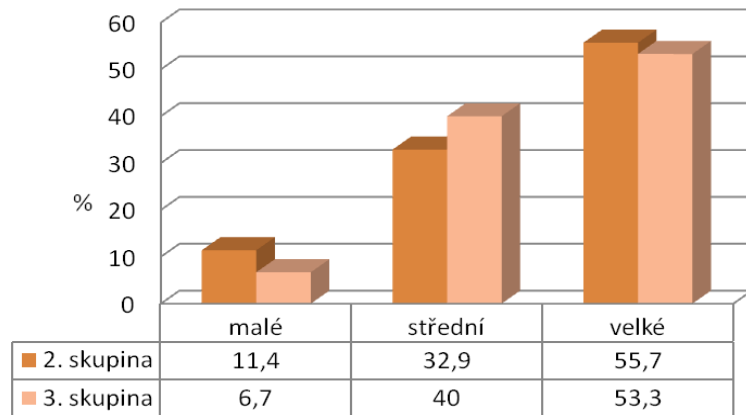
Graf č. 4: Četnost odpovědí hodnotitelů na úroveň rozdílů mezi vzorky A - B



V grafu č. 4 jsou zaznamenány rozdíly mezi vzorky A a B, tedy mezi vzorkem obsahujícím aspartam + acesulfam K a vzorkem obsahujícím aspartam + acesulfam K + sacharin. Z grafu je patrné, že 2. skupina ohodnotila rozdíly mezi vzorky převážně jako velké. Naopak 3. skupina shledala rozdíly střední. U vzorku A je kombinace a množství náhradních sladidel zvoleno lépe a v ústech nezůstává po degustaci umělá pachut', jako je tomu u vzorku B, který má navíc ještě jedno syntetické sladidlo.

- **Rozdíly mezi vzorky A – C (Slice – Korrekt)**

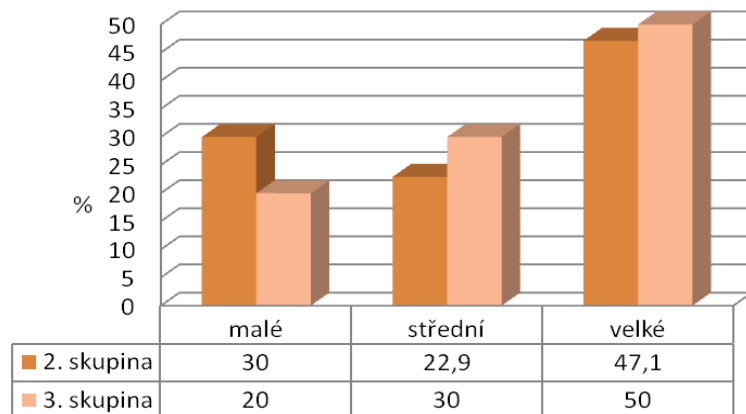
Graf č. 5: Četnost odpovědí hodnotitelů na úroveň rozdílů mezi vzorky A – C



Rozdíly mezi vzorky A a C jsou znázorněny v grafu č. 5. Vzorek A obsahuje dvě náhradní sladidla, zatímco vzorek C dokonce čtyři náhradní sladidla. U obou kategorií převažovala odpověď, že mezi vzorky jsou velké rozdíly. Vzorek A má příjemně sladkou chuť, zatímco vzorek C zanechává v ústech pachů umělých složek.

- **Rozdíly mezi vzorky A – D (Slice – Mirinda)**

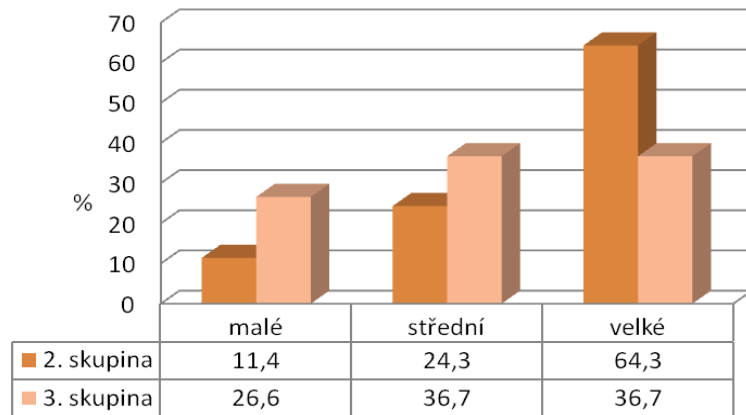
Graf č. 6: Četnost odpovědí hodnotitelů na úroveň rozdílů mezi vzorky A – D



Mezi vzorky A a D byly opět hodnotiteli zvoleny velké rozdíly. Tento výsledek byl pravděpodobný, protože vzorek A obsahuje pouze náhradní sladidla, zatímco vzorek D fruktózo-glukózový sirup. Oba vzorky jsou velmi sladké, ale rozdíl chutí je i tak výrazný.

- **Rozdíly mezi vzorky A – E (Slice – Fanta)**

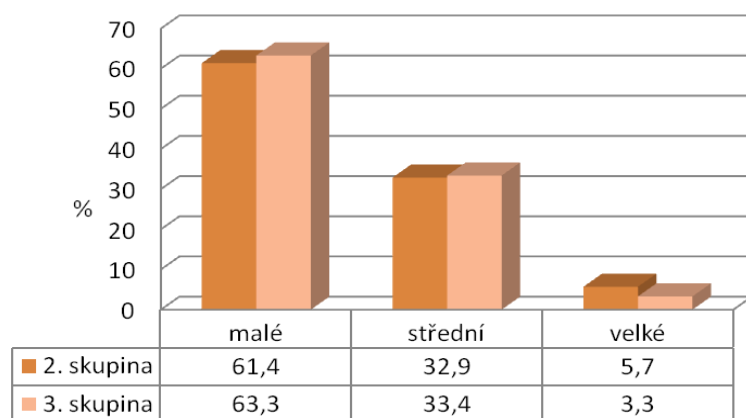
Graf č. 7: Četnost odpovědí hodnotitelů na úroveň rozdílů mezi vzorky A – E



Graf č. 7 zobrazuje rozdíly mezi vzorky A a E. 2. skupina určila, že mezi vzorky jsou velké rozdíly. Pro třetí skupinu byly rozdíly mezi těmito vzorky střední až velké. Ačkoli jsou ve vzorku A obsažena náhradní sladidla, celková chuť je příjemná. Výsledky tohoto hodnocení tedy pravděpodobně ovlivňuje především kyselá chuť vzorku E, která je výraznější než sladká chuť sacharózy obsažené ve vzorku.

- **Rozdíly mezi vzorky B – C (Clever – Korrekt)**

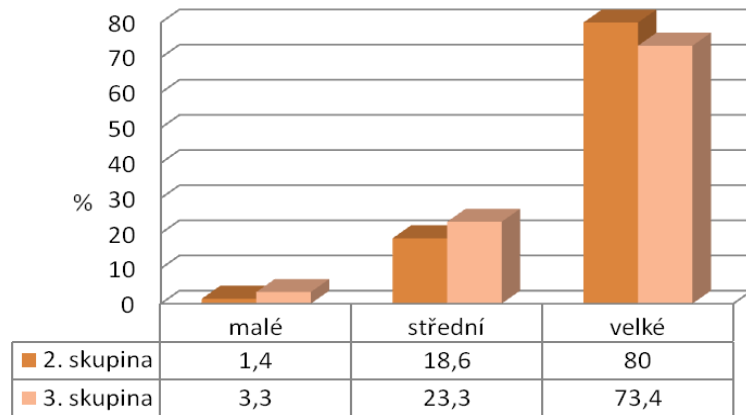
Graf č. 8: Četnost odpovědí hodnotitelů na úroveň rozdílů mezi vzorky B – C



U hodnocení této dvojice převažovaly u obou kategorií odpovědi, že rozdíly mezi vzorky jsou malé. To by odpovídalo i složení sladidel, které je u těchto vzorků velice podobné.

- **Rozdíly mezi vzorky B – D (Clever – Mirinda)**

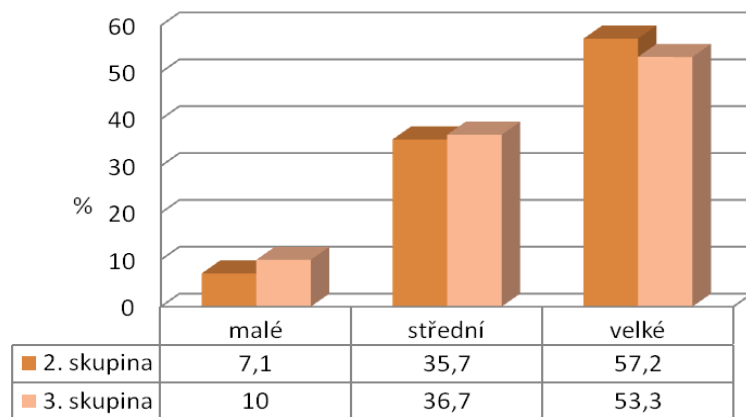
Graf č. 9: Četnost odpovědí hodnotitelů na úroveň rozdílů mezi vzorky B – D



Rozdíly mezi vzorky B a D určily obě skupiny jako velké. Vzorek B obsahuje tři náhradní sladidla, zatímco vzorek D pouze fruktózo-glukózový sirup. Určení velkých rozdílů bylo tedy očekávané.

- **Rozdíly mezi vzorky B – E (Clever – Fanta)**

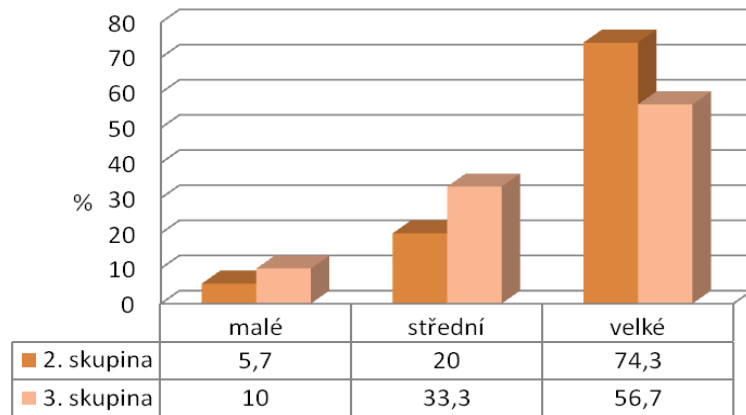
Graf č. 10: Četnost odpovědí hodnotitelů na úroveň rozdílů mezi vzorky B – E



Z párového testu vzorků B a E je patrné, že se mezi vzorky vyskytují velké rozdíly. Určily to takto obě skupiny hodnotitelů. Vzorek E, obsahující sacharózu, je chuťově velice odlišný od vzorku B s náhradními sladidly, která nejsou ve vzorku vhodně použita, proto jejich sladká chuť působí uměle.

- **Rozdíly mezi vzorky C – D (Korrekt – Mirinda)**

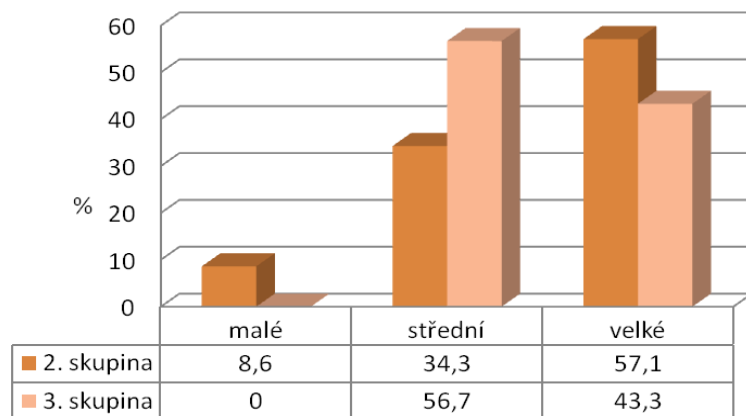
Graf č. 11: Četnost odpovědí hodnotitelů na úroveň rozdílů mezi vzorky C – D



Rozdíly mezi vzorky C a D byly oběma skupinami ohodnoceny jako velké. Opět to odpovídá složení sladidel ve výrobku, kdy vzorek C obsahuje čtyři syntetická sladidla, jejichž kombinace působí v ústech umělou pachutí, a vzorek D fruktózo-glukózový sirup.

- **Rozdíly mezi vzorky C – E (Korrekt – Fanta)**

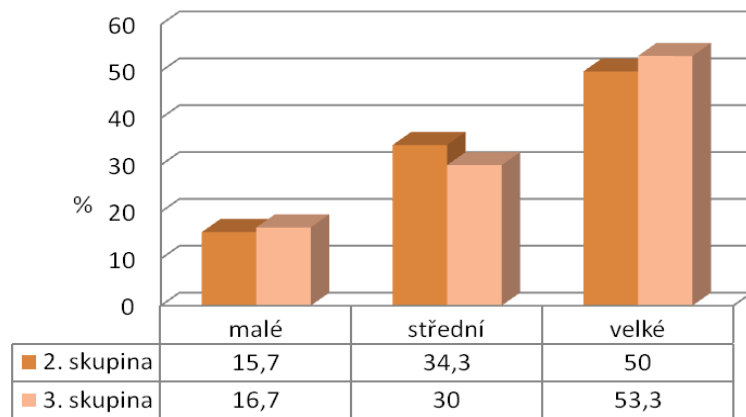
Graf č. 12: Četnost odpovědí hodnotitelů na úroveň rozdílů mezi vzorky C – E



2. skupina hodnotitelů určila rozdíly mezi vzorky C a E jako velké. Zajímavé bylo, že u 3. skupiny převažovala odpověď, že rozdíly jsou střední. Toto ohodnocení neodpovídá výsledkům pořadového testu 3. skupiny, kdy byly tyto vzorky určeny jako významně odlišné. Je pravděpodobné, že tento výsledek způsobila únava chuťových buněk.

- **Rozdíly mezi vzorky D – E (Mirinda - Fanta)**

Graf č. 13: Četnost odpovědí hodnotitelů na úroveň rozdílů mezi vzorky D – E



Mezi vzorky D a E shledaly obě skupiny hodnotitelů velké rozdíly. Pravděpodobně je to způsobeno především kyselými složkami ve vzorku E.

Matematická interpretace výsledků – 2. skupina

Dosažené četnosti odpovědí jsou u této interpretace vyjádřeny číselně pomocí zvolených vah pro jednotlivé úrovně rozdílů. Váhy jsou přiřazeny tak, aby vyšší výsledná hodnota znamenala vyšší rozdíl a nižší výsledná hodnota naopak rozdíl nižší.

Tedy: malé rozdíly – 1, střední rozdíly - 2, velké rozdíly – 3

Výpočet:

$$X - Y = 1 \times a + 2 \times b + 3 \times c$$

X – Y ...porovnávaná dvojice vzorků

a...počet odpovědí „malé“ pro dvojici X – Y

b...počet odpovědí „střední“ pro dvojici X – Y

c...počet odpovědí „velké“ pro dvojici X – Y

$$A - B = (1 \times 6 + 2 \times 18 + 3 \times 46) = 180$$

$$A - C = (1 \times 8 + 2 \times 23 + 3 \times 39) = 171$$

$$A - D = (1 \times 21 + 2 \times 16 + 3 \times 33) = 152$$

$$A - E = (1 \times 8 + 2 \times 17 + 3 \times 45) = 177$$

$$B - C = (1 \times 43 + 2 \times 23 + 3 \times 4) = \mathbf{101} \downarrow$$

$$B - D = (1 \times 1 + 2 \times 13 + 3 \times 56) = \mathbf{195} \uparrow$$

$$B - E = (1 \times 5 + 2 \times 25 + 3 \times 40) = 175$$

$$C - D = (1 \times 4 + 2 \times 14 + 3 \times 52) = 188$$

$$C - E = (1 \times 6 + 2 \times 24 + 3 \times 40) = 174$$

$$D - E = (1 \times 11 + 2 \times 24 + 3 \times 35) = 164$$

Podle zjištěných hodnot z matematické interpretace párového rozdílového testu můžeme říci, že největší rozdíly byly zaznamenány mezi vzorky B a D (dosažená hodnota 195). Naopak nejmenší rozdíly byly podle hodnotitelů 2. skupiny u dvojice vzorků B - C (dosažená hodnota 101).

Matematická interpretace výsledků – 3. skupina

Výpočet:

$$A - B = (1 \times 4 + 2 \times 17 + 3 \times 9) = 65$$

$$A - C = (1 \times 2 + 2 \times 12 + 3 \times 16) = 74$$

$$A - D = (1 \times 6 + 2 \times 9 + 3 \times 15) = 69$$

$$A - E = (1 \times 8 + 2 \times 11 + 3 \times 11) = 63$$

$$B - C = (1 \times 19 + 2 \times 10 + 3 \times 1) = \mathbf{42} \downarrow$$

$$B - D = (1 \times 1 + 2 \times 7 + 3 \times 22) = \mathbf{81} \uparrow$$

$$B - E = (1 \times 3 + 2 \times 11 + 3 \times 16) = 73$$

$$C - D = (1 \times 3 + 2 \times 10 + 3 \times 17) = 74$$

$$C - E = (1 \times 0 + 2 \times 17 + 3 \times 13) = 73$$

$$D - E = (1 \times 5 + 2 \times 9 + 3 \times 16) = 71$$

Z matematické interpretace párového rozdílového testu 3. skupiny je patrné, že dvojicí s největšími rozdíly byla opět dvojice B - D (hodnota 81) a dvojicí s nejmenšími rozdíly se stala dvojice B - C (hodnota 42).

4.3 Dotazník pro senzorické hodnocení

Za nejdůležitější kritéria pro tuto práci byl zvolen charakter sladké chuti spolu s celkovou chutností. Tato dvě kritéria jsou zpracována statisticky. Jednotlivým možnostem byly přiděleny hodnoty od 1 do 4 (1 – nejhorší možnost, 4 – nejlepší možnost).

1. skupina kvůli celkové náročnosti testů a dotazníků, hodnotila pouze barvu, sladkou chuť, říznost a celkovou chutnost nápoje.

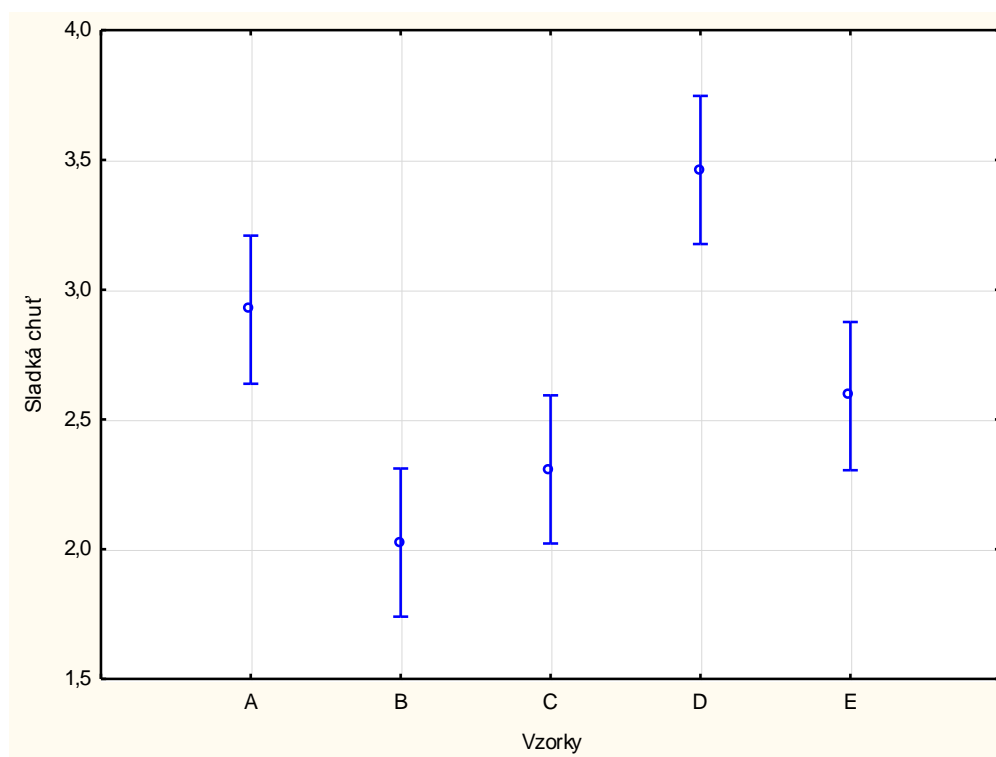
- **Charakter sladké chuti**

Výsledky 1. skupiny

Tab. č. 7: Statistické údaje při hodnocení charakteru sladké chuti – 1. skupina

vzorek	N platných	průměr	minimum	maximum	směr. odchylka
A	39	2,923077	1,000000	4,000000	0,870106
B	39	2,025641	1,000000	4,000000	0,842527
C	39	2,307692	1,000000	4,000000	1,055159
D	39	3,461538	1,000000	4,000000	0,789609
E	39	2,589744	1,000000	4,000000	0,938026

Graf č. 14: Grafické znázornění charakteru sladké chuti – 1. skupina



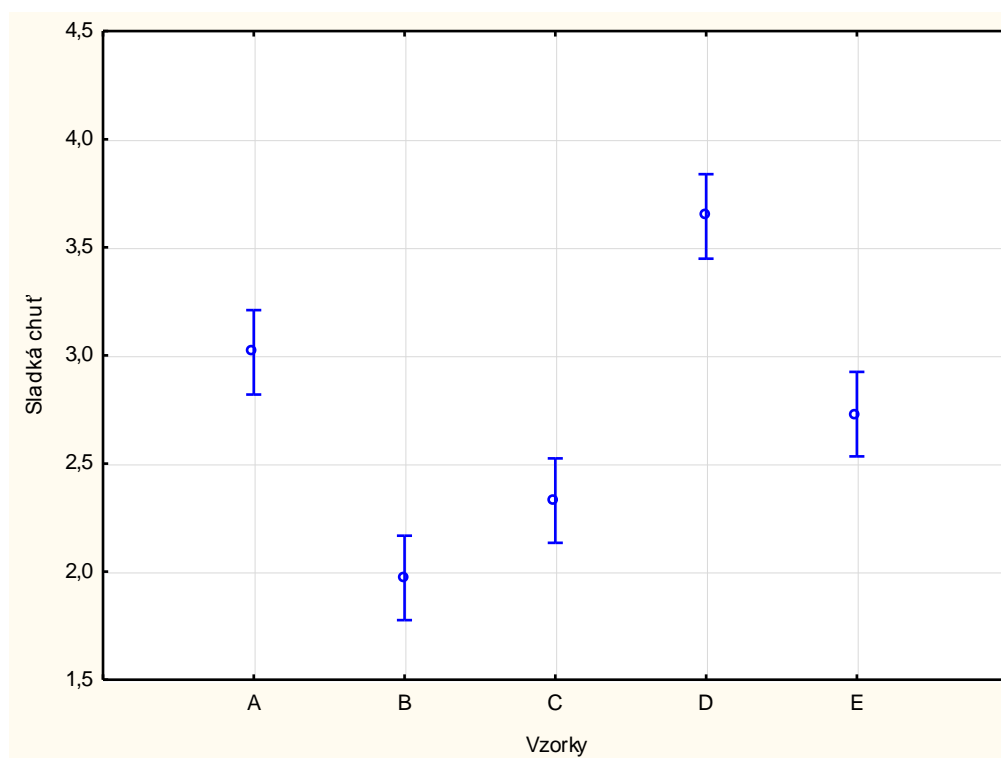
Z výsledků získaných pro hodnocení charakteru sladké chuti je patrné, že za nejlepší vzorek byl 1. skupinou hodnotitelů zvolen vzorek D – Mirinda. Mirinda obsahuje pouze fruktózo-glukózový sirup, který je příjemně sladký a nezanechává v ústech žádnou pachut'. Na druhé místo se zařadil vzorek A – Slice, který obsahuje vhodnou kombinaci dvou náhradních sladidel aspartamu a acesulfamu K. Na třetí místo byl určen vzorek E – Fanta se sacharózou a poměrně malé rozdíly byly mezi vzorky C - Korrekt a B – Clever, které obsahují téměř stejné množství a škálu náhradních sladidel. Výsledky byly podobné jako u pořadového testu, pouze vzorky na posledních dvou místech byly prohozeny.

Výsledky 2. skupiny

Tab. č. 8: Statistické údaje při hodnocení charakteru sladké chuti – 2. skupina

vzorek	N platných	průměr	minimum	maximum	směr. odchylka
A	70	3,014286	1,000000	4,000000	0,789292
B	70	1,971429	1,000000	4,000000	0,779659
C	70	2,328571	1,000000	4,000000	0,912417
D	70	3,642857	2,000000	4,000000	0,614692
E	70	2,728571	1,000000	4,000000	1,006089

Graf č. 15: Grafické znázornění charakteru sladké chuti – 2. skupina



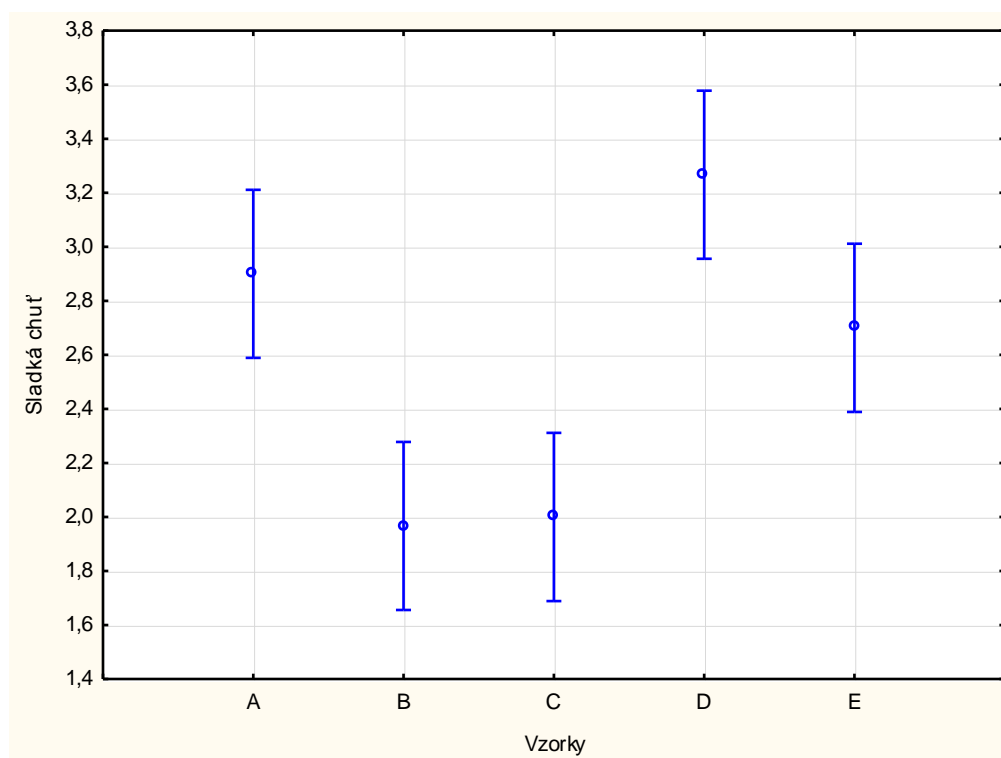
Z tabulky i grafu je patrné, že nejlepším vzorkem byl opět zvolen vzorek D – Mirinda s příjemnou sladkou chutí fruktózo-glukózového sirupu. Na druhé místo zařadili hodnotitelé vzorek A – Slice, na třetí E – Fantu, dále C – Korrekt a B – Clever. Vzorky byly seřazeny shodně jako u 1. skupiny hodnotitelů. Opět bylo umístění vzorků téměř shodné s pořadovým testem, pouze vzorky B a C byly prohozeny.

Výsledky 3. skupiny

Tab. č. 9: Statistické údaje při hodnocení charakteru sladké chuti – 3. skupina

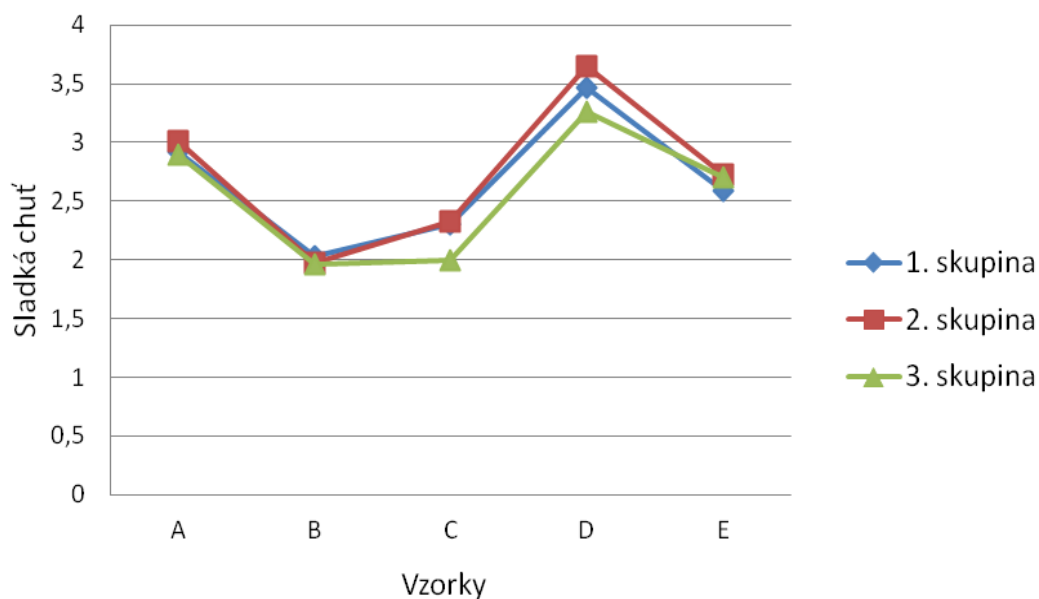
vzorek	N platných	průměr	minimum	maximum	směr. odchylka
A	30	2,900000	1,000000	4,000000	0,844863
B	30	1,966667	1,000000	4,000000	0,889918
C	30	2,000000	1,000000	4,000000	0,909718
D	30	3,266667	2,000000	4,000000	0,739680
E	30	2,700000	1,000000	4,000000	0,915386

Graf č. 16: Grafické znázornění charakteru sladké chuti – 3. skupina



Nejsladším vzorkem byl u 3. skupiny hodnotitelů zvolen vzorek D s fruktózo-glukózovým sirupem, druhý byl vzorek A s aspartamem a acesulfamem K, třetí místo zaujal vzorek E se sacharózou a nepatrné rozdíly byly mezi vzorky C a B, které obsahují velké množství syntetických sladidel. Toto pořadí se zcela neshodovalo s výsledky pořadového testu, ve kterém první místo zaujal vzorek A a poslední vzorek C.

Graf č. 17: Hodnocení charakteru sladké chuti u všech skupin



V grafu č. 17 je vyznačeno hodnocení charakteru sladké chuti u všech skupin. Z grafu můžeme vyčíst, že nejlepším vzorkem byl všemi skupinami zvolen vzorek D. Hodnocení vzorků bylo u jednotlivých skupin téměř totožné.

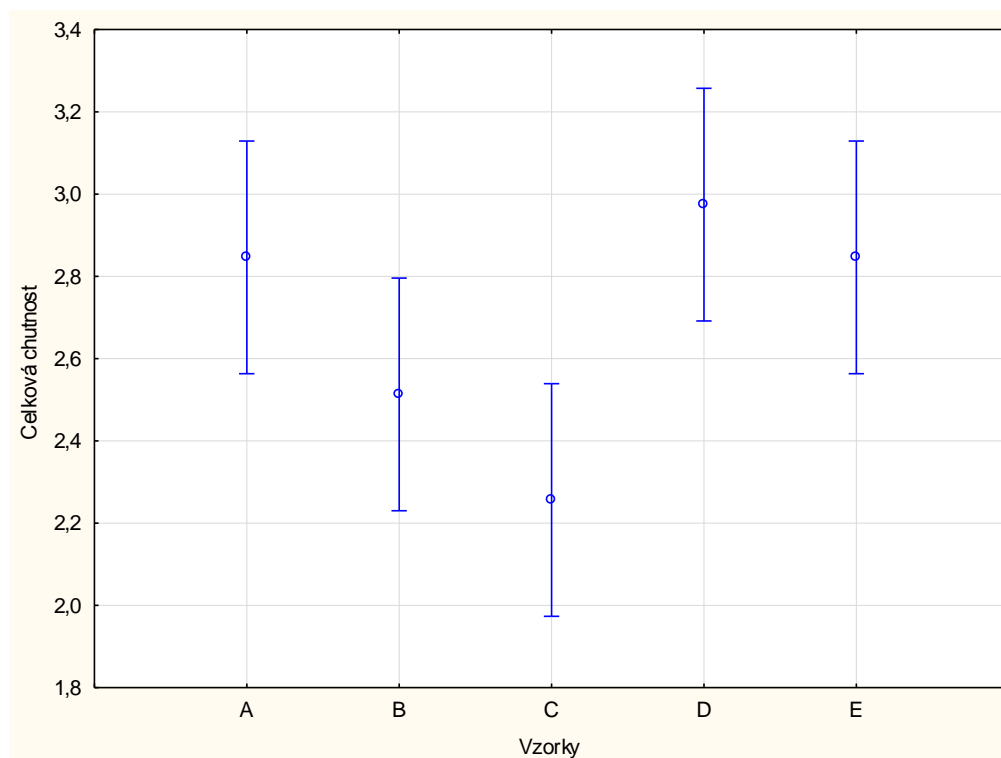
- Celková chutnost

Výsledky 1. skupiny

Tab. č. 10: Statistické údaje vzorků při hodnocení celkové chutnosti – 1. skupina

vzorek	N platných	průměr	minimum	maximum	směr. odchylka
A	39	2,846154	1,000000	4,000000	0,708537
B	39	2,512821	1,000000	4,000000	0,720811
C	39	2,256410	1,000000	4,000000	0,909539
D	39	2,974359	1,000000	4,000000	1,135253
E	39	2,846154	1,000000	4,000000	0,932977

Graf č. 18: Grafické znázornění celkové chutnosti – 1. skupina



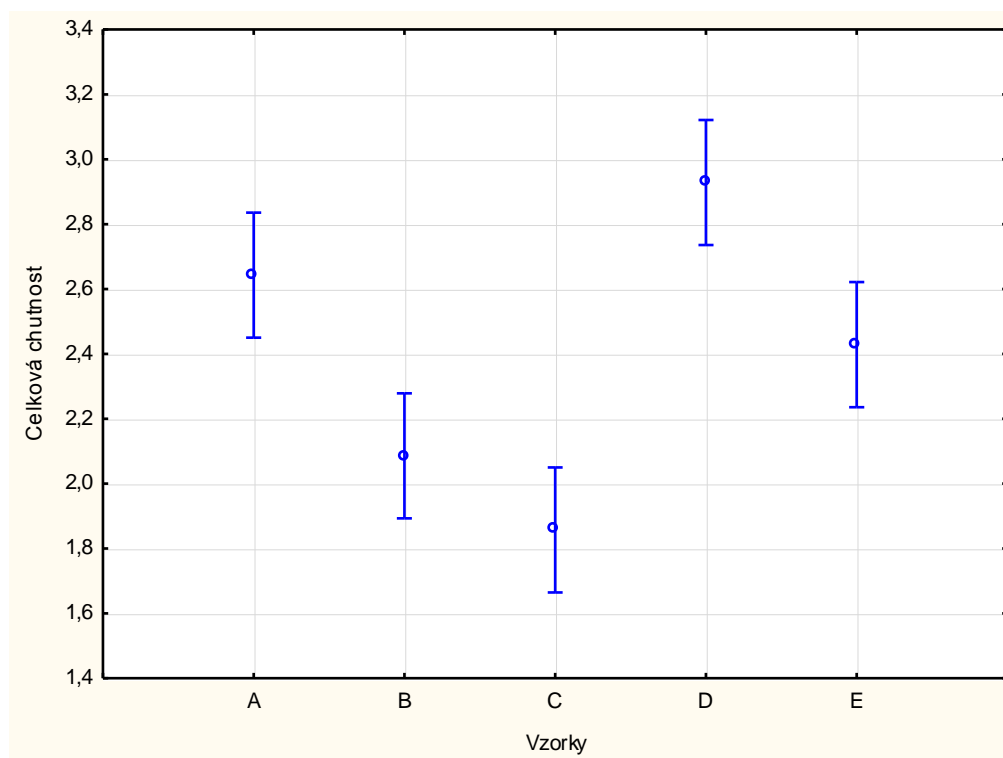
Z výsledků z tabulky a grafu je patrné, že nejlepší celkovou chutnost měl pro 1. skupinu hodnotitelů vzorek D – Mirinda, který má příjemně vyváženou chuť všech složek. V průměrném hodnocení nebyl žádný rozdíl mezi vzorky A - Slice s náhradními sladidly a E – Fantou, která obsahuje sacharózu, ale její kyselá chuť je silnější než sladká chuť sacharózy. Za méně chutný byl zvolen vzorek B – Clever a nejméně chutný C – Korrekt, ve kterém umělá sladidla působí velice nepříjemně. Tyto výsledky se téměř shodují s výsledky z pořadového testu.

Výsledky 2. skupiny

Tab. č. 11: Statistické údaje vzorků při hodnocení celkové chutnosti – 2. skupina

vzorek	N platných	průměr	minimum	maximum	směr. odchylka
A	70	2,628571	1,000000	4,000000	0,764643
B	70	2,085714	1,000000	4,000000	0,717137
C	70	1,857143	1,000000	4,000000	0,747667
D	70	2,928571	1,000000	4,000000	0,873464
E	70	2,428571	1,000000	4,000000	0,956616

Graf č. 19: Grafické znázornění celkové chutnosti – 2. skupina



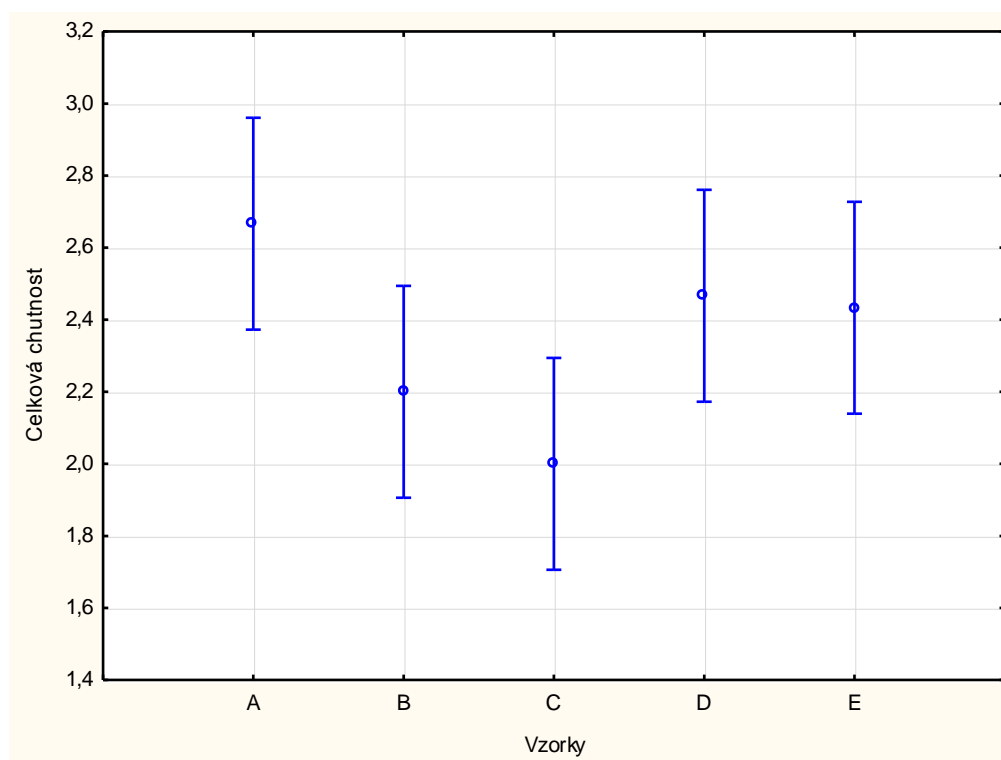
Nejchutnějším vzorkem se pro 2. skupinu hodnotitelů stal vzorek D – Mirinda, který obsahuje fruktózo-glukózový sirup a celkově působí v ústech příjemným dojmem. Na druhém místě byl vzorek A – Slice, dále E – Fanta, B – Clever a nejméně chutným byl určen vzorek C – Korrekt s nejvíce umělými sladidly, které zanechávají v ústech nepříjemnou pachut'. Toto hodnocení bylo totožné s výsledky z pořadového testu 2. skupiny.

Výsledky 3. skupiny

Tab. č. 12: Statistické údaje vzorků při hodnocení celkové chutnosti – 3. skupina

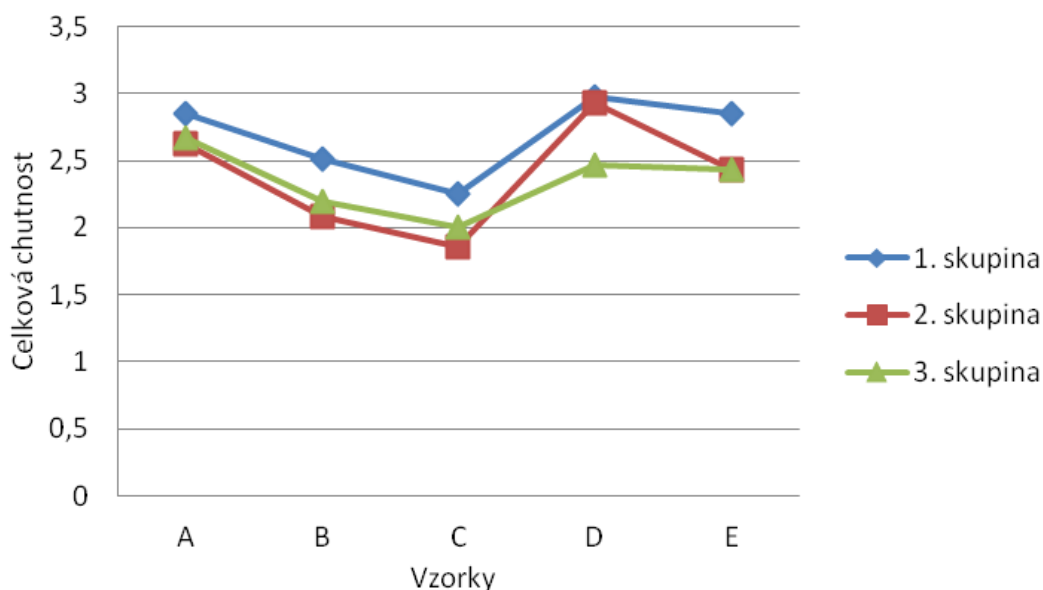
vzorek	N platných	průměr	minimum	maximum	směr. odchylka
A	30	2,666667	1,000000	4,000000	0,758098
B	30	2,200000	1,000000	4,000000	0,761124
C	30	2,000000	1,000000	3,000000	0,787839
D	30	2,466667	1,000000	4,000000	0,860366
E	30	2,433333	1,000000	4,000000	0,897634

Graf č. 20: Grafické znázornění celkové chutnosti – 3. skupina



Pro 3. skupinu byl nejchutnějším vzorkem vzorek A – Slice, který obsahuje vyvážený poměr aspartamu a acesulfamu K a má tedy příjemnou sladkou chuť. Podobné hodnocení celkové chuti měly vzorky D – Mirinda a E – Fanta, které obsahují fruktózo-glukózový sirup a sacharózu. Méně chutným byl vzorek B – Clever a nejméně chutný, s nejhorším hodnocením, byl vzorek C – Korrekt se čtyřmi náhradními sladidly, jejichž obsah je zřejmě nesprávně vyvážený. Pořadí vzorků je téměř stejné jako v pořadovém testu 3. skupiny.

Graf č. 21: Hodnocení celkové chutnosti všemi skupinami



Hodnocení celkové chutnosti všemi skupinami vyjadřuje graf č. 21. V tomto hodnocení se již skupiny neshodovaly tak, jako u hodnocení charakteru sladké chuti. Rozdíly v celkovém pořadí vzorků však nejsou velké.

- **Barva**

Hodnotitelé měli pro své odpovědi k dispozici tuto barevnou škálu:

- světle žlutá
- žlutá
- světle oranžová
- oranžová
- tmavě oranžová

U vzorku A převažovala u 1. skupiny hodnotitelů světle oranžová barva (49 %), u 2. skupiny to byla barva oranžová (60 %) a u 3. skupiny oranžová (37 %) a tmavě oranžová (37 %). Vzorek B hodnotila 1. skupina jako světle žlutý (46 %), 2. a 3. skupina jako žlutý (49 a 83 %). Vzorek C se jevil 1. a 2. skupině světle žlutý (67 a 66 %), 3. skupině žlutý (50 %). Vzorek D ohodnotila 1. skupina jako tmavě oranžový (51 %), 2. skupina jako oranžový (51 %) a 3. skupina jako světle oranžový (57 %). U vzorku E se všechny skupiny jednoznačně shodly, že jeho barva je žlutá.

Z celkových výsledků je patrné, že každý hodnotitel vnímá stupnici barev jinak.

- **Říznost**

Množství oxidu uhličitého v nápojích posuzovali hodnotitelé podle stupnice:

- bez říznosti
- slabě řízný
- řízný
- velmi řízný

Vzorek A ohodnotila 1. skupina jako slabě řízný (51 %), 2. skupina jako řízný (51 %) a 3. skupina slabě řízný (40 %) až řízný (40 %). Vzorek B vnímaly všechny skupiny jako slabě řízný (44, 53 a 60 %). 1. skupina určila, že vzorek C je bez říznosti (36 %), zatímco 2. a 3. skupina tento vzorek určily slabě řízným (49 a 50 %). Vzorek D byl pro 1. a 3. skupinu řízný (46 a 37 %) a pro 2. skupinu velmi řízný (39 %). Fanta, neboli E, působila na hodnotitele 1. a 2. skupiny řízně (36 a 43 %) a na hodnotitele 3. skupiny velmi řízně (40 %).

Míru říznosti ovlivňovala pokojová teplota, při které byly vzorky podávány. U chlazených nápojů se síla CO₂ projeví silněji.

- **Čiřost**

Pro hodnocení čiřosti, neboli průchodu světla nápojem bez rozptylu, byla hodnotitelům k dispozici tato stupnice:

- velmi zakalený
- zakalený
- čirý

Obě skupiny, které čiřost hodnotily, měly na jednotlivé vzorky téměř totožný pohled. U vzorku A se shodly na variantě velmi zakalený (53 a 47 %), u vzorků B (51 a 53 %) a C (80 a 60 %) čirý, vzorky D (53 a 63 %) a E (59 a 53 %) určily jako zakalené.

- **Příjemnost vůně**

Příjemnost vůně byla hodnocena pouze jako příjemná či nepříjemná. Někteří hodnotitelé nebyli schopni určit, zda je pro ně vůně příjemná či nepříjemná. Vznikla tak odpověď nehodnoceno. Vůně vzorků A, B, D a E byla oběma hodnotícími skupinami hodnocena jako příjemná. Vzorek C byl 2. skupinou hodnocen jako nepříjemný (49 %) a 3. skupinou jako příjemný (63 %).

- **Vůně**

Při hodnocení vůně vzorků byly u každé skupiny i v rámci skupin veliké rozdíly, protože hodnotitelům nebyly předloženy žádné varianty odpovědí. V tabulce č. 13 jsou zaznamenány vůně, které u jednotlivých vzorků a skupin převažovaly.

Tab. č. 13: Hodnocení vůně jednotlivých vzorků

vzorek	2. skupina	3. skupina
A	pomeranč (30 %)	mandarinka (46,7 %)
B	pomeranč (28,6 %)	pomeranč (63,3 %)
C	bez vůně (21,4 %)	bez vůně (80 %)
D	pomeranč (25,7 %)	pomeranč (50 %)
E	pomeranč (25,7 %)	pomeranč (50 %)

Hodnotitelé většinou vůně vzorků určili jako pomerančové. Je možné, že toto hodnocení ovlivňovaly i barvy nápojů. 3. skupina rozpoznala, že vzorek A je mandarinkový. Vzorek C, který obsahuje čtyři náhradní sladidla, byl podle obou skupin bez vůně a často se objevovala odpověď, že ze vzorku jsou cítit umělá sladidla.

4.4 Dotazník pro spotřebitele

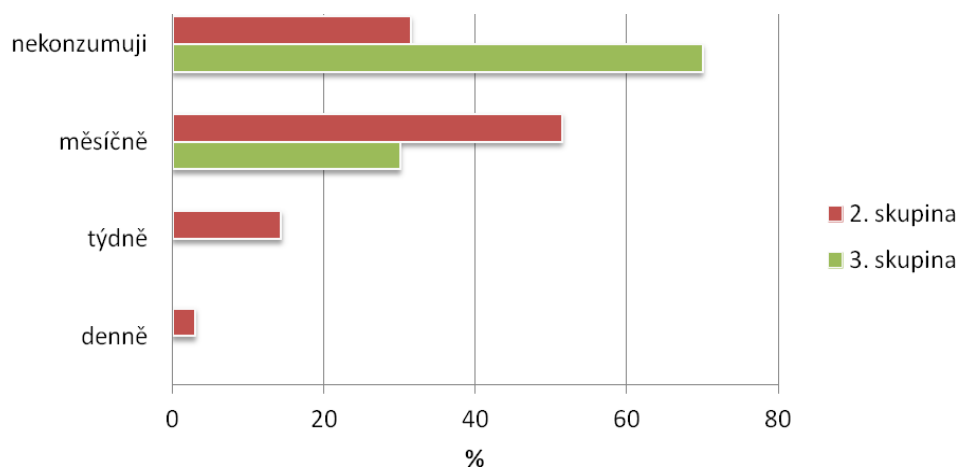
Dotazník pro spotřebitele byl předkládán pouze 2. a 3. skupině. Odpovědi na jednotlivé otázky jsou zpracovány společně pro obě skupiny do pruhových grafů. Pro přehlednost odpovědí slouží tabulky.

- **Jak často konzumujete nealkoholické nápoje s náhradními sladidly?**

Tab. č. 14: Konzumace nealkoholických nápojů

		denně	týdně	měsíčně	ne Konzumují
2. skupina	počet	2	10	36	22
	%	2,9	14,3	51,4	31,4
3. skupina	počet	0	0	9	21
	%	0	0	30	70

Graf č. 22: Konzumace nealkoholických nápojů



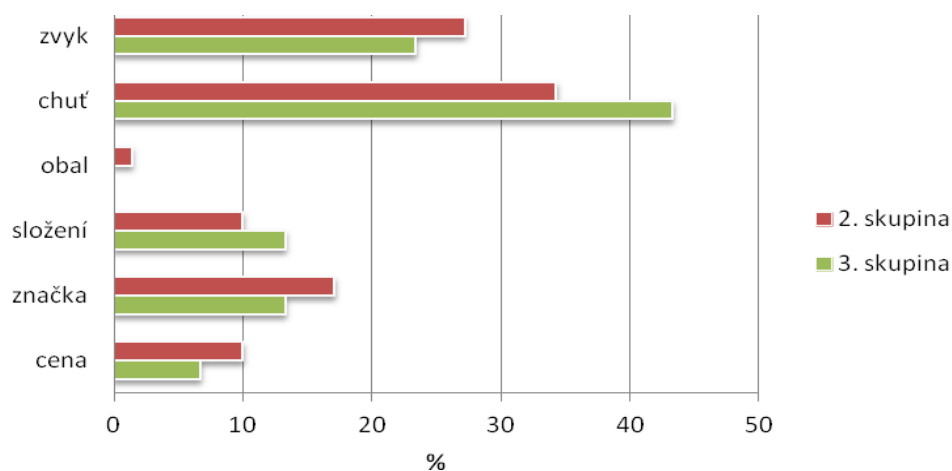
U 2. skupiny hodnotitelů převažovala odpověď, že nealkoholické slazené nápoje konzumují měsíčně (51 %), zatímco u 3. skupiny odpověď, že slazené nápoje ne Konzumují (70 %). Z těchto odpovědí je vidět, že mladší generace slazené nápoje vyhledává a s věkem se tyto preference snižují. Je to zřejmě převážně z důvodů onemocnění a změn chuťových buněk, které jsou s vyšším věkem spojené.

- **Co u Vás rozhoduje při koupi nealko nápoje?**

Tab. č. 15: Kritéria ovlivňující koupi nealko nápojů

		cena	značka	složení	obal	chuť	zvyk
2. skupina	počet	7	12	7	1	24	19
	%	10	17,1	10	1,4	34,3	27,2
3. skupina	počet	2	4	4	0	13	7
	%	6,7	13,3	13,3	0	43,3	23,4

Graf č. 23: Kritéria ovlivňující koupi nealkoholických nápojů



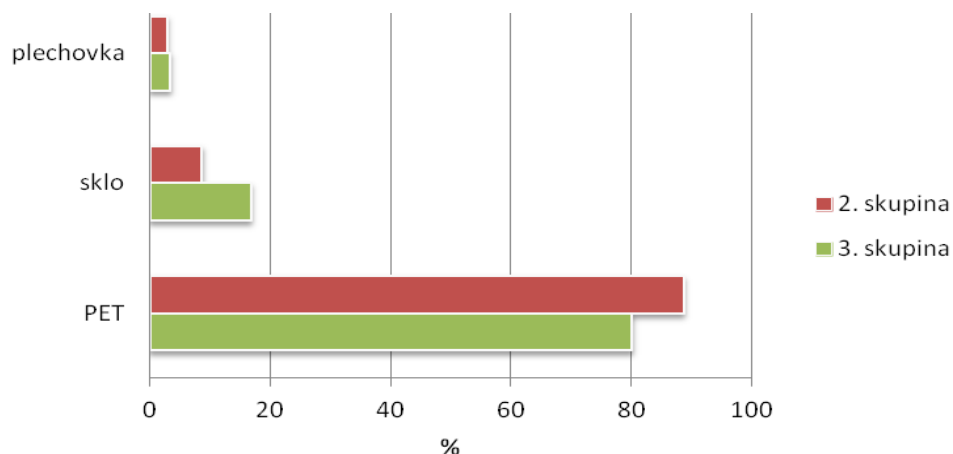
Kritérií, která mohou ovlivňovat nákup nealkoholických nápojů je mnoho. Za nejdůležitější kritérium zvolily obě skupiny chuť (34 a 43 %). Dalším významným kritériem byl zvyk, který je s chutí velice úzce spojen. Zajímavé bylo, že cena se u obou skupin umístila až na předposledním místě. Nejméně respondenty ovlivňuje obal výrobku.

- **Jaký obal u nealko nápojů preferujete?**

Tab. č. 16: Preference obalů u nealkoholických nápojů

		PET lahev	sklo	plechovka
2. skupina	počet	62	6	2
	%	88,6	8,6	2,8
3. skupina	počet	24	5	1
	%	80	16,7	3,3

Graf č. 24: Preference obalů u nealkoholických nápojů



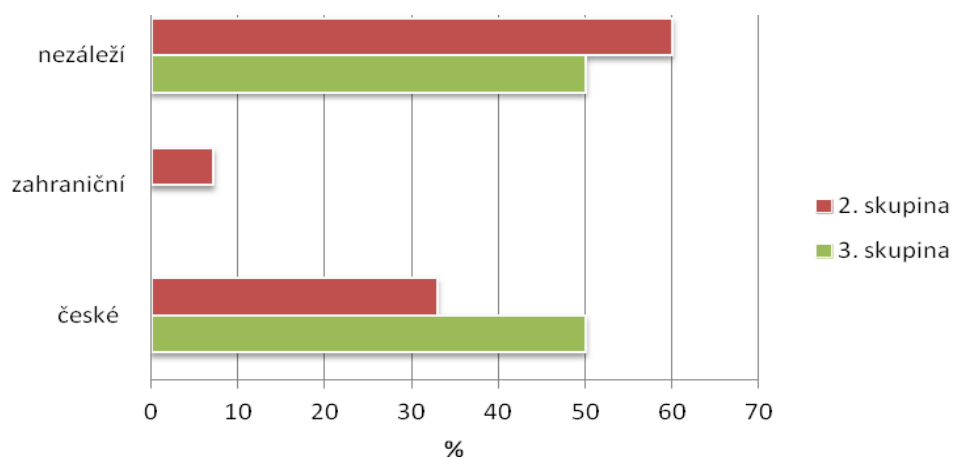
V dnešní době plné plastů výsledek této otázky nepřekvapí. Na tuto otázku obě skupiny zvolily odpověď, že upřednostňují PET lahev (87 a 80 %). PET lahve jsou dnes pro spotřebitele nejvhodnější z hlediska ceny, manipulace, skladování a nakonec i likvidace a na trhu s nealkoholickými nápoji jednoznačně převažují.

- **Jaké nealko nápoje upřednostňujete?**

Tab. č. 17: Preference nealkoholických nápojů podle výrobce

		české	zahraniční	nezáleží
2. skupina	počet	23	5	42
	%	32,9	7,1	60
3. skupina	počet	15	0	15
	%	50	0	50

Graf č. 25: Preference nealkoholických nápojů podle výrobce



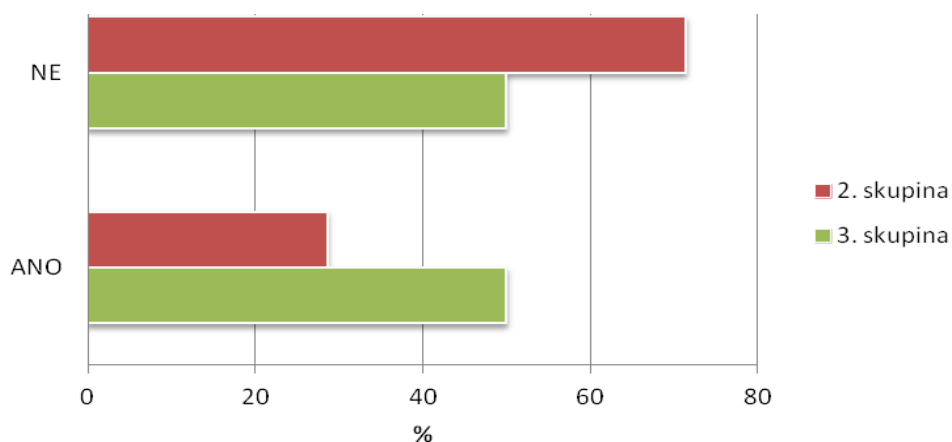
Z grafu je patrné, že většině spotřebitelů nezáleží na původu výrobku. Souvisí s tím i jedna z předchozích otázek, kdy hodnotitelé odpovídali, že je při nákupu ovlivňuje především chuť výrobku. Pouze 33 % spotřebitelů z 1. skupiny a 50 % spotřebitelů z 2. skupiny upřednostňuje české (domácí) výrobce. V dnešní době se stává, že jsou údaje o výrobcí na etiketě výrobku nejasné a spotřebitelé jim tedy mnohdy nevěnují pozornost.

- **Sledujete v nápojích složení cukru a náhradních sladidel?**

Tab. č. 18: Sledování složení cukru a náhradních sladidel v nealko nápojích

		ANO	NE
2. skupina	počet	20	50
	%	28,6	71,4
3. skupina	počet	15	15
	%	50	50

Graf č. 26: Sledování složení cukru a náhradních sladidel v nealko nápojích



1. skupina sleduje složení cukru a náhradních sladidel v nápojích jen z 29 %, zatímco 3. skupina již z 50 %. Je pravděpodobné, že je to způsobeno především zdravotními problémy (diabetes, nadváha, kardiovaskulární onemocnění...), které s vyšším věkem přibývají a lidé si tedy více hlídají, co pijí a jedí.

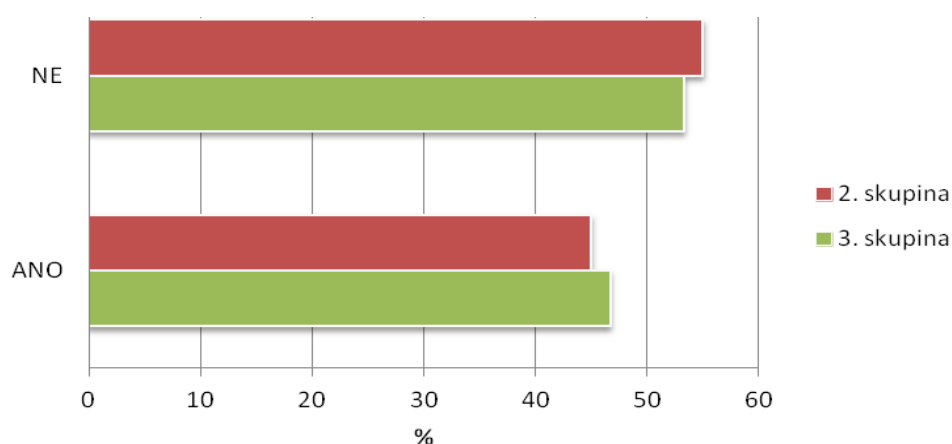
- **Jestli ANO, zajímá Vás energetická hodnota?**

Na tuto otázku se odpovídalo jen tehdy, jestliže odpověď na předchozí otázku byla ANO.

Tab. č. 19: Sledování energetické hodnoty v nealkoholických nápojích

		ANO	NE
2. skupina	počet	9	11
	%	45	55
3. skupina	počet	7	8
	%	46,7	53,3

Graf č. 27: Sledování energetické hodnoty v nealkoholických nápojích



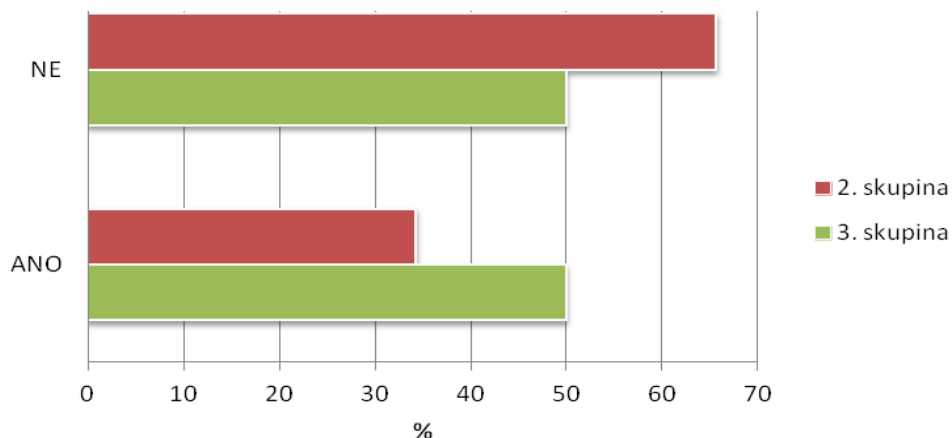
Z grafu je patrné, že zájem a nezájem spotřebitelů o energetickou hodnotu sladidel v nápojích je vyrovnaný. Ve 2. skupině se o energetickou hodnotu zajímá 45 % a ve 3. skupině 47 % spotřebitelů, kteří sledují složení sladidel v nealkoholických nápojích. Zdá se, že atraktivita energetické hodnoty u spotřebitelů stoupá.

- **Myslíte, že poznáte v nápojích rozdíl mezi sacharózou a náhradními sladidly?**

Tab. č. 20: Zaznamenání rozdílu mezi sacharózou a náhradními sladidly

		ANO	NE
2. skupina	počet	24	46
	%	34,3	65,7
3. skupina	počet	15	15
	%	50	50

Graf č. 28: Zaznamenání rozdílu mezi sacharózou a náhradními sladidly



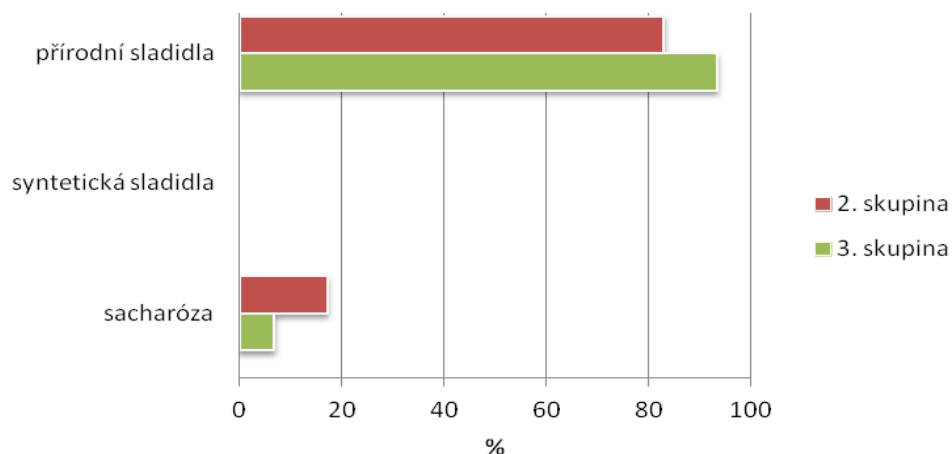
V některých potravinách je velice těžké rozpoznat rozdíl mezi sacharózou a náhradními sladidly. Především, když jsou sladidla dobře kombinována a využita ve správném množství. Pouze 34 % spotřebitelů z 2. skupiny dokázalo spolehlivě říci, že pozná rozdíl mezi náhradními sladidly a cukrem. Ze 3. skupiny to již bylo 50 % spotřebitelů, to se ale nepotvrdilo v pořadovém testu nebo v hodnocení sladké chuti nápoje, kdy tato skupina preferovala vzorek A s aspartamem a acesulfamem K před vzorkem E se sacharózou.

- **Co myslíte, že je pro člověka nejzdravější?**

Tab. č. 21: Sladidla z hlediska zdraví člověka

		sacharóza	syntet. sladidla	přírod. sladidla
2. skupina	počet	12	0	58
	%	17,1	0	82,9
3. skupina	počet	2	0	28
	%	6,7	0	93,3

Graf č. 29: Sladidla z hlediska zdraví člověka



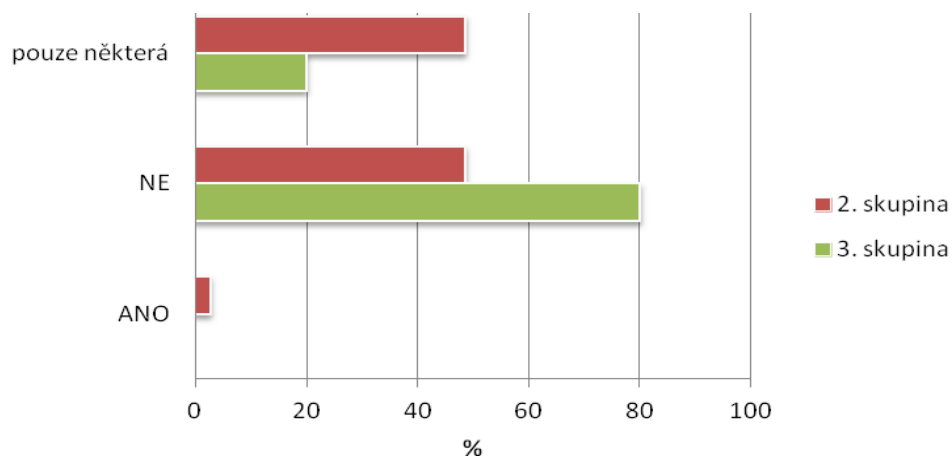
Z grafu č. 29 je patrné, že jsou v dnešní době přírodní sladidla stále častěji diskutována a přiváděna do podvědomí spotřebitelů. Obě skupiny zvolily jednoznačně přírodní sladidla jako nejzdravější sladké látky pro lidský organismus.

- Víte, která „ěčka“ značí přítomnost sladidel ve výrobku?

Tab. č. 22: Znalost označení náhradních sladidel

		ANO	NE	pouze některá
2. skupina	počet	2	34	34
	%	2,8	48,6	48,6
3. skupina	počet	0	24	6
	%	0	80	20

Graf č. 30: Znalost označení náhradních sladidel



Na některých výrobcích, např. vzorek C – Korrekt, nejsou ve složení uvedeny celé názvy jednotlivých přídatných látek, ale pouze jejich E označení. Pro spotřebitele, kteří trpí nějakým onemocněním nebo alergií je tedy velmi důležité tato označení znát. Znalost označení je však vhodná i pro běžného spotřebitele. Označení je však tolik, že o jejich znalost není zájem.

U 2. skupiny znají tzv. éčka pouze 3 % spotřebitelů, u 3. skupiny 0 % spotřebitelů. Hodně spotřebitelů však zná alespoň některá označení.

5 Závěr

Předmětem této diplomové práce bylo zhodnocení využití náhradních sladidel u vybrané skupiny nealkoholických nápojů z hlediska ovlivnění sensorické jakosti. Hodnotitelé byli rozděleni do tří věkových kategorií – žáci 2. stupně ZŠ, studenti VŠ a hodnotitelé nad 40 let. Vybranými metodami sensorické analýzy bylo hodnoceno pět vzorků nealkoholických nápojů, kdy jeden vzorek obsahoval sacharózu (E), jeden fruktózo-glukózový sirup (D) a tři vzorky různá složení syntetických náhradních sladidel (A, B, C).

Dle výsledků sensorického hodnocení lze říci, že preference sladidel a jejich konzumace je mnohdy ovlivněna individuálními zvyklostmi hodnotitelů. Záměrem diplomové práce bylo zjistit, zda jsou v dnešní době mladší generace hodnotitelů na náhradní sladidla, která jsou stále častěji přidávána do různých typů výrobků, navyklejší více než starší věkové kategorie. Tato domněnka se však nepotvrdila, právě naopak. Zatímco žáci základní školy upřednostňovali vzorek s fruktózo-glukózovým sirupem, tak u věkové hranice nad 40 let to byl vzorek se syntetickými náhradními sladidly, který se umístil lépe než vzorek slazený čistou sacharózou. Jedním z předpokladů těchto výsledků může být i to, že starší věkové skupiny vyhledávají spíše náhradní syntetická sladidla kvůli zdravotním potížím a tudíž si již na jejich sladkou chuť zvykly.

Ačkoli předpokladem této práce bylo, že každá z věkových skupin bude mít na vzorky odlišné názory, v celkovém vyhodnocení testů bylo zjištěno, že výsledky jednotlivých skupin byly, až na pár výjimek, ve všech testech téměř totožné. Vzorky na prvním místě preferenčního testu se měnily, ale na poslední místo zařadily všechny skupiny vzorek se čtyřmi syntetickými náhradními sladidly, obdobně tomu bylo i u hodnocení charakteru sladké chuti a celkové chutnosti. V tomto vzorku nejsou zřejmě sladidla ve správném poměru, protože zanechává v ústech umělou pachut.

Výsledky dotazníkového šetření nevykazují mezi jednotlivými dotazovanými kategoriemi výrazné rozdíly. Na základě odpovědí lze konstatovat, že spotřebitelé při koupi slazených nápojů nesledují složení sladidel a ve výběru je ovlivňuje především chuť a zvyk. Obě skupiny si uvědomují, že syntetická sladidla nejsou pro lidské tělo zrovna nejzdravějšími složkami.

6 Seznam použité literatury

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

BELITZ, H.D. et GROSCH, W. (1992): *Lehrbuch der Lebensmittelchemie*. Springer – Verlag, Berlin.

BOBROVOVÁ, Z. (2008): Umělá sladidla a jejich bezpečnost. *Edukafarm*, Praha, 2/2008, 69 – 71.

BROWN, J. E. (2008): *Nutrition now*, vol. 5, Thomson, Belmont, 696 p.

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

BUREŠOVÁ, P. et PAVELKOVÁ, K. (2011): Přídavné látky (aditiva). *Státní zemědělská a potravinářská inspekce* [online]. Brno, [cit. 3. 12. 2014]. Dostupné z: <http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1005724&docType=ART>.

COULTATE, T. P. (1996): *Food, The Chemistry of Its Components*. The Royal Society of Chemistry, Cambridge.

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 (2002): Vyhláška ministerstva zdravotnictví č. 53/2002 Sb., ze dne 29. ledna 2002, kterou se stanoví chemické požadavky na zdravotní nezávadnost jednotlivých druhů potravin a potravinových surovin, podmínky použití látek přídatných, pomocných a potravních doplňků. Sbírka zákonů České republiky.

ČESKO (2008): Vyhláška ministerstva zdravotnictví č. 4/2008 Sb., ze dne 3. ledna 2008, kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných látek a extrakčních rozpouštědel při výrobě potravin. 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.

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

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

ČSN ISO 8587 (2006): Senzorická analýza – Metodologie - Pořadová zkouška. Český normalizační institut, Praha.

DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. (1983): *Chemie potravin*. SNTL - Nakladatelství technické literatury, Praha.

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

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

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

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.

EVROPSKÁ UNIE (2008): Nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 1333/2008 ze dne 16. prosince 2008 o potravinářských přídatných látkách. Úřední věstník Evropské unie, článek 7.

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

- GAJDÚŠKOVÁ, M. (2008): *Náhradné sladidlá*. [Bakalárska práca]. Zlín, 56 p. Univerzita Tomáše Bati, Fakulta technologická.
- GALLUS, S., SCOTTI, L., NEGRI, E. et al. (2007): Artificial sweeteners and cancer risk in a network of case-control studies. *Ann Oncol*, 18 (1), 40 - 44.
- GOUGEON, R. (2004): Canadian diabetes association national nutrition committee technical review: Non-nutritive intense sweeteners in diabetes management. *Canadian journal of diabetes*, 28 (4), 385 - 399.
- GREENLY, L. W. (2003): A doctor's guide to sweeteners. *Journal of chiropractic medicine*, 2 (2), 80 - 86.
- GROTZ, V. L., MUNRO, I. C. (2009): An overview of the safety of sucralose. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 55 (1), 1 - 5.
- GUY, R. C. (2014): Saccharin. *Encyclopedia of Toxicology (Third Edition)*, 193 – 194.
- HANÁKOVÁ, V. (2011): *Náhradní sladidla v potravinách*. [Bakalárska práca]. Zlín, 51 p. Univerzita Tomáše Bati, Fakulta technologická.
- INGR, I., POKORNÝ, J., VALENTOVÁ, H. (1997): *Senzorická analýza potravin*. Skripta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 101 p.
- KADLEC, P. et al. (2008): *Technologie potravin I*. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha, 228 - 231.
- KALACĚ, P. (1999): *Chemie potravin pro obchodně podnikatelský obor*. Skripta, Jihočeská univerzita, České Budějovice, 106 p.
- KLESCHT, V., HRNČÍŘÍKOVÁ, I. et MANDELOVÁ, L. (2007): *Éčka v potravinách*. Computer press, Brno, 108 p.
- KRETOWICZ, M., GOSZK, G., BRYMORA, A., FLISIŃSKI, M., ODROWAŻ-SYPNIEWSKA, G., MANITIUS, J. (2011): Czy istnieje związek pomiędzy dziennym spożyciem fruktozy a wartościami ciśnienia tętniczego i stężeniem kwasu moczowego u chorych z przewlekłą chorobą nerek bez cukrzycy?. *Nadciśnienie*

tętnicze, 15 (6), 341 – 346.

KROWECH, G., FAUST, J. B., ENDLICH, B., SANDY, M. S. (2003): Evidence on the carcinogenicity of sodium sacharin. *Sodium Saccharin Reconsideration*, Environmental Protection Agency, California, 66 p.

LEŽÁKOVÁ, J. (2012): *Stanovení acesulfamu K a aspartamu metodou HPLC*. [Diplomová práce]. Zlín, 90 p. Univerzita Tomáše Bati, Fakulta technologická.

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.

MATOUŠ, L. (2014): *Umělá sladidla v potravinách*. [Diplomová práce]. Brno, 149 p. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta, Katedra fyziky, chemie a odborného vzdělání.

MÁCOVÁ, Z. (2012) : *Náhradní sladidla používaná v potravinářství*. [Bakalářská práce]. Zlín, 57 p. Univerzita Tomáše Bati, Fakulta technologická.

MYDLIL, F. et al. (2002): *Pravidla správné výrobní a hygienické praxe pro výrobce nealkoholických nápojů*, Suroviny k výrobě nealkoholických nápojů. Potravinářská komora České republiky, Praha, 9 - 11.

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

NOLLET, L. M. L. (2004): *Handbook of Food Analysis, Residues and Other Food Component Analysis*. Second Edition, Marcel Dekker, New York, 1739 p.

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

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

- POKORNÝ, J., VALENTOVÁ, H., PANOVSÁ, Z. (1999): *Sensorická analýza potravin*. Skripta, Vysoká škola chemicko-technologická, Fakulta potravinářské a biochemické technologie, Praha, 95 p.
- POLLMER, U. (2009): *Viš, co jíš?: Co se skrývá v potravinách*. Lexikon potravinových doplňků. Fontána, Olomouc, 272 p.
- RAČICKÁ, E. (2012): Náhradní sladidla, jejich místo v současné diabetologii, *Interní medicína pro praxi*, 14 (8 a 9), 331 - 335.
- RAMEŠ, I. (1983): *Fyziologie výživy*. Avicenum, Praha, 222 p.
- ROSIVAL, L., SZOKOLAY, A. et al. (1983): *Cudzorodé látky v požívatinách*. Osveta, Martin, 611 p.
- ROWE, R. C., SHESKEY, P. J., QUINN, M. E. (2009): *Handbook of Pharmaceutical Excipients*. Sixth Edition, Pharmaceutical Press, London, 888 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.
- 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. et PATOČKA, J. (2011): *Doba jedová 1*. Triton, Praha, 296 p.
- STRUNECKÁ, A. et PATOČKA, J. (2012): *Doba jedová 2*. Triton, Praha, 368 p.
- 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, P. (2012): *Posouzení kvality vybraných pekařských výrobků určených pro zvláštní výživu*. [Diplomová práce]. České Budějovice, 83 p. Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, Katedra veterinárních disciplín kvality produktů.

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*. Eco-House, Praha, 258 p.

ZOUHAR, P. (2012): *Fruktóza – nadějně sladidlo, nebo hazard se zdravím?*. *Vesmír* 91, 624 – 625.

7 Použité zkratky

ADI - acceptable daily intake = akceptovaný denní příjem

E 150d - amoniak sulfitový karamel

E 160a - směs karotenů

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 Sirup

LT - laxation treshold = maximální doporučená denní dávka na osobu

8 Přílohy

Seznam příloh

Příloha č. 1 : Dotazník pro senzorické hodnocení

Příloha č. 2: Dotazník pro spotřebitele

Tabulka č. 1: Výsledky preferenčního pořadového testu u 1. skupiny hodnotitelů

Tabulka č. 2: Výsledky preferenčního pořadového testu u 2. skupiny hodnotitelů

Tabulka č. 3: Výsledky preferenčního pořadového testu u 3. skupiny hodnotitelů

Tabulka č. 4: Kritické hodnoty (F) pro Friedmanovu zkoušku (ČSN ISO 8785)

Příloha č. 1: Dotazník pro senzorické hodnocení

Barva nápoje (počitek barvy působením světla na zrakový analyzátor)

barva/vzorek	A	B	C	D	E
světle žlutá					
žlutá					
světle oranžová					
oranžová					
tmavě oranžová					

Čiřost nápoje (průchod světla bez rozptylu, u neprůhledných se hodnotí přítomnost cizích částic)

čiřost/vzorek	A	B	C	D	E
velmi zakalený					
zakalený					
čirý					

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

vzorek	A	B	C	D	E
vůně					

Příjemnost vůně (příjemnost pachu nápoje)

vůně/vzorek	A	B	C	D	E
nepříjemná					
příjemná					

Chuť nápoje, zaměřte se na sladkou chuť nápoje:

sladkost/vzorek	A	B	C	D	E
nevýrazná					
slabě intenzivní					
intenzivní					
silně intenzivní					

Říznost nápoje (počitky vzniklé působení rozpuštěného a uvolněného CO₂)

říznost/vzorek	A	B	C	D	E
bez říznosti					
slabě řízný					
řízný					
velmi řízný					

Celková chutnost (příjemnost nebo nepříjemnost chutě a vůně)

chutnost/vzorek	A	B	C	D	E
velmi nepříjemná					
nepříjemná					
příjemná					
velmi příjemná					

Příloha č. 2: Dotazník pro spotřebitele

Jak často konzumujete nealkoholické nápoje, pomerančové limonády, s náhradními sladidly?

- a) denně
- b) týdně
- c) měsíčně
- d) nekonzumují limonády

Co u Vás rozhoduje při koupi nealko nápoje?

- a) cena
- b) značka
- c) složení
- d) obal
- e) chuť
- f) zvyk

Jaký obal u nealko nápojů preferujete?

- a) PET lahev
- b) sklo
- c) plechovka

Jaké nealko nápoje upřednostňujete?

- a) české
- b) zahraniční
- c) nezáleží mi na výrobci

Sledujete v nápojích složení cukru a náhradních sladidel?

- a) ANO
- b) NE

Jestli ANO, zajímá Vás energetická hodnota?

- a) ANO
- b) NE

Myslíte, že poznáte v nápojích rozdíl mezi sacharózou a náhradními sladidly?

- a) ANO
- b) NE

Co myslíte, že je pro člověka nejzdravější?

- a) sacharóza
- b) syntetická náhradní sladidla
- c) přírodní sladidla

Víte, která „éčka“ značí přítomnost sladidel ve výrobku?

- a) ANO
- b) NE
- c) znám pouze některá označení

Tab. č. 1: Výsledky preferenčního pořadového testu u 1. skupiny hodnotitelů

Vzorek	A			B			C			D			E		
	PH	Ri	PP	PH	Ri	PP	PH	Ri	PP	PH	Ri	PP	PH	Ri	PP
1.	7	7	35	3	3	15	2	2	10	16	16	80	11	11	55
2.	9	18	36	9	18	36	9	18	36	5	10	20	7	14	28
3.	15	45	45	9	27	27	7	21	21	4	12	12	4	12	12
4.	7	28	14	10	40	20	9	36	18	6	24	12	7	28	14
5.	1	5	1	8	40	8	12	60	12	8	40	8	10	50	10
Celkem	39	103	131	39	128	106	39	137	97	39	102	132	39	115	119

Tab. č. 2: Výsledky preferenčního pořadového testu u 2. skupiny hodnotitelů

Vzorek	A			B			C			D			E		
	PH	Ri	PP	PH	Ri	PP	PH	Ri	PP	PH	Ri	PP	PH	Ri	PP
1.	13	13	65	5	5	25	2	2	10	35	35	175	15	15	75
2.	27	54	108	7	14	28	3	6	12	17	34	68	16	32	64
3.	22	66	66	20	60	60	9	27	27	5	15	15	14	42	42
4.	4	16	8	21	84	42	25	100	50	7	28	14	13	52	26
5.	4	20	4	17	85	17	31	155	31	6	30	6	12	60	12
Celkem	70	169	251	70	248	172	70	290	130	70	142	278	70	201	219

Tab. č. 3: Výsledky preferenčního pořadového testu u 3. skupiny hodnotitelů

Vzorek	A			B			C			D			E		
	PH	Ri	PP	PH	Ri	PP	PH	Ri	PP	PH	Ri	PP	PH	Ri	PP
1.	12	12	60	2	2	10	0	0	0	5	5	25	11	11	55
2.	7	14	28	5	10	20	3	6	12	9	18	36	6	12	24
3.	7	21	21	11	33	33	6	18	18	5	15	15	1	3	3
4.	1	4	2	7	28	14	10	40	20	6	24	12	6	24	12
5.	3	15	3	5	25	5	11	55	11	5	25	5	6	30	6
Celkem	30	66	114	30	98	82	30	119	61	30	87	93	30	80	100

Legenda: PH = počet hodnotitelů, Ri = součet pořadí vzorků, PP = přepočtené pořadí vzorků pro procentuální vyjádření

Tab. č. 4: Kritické hodnoty (F) pro Friedmanovu zkoušku (ČSN ISO 8785)

Počet posuzovatelů <i>j</i>	Počet vzorků (nebo výrobků) <i>p</i>									
	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
	Hladina významnosti $\alpha = 0,05$					Hladina významnosti $\alpha = 0,01$				
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.