



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ

FACULTY OF CHEMISTRY

ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

VYUŽITÍ CITRUSOVÝCH PLODŮ V POTRAVINÁŘSTVÍ

USE OF CITRUS FRUITS IN THE FOOD INDUSTRY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Michaela Havlíková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. RNDr. Renata Mikulíková, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání diplomové práce

Číslo práce: FCH-DIP1923/2023 Akademický rok: 2023/24
Ústav: Ústav chemie potravin a biotechnologií
Studentka: **Bc. Michaela Havlíková**
Studijní program: Chemie přírodních látek
Studijní obor: bez specializace
Vedoucí práce: **doc. RNDr. Renata Mikulíková,**
Ph.D.

Název diplomové práce:

Využití citrusových plodů v potravinářství

Zadání diplomové práce:

- Vypracování literární rešerše (charakterizace citrusových plodů, technologie zpracování citrusových plodů, legislativa zpracování citrusových plodů, senzorická analýza)
- Optimalizace výroby marmelády, želé a sušených plátů z citrusových plodů
- Stanovení vybraných nutričních charakteristik v připravených výrobcích
- Senzorická analýza
- Vyhodnocení výsledků, jejich diskuze a závěr práce

Termín odevzdání diplomové práce: 29.4.2024:

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

Bc. Michaela Havlíková
studentka

doc. RNDr. Renata Mikulíková,
Ph.D.
vedoucí práce

prof. RNDr. Ivana Márová, CSc.
vedoucí ústavu

V Brně dne 1.2.2024

prof. Ing. Michal Veselý, CSc.
děkan

ABSTRAKT

Hlavním cílem diplomové práce bylo připravit marmelády, želé a sušené pláty z citrusového ovoce. Pro tento účel byly zvoleny tři druhy citrusů, pomeranč, grapefruit a pomelo. V připravených výrobcích byly stanoveny nutriční charakteristiky zahrnující obsah těkavých látek, obsah sušiny, obsah pigmentů, obsah lipofilních látek a obsah vitamínu C. Výše zmíněné výrobky byly také podrobeny senzoričké analýze, při které byla hodnocena jejich chuť, vůně, textura, barva a celková přijatelnost.

V teoretické části je popsána legislativa, která se zabývá zpracováním citrusů, marmeládami, sušeným ovocem a želé cukrovinkami. Dále je uvedena charakteristika již zmíněných potravinářských výrobků a charakteristika citrusových plodů. Teoretická část se dále věnuje teorii použitých metod, tedy senzoričké analýze, plynové chromatografii s hmotnostní spektrometrií a vysokoúčinné kapalinové chromatografii.

V experimentální části je popsána příprava vzorků a provedení jednotlivých stanovení. Při senzoričké analýze byly hodnoceny marmelády, želé a sušené pláty samostatně. Hodnotitelé posuzovali jejich přijatelnost v závislosti na použitém citrusu. Dále byly stanoveny těkavé látky metodou plynové chromatografie s hmotnostní spektrometrií. Pomocí sušení byla stanovena vlhkost a sušina výrobků a za využití vysokoúčinné kapalinové chromatografie byly stanoveny pigmenty a lipofilní látky obsažené ve výrobcích.

KLÍČOVÁ SLOVA

Citrusy, marmeláda, želé, sušený plát, senzoričká analýza, nutriční charakteristiky

ABSTRACT

The main objective of the thesis was to prepare marmalades, jellies, and dried slices of citrus fruits. Three types of citrus fruits: orange, grapefruit, and pomelo, were chosen for this thesis. The nutritional characteristics of the prepared products were determined including volatile matter content, dry matter content, pigment content, lipophilic content, and vitamin C content. The aforementioned products were also subjected to sensory analysis to assess their taste, aroma, texture, colour, and overall acceptability.

The theoretical part describes the legislation dealing with citrus processing, marmalades, dried fruit and jelly confectionery. Further, the characteristics of the aforementioned food products and the characteristics of citrus fruits are also given. The theoretical part also deals with the theory of the methods used, i.e. sensory analysis, gas chromatography with mass spectrometry, and high-performance liquid chromatography.

The experimental part describes the preparation of samples and the performance of individual determinations. In the sensory analysis, marmalades, jellies, and dried sheets were evaluated separately. The evaluators assessed their acceptability depending on the citrus used. The volatile substances were also determined by gas chromatography-mass spectrometry. The moisture and dry matter of the products were determined by drying and the pigments and lipophilic substances contained in the products were determined by high-performance liquid chromatography.

KEYWORDS

Citrus, marmalade, jelly, dried slice, sensory analysis, nutritional characteristics

HAVLÍKOVÁ, Michaela. *Využití citrusových plodů v potravinářství* [online]. Brno, 2024 [cit. 2024-04-13]. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/156237>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií. Vedoucí práce Renata Mikulíková.

PROHLÁŠENÍ

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

.....

podpis studenta

PODĚKOVÁNÍ

V první řadě bych ráda poděkovala paní doc. RNDr. Renatě Mikulíkové Ph.D. za její pomoc, podporu a trpělivost při vytváření této diplomové práce. Dále bych ráda poděkovala své rodině a svému snoubenci za jejich pochopení a podporu, kterou mi věnovali při psaní této práce.

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Teoretická část.....	10
2.1	Legislativa.....	10
2.1.1	Legislativa k využití citrusů v potravinářství	10
2.1.2	Želé	10
2.1.3	Marmeláda	11
2.1.4	Sušené ovoce	11
2.2	Citrusy.....	11
2.2.1	Skladba citrusových plodů.....	11
2.2.2	<i>Citrus sinensis</i> , pomeranč.....	12
2.2.3	<i>Citrus paradisi</i> , grapefruit	13
2.2.4	<i>Citrus maxima</i> , pomelo.....	14
2.2.5	Aktivní látky v citrusech.....	15
2.3	Želé	17
2.3.1	Želatina	19
2.4	Marmeláda	20
2.5	Sušený citrusový plát	21
2.5.1	Druhy sušení	22
2.6	Senzorická analýza.....	24
2.6.1	Podmínky pro senzorickou analýzu.....	24
2.6.2	Metody senzorické analýzy	25
2.7	Plynová chromatografie s hmotnostní spektrometrií	26
2.7.1	Princip GC/MS	26
2.8	Vysokoúčinná kapalinová chromatografie.....	28
2.8.1	Princip HPLC	28
2.8.2	Instrumentace HPLC	28
2.8.3	Metody HPLC.....	29
3	Experimentální část	30
3.1	Příprava vzorků.....	30
3.1.1	Použité přístroje a pomůcky pro přípravu vzorků	30

3.1.2	Technologický postup přípravy želé.....	30
3.1.3	Technologický postup přípravy marmelád	31
3.1.4	Technologický postup přípravy sušeného plátu	32
3.2	Senzorická analýza.....	32
3.2.1	Použité přístroje a pomůcky pro senzorickou analýzu vzorků	32
3.2.2	Příprava vzorků pro senzorickou analýzu	32
3.2.3	Podmínky pro senzorickou analýzu.....	33
3.2.4	Zpracování výsledků.....	34
3.3	Stanovení těkavých látek	34
3.3.1	Použité přístroje a pomůcky pro stanovení těkavých látek	34
3.3.2	Podmínky pro stanovení těkavých látek.....	34
3.3.3	Provedení stanovení těkavých látek	35
3.3.4	Zpracování výsledků stanovení těkavých látek	35
3.4	Stanovení sušiny a vlhkosti.....	35
3.4.1	Použité přístroje a pomůcky pro stanovení sušiny a vlhkosti.....	35
3.4.2	Provedení stanovení sušiny a vlhkosti.....	35
3.4.3	Zpracování výsledků stanovení sušiny a vlhkosti	35
3.5	Stanovení obsahu ergosterolu, pigmentů a ubichinonu	36
3.5.1	Použité chemikálie pro stanovení obsahu ergosterolu, pigmentů a ubichinonu 36	
3.5.2	Použité přístroje a pomůcky pro stanovení obsahu ergosterolu, pigmentů a ubichinonu 36	
3.5.3	Podmínky pro stanovení obsahu ergosterolu, pigmentů a ubichinonu.....	36
3.5.4	Provedení stanovení obsahu ergosterolu, pigmentů a ubichinonu	37
3.5.5	Zpracování výsledků stanovení obsahu ergosterolu, pigmentů a ubichinonu	37
3.6	Stanovení obsahu vitamínu C	37
3.6.1	Použité chemikálie pro stanovení obsahu vitamínu C.....	37
3.6.2	Použité přístroje a pomůcky pro stanovení obsahu vitamínů	37
3.6.3	Podmínky pro stanovení obsahu vitamínu C.....	38
3.6.4	Provedení stanovení obsahu vitamínu C	38
3.6.5	Zpracování výsledků stanovení obsahu vitamínů.....	38
4	Výsledky a Diskuse.....	39

4.1	Senzorická analýza.....	39
4.1.1	Senzorické hodnocení.....	39
4.1.2	Želé.....	39
4.1.3	Marmeláda.....	52
4.1.4	Sušený plát.....	58
4.1.5	Obecné vyhodnocení senzorické analýzy.....	59
4.2	Stanovení těkavých látek.....	60
4.2.1	Stanovení těkavých látek v grepových výrobcích.....	60
4.2.2	Stanovení těkavých látek v pomerančových výrobcích.....	61
4.2.3	Stanovení těkavých látek v pomelových výrobcích.....	61
4.3	Obsah sušiny a vlhkosti.....	62
4.4	Stanovení obsahu vitamínu C.....	63
4.5	Stanovení obsahu ergosterolu, pigmentů a ubichinonu.....	64
4.6	Celkové zhodnocení využití citrusů v potravinářství.....	65
4.6.1	Želé.....	65
4.6.2	Marmelády.....	66
4.6.3	Sušený plát.....	66
5	Závěr.....	67
6	Seznam použitých zdrojů.....	68
7	Zkratky.....	75
8	Seznam příloh.....	76
9	Přílohy.....	77

1 ÚVOD

Citrusy jsou hojně využívaným a zpracovávaným ovocem v potravinářském průmyslu. Jsou oblíbené pro svoji typickou svěží chuť a vůni, ale i díky obsahu aktivních látek, jako je například vitamin C. Pro účely této práce byly zvoleny tři citrusové plody, které se od sebe výrazně liší. Byl zvolen pomeranč, grapefruit a pomelo. Pomeranč je nejvíce využívaný citrus a je typický svojí příjemnou nasládlou chutí. V potravinářství je hojně využíván od výroby šťáv a džusů, přes zmrzliny k přípravě různých náplní, například pečiva. Grapefruit je odlišný od ostatních citrusů svojí hořkou chutí a obsahem aktivních látek, díky čemuž se také často objevuje jako surovina v potravinářství. Pomelo je největší citrus, který není typicky využíván k tepelnému zpracování v potravinářství.

Cílem této diplomové práce bylo připravit, popsat a optimalizovat výrobu citrusových marmelád, citrusového želé a sušených citrusových plátů z výše zmíněných citrusů. V těchto výrobcích byly stanoveny nutriční charakteristiky a byla provedena senzoričká analýza. Senzoričká analýza byla provedena zvlášť pro marmelády, sušené pláty i želé. Byla připravena i speciální senzoričká analýza želé, které se zúčastnily děti. V první části senzoričké analýzy hodnotitelé popisovali chuť, texturu, vůni, barvu a celkovou přijatelnost vzorků. V další části prováděli hodnotitelé srovnávací test, ve kterém srovnávali výrobky z různých citrusů mezi sebou. Výsledky ze senzoričké analýzy byly zpracovány za využití programu MS Excel a Statistica 14.

Dalším cílem diplomové práce bylo stanovení vybraných nutričních charakteristik v připravených citrusových výrobcích. Byl zvolen obsah sušiny, obsah pigmentů, obsah lipofilních látek a obsah vitamínu C. Hlavními stanovovanými pigmenty byly karotenoidy a lykopen. Lipofilní látky, které byly stanoveny pomocí metody vysokoúčinné kapalinové chromatografie, byly ubichinon a ergosterol. Ve všech vzorcích byl také pomocí této metody stanoven obsah vitamínu C. Všechny tyto stanovené charakteristiky byly posuzovány v závislosti na technologickém procesu přípravy daných výrobků.

Posledním cílem diplomové práce bylo vypracovat literární rešerši, která se zabývá charakteristikou zvolených citrusů, marmelád, želé, sušeného ovoce a technologických postupů výroby a použitých metod.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Legislativa

2.1.1 Legislativa k využití citrusů v potravinářství

Podle Státní zemědělské a potravinářské inspekce tvoří citrusy velkou část konzumovaného ovoce v České republice. Platí základní pravidla, která by měli prodejci dodržovat při prodeji těchto plodů. K těmto pravidlům patří, že plody nesmějí být poškozené mechanicky ani mrazem, nesmějí být napadené hnilobou, musí být bez škůdců a bez poškození, která tito škůdci způsobují. Dále by plody neměly obsahovat cizí pachy a chutě. Je určena i odchylka od originální barvy, kterou by dané ovoce mělo mít, např. ve výši maximálně 1/5 povrchu u pomerančů. Inspekce se dále zabývá i kůrou, která musí pevně ulpívat na plodu. Kupříkladu u pomerančů a mandarinek je možnost částečného uvolnění kůry, u citronů a grapefruitů však nikoliv [1].

I když citrusy obsahují mnoho kvalitních a prospěšných látek, je možné v jejich obsahu nalézt i látky rizikové, jejichž obsah kontroluje SZPI. Jedná se o rezidua použitých pesticidů, které se využívají za účelem ochrany během pěstování a konzervace po sklizni. Tyto látky se nacházejí výhradně v kůře, která není vhodná ke konzumaci či jinému použití v kuchyni [1].

Důležitou sbírkou mezinárodně uznávaných směrnic, která se věnuje potravinám, je Codex Alimentarius. Česká republika je jedním ze států, které se podílejí na tvorbě těchto směrnic a je součástí komisí, které tyto směrnice spravují. K cílům CA patří pomoc při tvorbě definic a požadavků, které se vztahují k potravinám a podporují mezinárodní obchod. Je důležité zmínit, že tyto normy nemají právní platnost. Jsou však obecně využívány a přijímané, díky tomu, že pro jejich vypracování byly využívány vědecké poznatky, a proto řada zemí tyto normy využívá jako opěrné body při tvorbě vlastních zákonů [2].

2.1.2 Želé

Podle CA je želé definováno jako produkt polotuhé želatinové konzistence připravený ze šťávy a/nebo vodného extraktu z jednoho nebo více druhů ovoce. Dále obsahuje sladidla a vodu, případně může být bez vody [3]. Česká legislativa, která se zmiňuje o želé je Vyhláška č. 76/2003 Sb., Vyhláška, kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony. Podle ní se želé řadí mezi cukrovinky s konzistencí gelu, jíž se dosáhne přidáním želírujících látek, jako je pektin, agar, škrob nebo želatina. Ve vyhlášce je dále uvedeno členění na druhy, skupiny a podskupiny cukrovinek a požadavky na fyzikální a chemickou jakost, kdy vlhkost by u želé měla být nejvýše 22 % hm. [4].

CA se zabývá i obsahem ovoce v želé. Množství ovocné složky v konečném výrobku by nemělo být nižší než 45 % nebo 35 % s výjimkou několika druhů ovoce jako je například černý a červený rybíz, mango, banán, durian a jiné. U nich je procento nižší. CA dále dovoluje v želé používat jakékoliv složky rostlinného původu, pokud přidáním nedochází k zakrývání špatné kvality produktu nebo neuvádějí spotřebitele v omyl, toto nařízení platí i pro marmelády. V CA

jsou uvedeny všechny přídatné látky, které je možné do želé i marmelád přidávat, jako jsou regulátory kyselosti, odpěňovače, ztužovadla, konzervační látky a zahušťovadla. Jako dochucovadla je možné využít přírodní aromata extrahovaná z ovoce, která jsou použita v želé nebo marmeládě, dále může být použita přírodní máta, přírodní skořicové aroma, vanilin, vanilka nebo vanilkové extrakty [3].

2.1.3 Marmeláda

Podle CA je marmeláda produkt připravený ze směsi citrusových plodů a upravený do vhodné konzistence. Pro výrobu mohou být použity celé kousky ovoce, ovocná pulpa, protlak, šťáva nebo vodné extrakty. Jako další obsahuje sladidla a vodu, nebo může být bez přídavku vody. Jak již bylo zmíněno výše u želé, mohou být použity různé další přídatné látky [3].

V české legislativě najdeme zmínku o marmeládách ve Vyhlášce č. 397/2021 Sb., Vyhláška o požadavcích na konzervované ovoce a konzervovanou zeleninu, skořápkové plody, houby, brambory a výrobky z nich a banány. Podle této vyhlášky je za marmeládu považovaná potravina vyrobená ze surovin získaných z citrusových plodů (pulpa, dřev, šťáva, vodný extrakt, kůra), přírodních sladidel a vody. Má mít rosolovitou konzistenci [5].

Podle CA by obsah citrusů v marmeládě neměl být nižší než 200 g v 1000 g produktu, z toho minimálně 75 g by mělo pocházet z endokarpu [3]. Ve Vyhlášce č. 397/2021 Sb. je uveden stejný minimální podíl citrusů ve výsledném produktu. Také je zde uvedena minimální refraktometrická sušina pro marmelády, jejíž nejmenší hodnota je 60 [5].

V legislativě je také uveden rozdíl mezi džemem a marmeládou, kdy podle Vyhlášky č. 397/2021 Sb. je marmeláda vyrobena z citrusových plodů a džem z jiných druhů ovoce. Při výrobě džemu z jiného ovoce, než z citrusů však může být použita šťáva nebo kůra z citrusových plodů [4].

2.1.4 Sušené ovoce

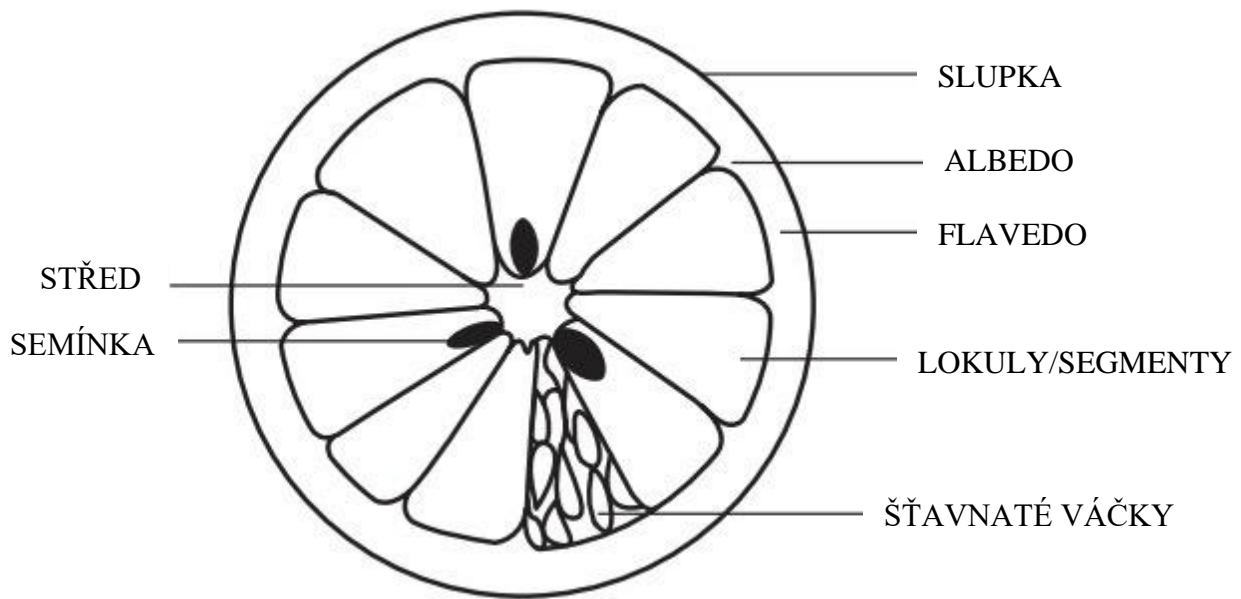
Sušené ovoce v české legislativě zahrnuje Vyhláška č. 397/2021 Sb. Sušené ovoce definuje jako ovoce konzervované sušením bez přírodních sladidel. V případě, že se jedná o směs sušeného ovoce, podíl sušeného ovoce by měl být nejméně 60 % hm. Podle této vyhlášky by sušené ovoce mělo být dostatečně vysušené, bez známek poškození škůdci s ojedinělým výskytem cizích příměsí a nevyzrálých plodů, bez znečištění zeminou či prachem. Barva by měla odpovídat použitému druhu ovoce a neměly by být přítomny žádné známky poškození sluncem. Chuť a vůně by měla být typická pro daný druh ovoce [5].

2.2 Citrusy

2.2.1 Skladba citrusových plodů

Plody citrusů se řadí mezi modifikované bobule s názvem hesperidium vznikající z jednoho vaječníku. Oplodí (slupka) se dělí na barevný exokarp (flavedo) a bílý až bezbarvý mezokarp (albedo), jak je vidět na Obr. 1. V oplodí se nachází i plastidy s chlorofyly, který se postupně mění na chromoplasty udávající barvu. Dochází k barevné změně ze zelené na žlutou v průběhu

zrání [11]. Slupka, jež má za účel chránit plod před dehydratací, UV zářením a mechanickým poškozením. Podle druhu citrusu se liší podíly pletiv ve slupce a plody jako takové svým tvarem a velikostí [6]. Ve flavedu se nachází olejové žlázy a cévní svazky [6]. Tyto mazové a olejové žlázy dodávají charakteristické aroma plodům. V albedu se nachází parenchymatózní buňky s velkými vzdušnými prostory, toto složení funguje jako tlumící materiál proti nárazu a tlaku. Flavedo a albedo na sebe navazují a částečně se promíchávají. Plodnice je tvořena lokulami neboli segmenty, ve kterých jsou semena a šťavnaté váčky (vezikuly). Okolo střední osy jsou samostatné segmenty (lokuly), kdy každý je obklopen endokarpovou membránou. Střední osa je tvořena stejným materiálem jako albedo. Každý váček má malou olejovou žlázu uprostřed sebe [11].



Obr. 1 Průřez citrusovým plodem [11]

Citrusová kůra je primární odpad při zpracování citrusů. Je dobrým zdrojem pektinu a limonenu a často se zpracovává jako krmivo pro dobytek [7].

2.2.2 *Citrus sinensis*, pomeranč

Pomeranč je jedním z hospodářsky nejvýraznějších ovocných plodů. Tato rostlina je původem z Asie, konkrétně z Číny [9]. Pomeranč, zobrazený na Obr. 2, je plod pomerančovníku, latinsky *Citrus sinensis*, který se řadí do čeledi *Rutaceae*. Pomerančovník je listnatý strom, který dosahuje 8-15 m [8]. Koruna stromu roste do zaobleného kulovitěho tvaru s pravidelnými větvemi. Kmen má tmavě hnědou až šedou barvu a na větvích najdeme trny [10]. Má zelené kožovité vejčité listy [8]. Květy se skládají z pěti podlouhlých bílých až nažloutlých okvětních lístků a uvnitř květu najdeme 20-25 tyčinek a květ je uložen v pěticípém kalichu [10]. Rostlině se nejvíc daří na slunci v lehké půdě a vyžaduje vysokou vzdušnou vlhkost [8]. Plody jsou velké v průměru 6,5-9,5 cm, mají kulatý až kulovitý tvar. Semena se v tomto druhu citrusu nenacházejí skoro vůbec, nebo jen velmi málo a mají podlouhlý vejčitý tvar [10]. Podrobněji je plod citrusu popsán v předchozí kapitole.

Ideálními oblastmi pro růst pomerančovníků jsou subtropy s dostatečným množstvím srážek [8]. Jsou to oblasti, ve kterých se teplota pohybuje v rozmezí 20-40 °C. Stromy upřednostňují písčité úrodné půdy s nízkým obsahem vápna [10]. V našich podmínkách se stromy pěstují ve sklenících, kde mohou plodit. Plodit strom začíná ve třetím roce a plody se sklízí ručně [8].



Obr. 2 *Citrus sinensis* [16]

2.2.3 *Citrus paradisi*, grapefruit

Citrus paradisi, neboli citroník rajský jako jediný z citrusů nemá svůj původ v Asii, ale v oblasti Střední Ameriky, konkrétně v oblasti Karibiku. Je zobrazen na Obr. 3. Stejně jako pomeranč se řadí do čeledi *Rutaceae* [15]. Vznikl přirozenou hybridizací pomela a pomeranče [13]. Je to teplomilná rostlina, které se daří na slunci a ve vlhkém prostředí. V našich podmínkách ji není možné pěstovat volně, pouze v botanických zahradách a v domácnostech pouze jako okrasnou rostlinu [15].

Citrus paradisi je listnatý strom se zelenými listy, podobně jako ostatní citrusy. Stromy tohoto citrusu bývají velkého vzrůstu s mohutnými kmeny a větvemi, na kterých se v prvních fázích růstu objevují trny. Listy jsou zelené a mají na řapících křídla. Květy, má citroník rajský, bílé a uspořádané do hroznovitých nebo vrcholičnatých květenství nebo rostou jednotlivě [15]. Plody dorůstají do velikosti 10-12 cm v průměru a mají kulovitý až zploštělý tvar. Mají silnou až středně silnou slupku načervenalé až červené barvy. Dužnina uvnitř plodu je bílá a plody mohou, ale nemusí obsahovat semena [11].



Obr. 3 Citrus paradisi [16]

2.2.4 Citrus maxima, pomelo

Citrus maxima, Obr. 4, je možné nalézt pod názvy Citroník pompel, šedok nebo pomelo. Původem je tato rostlina z jihovýchodní Asie, odkud byla postupně rozšířena do dalších zemí a oblastí včetně Číny [14]. Čína je v této době největším producentem pomela. Pomelu se velmi daří na jihu Číny díky subtropickému pásu. Mezi další významné země, odkud se pomelo nejčastěji vyváží, patří díky vysoké kvalitě a dobré chuti citrusu Thajsko [12]. Rostlina pro svůj ideální růst potřebuje teploty 25 °C, 12500-2000 mm srážek za rok a vlhké, živinami dobře zásobené půdy. *Citrus maxima* má schopnost růst na místech se zvýšeným obsahem těžkých kovů [14].

Citrus maxima je stálezelený strom dosahující výšky 5-10 m. Mladé větve stromu jsou spíše hranaté a jemně chlupaté. Listy jsou střídavé, řapíkaté, vejčité až eliptické, 5-20 cm dlouhé a 12 cm široké. Dále jsou listy kožovité, tmavozelené a mají křídlatý řapík. Květy *citrusu maxima* jsou bílé až nažloutlé a tvoří 4-5četnou vonnou korunu [14]. Tento květ je největší ze všech citrusových květů a má uvnitř 20-25 tyčinek. Plod, který květ produkuje, je také největší mezi citrusovými plody. Má zploštělý nebo kulovitý tvar [13]. Kůra je tlustá a silná se zeleným až žlutým zbarvením a plody mohou být semenné i bezsemenné [11]. Membrány mezi segmenty jsou velmi pevné, ale snadno se loupou [13].



Obr. 4 Citrus maxima [18]

2.2.5 Aktivní látky v citrusech

2.2.5.1 Pomeranč

Pomeranč, a obecně citrusy, jsou bohatými rostlinami na různé zdraví prospěšné látky. Díky těmto složkám jsou hojně využívány v různých odvětvích a různých formách. Pomerančové esenciální oleje nacházejí aplikaci jak v potravinářství jako antifungální činidlo, tak v kosmetice i ve farmacii nebo v chemickém průmyslu, kde se používají k výrobě methanu. Pomeranč obsahuje fenolické sloučeniny, jež mohou pomáhat v boji proti srdečním onemocněním nebo onemocněním jater a mohou působit jako fytoestrogeny, výhodné při léčbě a prevenci onemocnění štítné žlázy. Tyto fenolické látky mají také výraznou antioxidační aktivitu. Další významnou sloučeninou je pektin, který najdeme ve slupce, mezokarpu i endokarpu. Pektiny mají stabilizační, želírovací a zahušťovací účinky, díky nimž mají citrusy vhodné predispozice na výrobu džemů a různých cukrářských výrobků. Pektin má také schopnost tvořit film, proto jeho další možné využití může být jako obalový materiál pro zlepšení sensorických vlastností některých potravin [38].

Obecně se chemické složení pomerančů liší podle kultivarů, doby sklizně, podmínek skladování, oblasti růstu, klimatu, stupni zrání a tak dále. Základní přehled látek, které obsahuje pomeranč, je zachycen v Tab. 1[38].

Tab. 1 Přehled chemických sloučenin v pomeranči [38]

Sloučeniny obecně	Vybrané konkrétní sloučeniny
Těkavé sloučeniny	Limonen, α -pinen, terpinen, neral, geranial, myrcen, linalool, carvon, valencen, acetaldehyd
Flavonoidy	Hesperidin, hesperetin, naringin, naringenin, sakuratin, narirutin
Sacharidy	Glukóza, sacharóza, fruktóza, galaktóza
Minerály	Draslík, hořčík, vápník, sodík, železo, zinek
Vitaminy	A, D, E, K, B1, B2, B3, B5, B6, C
Dále kumariny, steroidy, peptidy, karotenoidy	

Aktivní látky v pomeranči mají významnou antioxidační aktivitu díky flavonoidním skupinám, jenž zahrnují polymethoxylové flavony, O-glykosylované flavony, C-glykosylované flavony, O-glykosylované flavony a fenolové kyseliny s jejich esterovými deriváty. Hlavním flavonoidním glykosidem je hesperidin. Antioxidační aktivita se u pomerančů projevuje inhibicí oxidačních enzymů, hesperetin je schopen snižovat buněčnou produkci volných radikálů inhibicí oxidačních enzymů. Dále dochází k interakci s redoxními signálními drahami, kde hesperetin posiluje odpověď zapojením určitých drah, které působí proti oxidačnímu stresu. K antioxidační aktivitě přispívá i vitamin E, díky němuž probíhá chelatace přechodných kovů Fe^{2+} a Cu^{2+} . Na chelataci iontů se podílí i hesperidin a kumarin a chelatace iontů kovů vede ke zvýšení aktivity antioxidačních enzymů [38].

Silice pomeranče projevuje antibakteriální aktivitu, která zahrnuje široké antibakteriální spektrum. Antibakteriální schopnosti souvisí s lipofilní povahou silice. Kromě antibakteriální aktivity, prokázala silice i antifungální a antiparazitickou aktivitu [38].

2.2.5.2 Grapefruit

Stejně jako u pomeranče závisí obsah aktivních látek grapefruitu na mnoha okolních faktorech. Grapefruity obecně obsahují flavonoidy, karotenoidy, limonoidy, organické kyseliny a pektiny. Hlavní a nejvýraznější flavonoidy jsou narirutin, naringin, hesperidin, neohesperidin. Díky flavonoidům má podobně jako pomeranč antimikrobiální vlastnosti. Naringin je dále jednou z hlavních hořkých složek, považuje se proto za sensoricky aktivní. Aktivní látky v grapefruitu prokazují velmi výrazné antioxidační vlastnosti, podobně jako bylo popsáno u výše zmíněného pomeranče. Díky tomu je využití aktivních látek z grapefruitu vhodné pro prevenci některých druhů rakoviny nebo kardiovaskulárních onemocnění. Grapefruit je také zdroj kyseliny citronové a askorbové. Obě tyto kyseliny zabraňují neenzymatickému hnědnutí. V grapefruitu najdeme i furokumariny, jejichž zástupci jsou například bergamottin a dihydroxybergamottin [39].

Metodou GC-MS byly v esenciálním oleji z grapefruitu stanoveny jako nejvýznamnější sloučeniny α -pinen, sabinen, β -myrcen, limonen a linalol. Největší množství bylo limonenu. Všechny tyto sloučeniny řadíme mezi monoterpeny. Jsou poměrně dobře účinné proti grampozitivním i gramnegativním bakteriím. Esenciální olej je díky tomu vhodný při minimalizaci kontaminace a pro zlepšení kvality potravin. Výhodou je i přírodní původ oleje narozdíl od chemických antimikrobiálních látek. Grapefruitový olej má potenciál použití při výrobě těstovin, které jsou náchylné na napadení bakteriemi mléčného kvašení, proti kterým působí olej výborně [40].

2.2.5.3 *Pomelo*

Podobně, jako bylo výše zmíněno u grapefruitu a pomeranče, je i u pomela obsah aktivních látek závislý na mnoha faktorech. Za barvu pomela jsou zodpovědné hlavně karotenoidy. Červená pomela obsahuje hlavně lykopen a méně β -karotenu, zatímco žlutá/zelená pomela obsahuje těchto dvou typů karotenů obecně méně. Dále v pomelu najdeme flavonoidy, konkrétně flavanony, flavony a flavonoly. Nejvýznamnější je naringin, jenž převládá ve všech kultivarech, dále jsou obsaženy např. hesperidin a neohesperidin. Vlastnosti těchto látek jsou popsány výše u pomeranče a grapefruitu [12].

Esenciální olej z pomela má uplatnění v medicíně jako terapeutikum nebo v potravinářském průmyslu. Výrazná složka oleje je D-limonen. Dalšími složkami oleje jsou 3-Hexan-1-ol, α -pinen, sabinen, β -pinen, β -myrcen [41].

2.3 Želé

Želé je potravina, jejíž hlavní složkou jsou hydrokoloidy, nejčastěji škrob, želatina nebo pektin. Každý z nich má specifické vlastnosti a výrobku tak dodává jinou texturu a organoleptické vlastnosti. Je možné využít i přísady jiných, méně typických hydrokoloidů, čímž docílíme změny výsledných vlastností výrobku. Pro tyto účely se používá agar, arabská guma nebo karagenan. Jednotlivé molekuly hydrokoloidu se k sobě vážou a tvoří tak síťovou strukturu, do které se zachytává tekutina, a tak vzniká žádoucí polotuhá textura [23]. Další důležitou složkou je ovocná šťáva nebo vodný extrakt z ovoce, cukr a kyselina, případně barviva a dochucovadla [19]. Pro ilustraci je zobrazeno želé na Obr. 5.



Obr. 5 Ukázka želé [31]

Na konzistenci celkového výrobku mají vliv všechny použité složky. Pro oslazení se dá využívat sacharóza, kukuřičný sirup, glukóza, fruktóza, případně maltitol. Obecně tyto sladidla zvyšují bod tání gelu. Sladidla také ovlivňují gelovatění cukrovinky [23]. Vyšší přítomnost cukrů bývá často příčinou lepkavosti želé [20]. Naopak nedostatek cukru vede k moc tuhé konzistenci. Přidáním cukru také docílíme zvýšení konzervace želé, protože jeho obsah je dostatečně vysoký, a snižuje se tím množení mikroorganismů. Výjimkou jsou ale povrchové plísňe [19]. Konzistenci a texturu také ovlivňuje obsah kyselin. pH, při kterém dosází ke gelovatění je pod 3,5 a s postupným snižováním hodnoty je pevnost gelu vyšší. Nedostatek kyselého prostředí může bránit vzniku pevné konzistence [19].

Důležité je správně optimalizovat kroky přípravy želé. Nadměrně použité teplo při zpracovávání želatiny může způsobit degradaci proteinu a tím ztrátu jeho vlastností. Další složky, které jsou velmi náchylné na vysoké teploty, jsou organické kyseliny. Používají se kyseliny jako citronová, jablečná nebo mléčná atd. pro zvýraznění a doplnění chuti a mohou být ve formě prášku nebo granulí. Velké množství kyseliny však může vést k nadměrné degradaci želatiny a ta k inverzi sacharózy. Inverze sacharózy způsobuje zvýšenou lepkavost a snížení elasticity, díky přítomnosti vzniklé glukózy a fruktózy. Tomuto jevu se zabraňuje přidáním kyseliny až po uvaření, protože pak je snížena pravděpodobnost degradace želatiny a tím je snížena i možnost inverze sacharózy. Barviva se používají nejčastěji rozpustná ve vodě a opět se přidávají po uvaření. Barviva musí být odolná pro podmínky jako je nízké pH, které vzniká v důsledku přidání organických kyselin, a vyšší teploty při vaření. Po přidání organických kyselin, barviv a dochucovadel se želé nechává ztuhnout ve formách, nejčastěji škrobových. Další možnost tvarování želé je jeho rozřezávání. Mohou se také provádět povrchové úpravy jako obalování cukrovinky cukrem nebo její olejování [23].

Velmi často se pro výrobu želé používá želatina, což je protein, který pochází ze zvířecího kolagenu. Želatina má schopnost vytvářet gel a je rozpustná v horké vodě. Proces tvorby gelu

a želatinace je ovlivněn původem kolagenu, iontovými podmínkami, pH prostředí, množstvím použité želatiny, časem nebo třeba teplotou [20].

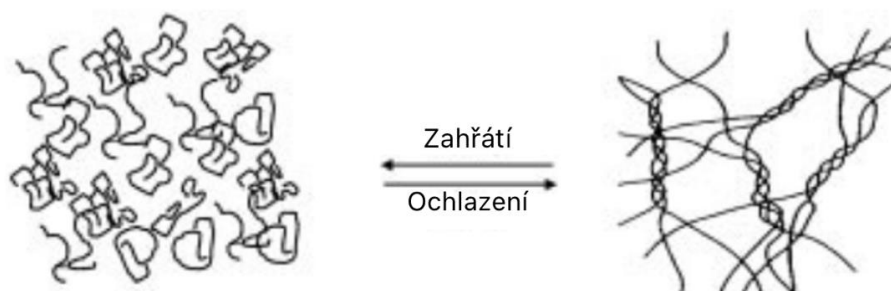
2.3.1 Želatina

Želatina je biopolymer, hydrokoloid, který má velký rozsah využití. Najdeme ji v potravinářství, farmaceutickém, lékařském nebo kosmetickém průmyslu. Její název je odvozen od latinského slova „gelata“, protože popisuje její charakteristickou vlastnost, což je tvorba gelu ve vodě. Získává se hydrolýzou z kolagenu. Kolagen se nachází ve všech bílých vláknitých pojivech tkání v tělech zvířat, jako jsou chrupavky, šlachy, průhledné obaly svalů, svalová vlákna, kůže a proteinová matrice kosti. Kolagen je ve vodě nerozpustný, želatina se však rozpouští po zahřátí nad denaturační teplotu nativního kolagenu. Kolagen se pouze smrští a ztrácí schopnost zadržovat vodu. Želatinu je možné vyrábět ze savců i ryb, ale vlastnosti vzniklé želatiny jsou odlišné. Nejčastěji se používají prasečí a hovězí zdroje. Tepelnou stabilitu kolagenu určuje obsah pyrrolidinu, aminokyselin prolinu a hydroxyprolinu, který je hlavním stabilizátorem díky tvorbě vodíkových vazeb. Tyto aminokyseliny jsou tak hlavním určujícím faktorem stability želatiny. Želatina připravená z ryb žijících ve studené vodě má málo pyrrolidinu, z toho důvodu hůř geluje, než želatina připravená z teplokrevných savců nebo ryb žijících v teplých vodách [21].

2.3.1.1 Proces gelovatění

Gelovatění je termoreverzibilní vlastnost savčí želatiny, díky které má jedinečné využití, protože gely se rozpouštějí v ústech [21].

Kolagen se skládá ze základní struktury, kterou je tyčovitá trojšroubovice se třemi polypeptidovými řetězci. Tvoří dlouhé řetězce s více než 1000 zbytky. Kolagenové šroubovice jsou uspořádány do fibril, jež jsou uspořádány do svazků. Tato struktura je stabilizována kovalentními příčnými vazbami. Při výrobě želatiny dochází k porušování příčných vazeb a může docházet k hydrolýze základního řetězce. Tak vzniká nehomogenní želatina. Želatinu je možné rozpustit v horké vodě, tím se šroubovice rozpletou a želatina se uspořádá do náhodných tvarů. Při zchlazení vzniká gel, což znamená, že spojovací zóny jsou tři polypeptidové řetězce a vrací se trojšroubovice podobná kolagenu. Tento proces je zobrazen na Obr. 6. Bylo zjištěno, že přechod na šroubovice je možné urychlit přidáním malého množství dextransu. Rychlost gelovatění se také zvyšuje přidáním škrobových hydrolyzátů, methylcelulózy nebo polyethylenglykolu [22].



Obr. 6 Proces gelovatění [21]

Proces gelovatění je možné podrobněji a přehledněji rozdělit do tří kroků. První krok zahrnuje agregaci monomerů, spojování jednotlivých molekul na specifických místech pomocí intermolekulárních sil, včetně vodíkových vazeb. Druhý krok je přechod z cívky do jednošroubovicové struktury. Třetí a poslední krok je vznik trojšroubovice, kdy se struktura snaží transformovat zpět na originál [23].

2.4 Marmeláda

Marmelády se většinou používají jako surovina v kuchyni. Jsou vyrobeny z ovoce a cukru, mají dlouhou trvanlivost. Této prodloužené trvanlivosti se dosahuje díky kombinaci tepelného zpracování, nízké aktivity vody a nízkému pH. Marmeláda je směs vody, cukru, ovocné dřeně, ovocné kaše, ovocné šťávy nebo ovoce přivedeného do gelové konzistence, jako na Obr. 7. Je možné do nich přidávat i kůru nebo vodný extrakt [24]. Protože se pro výrobu používají celé, drcené nebo rozmixované citrusy, může marmeláda obsahovat nerozpustné pevné látky z těchto citrusů [19]. Ideální pro použití je čerstvé ovoce, nebo správně skladované mražené ovoce, což znamená skladování při teplotě 18 °C. Sířené ovoce není vhodné používat, protože přítomnost síry poškozuje barvu, texturu, chuť a zanechává po sobě zbytkový siřičitan. Nevhodnost sířeného ovoce platí i pro výše zmíněné gely [25]. Džemy jsou oproti tomu složeny z cukru, dužiny, protlaku z jednoho nebo více druhů ovoce a vody [24].



Obr. 7 Ukázka marmelády [32]

Jako sladidla přidávaná do marmelád je možné používat glukózu, glukózové sirupy, invertní cukr, sacharózu, fruktózu, třtinovou melasu, med. Ovoce přispívá do směsi kromě chuti a barvy i pektiny, kyselinami a cukry potřebnými pro ztuhnutí. Využitelnost pektinu závisí na obsahu, délce řetězce a solubilizaci pektinu [25].

Pro tvorbu gelu je nutné dosáhnout pH pod 3,5 a se snižováním pH se pevnost gelu zvyšuje. Pro zjištění správné textury marmelády se provádí zkoušky gelovatění, kdy malé množství marmelády se hned po varu ochladí v ledničce na zhruba minutu. Pokud má směs po tomto zchlazení žádanou konzistenci, je marmeláda hotová. Další možností provedení je zkouška, při které se nechá marmeláda kapat ze studené lžice a pokud se rozdělí do dvou proudů, je hotovo

[19]. Na tvorbu gelu má také zásadní vliv množství sladidel, které by se mělo pohybovat v rozmezí 68-70 % a nemělo by se zapomínat na to, že záměna jednoho sladidla za druhé může vést ke změně doby želírování a pevnosti výsledného gelu [25].

Protože při přípravě marmelády dochází k tepelnému zpracování, je vhodné tento proces minimalizovat, aby nedocházelo k poškození barvy, chuti a dalších vlastností výsledného produktu. Během tepelného zpracování dochází podobně jako u želé k inverzi sacharózy na glukózu a fruktózu. Inverze je částečně žádoucí, protože díky ní je směs cukrů složitější a také redukuje riziko krystalizace. Menší změny jsou zaznamenány při vakuovém vaření, než při vaření v otevřeném hrnci [25]. Vakuové vaření je prováděno při nižších teplotách, takže nedochází k takovému tepelnému poškození, ale výsledný produkt je nutné pasterizovat [26]. Nejvíce se vyskytujícími změnami jsou hydrolýzy glykosidických vazeb, destrukce pigmentu, neenzymatické hnědnutí a ztráta těkavých látek. Díky inverzi sacharózy vznikají cukry vhodné pro Maillardovu reakci. Maillardova reakce má za následek ovlivnění barvy a chuti na karamelovou. Při tepelném zpracování dochází i ke snížení obsahu těkavých látek, což může být způsobeno jejich vytěkáním nebo termickým rozkladem [25].

Marmeláda je podobně jako želé chráněna před mikroorganismy přítomností cukru, výjimku tvoří povrchové plísně. Marmeláda je dále chráněna vakuovým uzávěrem a může být pasterizována po naplnění do nádob. Při domácí přípravě by měla být plněna do sklenic ve vroucí vodní lázni [19].

Při výrobě marmelád je možné používat barviva. Používají se nejčastěji při zpracovávání šířeného ovoce. Je možné využít umělá i přírodní barviva jako např. anthokyany [25].

Příprava marmelád se ve většině případů od sebe neliší. Všechny ingredience se smíchají, směs se nechá vařit, a pak může být přidávána organická kyselina. Po dosažení vhodné konzistence je hotová marmeláda přelita do sterilních sklenic. Po vychladnutí jsou sklenice řádně uzavřeny a utěsněny. Skladování probíhá při pokojové teplotě [27]. Další a podrobněji rozepsaný postup začíná omytím ovoce. Citrusy se rozkrájí, rozmixují a přecedí. Následuje pasterizace šťáv při 83 °C po dobu 5 minut. Dále se smíchá cukr a pektin, následně jsou do této směsi přidány šťávy a směs je přivedena k varu. Po povaření je ke směsi přidána kyselina citronová. Okamžitě po dosažení ideální konzistence se plní směs do sterilních sklenic. Sklenice se směsí jsou ochlazeny na pokojovou teplotu a řádně uzavřeny. Skladování opět probíhá při pokojové teplotě [28].

2.5 Sušený citrusový plát

V posledních letech vzrostl zájem o sušené ovoce, jako o koncentrovanou formu ovoce čerstvého. Sušené ovoce, viz. Obr. 8, má mnoho benefitů. Mezi nejvýraznější výhody se řadí dlouhá trvanlivost sušeného ovoce a možnost konzumace sezónního ovoce kdykoliv během celého roku. Dalšími výhodami jsou snadné skladování a distribuce a obsah nutričně významných látek. Sušené ovoce je také propagováno jako zdravá alternativa svačin [34].



Obr. 8 Sušené citrusy [36]

V současné době se používá pojem „zdravé mlsání“. Lidé totiž konzumují hodně nezdravých potravin, a proto se hledá vhodná alternativa. Sušené ovoce je oblíbené díky vysoké chutnosti a sladké chuti, vyššímu obsahu vlákniny, nižšímu až střednímu glykemickému indexu a žvýkatelnosti, která dodává smyslové nasycení [35].

Sušení je nejstarší a nejpoužívanější forma konzervace potravin. Je to proces snížení obsahu vlhkosti čerstvého ovoce a zeleniny umožňující celoroční konzumaci a snížení potřeby dlouhodobého skladování při nízké teplotě. Před sušením je možné provádět různé úpravy. K těmto úpravám patří ponoření ovoce do roztoku kyseliny askorbové nebo citronové pro zvýšení inaktivace patogenních bakterií a také pro udržení barvy, tím že dochází k inhibici hnědnutí. Při sušení probíhá Maillardova reakce, kdy některé potraviny hnědnou a dochází ke změně chuti a vzhledu. Maillardova reakce může být inhibována nižším pH, které je snižováno právě přidávkem výše zmíněných kyselin [29].

Možný postup pro sušení může začínat omytím a nakrájením čerstvého ovoce na plátky. Plátky se poté ponoří do roztoku kyseliny citronové a následně se nechají sušit při 60 °C v sušičce při proudění vzduchu. Podle druhů ovoce probíhá sušení v rozmezí 10-20 hodin. Po sušení se ovoce ponechá vychladnout a sterilně se zabalí [29].

2.5.1 Druhy sušení

2.5.1.1 Sušení na slunci

Sušení na slunci je nejstarší metoda sušení, při které je jako zdroj tepla využito slunce. V současné době je využíváno minimálně, protože při tomto procesu není možné udržet konstantní teplotu a proces se nedá kontrolovat. Výhodou sušení na slunci jsou minimální náklady na provoz. Při tomto druhu sušení se většinou z ovoce odstraňuje slupka [36].

2.5.1.2 Sušení vzduchem

Tento druh sušení zachovává nutriční hodnoty a zvyšuje jejich relativní koncentraci. Sušení vzduchem můžeme zkombinovat se sušením na slunci, výsledkem je však zhoršení kvality a bezpečnosti potravin. Vhodnější je sušení v troubě nebo sušárně. Sušení horkým vzduchem je nejrozšířenější metoda, která využívá různé komory, pásy nebo sušárny. V uzavřené atmosféře může probíhat sušení s regulovaným průtokem vzduchu a regulovanou teplotou. Tento proces je jednoduchý v souvislosti s potřebným vybavením, ale je energeticky náročný. Další nevýhodou je dlouhá doba sušení a nebezpečí vzniku chemických, fyzikálních a nutričních změn. Při tomto druhu sušení dochází k odvodu vlhkosti z důvodu strukturálního kolapsu tkání, sušení má tedy destruktivní vliv na ovoce [30].

2.5.1.3 Sušení rozprašováním

Dalším druhem sušení je použití metody rozprašování. Tento způsob se nejčastěji používá pro získání sušeného prášku z kapaliny. Je založen na mechanismu atomizace kapaliny při kontaktu s horkým plynem uvnitř sušící komory. Vlhkost se rozptýlí v komoře a prášek se usazuje na jejím dně. Výhodou procesu je efektivnost v oblasti nákladů na provedení. Jako předchozí metoda, má i sušení rozprašováním vliv na fyzikální a chemické vlastnosti produktu, a to hlavně díky teplotě a tlaku v sušící komoře a díky rychlosti vstřikování kapaliny do komory. Sušení rozprašováním se často používá pro pomerančový džus [36].

2.5.1.4 Mikrovlnné sušení

Mikrovlnné sušení je vhodná náhrada pro sušení horkým vzduchem při vysokých teplotách. Jeho výhodou je rovnoměrné zahřátí ovoce při stejné teplotě. Při procesu dochází k proudění vzduchu, jenž je vytvořeno ventilátorem. Přes tentýž ventilátor také odchází ven z komory vlhkost. Při sušení může být regulována teplota, vakuum i tlak [36].

2.5.1.5 Osmotické sušení

Další možností sušení ovoce je osmotické sušení. Funguje na principu částečného odstranění vody ponořením do vysoce koncentrovaného osmotického roztoku. Hnací silou procesu je rozdíl osmotických tlaků v kapalině a ovoci [30]. Osmotické sušení odstraňuje asi 50 % vody z čerstvé potraviny. To znamená, že nevzniká produkt stabilní při skladování a je tak nutné další zpracování pro získání stability [33]. Důležité je zmínit, že při snižování vlhkosti sušené potraviny tímto způsobem dochází k difuzi látek z osmotického roztoku do potraviny. Také mohou z potraviny ven unikat organické kyseliny, cukry, soli, vitaminy, protože se stěny buněk začnou chovat jako neselektivní semipermeabilní membrány. Metoda je z tohoto důvodu využívána spíše pro předúpravu před dalším procesem sušení. Velmi významnou výhodou procesu je snižování obsahu vlhkosti beze změny fáze, což je významná energetická úspora [30].

Hypertonický roztok musí obsahovat netoxické jedlé látky s přijatelnou chutí. V případě ovoce se používají často cukry jako sacharóza, fruktóza, glukóza nebo jejich směsi v různých poměrech. Při osmotickém sušení ovoce můžeme také přidávat malé množství NaCl, díky čemuž dochází k rychlejší ztrátě vody. Dále je možné přidávat kyselinu jablečnou nebo

mléčnou, která má podobný efekt jako NaCl. Obecně záleží na velikosti molekuly přidané látky, protože čím menší molekula je, tím hlouběji do potravin pronikne. Pro zeleninu se nejčastěji používá NaCl [33].

2.5.1.6 Lyofilizace

Lyofilizace je další možností sušení. Využívá principu sublimace zmrzlé vody, a proto je vhodná pro tepelně citlivé potraviny a tkáně. Velkým benefitem procesu je, že biologicky aktivní látky zůstávají po lyofilizaci zachovány. Nejčastěji se lyofilizuje ovoce. Problémem lyofilizace je vysoká spotřeba energie, delší doba sušení a vysoké provozní náklady. Takto sušené ovoce má však dobře zachovanou barvu, chuť i vzhled, a proto je lyofilizované ovoce poměrně drahé. Produkty jsou křupavější oproti jiným typům sušení [30].

2.5.1.7 Další způsoby sušení

Je mnoho dalších způsobů sušení, za zmínku stojí například sušení ve fluidním loži. Tento typ sušení je vhodný pro kompaktní částice. Produkty mají vyšší kvalitu než u více zmíněných metod [36].

Dále je možné využít sušení ultrazvukem. To je metoda, která nepoužívá teplotu, ale ultrazvukové vlny. Samotný proces probíhá na vibračním válci s piezoelektrickým měničem jako sušící komorou. Při sušení se dostaneme do 10 % obsahu vlhkosti. Ultrazvukové sušení je možné kombinovat s atmosférickou lyofilizací, kdy použití ultrazvuku zvyšuje rychlost sušení a tím zkracuje dobu trvání procesu [36].

Jako poslední stojí za zmínku infračervené sušení, které využívá elektromagnetické záření. Proces probíhá na infračerveném ohříváči spojeném s horkovzdušnou troubou. Sušení trvá kratší dobu, díky rychlé absorpci elektromagnetických vln ve vakuu. Je možné docílit vlhkosti nižší než 10 % [36].

2.6 Senzorická analýza

Senzorická analýza se řadí mezi celosvětově hojně rozšířené metody posuzování kvality potravin. Senzorická analýza má uplatnění při organoleptickém hodnocení potravin, při popisné analýze potravin, nebo například při zjišťování ochucení plodin a použití koření v potravinářském průmyslu [46].

2.6.1 Podmínky pro senzorickou analýzu

Senzorická analýza se ve většině případů provádí v laboratořích speciálně určených a upravených pro tuto metodu. Laboratoř a její prostředí by měla co nejméně rozptylovat hodnotitele. To se týká vzduchu, který by měl být bez zápachu, teploty, jež by měla být příjemná a osvětlení, které by mělo být dostatečně intenzivní. Při senzorických analýzách je umožněno využívat přirozené i umělé světlo. Umělé světlo by při ideálních podmínkách mělo simulovat denní světlo v poledne při zatažené obloze. V laboratoři by neměly být přítomny žádné ozdoby a výzdoby. Velmi důležitou podmínkou, kterou by měla splňovat každá senzorická laboratoř,

je ticho. Pokud je v laboratoři prostor a možnost, je ideální oddělit hodnotitele při hodnocení kóji [49].

Velmi důležitou součástí sensorické analýzy jsou samotní hodnotitelé neboli sensorický panel. Sensorický panel může dosahovat několika úrovní specializace. Může se skládat z expertů, kteří pravidelně absolvují dané zkoušky, mají zkušenosti se sensorickým hodnocením a rozvíjí svoji dlouhodobou paměť. Další úroveň je sensorický panel složený z hodnotitelů, kteří prošli sensorickým kurzem. Tito hodnotitelé jsou schopni vnímat a popisovat rozdíly. Poslední možností je panel složený ze spotřebitelů bez školení. Toto hodnocení je potom založené výhradně na subjektivním pocitu hodnotitelů [48].

Samotné vnímání potravin hodnotiteli není ovlivněno pouze prostředím, ve kterém se hodnotitel nachází, ale i vlastnostmi potravin, očekáváním hodnotitelů, kulturou, ze které hodnotitel pochází nebo jeho fyziologickým stavem (hlad, žízeň, nemoc atd.) [46].

Přijatelnost potravin ze smyslového hlediska ovlivňují vnitřní vlastnosti potravin. Mezi tyto vlastnosti patří vzhled, vůně, chuť, textura a sluchové vlastnosti potraviny. Také je to teplota, porce, velikost atd. Výrazným faktorem při hodnocení je vzhled prezentované potraviny, jež poskytuje informace o čerstvosti (vráscitá slupka na ovoci), zralosti, dovednostech při přípravě (nesprávná konzistence, spálená potravina). Dalším významným faktorem je barva, která může ovlivňovat přijatelnost, vnímání chuti nebo očekávanou příjemnost jídla. Intenzivnější barva může u hodnotitelů vyvolávat pocit intenzivnější chuti. Při hodnocení si hodnotitelé také všimají aroma, za které jsou zodpovědné těkavé sloučeniny obsažené v potravine. Nejdůležitějším faktorem při sensorickém hodnocení je ale chuť. V tomto případě je, ale nutné brát ohledy na to, že vnímání chuti se mění během života. Ve vyšším věku totiž dochází ke zhoršování citlivost v oblasti chutí a vůní. Dalším atributem je genetika, kdy máme předem dané určité preference a citlivost vůči různým chutím a vůním [46].

2.6.2 Metody sensorické analýzy

Za pomoci sensorické analýzy jsme schopni získat kvalitativní i kvantitativní informace o sensorických vlastnostech potravin a jejich celkové přijatelnosti. Pomáhá při určení shody potravin se zavedenými vládními nebo obchodními standardy a jakostí potravin a vývoje produktů. Jak již bylo zmíněno hlavními sensorickými atributy jsou vzhled (barva, velikost, tvar), reologické vlastnosti (textura a viskozita, konzistence) a aroma (chuť, vůně) [47].

Existuje mnoho druhů a přístupů používaných pro sensorickou analýzu. Jako první je možné zmínit preferenční testy, které zkoumají preference hodnotitelů, při porovnání jednoho vzorku proti druhému. Často se využívají při vylepšování produktů nebo při zjišťování preferencí u konkurenčních značek. Výhodou testů je jejich jednoduchost [46].

Dalšími metodami jsou testy přijatelnosti, jež zkoumají oblíbenost produktů. Tyto testy však neposkytují přímé srovnání oblíbenosti různých produktů. Díky tomu, že testy často využívají hédonické stupnice rozdělené do kategorií „líbí se mi“ až „nelíbí se mi“, jsou pro hodnotitele opět velmi jednoduché a mají vysokou úroveň spolehlivosti. V některých případech se může objevit grafická stupnice využívající smajlíky nebo obrázky [46].

Metoda založená výhradně na hédonických testech je interní mapování preferencí. Touto metodou je možné získat vícerozměrné znázornění vzorků a vztah hodnotitelů ke konkrétním vzorkům. Vyhodnocení metody umožňuje vizuální segmentaci vzorků, čímž vzniká mapa preferencí, odvozená od analýzy hlavních komponent. Výsledek těchto vyhodnocení je snadno interpretovatelný. Metoda má však omezení, které předpokládá, že všichni spotřebitelé mají stejné smyslové vnímání, a že rozdíly v hodnocení vznikají kvůli různým preferencím, a ne kvůli rozdílům ve vnímání. Metoda je také často využívána v kombinaci s jinými testy. Dále existuje i externí mapování preferencí, jenž je založené na objektivní charakterizaci sensorických vlastností získaných deskriptivními metodami [46].

Do popředí se v poslední době dostávají fokusové metody. Těmito metodami jsou odborníci schopni získat kvalitativní informace o sensorických vlastnostech potravin. Výsledky metod slouží jako základ pro vývoj sensorických dotazníků. Důležitou podmínkou těchto metod je vedení zkušeným odborníkem [46].

Velmi často využívanou metodou je také free choice profiling neboli profilování podle vlastního výběru. Řadí se mezi deskriptivní metody a dovoluje hodnotiteli používat své vlastní termíny a slovní spojení k popisu vzorků. Vlastnosti popsané v těchto zkouškách se často používají k sestavování jiných metod a dotazníků. Metoda nemusí být použitelná pouze v případě, že je sensorický panel sestaven z odborníků, ale je možné ji použít i pro hodnotitele z řad laiků [46].

Diskriminační, rozlišovací neboli rozdílové metody jsou další velmi rozsáhlou skupinou metod. Mezi tyto metody patří párová zkouška, párová porovnávací zkouška, zkouška duo-trio nebo trojúhelníková zkouška. Všechny tyto metody jsou založené na pouhém porovnání vzorků vůči sobě. Nejsou schopny sdělit, o kolik nebo jak se mezi sebou dané vzorky liší [50].

Nedílnou součástí sensorických hodnocení jsou stupnice. Prvním a nejjednodušším typem je stupnice nominální, která data kategorizuje podle jména nebo čísla. Při hodnocení musí vždy dojít k zařazení do jedné skupiny. Kategorie stupnice nemají logické uspořádání, nemají kvantitativní význam. Dalším druhem je pořadová stupnice, kde řazení probíhá podle toho, zda je více nebo méně dané vlastnosti. Stupnice pořadová neumožňuje udávat velikost rozdílu. V případě nutnosti kvantifikace vzdálenosti mezi stupni, je možné využít intervalové stupnice, které toto umožňují. Posledním druhem jsou poměrové stupnice, u kterých je možné pozorování vyjádřit jako procento nebo poměr každého z nich. Základní rozdíl mezi intervalovou a poměrovou stupnicí je, že poměrová stupnice má skutečnou nulu a intervalová nula je libovolně zvolený bod [47].

2.7 Plynová chromatografie s hmotnostní spektrometrií

2.7.1 Princip GC/MS

Plynová chromatografie s hmotnostní spektrometrií je jedna z nejpoužívanějších analytických technik sloužící pro identifikaci a kvantifikaci látek. Ale tuto metodu není možné použít pro všechny analyty. Analyty, které je možné zanalyzovat pomocí GC/MS, musí být těkavé, tepelně labilní a musí odolat rozdělení plynu v plynové chromatografu [43]. GC/MS se

řadí mezi kombinované analytické metody. Je to kombinace separační a spektrometrické metody [42]. Plynový chromatograf rozděljuje složky ve směsi v čase a hmotnostní spektrometr rozlišuje ionty podle poměru jejich m/z . Výhodami GC/MS jsou vysoká rychlost získávání dat, malý rozměr zařízení a mnoho dalších. [43].

Pomocí GC/MS je možné analyzovat středně polární a nepolární analyty. V případě potřeby analyzovat polární analyt, musí být provedena derivatizace kvůli zvýšení těkavosti a tepelné stability [45].

Instrumentace GC/MS obecně zahrnuje autosampler, injektor vzorku, termostat, separační kolonu a hmotnostní spektrometr [44].

Část GC tvoří termostat, ve kterém je separační kolona (náplňová nebo kapilární) se správně navolenými parametry, jako je stacionární fáze, délka a průměr kolony. Jako mobilní fáze se používá inertní nosný plyn, nejčastěji helium, dusík nebo vodík. Stacionární fáze je ve většině případů kapalina nebo polymer na inertním pevném nosiči, například oxid křemičitý. V závislosti na afinitě ke stacionární fázi a teplotě varu analyzovaných látek dochází k jejich eluci v různém čase [44].

Hmotnostní spektrometrie je založena na principu produkce iontů z analytu, které jsou následně separovány podle jejich m/z poměru [44]. MS využívá vakuový systém, který zajišťuje soustava vývěv. Přítomnost vakua je nutná u separace iontů, ale ionizace a vstup vzorku může podle typu ionizace probíhat i za atmosférického tlaku [42]. Proto, aby mohl být analyt analyzován pomocí MS, musí být nejprve ionizován [44]. Nejčastěji je využívána elektronová ionizace. Principem elektronové ionizace je ionizace molekuly v plynném stavu interakcí s proudem vysokoenergetických elektronů emitovaných žhaveným a urychleným elektrostatickým polem. Nejběžněji se využívá energie 70 eV, při které získáváme maximální účinnosti vzniku iontů z organických molekul. Tato přidaná energie nechává vzniknout molekulární ion-radikál a způsobuje rozpad celku na fragmenty. Díky fragmentaci je elektronová ionizace řazena mezi tvrdé ionizační techniky [42].

Další možností ionizace je měkká ionizační technika, chemická ionizace. Chemická ionizace omezuje fragmentaci. Principem je přívod analytu v plynném stavu do iontového zdroje spolu s reakčním plynem, nejčastěji methanem, isobutanem nebo amoniakem. Nejdřív dochází k ionizaci reakčního plynu a poté analytu, ze kterého vznikají kvazimolekulární ionty [42].

Mezi analyzátoři zařazované pro GC/MS je nejpoužívanější kvadrupól. V kvadrupólu dochází k dělení iontů v plynné fázi za vakua podle poměru m/z . Trajektorie iontů v kvadrupólu je ovlivňována působením stejnosměrného a zároveň vysokofrekvenčního střídavého napětí připojeného na čtyři kovové tyče. Tyče jsou symetricky rozmístěny kolem trajektorie iontů, které letí z iontového zdroje. Tyče naproti sobě mají vždy stejnou polaritu a ty vedle sebe opačnou. Ionty o určeném poměru m/z jako jediné proletí kvadrupólem do detektoru [42].

Kromě kvadrupólu se dá využít iontová past. Tento analyzátor využívá střídavého napětí vkládaného mezi dvě koncové a jednu prstencovou elektrodu. Ionty se přes jednu koncovou elektrodu dostávají k prstencové elektrodě, kde díky střídavému napětí oscilují. Ionty o určeném m/z jsou vypuzovány druhou koncovou elektrodou k detektoru. Zachycené ionty mohou být detekovány nebo fragmentovány, např. kolizí s atomy hélia [42].

Třetí často používaný analyzátor je průletový separátor, TOF. Je založen na separaci podle rozdílné rychlosti pohybu iontů o různém poměru m/z . Měří se doba, kterou iont ztráví v letové trubici na cestě k detektoru [42].

Po rozdělení iontů v hmotnostním analyzátoru dopadají ionty na detektor, který z nich generuje signál. Nejběžněji se využívá elektronový násobič, kdy ionty dopadají na povrch dynody, ze které vyráží elektrony. Tyto elektrony jsou opakovanými kolizemi s dynodou nebo systémem dynod zesíleny až 108krát. Další volbou může být fotonásobič. Ve fotonásobiči dopadají ionty na dynodu, ze které opět vyrazí elektrony, které dopadem na fosforovou destičku uvolní fotony, jež jsou zesíleny ve fotonásobiči 105-107krát. Další možností může být Faradayova klec. Ionty po vletu do Faradayovy klece naráží na povrch dynody, ze které emitují elektrony a v závislosti na tom dochází k indukci proudu. Proud je následně zesílen a zaznamenán. Faradayova klec je málo citlivý, ale robustní detektor [42].

2.8 Vysokoúčinná kapalinová chromatografie

2.8.1 Princip HPLC

Vysokoúčinná kapalinová chromatografie je jedna z nejvíce využívaných technik kapalinové chromatografie. Využívá se při analýzách spojených s čištěním léčiv, při analýzách souvisejících s ochranou životního prostředí, v biotechnologiích, polymerním a potravinářském průmyslu [56]. Jejím cílem je separace, identifikování a kvantifikace sloučenin [55].

Využívá mobilní a stacionární fáze, kdy analyt je nanesen do proudu kapalně mobilní fáze, která prochází kolonou, jež je naplněná stacionární fází [56]. Mobilní fáze ovlivňuje svojí polaritou rovnováhu mezi analytem a stacionární fází a tím i celkovou retenci analytu [42]. Mezi velké výhody využití HPLC patří spolehlivost metody, možnost úprav složení obou fází, reprodukovatelnost a robustnost metody [56].

2.8.2 Instrumentace HPLC

První částí chromatografu je zásobník mobilní fáze. Ten je nejčastěji tvořen skleněnou nádobou, která je hadičkou spojena s čerpadlem. Mobilní fázi obvykle tvoří směs několika kapalin. Dále navazuje čerpadlo, jež dodává mobilní fázi za konstantního tlaku a konstantní rychlosti do separační kolony. Změny v parametrech tlaku a rychlosti dávkování mohou vést k chybám. Další je injektor zajišťující konstantní objem vstříknutého vzorku. Používá se jednovstříkový nebo automatický injektor. Rozsah dávkování injektorů se pohybuje v rozmezí 0,1-100 ml. Důležitá vlastnost injektoru je schopnost odolávat vysokým tlakům. Další velmi důležitou součástí chromatografu jsou kolony. Nejobvyklejší využívaný materiál je leštěná nerezová ocel. Parametry kolon se pohybují mezi 50 a 300 mm pro délku a vnitřní průměr bývá v rozmezí 2-5 mm. Během analýzy je žádoucí zachovávat konstantní teploty během průchodu mobilní fáze s analytem kolonou. Existují různé druhy kolon s různými parametry podle druhu chromatografie a podle jejich použití. Po koloně následuje detektor. Využívají se detektory pracující na základě UV-spektroskopie, fluorescence, hmotnostní spektrometrie nebo elektrochemické detektory. Detektor poskytuje specifickou odpověď pro složky oddělené

v koloně a měl by fungovat v žádoucí citlivosti. Poslední součástí chromatografu je počítač vhodný pro sběr dat a jejich vyhodnocení [56].

2.8.3 Metody HPLC

Vysokoúčinná kapalinová chromatografie s normálními fázemi byla jedním z prvních vyvinutých druhů HPLC. V této možnosti separace se využívá polární stacionární fáze, jako může být oxid křemičitý, a nepolární mobilní fáze, např. chloroform nebo oktan. Tato metoda funguje účinně pro separaci analytů, jenž jsou snadno rozpustné v nepolárních rozpouštědlech [56]. Při tomto druhu metody se adsorpční síly se zvyšují s rostoucí polaritou analytu a tím se prodlužuje retenční čas analytu.

Vysokoúčinná kapalinová chromatografie s reverzními fázemi je nejpoužívanější metoda HPLC v praxi. Využívá obrácené fáze než HPLC s normálními fázemi, proto stacionární fáze je nepolární a nevodná a mobilní gáze je středně polární. Obecně proto funguje na principu hydrofobních interakcí [55]. Dochází k vazbě analytu na stacionární fázi a k reakci molekul analytu se stacionární fází podle jeho polaritu. Polární látky interagují málo a jsou z kolony eluovány jako první. Jako stacionární fáze se používá nejčastěji silikagel, na který se váže ligand např. oktadecylový uhlíkový řetězec nebo kyano skupina [56].

Ionexová chromatografie využívá retence založené na přitažlivosti mezi rozpuštěnými ionty a nabitými místy navázanými na stacionární fázi [55]. Rozpuštěné ionty stejného náboje jsou vyloučeny a rozpuštěné ionty opačného náboje jsou zadrženy na koloně a mohou být eluovány výměnou rozpouštědla [56]. Ionexová chromatografie se nejčastěji využívá pro čištění vody [55].

Afinitní chromatografie funguje na principu kovalentní vazby ligandu na pevný nosič. Jako ligandy se používají protilátky, inhibitory enzymů, kofaktory nebo třeba koenzymy. Stacionární fáze je nosné médium, např. celulósově kuličky, na kterých je navázaný ligand. Při průchodu vzorku kolonou se selektivně vážou na ligand pouze některé molekuly. Ostatní molekuly odcházejí s mobilní fází [56].

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1 Příprava vzorků

3.1.1 Použité přístroje a pomůcky pro přípravu vzorků

- Mixér smoothieMix High Performance blender Nature 7

3.1.2 Technologický postup přípravy želé

Pro přípravu želé byla jako základ používána šťáva z daného citrusu a želatina značky Vitana na sladké i slané ve formě prášku. Ovoce bylo před použitím důkladně omyto, i když nebyla kůra využívána. Z ovoce pak byla odstraněna kůra i všechny ostatní části a byly dále využívány pouze šťavnaté váčky. Váčky byly dále rozmixovány na co nejjemnější šťávu. Ke šťávě pak byly přidávány další suroviny v určitém poměru podle Tab. 2. Kyselina citronová byla přidávána ve formě prášku.

Tab. 2 Suroviny pro přípravu želé

Vzorek	Suroviny	Množství [g]	Množství šťávy [ml]
1	Želatina	30	300
2	Želatina	30	300
	Cukr	150	
3	Želatina	30	300
	Cukr	150	
	Kyselina citronová	15	

Šťáva byla důkladně promíchána s přidávanými surovinami a směs byla ponechána 10 minut uležet. Směs pak byla přivedena k varu a poté ihned nalita do forem. Ve formách směs cca 1 hodinu tuhla při pokojové teplotě a pak bylo žele přesunuto do ledničky na minimálně 2 hodiny. Následně bylo želé vyndáno z forem a bylo možné jej konzumovat. Želé po vyndání z forem je na Obr. 9.



Obr. 9 Výsledné želé

3.1.3 Technologický postup přípravy marmelád

Marmeláda byla připravována opět ze tří druhů citrusů. Citrusy byly před použitím řádně omyty a zbaveny slupky a všech ostatních částí, kdy zbyly pouze šťavnaté váčky, které byly rozmixovány. Všechny použité ingredience i v daném množství jsou popsány v Tab. 3.

První vzorek byl připravován s využitím Gelfixu Super od Dr. Oetkera. Gelfix obsahuje fruktózu, pektiny, kyselinu citronovou a kyselinu sorbovou. Rozmixované citrusy byly vloženy do hrnce a k nim přidán Gelfix s rozmíchanými 2 lžičkami cukru. Po dobu asi 1 minuty byla směs povařena a pak byl přidán zbytek cukru a směs opět povařena zhruba 5 minut. Poté byla směs naplněna do sklenic a uzavřena.

Druhý vzorek byl připravován pouze za využití cukru. Rozmixované citrusy byly smíchány s cukrem a směs byla povařena. Nejprve bylo nutné směs zredukovat, aby došlo k houstnutí a želírování. Směs bylo nutné dostatečně promíchat do chvíle, kdy začala houstnout. Vaření bylo ukončeno ve chvíli, kdy byla provedena želírovací zkouška s vyhovujícím výsledkem.

Zkouška želírování byla prováděna tak, že na talíř byla kápnuta kapka směsi a talíř byl vložen na cca 1 minutu do ledničky. Pokud po vytažení z ledničky a naklonění talíře se směs nepohybovala, zůstala na svém místě a neměnila tvar, byla směs označena za vyhovující.

Tab. 3 Suroviny pro přípravu marmelád

Vzorek	Suroviny	Množství [g]
1	Ovoce	1 000
	Gelfix	25
	Cukr	350
2	Ovoce	1 000
	Cukr	350

3.1.4 Technologický postup přípravy sušeného plátu

Pro přípravu sušeného plátu byly podobně jako v případě marmelád a želé využity pouze šťavnaté váčky z omytých a obraných citrusů. Váčky byly rozmixovány a směs byla v tenké vrstvě nalita na plech vyložený pečícím papírem. Směs na plechu byla umístěna do trouby. V troubě byla směs ponechána při 60 °C a horkovzdušném programu cca 9 hodin.

Ke směsi nebyly přidávány žádná dochucovadla ani cukr.

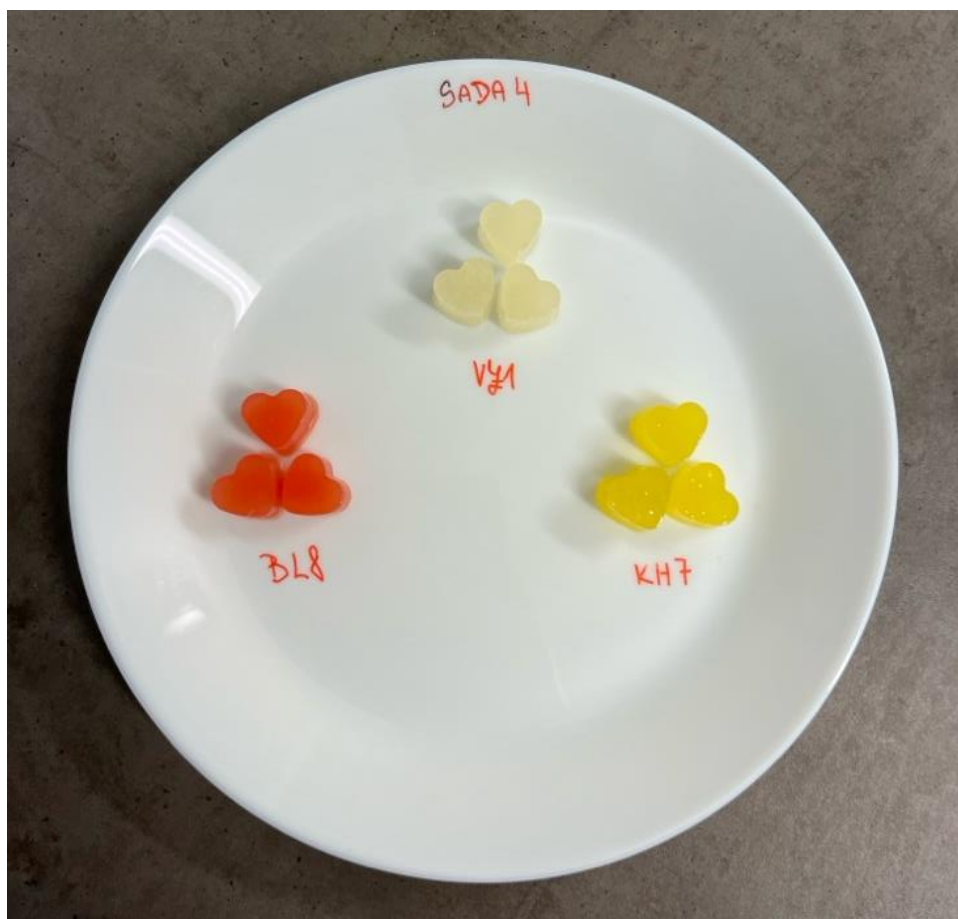
3.2 Senzorická analýza

3.2.1 Použité přístroje a pomůcky pro senzorickou analýzu vzorků

- Bílé keramické talíře, sklenice
- Vytištěné dotazníky s psacími potřebami

3.2.2 Příprava vzorků pro senzorickou analýzu

Vzorky želé, marmelád i sušeného plátu byly podávány čerstvé, maximálně do 2 dnů od výroby. Vzorky byly rozděleny do vhodných porcí a zakódovány podle předem stanoveného kódování. Každý hodnotitel dostal sady, podobně jak je vidět na Obr. 10.



Obr. 10 Vzorky želé pro sensorickou analýzu

3.2.3 Podmínky pro sensorickou analýzu

Senzorická analýza probíhala ve dvou blocích 21.11.2023 a 11.01.2024 v laboratoři sensorické analýzy na Fakultě chemické VUT v Brně, jež je zobrazena na Obr. 11. Oba bloky absolvovalo 30 hodnotitelů, kteří neprošli žádným školením před sensorickou analýzou. První den bylo hodnoceno želé, tedy 4 sady po 3 vzorcích a druhý den byly hodnoceny marmelády a sušený plát, tedy 5 sad po 3 vzorcích. K dispozici při hodnocení byly neutralizační potraviny, za které bylo zvoleno bílé pečivo a voda. Před samotnou sensorickou analýzou byl hodnotitelům představen hodnotící protokol a práce s ním. Přílohy obsahují ukázkou použitých protokolů. Hodnotitelé používali stupnici od 1 do 5, kdy 1 přiřazovali nejhorší vlastnosti a 5 té nejlepší.

Při hodnocení želé i marmelád byla v prvních třech sadách hodnocena vůně, textura, barva, chuť a celková přijatelnost jednotlivých vzorků. Čtvrtá sada byla koncipována jako pořadový test, kde hodnotitelé seřazovali vzorky od nejlepšího po nejhorší. Hodnocení sušeného plátu spočívalo pouze v ohodnocení jeho celkové přijatelnosti opět ve formě pořadového testu.



Obr. 11 Laboratoř senzoričké analýzy na VUT

3.2.4 Zpracování výsledků

Pro zpracování výsledků ze senzoričké analýzy byl použit program MS Excel a Statistica 14.

3.3 Stanovení těkavých látek

3.3.1 Použité přístroje a pomůcky pro stanovení těkavých látek

- Analytické váhy – Mettler Toledo (USA)
- Skleněné vialky o obsahu 10 ml s magnetickými víčky se septem
- Krimpovací kleště
- Plynový chromatograf Trace 1310 s hmotnostním detektorem ISQLT se softwarem Xcalibur – Thermo Scientific (USA)
- Autosampler TRI PLUS PSH – Thermo Scientific (USA)
- SPME vlákno: 50/30 μm DVB/CAR/PDMS (1 cm) – Supelco (USA)
- Kapilární kolona LN-WAX Plus (30 m x 0,25 mm; I.D. 0,50 μm)

3.3.2 Podmínky pro stanovení těkavých látek

- Kapilární kolona LN-WAX Plus (30 m x 0,25 mm; I.D. 0,50 μm)
- Nosný plyn: helium (čistota 5,5); průtok 1 ml/min

- Teplotní program: 50 °C (1 min), nárůst 5 °C/min do 200 °C (1 min), nárůst 15 °C/min do 230 °C (1 min)
- Teplota injektoru: 250 °C; SSL: 3,0 min
- Detektor MS: ISQLT; scan mode: full scan m/z 40-450
- Teplota detektoru: 200 °C
- Teplota transfer line: 230 °C
- Hmotnost vzorku: 2 g
- Teplota vzorku: 50 °C
- Čas kondicionace vzorku: 10 min
- Čas extrakce 20 min
- Čas desorpce vlákna v injektoru GC: 3 min
- Čas kondicionace vlákna 5 min při 220 °C

3.3.3 Provedení stanovení těkavých látek

Na analytických vahách byly odváženy 2 g každého vzorku a umístěny do příslušné popsané vialky. Vialky byly řádně uzavřeny a vloženy do přístroje využívajícího metodu SPME a plynové chromatografie s hmotnostním detektorem.

3.3.4 Zpracování výsledků stanovení těkavých látek

Po změření všech vzorků byly vyhodnocovány získané chromatogramy z přístroje v programu Xcalibur. Vyhodnocení bylo provedeno na základě poměrů piků.

3.4 Stanovení sušiny a vlhkosti

3.4.1 Použité přístroje a pomůcky pro stanovení sušiny a vlhkosti

- Analytické váhy – Mettler Toledo (USA)
- Hliníkové vysoušecí misky
- Exsikátor

3.4.2 Provedení stanovení sušiny a vlhkosti

Na analytických vahách bylo naváženo do hliníkových vysoušecích misek 5 g z každého vzorku. Vysoušecí misky se vzorky byly umístěny do sušárny, kde byly vzorky sušeny až do konstantní hmotnosti při 105 °C. Po dosažení konstantní hmotnosti byly vzorky v miskách vloženy do exsikátoru, kde byly ponechány vychladnout a poté byly vzorky zváženy.

3.4.3 Zpracování výsledků stanovení sušiny a vlhkosti

Ze získaných hmotností byla stanovena sušina a obsah vody ve všech vzorcích.

3.5 Stanovení obsahu ergosterolu, pigmentů a ubichinonu

3.5.1 Použité chemikálie pro stanovení obsahu ergosterolu, pigmentů a ubichinonu

- Methanol pro HPLC, Sigma-Aldrich (SRN)
- Methanol p.a., Lach-ner, s.r.o. (ČR)
- Chloroform p.a., Lach-ner, s.r.o. (ČR)
- Acetonitril pro HPLC, Sigma-Aldrich (SRN)
- Ethyl acetát pro HPLC, Sigma-Aldrich (SRN)
- Tris HCl, p.a., Lach-ner, s.r.o. (ČR)
- Dusík 5.0 SIAD v tlakové bombě s redukčním ventilem

3.5.2 Použité přístroje a pomůcky pro stanovení obsahu ergosterolu, pigmentů a ubichinonu

- Lyofilizátor Labconco FreeZone 4.5 Freeze Dryer (USA)
- Automatické pipety, Biohit (DE) a Discovery
- Analytické váhy Boeco (SRN)
- Centrifuga BioTech, (ČR)
- Stříkačkové filtry 0.4 µm PTFE Chromservis, (ČR)
- Vortex/homogenizátor disruptor Genie, Scientific Industries, Inc. (USA)

HPLC/PDA sestava:

- HPLC sestava (Thermo Fisher Scientific, USA)
- Dionex Ultimate Series 3000 Pump
- Dionex Ultimate Series 3000 Autosampler
- Kolona Kinetex EVO C18 150 mm x 4,6 mm x 5,0 µm
- Thermo Fisher Vanquish detector
- Vyhodnocovací systém Chromeleon

3.5.3 Podmínky pro stanovení obsahu ergosterolu, pigmentů a ubichinonu

- Kolona: Kinetex C18 EVO 150 mm x 4,6 mm x 5 µm, gradientová eluce Tab. 4
- Mobilní fáze: mobilní fáze A – methanol 2 %, acetonitril 84 %, TRIS HCL 100 nM 14 %; mobilní fáze B – methanol 60 %, ethylacetát 40 %
- Průtok mobilní fáze: 1,2 ml/min
- Teplotní program: 25 °C
- Detektor diodového pole

Tab. 4 Gradientová eluce pro HPLC/PDA analýzu

	Retenční čas [min]	Mobilní fáze A [%]	Mobilní fáze B [%]
1	0,0	100	0
2	13,0	0	100

Tab. 5 Gradientová eluce pro HPLC/PDA analýzu – pokračování

	Retenční čas [min]	Mobilní fáze A [%]	Mobilní fáze B [%]
3	19,0	0	100
4	20,0	100	0
5	25,0	100	0

3.5.4 Provedení stanovení obsahu ergosterolu, pigmentů a ubichinonu

Před stanovením byly všechny vzorky lyofilizovány. Ze lyofilizovaných vzorků byly extrakcí podle Folche extrahovány pigmenty, steroly a ubichinon. Prvním krokem bylo navážení 15-20 mg lyofilizovaného vzorku do plastových vialek o objemu 2 ml. Ke vzorku byl přidán 1 ml destilované vody. Takto připravené vzorky byly ponechány 1 hodinu rehydratovat na tmavém místě bez přístupu světla. Následně byla ze vzorků za pomoci centrifugace odstraněna přebytečná voda. Ke vzorku byl dále přidán 1 ml methanolu a 0,5 ml skleněných kuliček a vzorek byl homogenizován na vortexu. Dále byl vzorek převeden do 15 ml plastových zkumavek a bylo k němu přidáno 15 ml chloroformu a 1 ml destilované vody. Po krátkém promíchání směsi na vortexu a následné centrifugaci při 2000 ot./min došlo k vytvoření dvou fází. Spodní chloroformová fáze byla opatrně odpipetována do 15 ml skleněné zkumavky. Skleněná zkumavka s chloroformovou fází byla umístěna do inertní dusíkové atmosféry a vzorek byl vysušen při 40 °C. Odparek byl následně rozpuštěn v 1 ml směsi ethyl-acetátu a acetonitrilu (2:1). Směs se vzorkem byla přefiltrována přes stříkačkové PTFE filtry do šroubovacích 2 ml vialek. Takto připravené vzorky byly umístěny do HPLC přístroje.

3.5.5 Zpracování výsledků stanovení obsahu ergosterolu, pigmentů a ubichinonu

Pro vyhodnocení výstupů ze stanovení HPLC/PDA byly využity program Chromeleon 7.2 a MS Excel.

3.6 Stanovení obsahu vitamínu C

3.6.1 Použité chemikálie pro stanovení obsahu vitamínu C

- Acetonitril pro HPLC, Sigma-Aldrich (SRN)
- Octan sodný monohydrát p.a., Penta, s.r.o. (ČR)

3.6.2 Použité přístroje a pomůcky pro stanovení obsahu vitamínů

- Lyofilizátor Labconco FreeZone 4.5 Freeze Dryer (USA)
- Automatické pipety, Biohit (DE) a Discovery
- Analytické váhy Boeco (SRN)
- Stříkačkové filtry 0.4 µm Chromservis, (ČR)
- Centrifuga BioTech, (ČR)

- Vortex/homogenizátor disruptor Genie, Scientific Industries, Inc. (USA)

HPLC/RI sestava:

- Dionex UltiMate 3000 série
- DAD detektor UltiMate
- Pumpa UltiMate
- Kolona Kinetex Polar
- ERC RefractoMax 520

3.6.3 Podmínky pro stanovení obsahu vitamínu C

- Kolona: C18 150 mm x 4,6 mm x 2,6 μ m 100 Å
- Mobilní fáze: 50mM octan sodný, acetonitril
- Průtok mobilní fáze: 1 ml/min
- Teplotní program: 35 °C

3.6.4 Provedení stanovení obsahu vitamínu C

Před stanovením byly všechny vzorky lyofilizovány. Bylo odváženo 15-25 mg vzorku, ke kterému byly přidány skleněné kuličky a 1 ml destilované vody. Tato směs byla ponechána 10 minut na vortexu. Směs po homogenizaci byla přefiltrována přes stříkačkové filtry. Takto připravené vzorky byly zavedeny do HPLC přístroje.

3.6.5 Zpracování výsledků stanovení obsahu vitamínů

Pro zpracování výsledků byl využit program MS Excel.

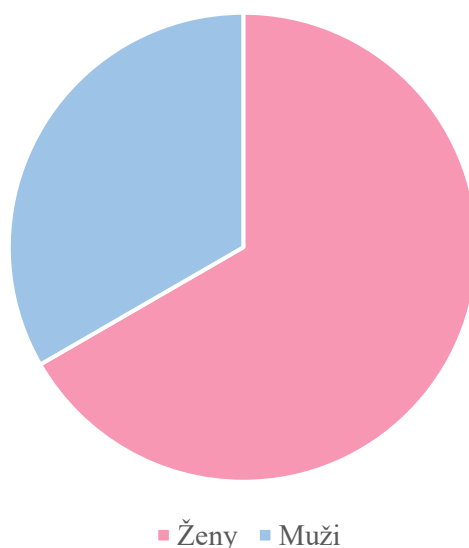
4 VÝSLEDKY A DISKUSE

4.1 Senzorická analýza

4.1.1 Senzorické hodnocení

Pro popis sensorických vlastností vyrobených citrusových produktů byla použita sensorická analýza vzorků. Hodnotitelé popisovali barvu, vůni, texturu, chuť a celkovou přijatelnost. Sensorická analýza probíhala v laboratoři pro sensorickou analýzu na Fakultě chemické VUT v Brně a hodnocení bylo rozděleno do dvou bloků. V prvním bloku hodnotitelé hodnotili vzorky želé, které byly rozděleny do čtyř sad po třech vzorcích. V druhém bloku hodnotili tři sady marmelád a jednu sadu sušených plátů. Všechny sady opět obsahovaly tři vzorky. Hodnocení se zúčastnilo 30 hodnotitelů z toho 20 žen a 10 mužů, jak je vidět na grafu na Obr. 12. Ve skupině dospělých hodnotitelů se nenacházel ani jeden kuřák. Průměrný věk hodnotitelů byl 43,7 let. Do hodnocení vzorků želé bylo zapojeno ještě 20 dětí ve věku od 6 do 17 let. Při hodnocení byla využívána stupnice s hodnotami od 1 do 5, kdy hodnotu 1 hodnotitelé přiřazovali nejhorší vlastnosti, nebo té, se kterou byli nejméně spokojeni a hodnota 5 byla přiřazována nejlepší a nejuspokojivější vlastnosti.

Rozdělení hodnotitelů podle pohlaví



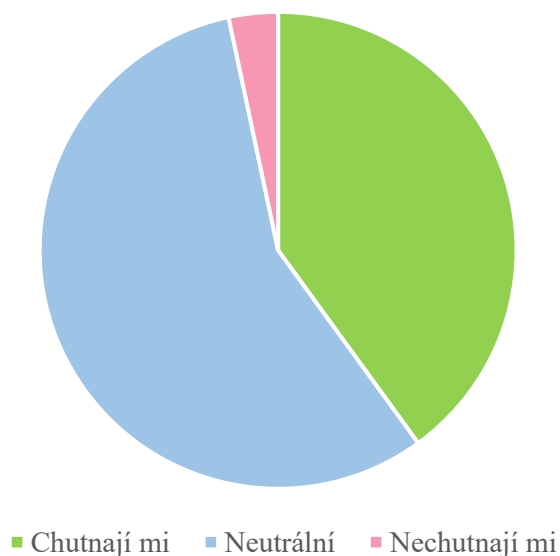
Obr. 12 Graf rozdělení hodnotitelů dle pohlaví

4.1.2 Želé

4.1.2.1 Dospělí hodnotitelé

Hodnotitelé byli dotazováni na jejich vztah ke konzumaci želé. V grafu na Obr. 13 vidíte jejich odpovědi. 12 hodnotitelů uvedlo, že jim želé chutná a jedí ho rádi, 17 hodnotitelů mají ke konzumaci želé neutrální vztah, nevdá jim ho konzumovat a 1 hodnotitel zaznamenal do protokolu, že mu želé nechutná a nejí ho.

Vztah hodnotitelů ke konzumaci želé



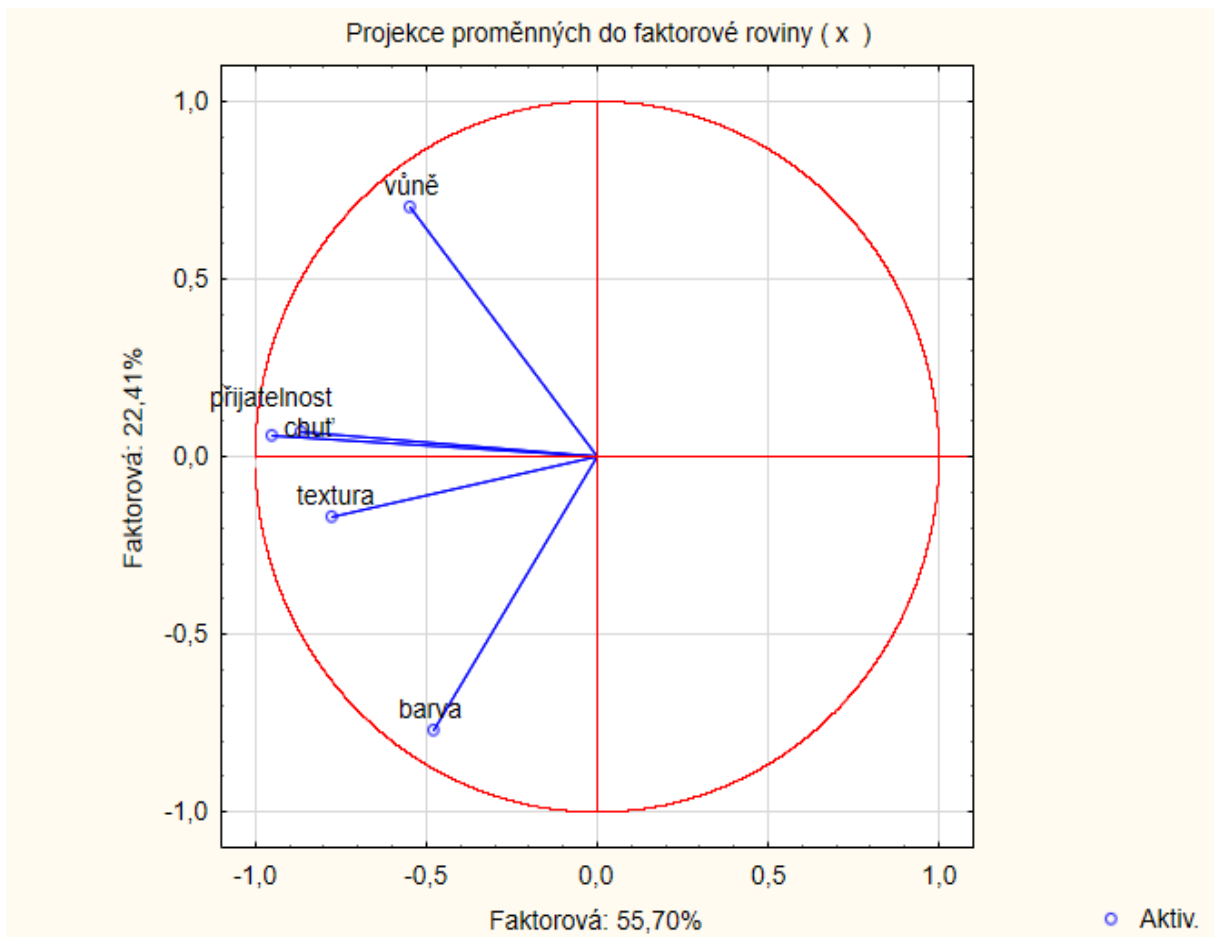
Obr. 13 Graf vztahu hodnotitelů ke konzumaci želé

Při senzoričtém hodnocení byly použity náhodně sestavené kódy. V Tab. 6 je zaznamenáno označení vzorků, které je použito v celé diplomové práci.

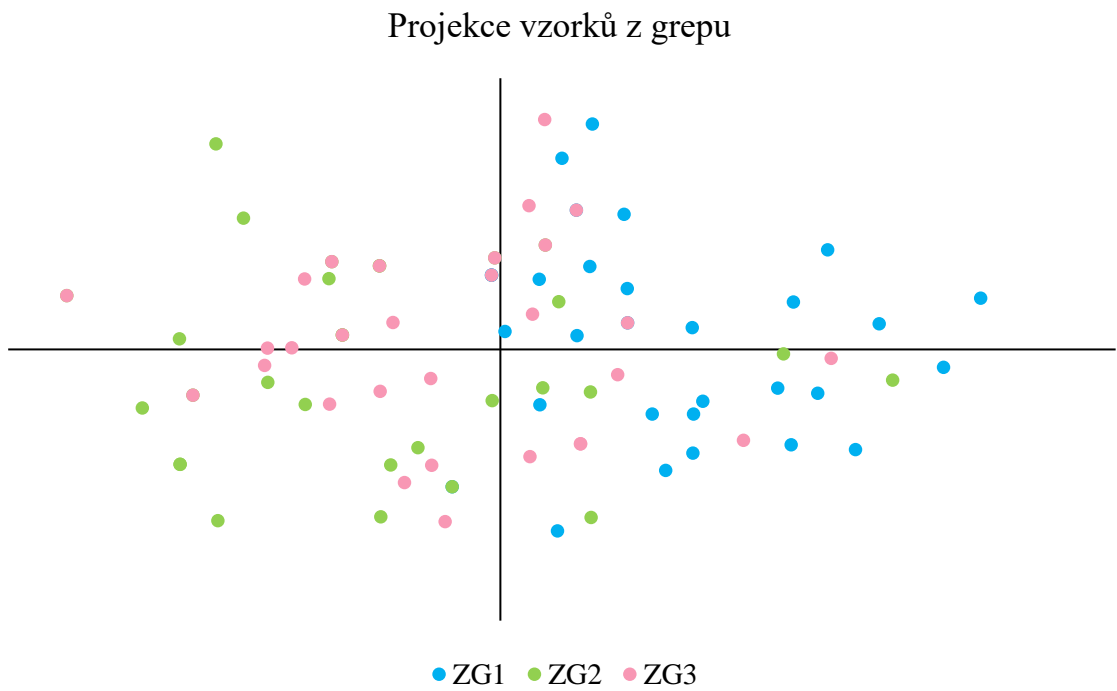
Tab. 6 Označení vzorků želé v diplomové práci

Popis vzorku		Označení vzorku
Grepové želé – želatina	Želé grepové 1	ZG1
Grepové želé – želatina + cukr	Želé grepové 2	ZG2
Grepové želé – želatina + cukr + kyselina citronová	Želé grepové 3	ZG3
Pomelové želé – želatina	Želé pomelové 1	ZPL1
Pomelové želé – želatina + cukr	Želé pomelové 2	ZPL2
Pomelové želé – želatina + cukr + kyselina citronová	Želé pomelové 3	ZPL2
Pomerančové želé – želatina	Želé pomerančové 1	ZPČ1
Pomerančové želé – želatina + cukr	Želé pomerančové 2	ZPČ2
Pomerančové želé – želatina + cukr + kyselina citronová	Želé pomerančové 3	ZPČ3

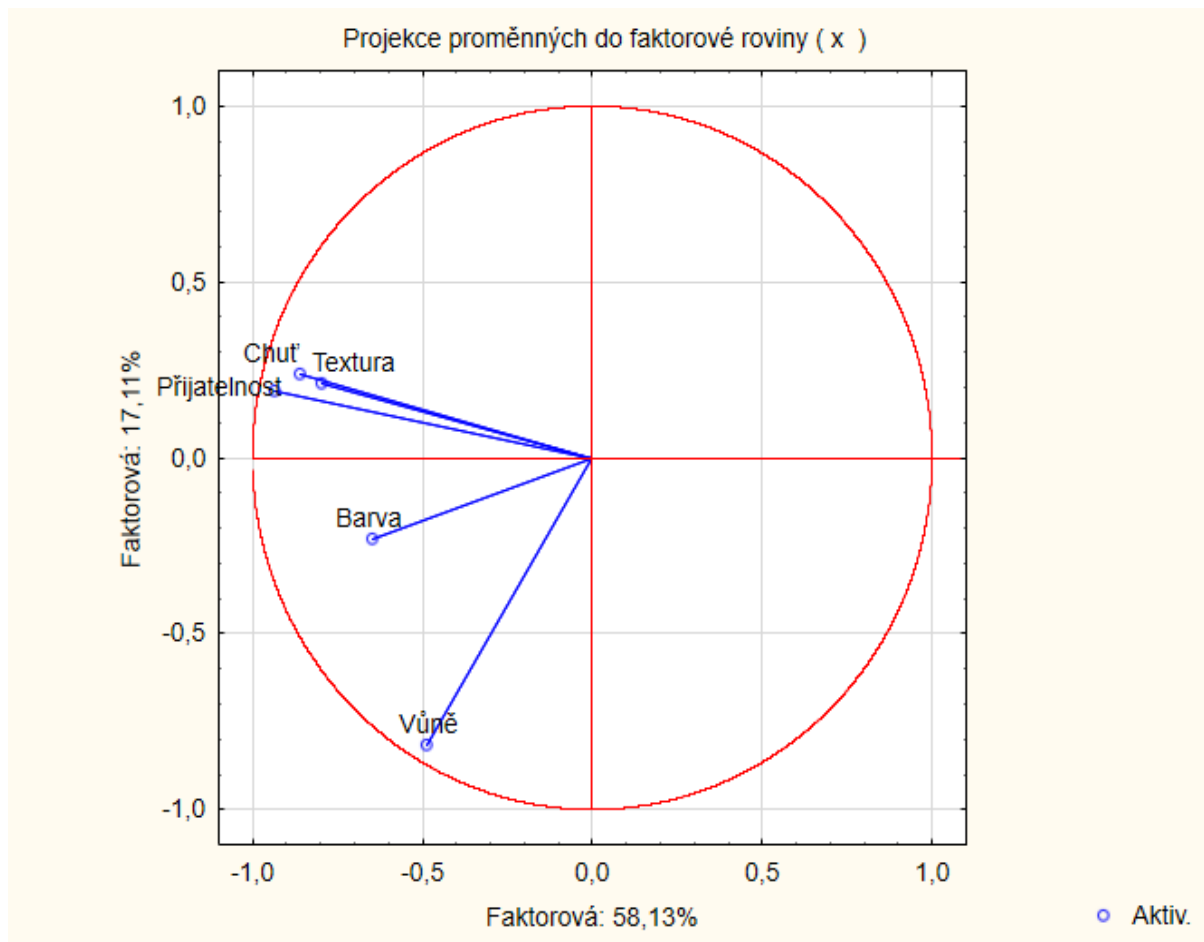
Pro vyhodnocení senzorické analýzy byl využit program Statistica 14. Nejprve bylo nutné u dat zjistit jejich normalitu. Za využití Shapiro-Wilkova testu bylo zjištěno nenormální rozdělení dat a Grubbsův test ukázal, že data neobsahují odlehlé hodnoty. Vzhledem k rozložení dat bylo nutné pro další stanovení využívat neparametrické statistické testy. Díky Spearmanovým korelacím bylo zjištěno, že nejvýznamnější korelační koeficient pro všechny vzorky byl mezi chutí a přijatelností a mezi texturou a přijatelností. U pomerančových vzorků byl navíc významný korelační koeficient i mezi barvou a přijatelností. Dále byla provedena analýza hlavních komponent neboli PCA. U grepových vzorků na grafech Obr. 14 a Obr. 15 je vidět, že vzorek ZG1, tedy vzorek bez cukru i bez kyseliny citronové, se vyprojetoval do oblasti spíše vpravo, zatímco vzorky ZG2 (s cukrem) a ZG3 (s cukrem a kyselinou citronovou) se projektují spíše do levé zóny. Toto rozdělení vzorků nám značí, že vzorek ZG1 má podle hodnotitelů nevyhovující všechny hodnocené vlastnosti. Vzorky ZG2 a ZG3 mají naproti tomu vlastnosti výraznější a pro hodnotitele přijatelnější a lákavější. Podobný trend je možné pozorovat i u želé připraveného z pomela viz. Obr. 16 a Obr. 17, protože vzorek ZPL1 (pouze želatina a ovoce) je vyprojektován opět na jednu stranu, zatímco vzorky ZPL2 a ZPL3 se projektují společně. Velmi podobně je tomu i u vzorků z pomeranče, viz Obr. 18 a Obr. 19. Tyto výsledky nám říkají, že vzorky želé, které obsahovaly pouze želatinu a ovoce, nebyly hodnotiteli hodnoceny kladně. Vyplývá z toho, že jejich vlastnosti a celkové hodnocení není vyhovující. U vzorků s obsahem cukru a cukru s kyselinou citronovou jsou podle hodnotitelů vlastnosti i celková přijatelnost mnohem lepší, ale není možné podle této metody určit, který přídavek k želé byl hodnotiteli lépe hodnocený.



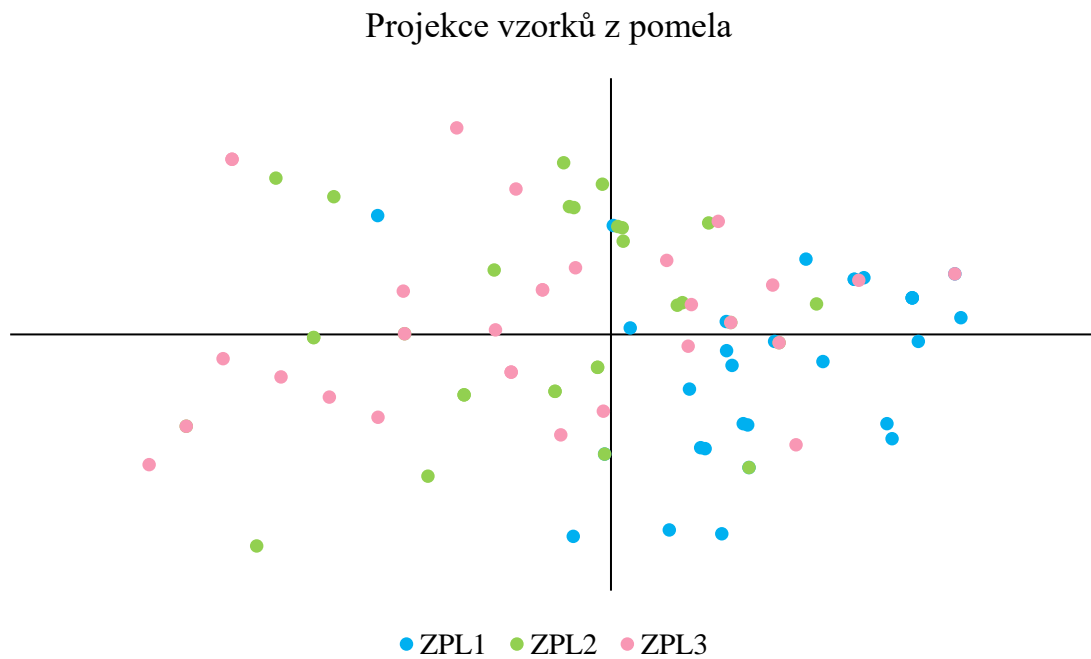
Obr. 14 Projekce grepových želé vzorků do faktorové roviny



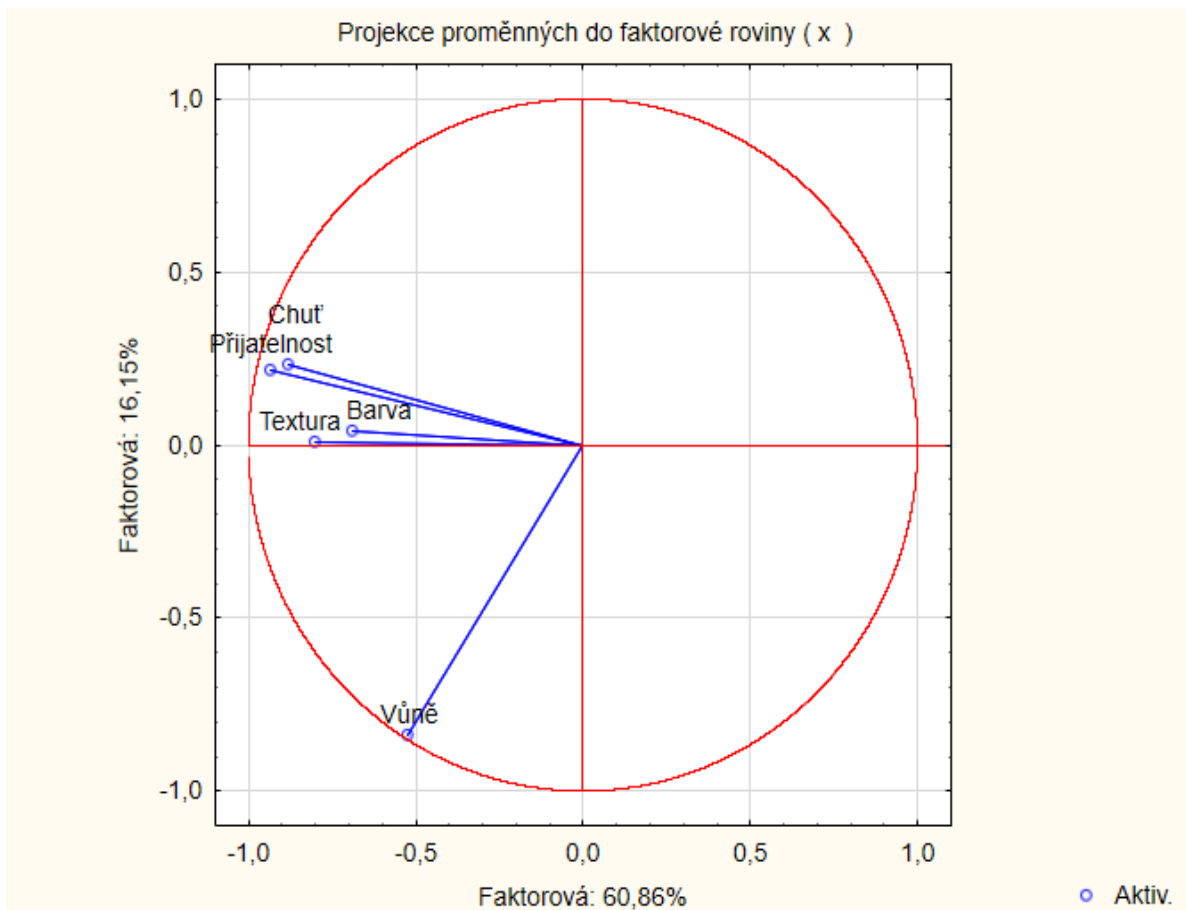
Obr. 15 Graf projekce grepových želé vzorků



Obr. 16 Projekce pomelových želé vzorků do faktorové roviny

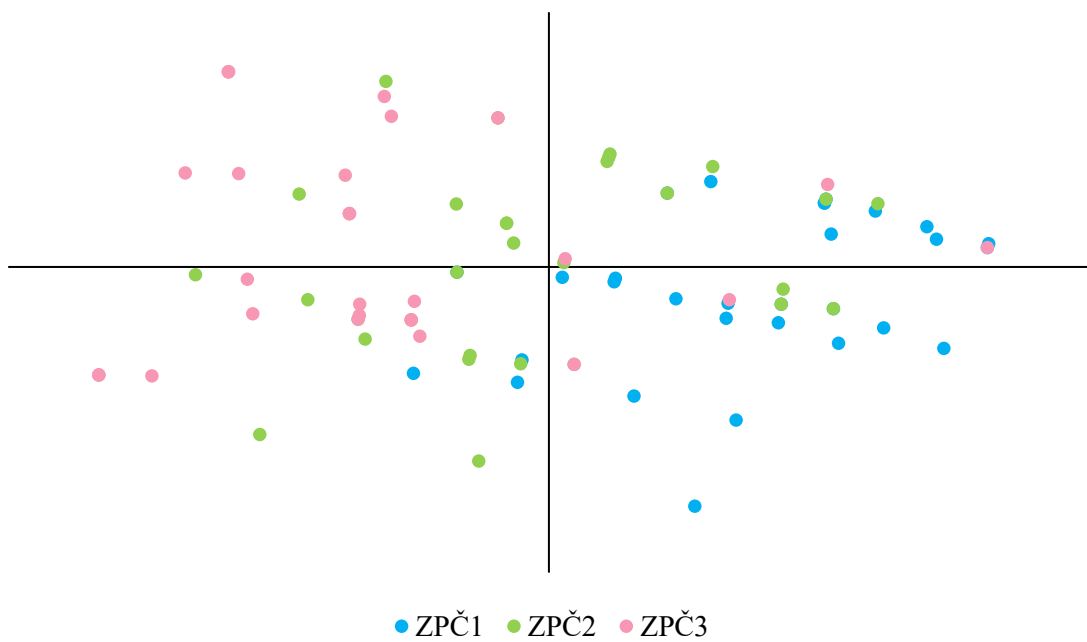


Obr. 17 Graf projekce pomelových želé vzorků



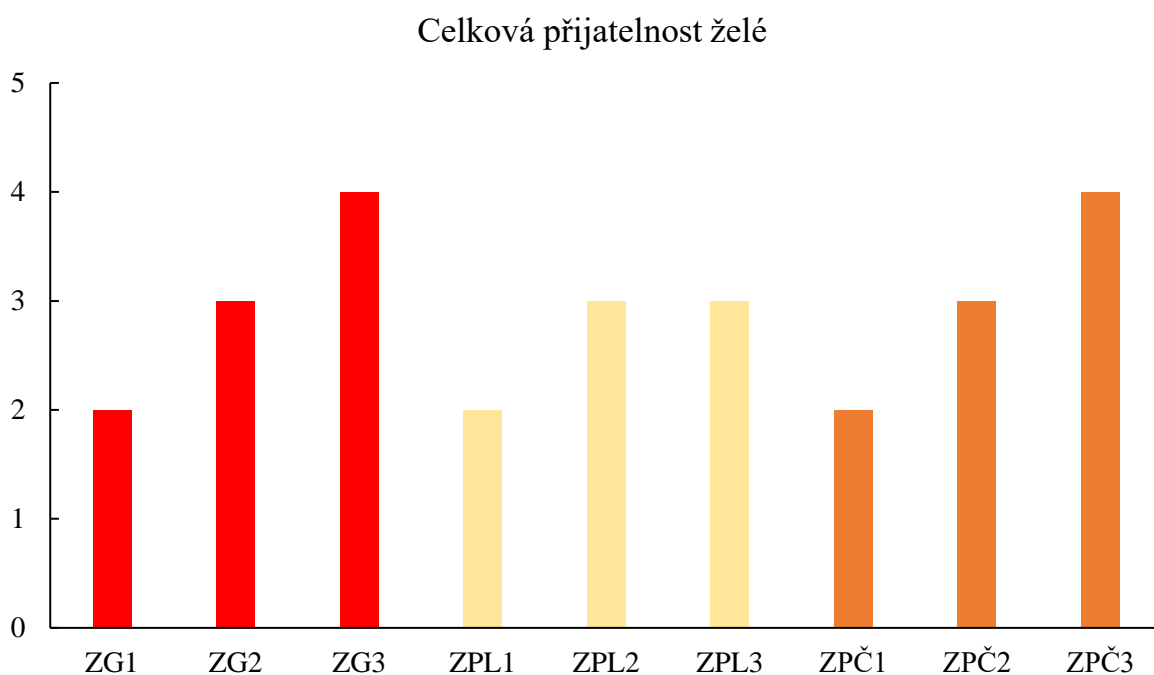
Obr. 18 Projekce pomerančových želé vzorků do faktorové roviny

Projekce vzorků z pomeranče



Obr. 19 Graf projekce pomerančových želé vzorků

Pro konkrétnější určení nejlépe hodnocených vzorků byl využit program Excel MS a vyhodnocení pomocí mediánů. Celkovou přijatelnost všech vzorků želé je vidět na grafu na Obr. 20. Vzorky s přídavkem cukru a kyseliny citronové mají nejvyšší medián u grepu i pomeranče. Z toho vyplývá, že tyto vzorky hodnotitelům u grepových i pomerančových vzorků hodnotitelům vyhovovaly nejvíce. U pomelového želé je medián stejný pro vzorek se ZPL2 i ZPL3. Není tak možné přesně určit, jeden konkrétní pomelový vzorek, který by hodnotitelům vyhovoval nejvíce. Nejhůře byly hodnotitelé spokojeni se vzorky s označením 1, tedy pouze s želatinou, což odpovídá i závěrům, které byly zjištěny i u PCA. Hodnocení ostatních markerů, které hodnotitelé u vzorků posuzovali, jsou přepočítány na mediány a uvedeny v Tab. 7.



Obr. 20 Graf zobrazení celkové přijatelnosti želé

Tab. 7 Vyhodnocení želé pomocí mediánů

Vzorek	Medián			
	Barva	Vůně	Textura	Chuť
ZG1	3	2	3	2
ZG2	4	3	4	4
ZG3	4	3	4	4
ZPL1	2	2	2	1
ZPL2	3	2	3	3

Tab. 8 Vyhodnocení želé pomocí mediánů – pokračování

ZPL3	3	2	3	4
ZPČ1	3	2	2	2
ZPČ2	4	2	3	3
ZPČ3	5	2	4	4

Je vidět, že vůně je u všech vzorků hodnocena špatně. Z písemného hodnocení vyplývá, že hodnotitelé skoro žádnou necítily a z tohoto důvodu ji hodnotili nízkým hodnocením. Ve všech třech sadách vzorků se objevuje trend, který říká, že medián hodnocených markerů roste od vzorků 1 (želatina a ovoce) ke vzorkům 3 (želatina + ovoce + cukr + kyselina citronová).

Hodnotitelé měli možnost k jednotlivým vzorkům dopisovat vlastní hodnocení. U vzorků s přídavkem kyseliny citronové se často objevovalo, že mají měkčí a lepivější strukturu než zbylé dva vzorky. Většina hodnotitelů to hodnotila spíše kladně, jak je vidět v Tab. 7. Důvodem této méně pevné struktury je inverze sacharózy způsobená přídavkem kyseliny citronové. Inverzí sacharózy vzniká ekvimolární směs glukózy a fruktózy. Aby se tento jev snížil, měla by se kyselina citronová přidávat až na konci vaření, těsně před naléváním do forem. Inverzi totiž urychluje zvýšená teplota a přítomnost kyseliny [57]. Měkkost želé však byla hodnotiteli hodnocena kladně, takže v tomto případě by technologický postup nemusel být měněn.

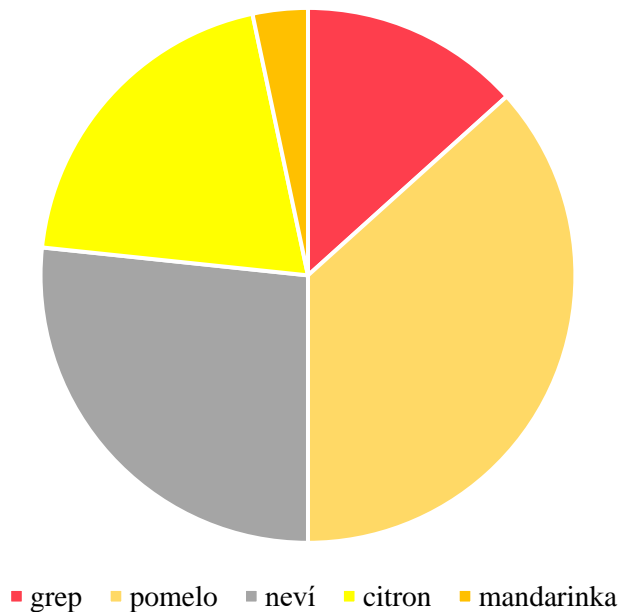
Hodnotitelé také určovali, jaké mohlo být použité ovoce v sadách. Pro zobrazení těchto hodnocení jsem použila grafy zobrazené na Obr. 21, Obr. 22 a Obr. 23.



Obr. 21 Určování druhu ovoce pro grepové želé

Zhruba 63,3 % hodnotitelů poznalo grep, 13,3 % tipovalo mandarinku, 10 % nevědělo nebo hádalo jahodu, a 3,3 % napsalo šípek. Poslední dvě zmíněné odpovědi mě velmi zaujaly, protože hodnotitelé byly poučeni, že se jedná o citrusové želé a že mají určovat druh citrusu.

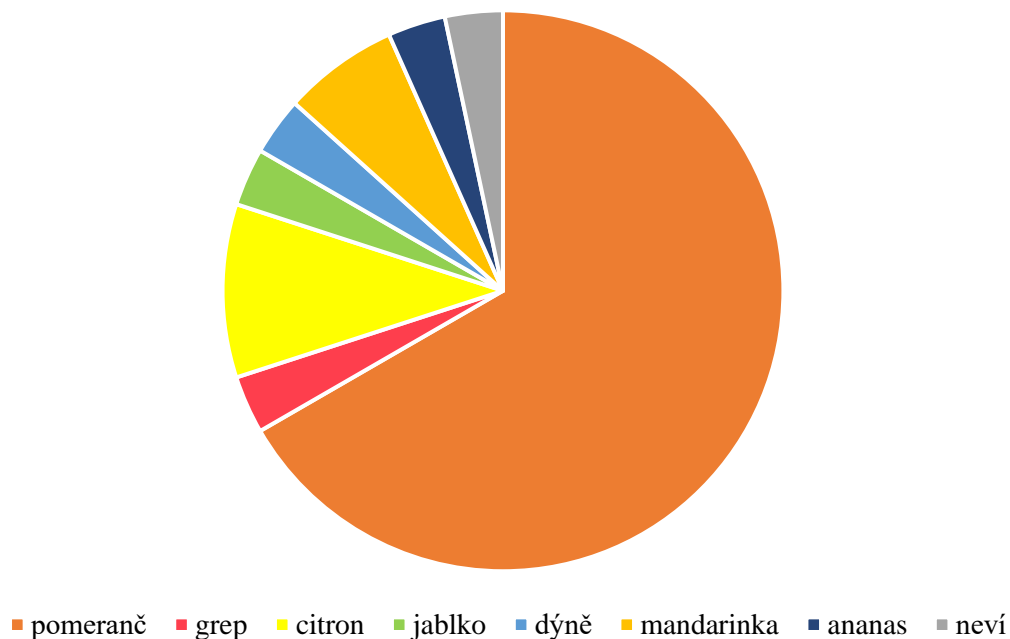
Pomelové želé



Obr. 22 Určování druhu ovoce pro pomelové želé

Pomelo poznalo 36,7 %, 26,7 % nevědělo o jaký citrus se jedná, citron tiplo 20 %, grep 13,3 % a mandarinku 3,3%.

Pomerančové želé



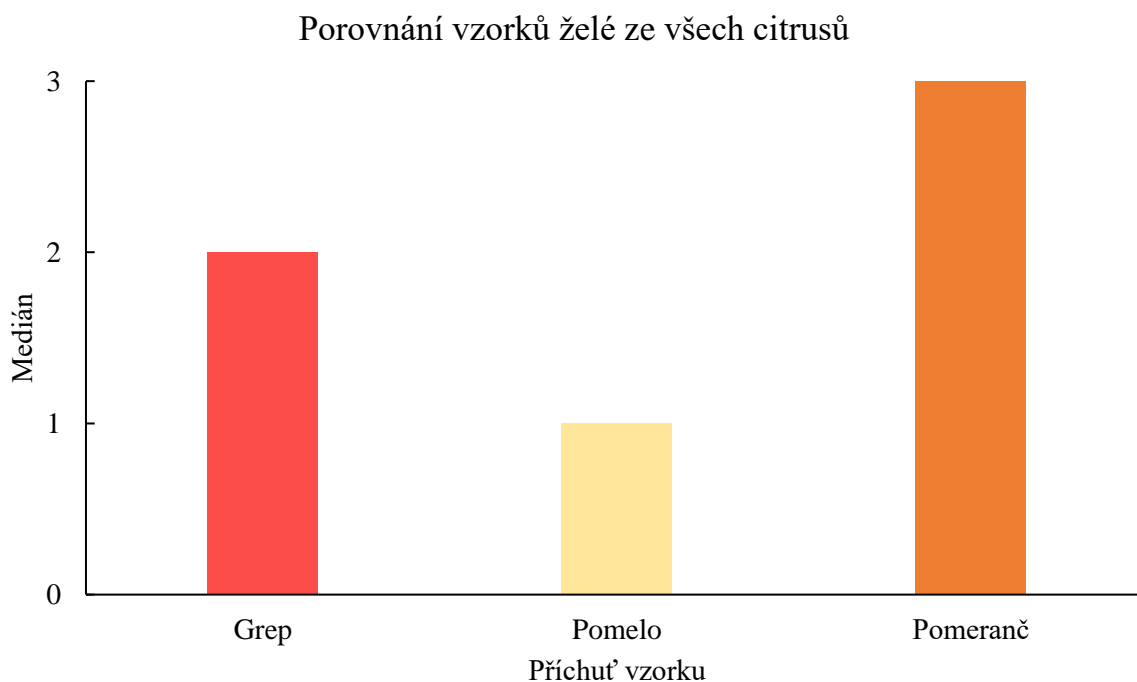
Obr. 23 Určování druhu ovoce pro pomerančové želé

Pomeranč má nejvíce rozmanité tipování příchuti i když ho poznalo 66,7 %, což je nejvíce procent ze všech. Ale 10 % hodnotitelů ho označilo za citron, 6,7 % za mandarinku a 3,3 % volilo grep, jablko, dýně, ananas nebo nevěděli. Opět tu někteří hodnotitelé hádali jiné ovoce než citrusy.

Stanovení nejlepšího citrusového želé

V poslední sadě hodnotitelé porovnávali vzorky všech tří citrusů vůči sobě. Pro toto stanovení byly použity vzorky s číslem 2, tedy s přidavkem pouze cukru. Tyto vzorky byly zvoleny, protože je v nich cítit výrazná chuť použitého ovoce a zároveň jsou vzorky chutnější díky přidavku cukru. I když vzorky s číslem 3, tedy přidavkem cukru a kyseliny citronové, dopadly v hodnocení lépe než vzorky 2, nebyly vybrány kvůli jejich výrazné kyselosti způsobené přidavkem kyseliny citronové, kterou by hodnotitelé mohli být ovlivněni a nemusel by být kladen takový důraz na ovocnou chuť. Při tomto hodnocení panelisté přiřazovali hodnocení od hodnoty 1 do hodnoty 3, kdy hodnotu 1 přiřazovali ke vzorku se, kterým byli nejméně spokojeni a hodnotu 3 k vzorku, se kterým byli spojeni nejvíce.

Pro vyhodnocení byl použit program MS Excel a mediány. Z grafu na Obr. 24 je zřejmé, že nejvyššího mediánu dosáhl pomerančový vzorek, druhý nejlépe hodnocený byl grepový vzorek a nejméně vyhovující pro hodnotitele byl pomelový vzorek. Hodnotitelé měli možnost i písemného vlastního vyjádření, ze kterého jasně vyplývá, že pomelo mělo velmi nepříjemnou chuť, která podle některých hodnotitelů postrádala jakékoliv ovocné či citrusové aroma. U grepu velmi záleželo na preferencích jednotlivých hodnotitelů a jejich vztahu k hořké chuti, která byla pro některé hodnotitele pozitivem, ale pro jiné byla velmi nepříjemná. U pomeranče se shodla většina hodnotitelů na jeho velmi vyhovující a příjemné chuti.



Obr. 24 Porovnání citrusového želé

4.1.2.2 *Senzorické hodnocení provedené dětmi*

U potravin, které jsou vyrobeny přímo pro děti, je vhodné, aby jejich testování bylo prováděno dětmi. Při hodnocení je ale nutně brát v úvahu rozsah smyslových a kognitivních schopností dětí. Podle Guinarda a kol. není vhodné, aby děti prováděly rozdílové testování a deskriptivní analýzu. Tyto metody by měli provádět dospělí hodnotitelé, kteří mají lepší kognitivní schopnosti. Děti jsou vhodné pro spotřebitelské testování. Omezujícím faktorem je však soustředění. Děti se totiž často zaměřují pouze na jeden atribut, např. vzhled nebo barvu atd. Další nevýhodou jsou omezené verbální schopnosti dětí [58].

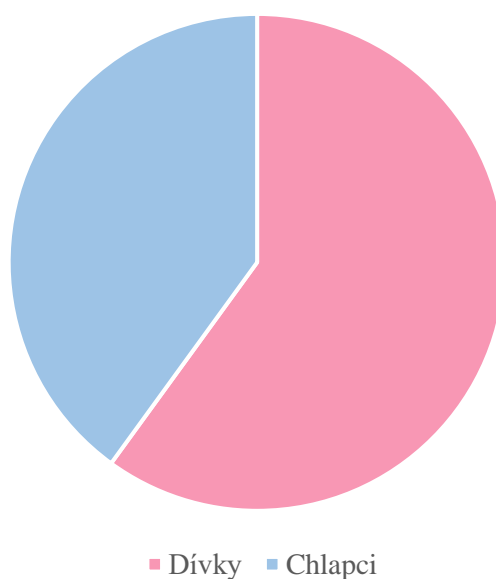
Nicklaus a kol. ve svém výzkumu zjistili, že děti poskytují přesnější a obsáhlejší hodnocení neznámé osobě [59].

Dětem byl řádem představen jejich dotazník a byly jim vysvětleny všechny okolnosti týkající se analýzy. Během hodnocení měly možnost se ptát, pokud něčemu nerozuměly nebo si nebyly jisté, zda správně chápou zadaný úkol.

Protože želé je jednou z cukrovinek, kterou konzumují hlavně děti, bylo senzorické hodnocení připraveno i pro ně. Senzorické analýzy se zúčastnilo 20 dětí, z toho 14 dívek a 6 chlapců, jak je zobrazeno na grafu na Obr. 25. Děti byly ve věku od 6 do 17 let a průměrný věk byl 10 let. Všechny děti byly na senzorickém hodnocení v přítomnosti svých rodičů, kteří byli podrobně seznámeny s postupy výzkumu.

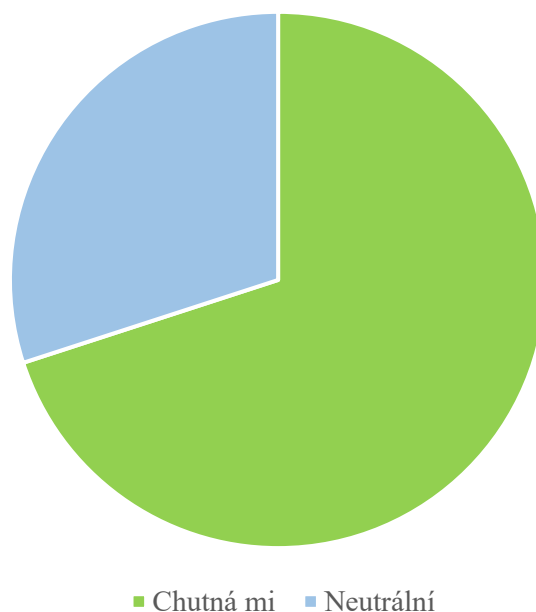
První otázkou, na kterou děti odpovídali, bylo popsání jejich vztahu k želé. Jejich odpovědi jsou zaznamenány na Obr. 26. 14 hodnotitelů řeklo, že želé mají rádi, 6 zaznamenali do protokolu, že ke konzumaci želé mají neutrální vztah a nikdo nezvolil třetí možnost a to, že želé konzumují neradi.

Rozdělení dětských hodnotitelů podle pohlaví



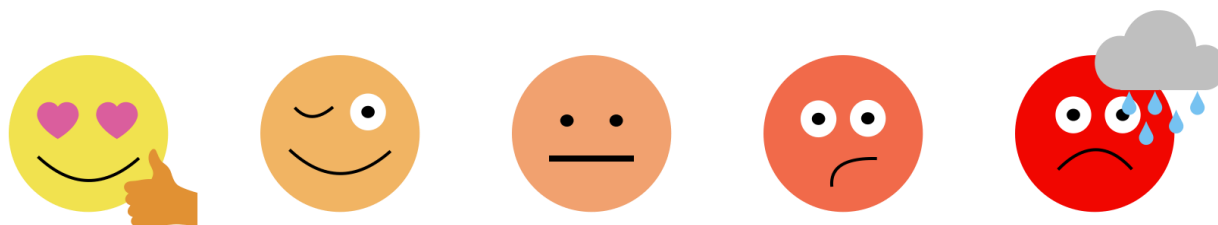
Obr. 25 Graf rozdělení dětských hodnotitelů podle pohlaví

Vztah dětských hodnotitelů ke konzumaci želé








Obr. 26 Graf zobrazení vztahu dětských hodnotitelů ke konzumaci želé

Děti při sensorickém hodnocení hodnotily pouze celkovou přijatelnost želé. Pro zjednodušení byla pro toto hodnocení vytvořena obrázková stupnice zobrazená na Obr. 27. Bylo zjištěno, že děti ve věku 3-6 let jsou schopni vyjádřit oblibu vzorků pomocí 3, 5 až 7-bodové stupnice [58]. Obrázková stupnice má 5 obrázků a pro vyhodnocení byly obrázky převedeny na číselné hodnoty. Převod hodnot je uveden v Tab. 9. Pro vyhodnocení byl použit program MS Excel a mediány.

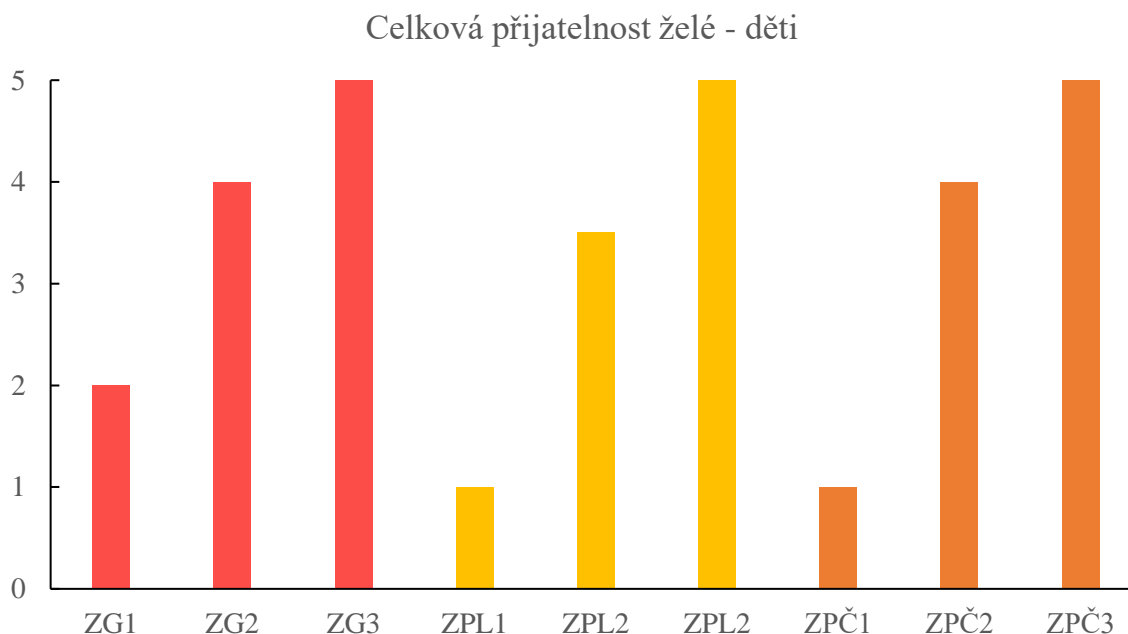


Obr. 27 Obrazová stupnice hodnocení

Tab. 9 Přiřazení odpovídající číselné hodnoty obrázkové stupnici

Obrázková stupnice					
Odpovídající číselná hodnota	5	4	3	2	1

V první fázi děti hodnotily 3 sady vzorků a každá obsahovala 3 vzorky. Ve všech sadách dosáhly nejvyšších mediánů vzorky s číslem 3, viz. Obr. 28, tedy s přidavkem kyseliny citronové a cukru. Výrazně nejnižší mediány pak měli vzorky s číslem 1, tedy pouze ovoce s želatinou. Z těchto hodnot je možné říct, že dětem nejvíce chutnala kyselá chuť a měkčí konzistence, kterou má želé s kyselinou citronovou. Oproti tomu jim, podobně jako dospělým, nejméně vyhovovalo želé připravené pouze z želatiny a ovoce.



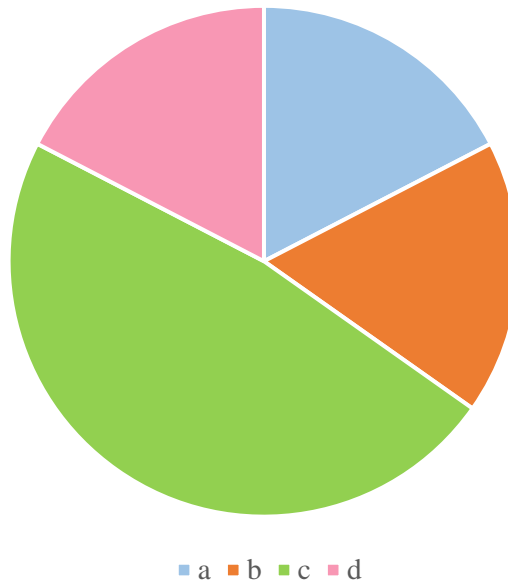
Obr. 28 Graf celkové přijatelnosti – hodnocení provedené dětmi

V druhé fázi děti porovnávaly 3 vzorky pomerančového želé mezi sebou. Všechny vzorky byly stejně připravené a měly stejný obsah surovin, lišily se však ve tvaru formy, ze které byly připraveny. Byly to pomerančové vzorky s přidavkem cukru a kyseliny citronové. Děti dostaly 4 možnosti odpovědi:

- a) Nejlepší je motýlek
- b) Nejlepší je medvídek
- c) Všechny chutnají stejně
- d) Nejlepší je sovička

Odpovědi jsou zaznamenány v grafu na Obr. 29.

Odpovědi dětí v druhé fázi hodnocení



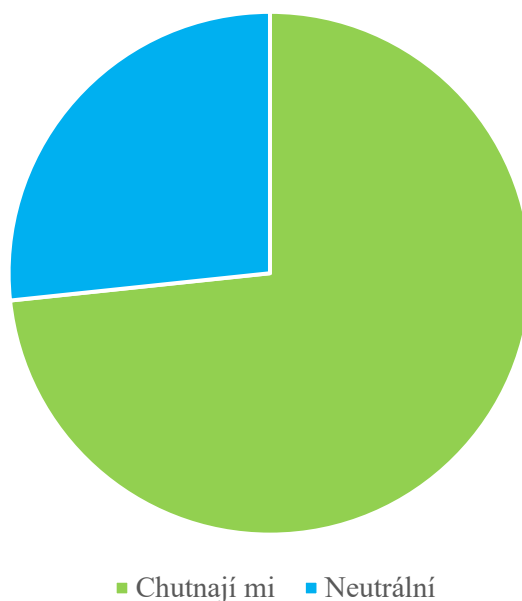
Obr. 29 Porovnávání rozlišných tvarů vzorků

Z vyhodnocení je zřejmé, že nejvíc dětí, 11, poznalo, že všechny tři vzorky jsou stejné. Tedy více než polovina dětských hodnotitelů odpověděla správně. 3 děti napsaly, že nejlepší byl motýlek, 3, že nejlepší byl medvídek a 3 uvedly jako nejlepší sovičku. 9 dětí tedy nepoznalo, že se jedná o stejné vzorky. Jak bylo výše zmíněno, děti by neměli provádět porovnávací testy, protože se často zaměřují pouze na jeden atribut hodnocení [58]. Tento předpoklad vysvětluje proč 9 z 20 dětí nepoznalo, že se jedná o stejné vzorky. Děti se při hodnocení zaměřily na tvar želé a už dostatečně nevnímaly chuť a další vlastnosti želé. Protože průměrný věk dětí byl 10 let, je možné předpokládat, že v případě, že by hodnocení prováděly starší děti, mohl by počet dětí, které se nechaly ovlivnit tvarem želé, klesnout.

4.1.3 Marmeláda

Na začátku hodnocení marmelád byla opět skupina hodnotitelů dotazována na jejich vztah ke konzumaci marmelády. Na grafu na Obr. 30 je vidět, že k marmeládám nemá nikdo z hodnotitelů negativní vztah. 22 hodnotitelů uvedlo, že jim marmelády chutnají a konzumují je rádi a 8 panelistů označilo svůj vztah ke konzumaci marmelád jako neutrální, nevdá jim jejich konzumace, ale ani ji nevyhledávají.

Vztah hodnotitelů ke konzumaci marmelád



Obr. 30 Graf vztahu hodnotitelů ke konzumaci marmelád

V Tab. 10 je uveden přehled označení vzorků pro vyhodnocení senzorické analýzy pro marmeládové vzorky.

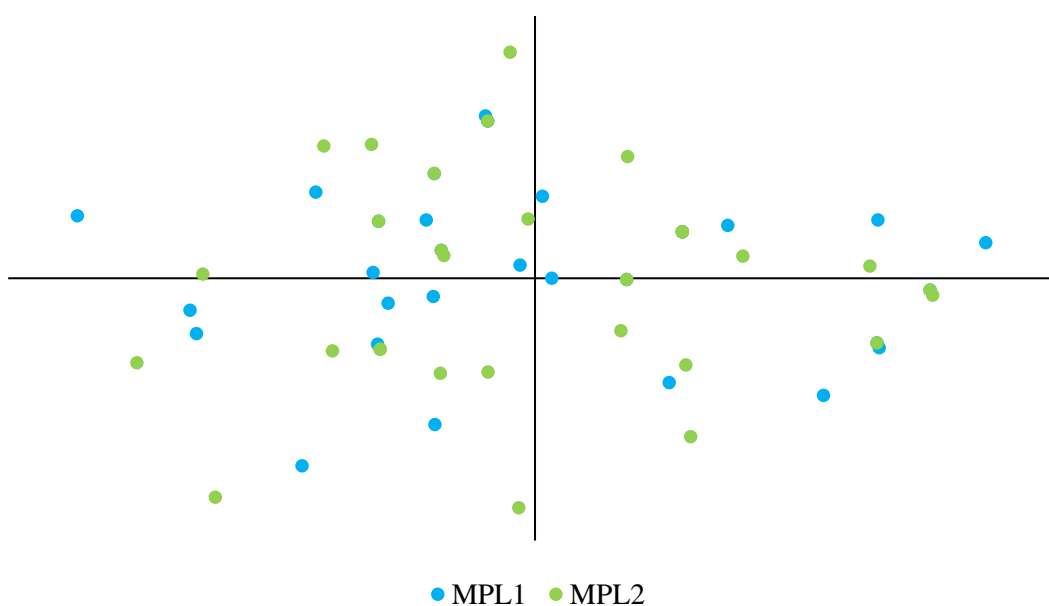
Tab. 10 Označení vzorků marmelád v diplomové práci

Popis vzorku		Označení vzorku
Greповá marmeláda bez Gelfixu	Marmeláda greповá 1	MG1
Greповá marmeláda s Gelfixem	Marmeláda greповá 2	MG2
Pomelová marmeláda bez Gelfixu	Marmeláda pomelová 1	MPL1
Pomelová marmeláda s Gelfixem	Marmeláda pomelová 2	MPL2
Pomerančová marmeláda bez Gelfixu	Marmeláda pomerančová 1	MPČ1
Pomerančová marmeláda s Gelfixem	Marmeláda pomerančová 2	MPČ2

Pro vyhodnocení vzorků marmelád byl opět použit program Statistica 14. Nejprve bylo opět pomocí Shapiro-Wilkova testu zjištěno nenormální rozložení dat, díky čemuž byly opět používány neparametrické statistické testy. Za využití Spearmanova korelačního koeficientu byl stanoven nejvyšší a také jediný dostatečně významný korelační koeficient mezi chutí a celkovou přijatelností. To znamená, že se hodnotitelé při hodnocení celkové přijatelnosti nejvíce řídili příjemností chuti. Byla také provedena analýza PCA. V tomto případě však analýza nepodává žádné jednoznačné výsledky, jak můžete vidět na Obr. 30, pro pomelo. Podobné rozložení bylo pro všechny druhy citrusových marmelád, proto byl pro přehlednější vyhodnocení použit program MS Excel a mediány.

Tab. 11 Graf projekce pomelových marmeládových vzorků

Projekce vzorků marmelád z pomela

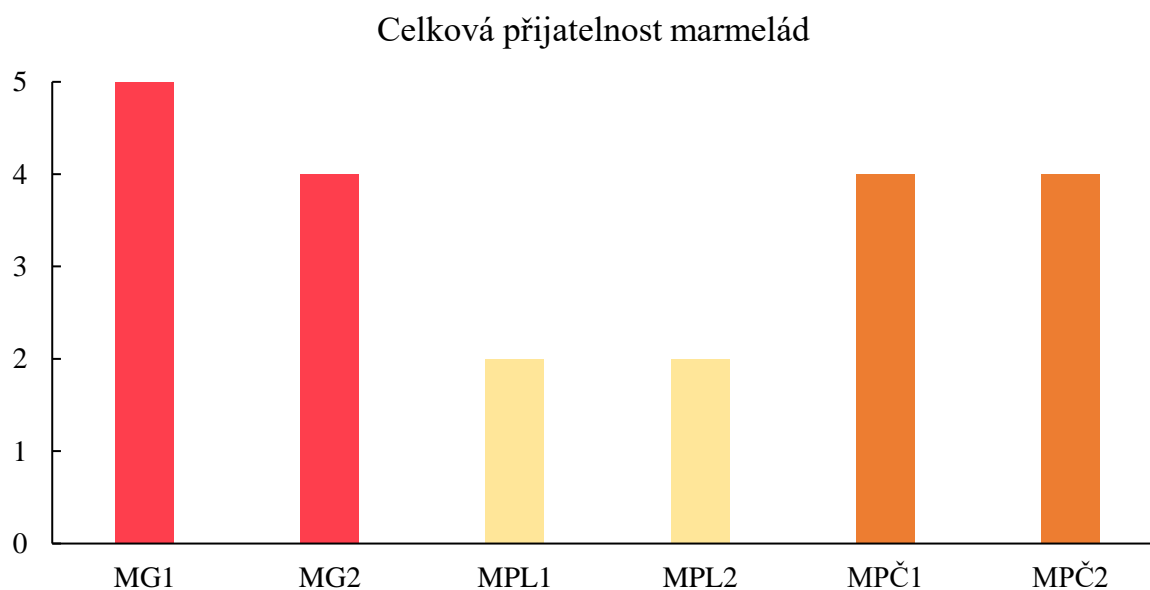


V programu MS Excel byly vypočítány mediány, pro všechny vzorky a všechny proměnné, které hodnotitelé posuzovali. Mediány pro barvu, vůni, texturu a chuť jsou uvedeny v Tab. 12. Je zřejmé, že v případě barvy a vůně byly oba vzorky citrusových marmelád hodnoceny stejně. Rozdíly jsou jasné až v hodnocení textury, kdy všechny vzorky 1, což jsou vzorky bez přídavku Gelfixu, jsou hodnoceny lépe než vzorky 2 s Gelfixem. Z toho hodnocení je možné usuzovat, že hodnotitelům více vyhovuje tekutější a méně kompaktní struktura marmelády, kterou vzorky s číslem 1 mají. V hodnocení chuti poté u grapefruitových vzorků byl lépe hodnocen vzorek s Gelfixem, v případě pomelových vzorků bez Gelfixu a v případě pomerančových vzorků mají oba nejvyšší medián. V tomto případě tak není možné určit, zda Gelfix ovlivňuje chuť pozitivně nebo negativně.

Tab. 12 Vyhodnocení marmelád pomocí mediánů

Vzorek	Medián			
	Barva	Vůně	Textura	Chuť
MG1	4	3	4	3
MG2	4	3	3	4
MPL1	2	2	3	3
MPL2	3	2	2	2
MPČ1	5	3	4	5
MPČ2	5	3	3	5

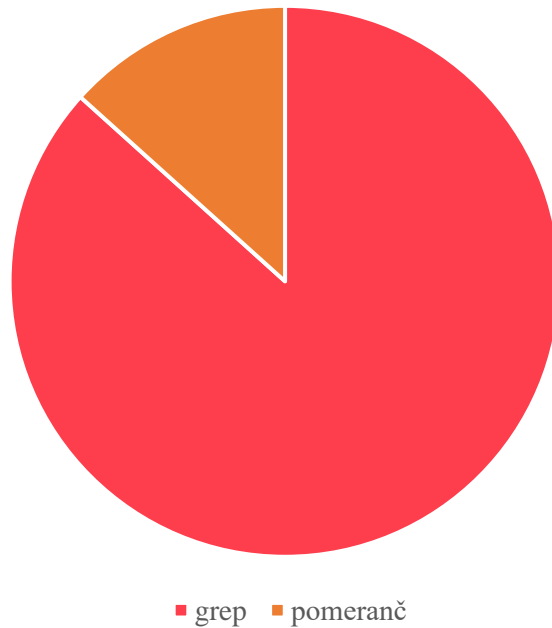
Hodnocení celkové přijatelnosti je zobrazeno na Obr. 31. Z grafu je vidět, že dobrého hodnocení dosáhly vzorky marmelád z grepu a z pomeranče. Marmelády z pomela mají velmi nízké hodnocení a je zřejmé, že ani jeden vzorek nebyl pro hodnotitele přijatelný. U grepových marmelád hodnotitelé jako lepší zvolili vzorek bez Gelfixu a u pomerančů byly oba vzorky hodnoceny stejně.



Obr. 31 Graf zobrazení celkové přijatelnosti marmelád

Hodnotitelé měli podobně jako u želé za úkol poznat ovoce, ze kterého byly vzorky připraveny. Z odpovědí je zřejmé, že u marmelád je mnohem jasnější chuť ovoce, zatímco u želé měli hodnotitelé problém s identifikací citrusu. V případě grepu, viz. Obr. 32, pouze 13 % hodnotitelů určilo místo grepu pomeranč, jinak ostatní správně určili grep.

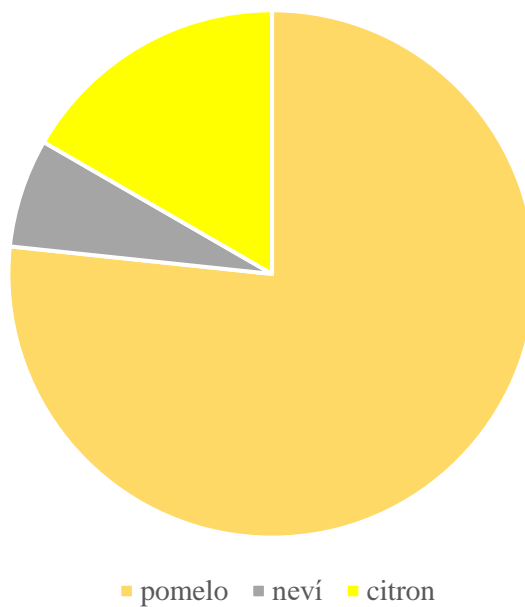
Grepové marmelády



Obr. 32 Určování druhu ovoce pro grepové marmelády

V případě pomela, viz. Obr. 33, 7 % panelistů nedovedlo určit žádný druh citrusů a 13 % určilo nesprávně citron. Ostatní pomelo poznali.

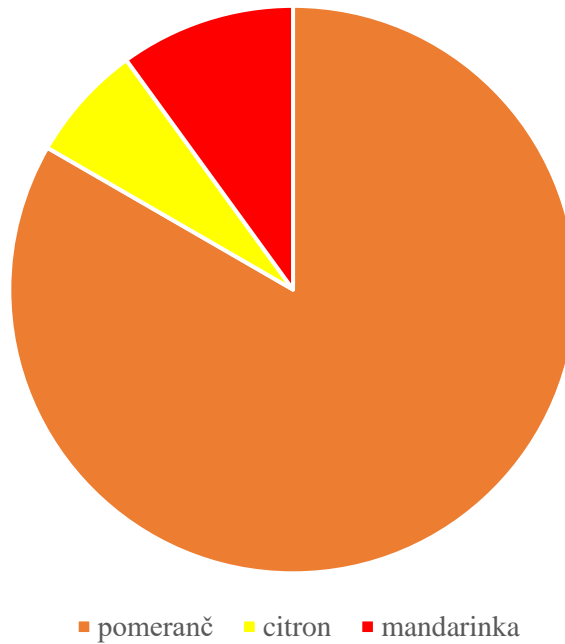
Pomelové marmelády



Obr. 33 Určování druhu ovoce pro pomelové marmelády

V případě pomeranče, viz. Obr. 34, to bylo velmi obdobné, kdy 7 % nesprávně tipovalo citron a 10 % mandarinku. Ostatní hodnotitelé si byli jisti chutí pomeranče.

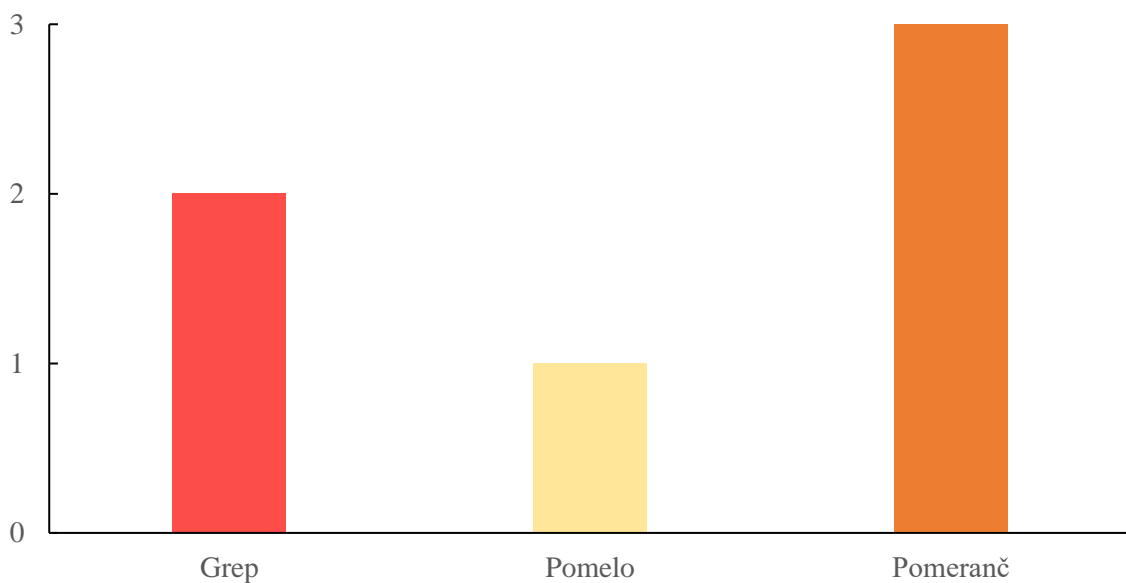
Pomerančové marmelády



Obr. 34 Určování druhu ovoce pro pomerančové marmelády

Na závěr hodnotitelé porovnávali vzorky marmelád bez Gelfixu mezi sebou. Při tomto porovnání bylo hodnocení u všech hodnotitelů skoro totožné, protože velká většina hodnotila tak, jak je zobrazeno na grafu na Obr. 35. Jako nejlepší byla zvolena marmeláda z pomerančů, druhá z grepu a nejhorší bylo pomelo. Z vlastního hodnocení bylo zřejmé, že u grepových marmelád některým hodnotitelům nevyhovovala hořkost grepu, ale u pomela se všichni shodli na nevýrazné a nepříjemné chuti povařeného ovoce.

Porovnání marmelád

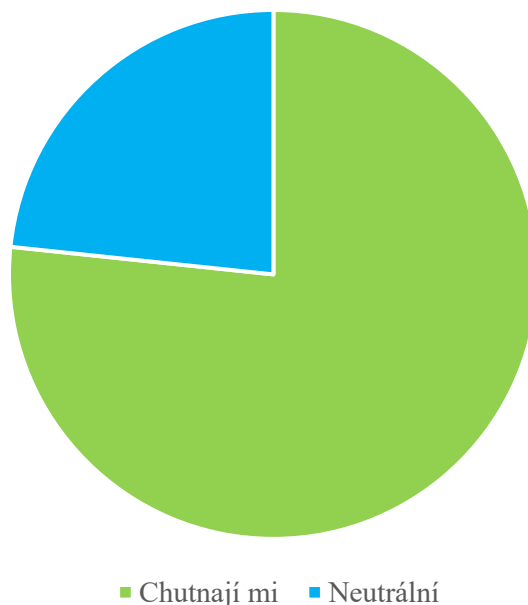


Obr. 35 Porovnání citrusových marmelád

4.1.4 Sušený plát

U sušeného plátu bylo stejně jako u předchozích výrobků nejprve zjištěno, jaký mají hodnotitelé vztah ke konzumaci sušeného ovoce, odpovědi jsou zaneseny do grafu na Obr. 36. Podobně jako u marmelád mají všichni hodnotitelé pozitivní vztah ke konzumaci sušeného ovoce, 23 lidí uvedlo, že mají sušené ovoce rádi a 7, že má ke konzumaci sušeného ovoce neutrální vztah a nevdá jim ho konzumovat.

Vztah hodnotitelů ke konzumaci sušeného ovoce



Obr. 36 Graf vztahu hodnotitelů ke konzumaci sušeného ovoce

Pro větší přehlednost je v Tab. 13 vidět označení vzorků pro senzoryckou analýzu a pro vyhodnocení.

Tab. 13 Označení vzorků sušených plátů v diplomové práci

Popis vzorku	Označení vzorku
Sušený plát grep	SG
Sušený plát pomelo	SPL
Sušený plát pomeranč	SPČ

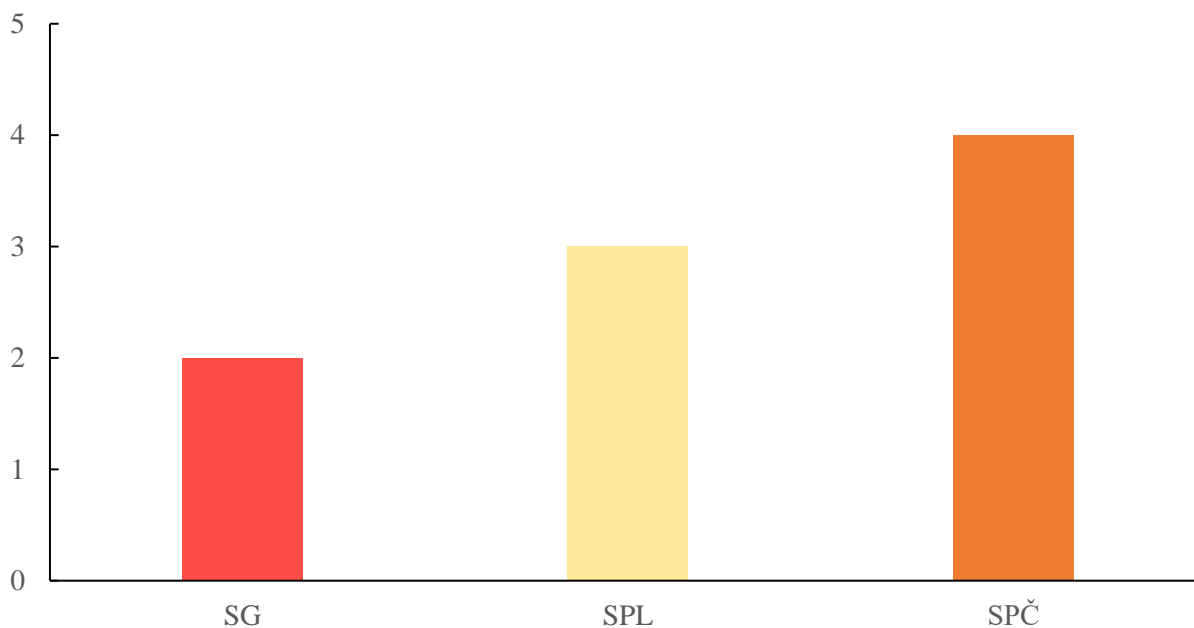
U hodnocení sušeného plátu byl použit pouze MS Excel a mediány kvůli větší přehlednosti zpracovaných výsledků. V Tab. 14 jsou uvedeny mediány získané z hodnocení sušených plátů, které hodnotitelé porovnávali vůči sobě. Je zřejmé, že nejméně lákavou barvu měl pomelový plát, který měl i nejméně vyhovující texturu a chuť. Grepový a pomerančový plát byly stejné hodnoceny při posuzování barvy a textury. Nejvíce hodnotitelům chutnal a voněl pomerančový plát.

Tab. 14 Vyhodnocení sušených plátů pomocí mediánů

Vzorek	Medián			
	Barva	Vůně	Textura	Chuť
SG	4	2	5	4
SPL	2	2	3	3
SPČ	4	4	5	5

Hodnocení celkové přijatelnosti je zobrazené na grafu na Obr. 37. Je velmi jasné vidět, že hodnotitelům nejméně vyhovoval grepový plát, což vyplivalo i z vlastního hodnocení, kde hodnotitelé často uváděli, že grepový plát je velmi nepříjemně hořký. Překvapivě hodnotitelé kladně hodnotili pomelový plát, který tak dosáhl druhého nejvyššího mediánu a nejvíce byly hodnotitelé spokojeni s pomerančovým plátem, v podstatě ve všech kritériích.

Porovnání celkové přijatelnosti sušených plátů



Obr. 37 Porovnání citrusových sušených plátů

4.1.5 Obecné vyhodnocení sensorické analýzy

Při obecném pohledu na výsledky sensorických analýz tří různých výrobků ze tří různých citrusů, je možné určit, že hodnotitelské skupině nejvíce vyhovovaly výrobky z pomeranče. Pomerančové želé, marmeláda i sušený plát byly vždy nejlépe hodnoceny. Jako druhý by bylo možné určit grep, i když některým hodnotitelům vadila výrazná hořká chuť. Nejhůře hodnocené bylo pomelo, které při tepelném zpracování ztrácí svoji ovocnou chuť a získává spíše nepříjemné pachutě. Nepříjemnost pomela byla často zmiňována v písemných hodnoceních

Grepový sušený plát měl chromatogram velmi podobný čerstvému ovoci. Z toho lze usuzovat, že při teplotě 60 °C nedochází k významným ztrátám těkavých látek, a proto má sušený plát velmi podobný obsah těkavých látek jako čerstvý grapefruit.

V marmeládách byl zachycen poměrně vysoký obsah linalool oxidu, který se v marmeládách mohl objevit zřejmě z důvodu vaření. V želé a sušeném plátu se nemusel projevit z důvodu nedostatečného působení teploty. Retenční čas pro linalool oxid se pohyboval okolo 15,21 pro všechny marmelády.

Dalšími látkami, které byly zachyceny v čerstvém grapefruitu, želé, marmeládě i sušeném plátu jsou myrcen, s retenčním časem 7,84, humulen v retenčním čase 20,67 nebo copaen s retenčním časem 16,31.

V marmeládě s přídavkem Gelfixu bylo stanoveno významné množství kyseliny sorbové, která byla zachycena v retenčním čase 31,19. Kyselina sorbová je součástí použitého želírovacího přípravku jako konzervant.

4.2.2 Stanovení těkavých látek v pomerančových výrobcích

V pomeranči a pomerančových výrobcích byl podobně jako v grepu detekován limonen v retenčním čase 8,85. Další látkou, která byla ve významném množství zachycena v pomerančových produktech je valencen, jehož retenční čas se pohyboval okolo 21,81. Valencen je terpenový uhlovodík typický pro pomeranče. Je možné ho brát jako indikátor zralosti ovoce, protože bylo ve výzkumu Elstona a kol. zjištěno, že jeho obsah má vliv na pomerančovou chuť [64]. Obsah valencenu v želé, marmeládách i sušeném plátu byl nižší než v čerstvém pomeranči. Je tak možné usuzovat, že tepelným zpracováním došlo ke snížení jeho obsahu.

Další detekovanou látkou byl podobně jako v grepu copaen v retenčním čase 16,30, který ve svém výzkumu zachytili i Manzur Marilina a spol. [65]. Dále byl zachycen ve významném množství i linalool s retenčním časem 17,69, kterého bylo podobné množství v marmeládách, sušeném plátu i čerstvém pomeranči. V želé však jeho obsah poklesl.

Stejně jako u grepu, byla v marmeládě s Gelfixem zaznamenána kyselina sorbová s retenčním časem 31,08.

4.2.3 Stanovení těkavých látek v pomelových výrobcích

Chromatogramy pomela a pomelových výrobků obsahovaly v mnohem větším množství více sloučenin než chromatogramy pro pomeranč a grapefruit. Jako u výše zmíněných citrusů byl v pomelu stanoven myrcen v retenčním čase 7,84, limonen s retenčním časem 8,78 nebo linalool, jehož retenční čas byl 17,70. Dále byl detekován karyofylen v retenčním čase 18,92 podobně jako u grepu. Další významnou sloučeninou je hex-3-enol-Z v retenčním čase 13,74. Stejně látky v pomelu ve svém výzkumu detekoval i Xiang a kol. [66]. V retenčním čase 20,30 byla ve všech pomelových vzorcích zachycena kyselina máselná. Kyselina máselná může být díky svým specifickým, ne příliš příjemným, sensorickým vlastnostem jedno z vysvětlení, proč při sensorické analýze byly pomelové vzorky hodnoceny nejhůře.

V marmeládách byl, podobně jako u pomeranče i grepu, detekován linalool oxid (15,21) a v marmeládě s Gelfixem byla opět zachycena kyselina sorbová v odpovídajícím retenčním čase.

4.3 Obsah sušiny a vlhkosti

Pomocí sušení byla stanovena sušina a vlhkost ve všech výrobcích. V Tab. 15 jsou uvedeny obsahy sušiny i vlhkosti pro výrobky z daných citrusů.

Tab. 15 Stanovené obsahy vlhkosti a sušiny ve výrobcích

Výrobek	Obsah sušiny [% hm.]	Obsah vlhkosti [% hm.]
Želé	80-82	18-20
Marmelády	84-88	12-16
Sušený plát	97-98	2-3

Obsah vlhkosti v želé byl stanoven v rozmezí 18-20 % hm. Tímto obsahem vyhovuje připravené želé Vyhláše č. 76/2003 Sb., Vyhláška, kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony. Podle ní by měla být vlhkost nejvýše 22 % hm., což připravené citrusové želé splňuje.

Lesmayati S. a kol. připravovali citrusové želé, jehož vlhkost se pohybovala v rozmezí 21,3-27,18 % hm. Jejichž želé, tak nesplnilo požadovaný limit vlhkosti. V jejich výzkumu uvedli, že obsah vlhkosti souvisí se zpracováním a použitými surovinami. Dále také zmiňují velmi důležitou věc, a to, že obsah vlhkosti výrobku souvisí s jeho stabilitou [51]. Výrobě ovocného želé se věnovala i Plotnikova I.V. a kol., a došli k podobným výsledkům, protože jejich želé obsahovalo vlhkost v rozmezí 19-20 % [52].

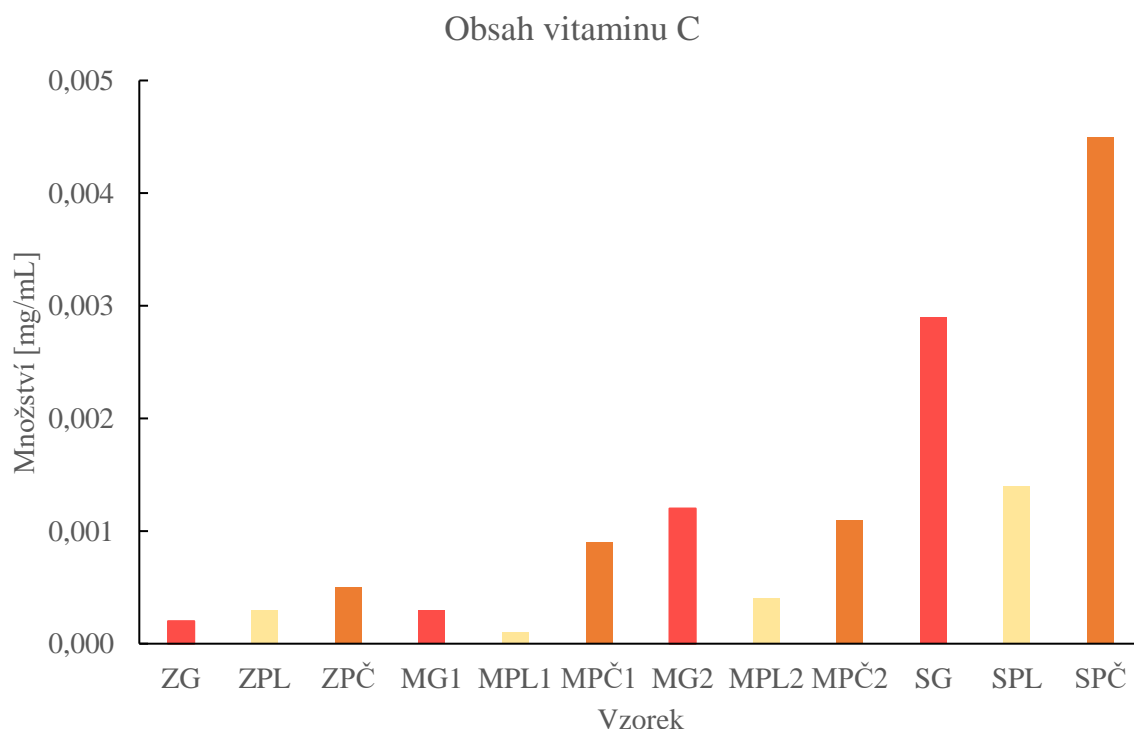
Obsah vlhkosti pro marmelády byl stanoven v rozmezí 12-16 %. Emelike a Akusu v Journal of Food připravovali marmelády z různých druhů ovoce. Obsah vlhkosti v jejich produktech se pohyboval v rozmezí 24-49 % [53]. Ateeq Ahmad a kol. ve své práci fyzikálně a chemicky analyzovali různé ovocné marmelády a zjistili, že obsah vlhkosti všech marmelád se pohyboval v rozmezí 35,3-36,8 % [54]. Je tedy zřejmé, že v marmeládách mnou připravených je nízký obsah vody. Může to být způsobeno tím, že do ovocné směsi nebyla přidávána žádná voda navíc a bylo pracováno pouze s vodou, která byla přítomna v citrusích.

Obsah vlhkosti v sušených plátech byl stanoven v rozmezí 2-3 %. Při přípravě tohoto plátu se odstraňuje velké množství vlhkosti při samotné přípravě, která zahrnuje sušení zhruba 9 hodin při teplotě 60 °C. Je tak podstatou sušeného plátu obsahovat co nejmenší množství vlhkosti. Tento předpoklad byl potvrzen při tomto stanovení, protože vlhkost byla pouze 2-3 %.

4.4 Stanovení obsahu vitamínu C

Metodou HPLC byl stanoven obsah vitamínu C ve všech vzorcích, toto množství je zaneseno do grafu na Obr. 39. Na první pohled je zřejmé, že nejvyšší obsah vitamínu C je ve vzorcích SG, SPL a SPČ, což jsou vzorky sušeného plátu. Takto vysoký obsah kyseliny askorbové v sušeném ovoci může být způsoben tím, že stabilita vitamínu C je závislá na teplotě. Moorthy R.K. a kol. došli ve své práci k podobným závěrům, že obsah vitamínu C klesá se zvyšováním teploty, ve které se daná potravina nachází [67]. Při zpracování sušeného plátu byla použita pouze teplota 60 °C, zatímco při přípravě marmelád a želé muselo ovoce projít varem a tím došlo k velkému úbytku kyseliny askorbové.

U marmelád je z Obr. 39 zřejmé, že obsah vitamínu C je vyšší u vzorků s číslem 2, tedy vzorky, ke kterým byl přidán Gelfix. Tyto vzorky byly přivedeny k varu a vařily se pouze v řádu několika minut, zatímco vzorky bez přídavku Gelfixu, vzorky číslo 1, se vařily delší dobu, a proto je v nich značný úbytek vitamínu C. Při vaření však nebyla po celou dobu použita vysoká teplota. Vzorky marmelád byly pouze přivedeny k varu, ale pak byla teplota snížena a vaření probíhalo za nižších teplot, zatímco u želé byla teplota stále vysoká, což může být jeden z důvodů, proč je u želé nejnižší obsah vitamínu C. Dalším důvodem může být i to, že při přípravě je ovocná směs ponechána 10 minut odstát a po vaření je ihned ochlazená. Klesání obsahu vitamínu C při dlouhodobějším skladování ovocných produktů potvrdil ve své práci i Njoku a kol. [68]. Takové podmínky mohou být kritické pro obsah kyseliny askorbové a mohou tak vysvětlovat nízký obsah vitamínu C v želé. Za želé byl stanoven obsah vitamínu C pouze v jednom vzorku, a to v želé s přídavkem cukru a kyseliny citronové, protože technologický postup přípravy byl u všech třech vzorků želé shodný.



Obr. 39 Graf stanovených obsahů vitamínu C

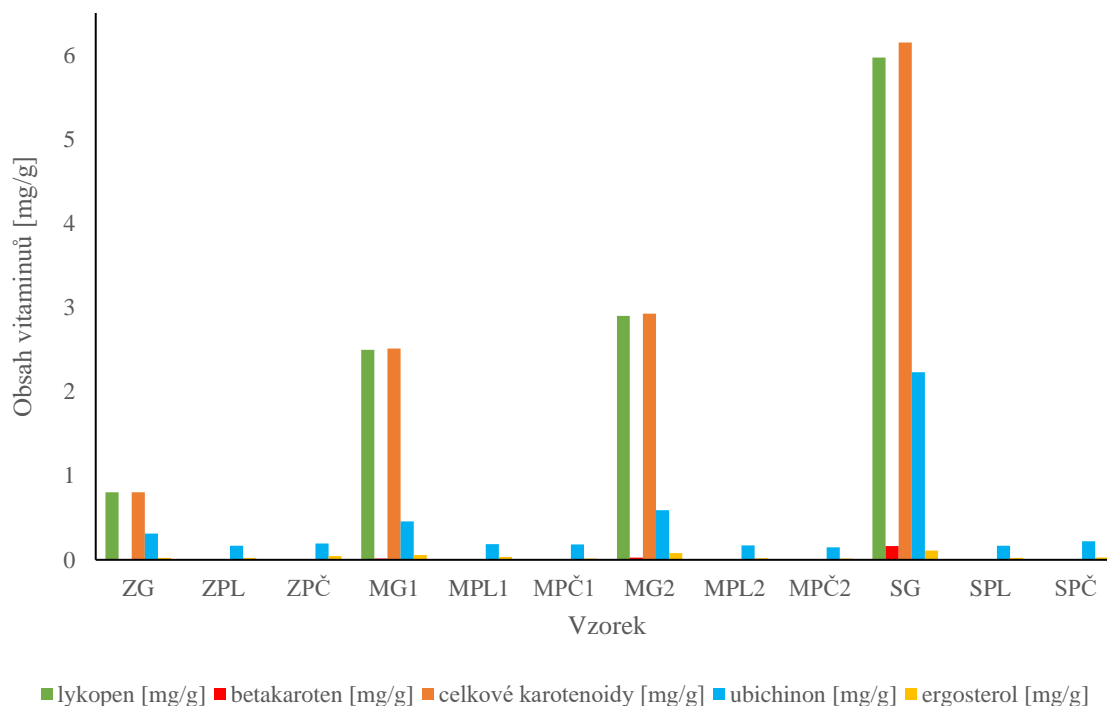
4.5 Stanovení obsahu ergosterolu, pigmentů a ubichinonu

Kromě vitamínu C byly stanoveny ve všech vzorcích i obsahy pigmentů, ergosterolu a ubichinonu. Z Obr. 40 a z Tab. 16 je zřejmé, že lykopen a betakarotenoidy obsahují pouze produkty připravené z grepu. Lykopen, podle Mir Khan a kol., bývá obsažen v červených a oranžových potravinách [69]. Je to významný antioxidant a grapefruit je jedna z potravin, která lykopen obsahuje. Podle změřených výsledků je jasné, že lykopen je přítomen ve všech produktech i po tepelném zpracování. Z hodnot v Tab. 16 jasně vyplývá, že nejvyšší obsah lykopenu je v sušeném grapefruitovém plátu. S rostoucí teplotou použitou při zpracování klesá i jeho obsah v ostatních produktech. Podobně je to i s celkovými karotenoidy, které jsou opět obsažené v potravinách jako červené barvivo. Karotenoidy jsou zároveň prekurzorem vitamínu A. Výrobky připravené z grapefruitu mají také nejvyšší obsah ubichinonu. Ubichinon jako oxidovaná forma koenzymu Q10 má významné antioxidační účinky. V Tab. 16 je vidět, že všechny produkty z citrusů obsahují malé množství ergosterolu, provitaminu pro vitamin D2.

Z výše uvedených stanovení je zřejmé, že citrusové výrobky obsahují obecně hlavně vitamin C, ubichinon a malé množství ergosterolu. V souvislosti s obsahem stanovovaných pigmentů jako jsou lykopen a karotenoidy, je zřejmé, že nejlepším zdrojem jsou grapefruitové výrobky.

Celkově pro obsah výše zmíněných bioaktivních látek je nejlepším zdrojem citrusový sušený plát, který díky nízké teplotě, při které byl sušen, přišel o nejmenší množství výše zmíněných látek.

Stanovení pigmentů, ergosterolu a ubichinonu



Obr. 40 Graf stanovených obsahů pigmentů a lipofilních látek

Tab. 16 Stanovené obsahy pigmentů a lipofilních látek

Vzorek	Obsah [mg/g]				
	Lykopen	Betakaroten	Celkové karotenoidy	Ubichinon	Ergosterol
ZG	0,802	0	0,802	0,3129	0,023
ZPL	0	0	0	0,1687	0,021
ZPČ	0	0	0	0,1940	0,046
MG1	2,496	0,015	2,511	0,4568	0,057
MPL1	0	0	0	0,1880	0,034
MPČ1	0	0	0	0,1835	0,017
MG2	2,899	0,027	2,925	0,5881	0,079
MPL2	0	0	0	0,1731	0,018
MPČ2	0	0	0	0,1500	0,014
SG	5,972	0,164	6,151	2,2287	0,112
SPL	0	0	0	0,1682	0,024
SPČ	0	0	0	0,2222	0,027

4.6 Celkové zhodnocení využití citrusů v potravinářství

4.6.1 Želé

Byly připraveny 3 druhy želé od každého citrusu, které byly za využití senzoricke analýzy porovnány vůči sobě. Hodnotitelé porovnávali mezi sebou vždy želé od jednoho druhu citrusu. Mezi želé připraveným z grapefruitu, pomela i pomeranče hodnotitelé nejlépe hodnotili vzorky s přidavkem cukru a kyseliny citronové. Nejhuře bylo ve všech případech hodnoceno želé, které obsahovalo pouze ovoce a želatinu. Podle vlastního hodnocení bylo zřejmé, že hodnocení výsledků se neodráželo pouze od chuti, ale i od textury, která byla nejpříjemnější právě u vzorků s kyselinou citronovou a cukrem. Již zmíněné želé z želatiny a ovoce bylo pro hodnotitele moc tuhé. Hodnotitelé měli také za úkol vybrat nejlepší příchuť želé a většina hodnotitelů se shodla, že nejlepší želé bylo pomerančové, druhé nejlepší grepové a nejhorší bylo pomelo. U želé prováděly senzoricke analýzu i děti, kterým nejvíce vyhovovalo želé s přidavkem kyseliny citronové a cukru.

Díky stanovení těkavých látek pomocí GC/MS, bylo zjištěno, že želé u všech třech použitých citrusů obsahuje stejné těkavé látky, ale z důvodu tepelného zpracování jsou některé přítomny v nižších množstvích.

V želé byl dále stanovován obsah vitamínu C. Tentokrát byl pro stanovení použit pouze vzorek s přídavkem kyseliny citronové a cukru. Všechny tři citrusová želé měly nejnižší obsah vitamínu C ze všech připravených výrobků. Želé mělo také nejnižší obsah lykopenu, karotenoidů, ubichinonu a ergosterolu.

4.6.2 Marmelády

Vzorky marmelád byly připraveny dva od každého citrusu. Díky senzorické analýze bylo zjištěno, že hodnotitelům vyhovují stejně vzorky s přídavkem želírovacího přípravku i bez něj u pomeranče a pomela. U grepových marmelád byla lépe hodnocena marmeláda bez želírovacího přípravku. Hodnotitelé podobně jako u želé porovnávali i citrusové příchutě vůči sobě a opět byla nejlépe hodnocena pomerančová příchut', druhá byla grepová a nejhůře hodnocená příchut' byla z pomela.

Stanovení těkavých látek ukázalo, že obsah těkavých látek je vyšší než u želé a byly zde stanoveny i jiné látky než ty, které se nacházely v samotných citrusech. Nově byl stanoven linalool oxid a u marmelád s přídavkem želírovacího přípravku byla stanovena kyselina sorbová.

Obsah vitamínu C se lišil u marmelád připravovaných z želírovacího přípravku a bez něj. Marmelády z želírovacího přípravku měly výrazně vyšší obsah vitamínu C, zatímco marmelády bez něj měly obsah kyseliny askorbové srovnatelný s želé. Obsah lykopenu a karotenoidů byl stanoven u grepových marmelád vyšší, ale u ostatních vzorků je i s obsahem ubichinonu a ergosterolu srovnatelný s želé.

4.6.3 Sušený plát

Sušený ovocný plát byl senzorickou analýzou analyzován pouze tak, že hodnotitelé porovnávali druhy citrusů mezi sebou. Nejlépe hodnocený byl podobně jako u marmelád a želé pomeranč, ale jako nejhůře byl v tomto případě hodnocený grep a jako druhé nejlepší bylo zvoleno pomelo.

Při GC/MS stanovení bylo zjištěno, že sušený plát se obsahem těkavých látek nejvíce podobá čerstvému ovoci, protože při jeho přípravě nebyla použita tak vysoká teplota jako u předchozích výrobků.

Díky nižší teplotě má také sušený plát jednoznačně nejvyšší obsah vitamínu C a grepový plát má nejvyšší obsah ubichinonu, lykopenu a karotenoidů.

5 ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo připravit vzorky marmelád, želé a sušeného plátu z vybraných citrusů a u těchto výrobků provést sensorickou analýzu a stanovení vybraných nutričních charakteristik.

Pro sensorickou analýzu bylo připraveno 9 vzorků želé, 6 vzorků marmelád a 3 vzorky sušených ovocných plátů z grapefruitu, pomela a pomeranče. Při sensorickém hodnocení želé bylo zjištěno, že hodnotitelům nejvíce vyhovovaly vzorky, které obsahovaly ovoce, želatinu, cukr a kyselinu citronovou. Při porovnávání druhů citrusů jako nejlepší zvolili hodnotitelé pomerančové želé a druhé nejlepší bylo grepové. Želé bylo při sensorické analýze hodnoceno i dětmi. V tomto hodnocení, podobně jako u dospělých, vyšly nejlépe vzorky s přídavkem kyseliny citronové a cukru. Při sensorickém hodnocení marmelád hodnotitelé nejprve posuzovali marmelády s přídavkem želírovacího přípravku a bez něj. V tomto porovnávání dopadly oba vzorky pro pomelo a pomeranč stejně, rozdíl byl pouze u grepových vzorků, kde byly oblíbenější vzorky bez přídavku želírovací látky. Při srovnávání příchutí marmelád byl opět jako nejlepší zvolen pomeranč, druhý grapefruit a nejhorší bylo pomelo. Stejně závěry byly stanoveny i v porovnávání sušených plátů, kde hodnotitelé posuzovali opět tři citrusové příchutě sušeného plátu vůči sobě. Jako nejlepší byl zvolen pomerančový, jako druhý nejlepší grepový a nejhorší byl pomelový. Ze sensorické analýzy tak vyplývá, že hodnotitelům nejvíce chutnaly pomerančové vzorky a nejméně pomelové.

Ve výrobcích byly stanovovány nutriční charakteristiky. Jako první byl stanoven obsah těkavých látek. Ze všech výrobků měl sušený plát nejvíce podobný obsah látek čerstvému ovoci. V grepových vzorcích byly látkami s nejvyšším obsahem limonen a karyofylen, v pomerančových vzorcích to byl limonen a valencen. Díky valencenu a karyofylenu šlo velmi jednoznačně rozeznat chromatogramy pomerančových a grapefruitových výrobků. Pomelové výrobky měly velmi rozmanité chromatogramy a bylo u nich detekováno velké množství sloučenin. V pomelových výrobcích byla také detekována kyselina máselná, která mohla zapříčinit neoblíbenost pomelových vzorků při sensorické analýze.

Dále byl ve vzorcích stanoven obsah vitamínu C, kdy bylo zjištěno, že nejvyšší obsah vitamínu C mají sušené pláty a ze sušených plátů to byl jednoznačně pomerančový sušený plát. Nejnižší obsah vitamínu C byl poté zachycen v želé a marmeládách bez přídavku želírovacího přípravku. Ve vzorcích byl dále stanovován obsah lykopenu a karotenoidů, které byly zachyceny pouze v grepových vzorcích a nejvíce opět v sušeném grepovém plátu. Dále byl stanovován i obsah ubichinonu a ergosterolu. Obě tyto látky byly zaznamenány ve všech vzorcích, ale ve velmi malém množství.

Podle výsledků ze sensorické analýzy je zřejmé, že hodnotitelům nejvíce vyhovovaly pomerančové vzorky. Ze stanovení vybraných nutričních charakteristik vyplývá, že nejvhodnějším výrobkem připraveným z vybraných citrusů je sušený ovocný plát.

6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ING. POKORA, Jindřich (ed.). *Kvalitní citrus nemá uvolněnou kůru*. Online. S. 1. Dostupné z: <https://www.szpi.gov.cz/clanek/rady-pro-konkretni-druhy-potravin-ovoce-a-zelenina-kvalitni-citrus-nema-uvolnenou-kuru.aspx>. [cit. 2023-10-07].
- [2] MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. *Codex Alimentarius – základní informace*. Online. Informační centrum bezpečnosti potravin. 2009. Dostupné z: <https://bezpecnostpotravin.cz/kategorie/legislativa/codex-alimentarius-zakladni-informace/page/3/>. [cit. 2023-10-28].
- [3] CODEX ALIMENTARIUS. CXS 296-2009, *STANDARD FOR JAMS, JELLIES AND MARMALADES*. 2022 Amendment. 2009.
- [4] ČESKÁ REPUBLIKA. Vyhláška č. 76/2003 Sb.: Vyhláška, kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kaka a s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony. In: . 2003, 32/2003.
- [5] ČESKÁ REPUBLIKA. Vyhláška č. 397/2021 Sb.: Vyhláška o požadavcích na konzervované ovoce a konzervovanou zeleninu, skořápkové plody, houby, brambory a výrobky z nich a banány. In: . 2021, 178/2021.
- [6] JENTZSCH, Maximilian; BECKER, Sarah; THIELEN, Marc a SPECK, Thomas. *Functional Anatomy, Impact Behavior and Energy Dissipation of the Peel of Citrus × limon: A Comparison of Citrus × limon and Citrus maxima*. Online. *Plants*. 2022, roč. 11, č. 7. ISSN 2223-7747. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/plants11070991>. [cit. 2023-11-01].
- [7] RAFIQ, Shafiya; KAUL, Rajkumari; SOFI, S.A.; BASHIR, Nadia; NAZIR, Fiza et al. *Citrus peel as a source of functional ingredient: A review*. Online. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2018, roč. 17, č. 4, s. 351-358. ISSN 1658077X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2016.07.006>. [cit. 2023-11-01].
- [8] *Pomerančovník čínský*. Online. Dostupné z: <https://www.atlasrostlin.cz/listnate-stromy/pomerancovnik-cinsky>. [cit. 2023-11-05].
- [9] TIGHE-NEIRA, Ricardo; ALBERDI, Miren; ARCE-JOHNSON, Patricio; ROMERO-ROMERO, Jesús L.; REYES-DÍAZ, Marjorie et al. *Foods with Functional Properties and their Potential Uses in Human Health*. Online. In: WAISUNDARA, Viduranga a SHIOMI, Naofumi (ed.). *Superfood and Functional Food - An Overview of Their Processing and Utilization*. InTech, 2017. ISBN 978-953-51-2919-6. Dostupné z: <https://doi.org/10.5772/67077>. [cit. 2023-11-05].
- [10] ROUSSOS, Peter A. Orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). Online. In: *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*. Elsevier, 2016, s. 469-496. ISBN 9780124081178. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408117-8.00020-9>. [cit. 2023-11-08].
- [11] LADANIYA, Milind S. *Fruit morphology, anatomy, and physiology*. Online. In: *Citrus Fruit*. Elsevier, 2008, s. 103-124. ISBN 9780123741301. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-012374130-1.50007-3>. [cit. 2023-11-08].
- [12] *Comparison of pomelo (<i>citrus maxima</i>) grown in china and thailand*. Online. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*. 2021. ISSN 2095-7505. Dostupné z: <https://doi.org/10.15302/J-FASE-2021391>. [cit. 2023-11-08].

- [13] OLLITRAULT, Patrick; CURK, Franck a KRUEGER, Robert. *Citrus taxonomy*. Online. In: *The Genus Citrus*. Elsevier, 2020, s. 57-81. ISBN 9780128121634. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812163-4.00004-8>. [cit. 2023-11-09].
- [14] GRULICH, Vít. CITRUS MAXIMA (Burm.) Osbeck – pomelo. Online. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/citrus-maxima/>. [cit. 2023-11-09].
- [15] *Citronik rajský*. Online. Dostupné z: <https://www.atlasrostlin.cz/listnate-stromy/citronik-rajsky>. [cit. 2023-11-25].
- [16] *Oranges Everything you need to know about Oranges*. Online. Dostupné z: <https://producemadesimple.ca/orange/>
- [17] STOSICH, Marie. *Fruit and Vegetable Guide Series: Grapefruit*. Online. December 15, 2022. Dostupné z: <https://extension.usu.edu/nutrition/research/grapefruit>. [cit. 2023-12-02].
- [18] *Pomelo - Citrus*. Online. Dostupné z: <https://www.libertyprim.com/en/lexique-familles/679/pomelo-lexique-des-citrus.htm>. [cit. 2023-12-02].
- [19] PENFIELD, Marjorie P. a CAMPBELL, Ada Marie. FOOD PRESERVATION. Online. In: *Experimental Food Science*. Elsevier, 1990, s. 266-293. ISBN 9780121579203. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-157920-3.50017-X>. [cit. 2023-12-02].
- [20] WANG, Ruican a HARTEL, Richard W. *Confectionery gels: Gelling behavior and gel properties of gelatin in concentrated sugar solutions*. Online. *Food Hydrocolloids*. 2022, roč. 124. ISSN 0268005X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107132>. [cit. 2023-12-03].
- [21] HAUG, I.J. a DRAGET, K.I. Gelatin. Online. In: *Handbook of Hydrocolloids*. Elsevier, 2009, s. 142-163. ISBN 9781845694142. Dostupné z: <https://doi.org/10.1533/9781845695873.142>. [cit. 2023-12-03].
- [22] FONKWE, Linus G.; NARSIMHAN, Ganesan a CHA, Alice S. *Characterization of gelation time and texture of gelatin and gelatin–polysaccharide mixed gels*. Online. *Food Hydrocolloids*. 2003, roč. 17, č. 6, s. 871-883. ISSN 0268005X. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(03\)00108-5](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(03)00108-5). [cit. 2023-12-03].
- [23] HARTEL, Richard W.; VON ELBE, Joachim H.; HOFBERGER, Randy; HARTEL, Richard W.; VON ELBE, Joachim H. et al. *Jellies, Gummies and Licorices*. Online. In: *Confectionery Science and Technology*. Cham: Springer International Publishing, 2018, s. 329-359. ISBN 978-3-319-61740-4. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/978-3-319-61742-8_12. [cit. 2023-12-03].
- [24] WOLF, B. *Confectionery and Sugar-Based Foods*. Online. In: *Reference Module in Food Science*. Elsevier, 2016. ISBN 9780081005965. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.03452-1>. [cit. 2023-12-04].
- [25] O'BEIRNE, D. JAMS AND PRESERVES | *Chemistry of Manufacture*. Online. In: *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Elsevier, 2003, s. 3416-3419. ISBN 9780122270550. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/00661-1>. [cit. 2023-12-04].

- [26] WILLIAMS, P.A. a PHILLIPS, G.O. GUMS / *Food Uses*. Online. In: *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Elsevier, 2003, s. 3001-3007. ISBN 9780122270550. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/00574-5>. [cit. 2023-12-04].
- [27] INAM, AKMS; HOSSAIN, MM; SIDDIQUI, AA a EASDANI, M. *Studies on the Development of Mixed Fruit Marmalade*. Online. *Journal of Environmental Science and Natural Resources*. 2013, roč. 5, č. 2, s. 315-322. ISSN 2408-8633. Dostupné z: <https://doi.org/10.3329/jesnr.v5i2.14836>. [cit. 2023-12-04].
- [28] POSUN, U.S.; AHMED, M.W. a ALIM, M.A. *Studies on the kinetic changes of mixed fruit marmalade developed from lemon and orange*. Online. 2018. 2018. ISSN 2208-2417. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/324900675_studies_on_the_kinetic_changes_of_mixed_fruit_marmalade_developed_from_lemon_and_orange. [cit. 2023-12-04].
- [29] DIPERSIO, PATRICIA A.; KENDALL, PATRICIA A. a SOFOS, JOHN N. *SENSORY Evaluation of home dried fruit prepared using treatments that enhance destruction of pathogenic bacteria*. Online. *Journal of Food Quality*. 2006, roč. 29, č. 1, s. 47-64. ISSN 0146-9428. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2006.00055.x>. [cit. 2023-12-05].
- [30] RADOJČIN, Milivoj; PAVKOV, Ivan; BURSAC KOVAČEVIĆ, Danijela; PUTNIK, Predrag; WIKTOR, Artur et al. *Effect of Selected Drying Methods and Emerging Drying Intensification Technologies on the Quality of Dried Fruit: A Review*. Online. *Processes*. 2021, roč. 9, č. 1. ISSN 2227-9717. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/pr9010132>. [cit. 2023-12-05].
- [31] *Real fruit jelly sweets*. Online. *The Sweet Rebellion by Astrid Field*. Dostupné z: <https://thesweetrebellion.co.za/real-fruit-jelly-sweets/>. [cit. 2024-01-27].
- [32] PRASAD, Sree. *Classic English marmalade is made from only Seville oranges*. Online. *Manoramaonline*. 2020. Dostupné z: <https://www.onmanorama.com/food/features/2020/03/15/classic-english-marmalade-seville-oranges.html>. [cit. 2024-01-27].
- [33] BRENNAN, J.G. DRYING | *Dielectric and Osmotic Drying*. Online. In: *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Elsevier, 2003, s. 1938-1942. ISBN 9780122270550. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/00372-2>. [cit. 2024-01-27].
- [34] CHANG, Sui Kiat; ALASALVAR, Cesarettin a SHAHIDI, Fereidoon. *Review of dried fruits: Phytochemicals, antioxidant efficacies, and health benefits*. Online. *Journal of Functional Foods*. 2016, roč. 21, s. 113-132. ISSN 17564646. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.11.034>. [cit. 2024-01-27].
- [35] SADLER, Michele Jeanne; GIBSON, Sigrid; WHELAN, Kevin; HA, Marie-Ann; LOVEGROVE, Julie et al. *Dried fruit and public health – what does the evidence tell us?* Online. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2019, roč. 70, č. 6, s. 675-687. ISSN 0963-7486. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/09637486.2019.1568398>. [cit. 2024-01-27].
- [36] SHINY DEROSE, J.; NAGAMANIAMMAI, G.; DARADKEH, G.; QORONFLEH, W.M. a AL-MAHRIZI, M. *Impact of the Drying Techniques on the Functional Properties of Citrus sinensis (Sweet Orange) Fruit – A Review*. Online. *International Journal of*

- Nutrition, Pharmacology, Neurological Diseases*. 2021, s. 181-188. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/353601119_Impact_of_the_Drying_Techniques_on_the_Functional_Properties_of_Citrus_sinensis_Sweet_Orange_Fruit_-_A_Review. [cit. 2024-04-16].
- [37] SIMPLE HOMEMADE DRIED CITRUS. Online. *RIGHT BACK SPATULA*. JANUARY 14, 2021. Dostupné z: <https://rightbackspatula.com/2021/01/14/simple-homemade-dried-citrus/>. [cit. 2024-02-02].
- [38] DONGRE, Priti; DOIFODE, Chandrashekar; CHOUDHARY, Shaily a SHARMA, Neeraj. “Botanical description, chemical composition, traditional uses and pharmacology of *Citrus sinensis*: An updated review.” Online. *Pharmacological Research - Modern Chinese Medicine*. 2023, roč. 8. ISSN 26671425. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.prmcm.2023.100272>. [cit. 2024-02-03].
- [39] UCKOO, Ram M.; JAYAPRAKASHA, Guddadarangavvanahally K.; BALASUBRAMANIAM, V. M. a PATIL, Bhimanagouda S. Grapefruit (*Citrus paradisi* Macfad) Phytochemicals Composition Is Modulated by Household Processing Techniques. Online. *Journal of Food Science*. 2012, roč. 77, č. 9. ISSN 0022-1147. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02865.x>. [cit. 2024-02-03].
- [40] VASEK, O.M; CÁCERES, L.M.; CHAMORRO, E.R. a VELASCO, G.A. *Antibacterial activity of Citrus paradisi essential oil*. Online. *Journal of Natural Products*. 2015, č. Volume 8, s. 16-26. ISSN 0974-5211. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/277670234_antibacterial_activity_of_citrus_paradisi_essential_oil. [cit. 2024-04-16].
- [41] CHEN, Yichang; LI, Tianxiao; BAI, Jiafeng; NONG, Lizheng; NING, Zhenxing et al. Chemical Composition and Antibacterial Activity of the Essential Oil of *Citrus Maxima* (Burm.) Merr. cv. Shatian Yu. Online. *Journal of Biologically Active Products from Nature*. 2018, roč. 8, č. 4, s. 228-233. ISSN 2231-1866. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/22311866.2018.1509730>. [cit. 2024-02-03].
- [42] ZÁRUBA, Kamil. *Analytická chemie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2016. ISBN 978-80-7080-951-8.
- [43] SPARKMAN, O. David; PENTON, Zelda E. a KITSON, Fulton G. *Introduction and History*. Online. In: *Gas Chromatography and Mass Spectrometry: A Practical Guide*. Elsevier, 2011, s. 2-13. ISBN 9780123736284. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373628-4.00001-0>. [cit. 2024-02-19].
- [44] ZHANG, Z.; HU, X. a LI, P. *Chromatography: Combined Chromatography and Mass Spectrometry*. Online. In: *Encyclopedia of Food and Health*. Elsevier, 2016, s. 79-84. ISBN 9780123849533. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00158-6>. [cit. 2024-02-19].
- [45] CAJKA, T.; SHOWALTER, M.R.; RIDDELLOVA, K. a FIEHN, O. *Advances in Mass Spectrometry for Food Authenticity Testing*. Online. In: *Advances in Food Authenticity Testing*. Elsevier, 2016, s. 171-200. ISBN 9780081002209. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100220-9.00007-2>. [cit. 2024-02-19].
- [46] MURRAY, J.M. a BAXTER, I.A. *SENSORY EVALUATION | Food Acceptability and Sensory Evaluation*. Online. In: *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Elsevier,

- 2003, s. 5130-5136. ISBN 9780122270550. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/01372-9>. [cit. 2024-03-05].
- [47] JAIN, V. a GUPTA, K. FOOD AND NUTRITIONAL ANALYSIS | Overview. Online. In: *Encyclopedia of Analytical Science*. Elsevier, 2005, s. 202-211. ISBN 9780123693976. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B0-12-369397-7/00175-8>. [cit. 2024-03-05].
- [48] SINESIO, F. SENSORY EVALUATION. Online. In: *Encyclopedia of Analytical Science*. Elsevier, 2005, s. 283-290. ISBN 9780123693976. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B0-12-369397-7/00561-6>. [cit. 2024-03-06].
- [49] POKORNÝ, Jan. *Metody senzorické analýzy potravin a stanovení senzorické jakosti*. Vyd. 2. dopl. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997. ISBN 80-85120-60-7.
- [50] MILLER, Rhonda K. *The Eating Quality of Meat*. Online. In: *Lawrie's Meat Science*. Elsevier, 2017, s. 461-499. ISBN 9780081006948. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100694-8.00015-7>. [cit. 2024-03-07].
- [51] LESMAYATI, S; QOMARIAH, R; AWANIS a ANGGREANY, S. *Effect of Gelatin and Citric Acid Concentration on Chemical and Organoleptic Properties of Jelly Citrus*. Online. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022, roč. 1024, č. 1. ISSN 1755-1307. Dostupné z: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1024/1/012025>. [cit. 2024-02-22].
- [52] PLOTNIKOVA, Inessa; MAGOMEDOV, Gazibeg; ZHARKOVA, Irina; MIROSHNICHENKO, Elena a PLOTNIKOV, Viktor. *Jelly formulated with different carbohydrate profiles: Quality evaluation*. Online. *Foods and Raw Materials*. S. 262-273. ISSN 2308-4057. Dostupné z: <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2022-2-535>. [cit. 2024-02-22].
- [53] EMELIKE, N.J.T. a AKUSU, O.M. *Quality Attributes of Jams and Marmalades Produced from Some Selected Tropical Fruits*. Online. *Journal of Food J Processing & Technology*. 2019, roč. 10, č. 5. ISSN 2157-7110. Dostupné z: <https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000790>. [cit. 2024-04-16].
- [54] ATEEQ, Ahmad; ZIA-UD-DIN a ARSALAN, Khan. *Physico-Chemical Analysis of Different Jams and Marmalade Prepared at Ari (Tarnab) Peshawar*. Online. *J Food Nutr Disor*. 2022, roč. 11, č. 2. Dostupné z: <https://doi.org/10.4172/2324-9323.1000313>. [cit. 2024-04-16].
- [55] MALVIYA, R.; BANSAL, V.; PAL, O.P. a SHARMA, P.K. HIGH PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY: A SHORT REVIEW. Online. *Journal of Global Pharma Technology*. 2010, s. 22-26. ISSN 0975 – 8542. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/235987484_High_performance_liquid_chromatography_A_short_review. [cit. 2024-04-16].
- [56] ABDU HUSSEN, Ali. *High-Performance Liquid Chromatography (HPLC): A review*. Online. *Annals of Advances in Chemistry*. 2022, roč. 6, č. 1, s. 010-020. ISSN 25763768. Dostupné z: <https://doi.org/10.29328/journal.aac.1001026>. [cit. 2024-03-23].

- [57] ČOPÍKOVÁ, Jana. *Technologie čokolády a cukrovinek*. 2. přepracované a aktualizované vydání. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2020. ISBN 978-80-7592-077-5.
- [58] GUINARD, Jean-Xavier. *Sensory and consumer testing with children*. Online. *Trends in Food Science & Technology*. 2000, roč. 11, č. 8, s. 273-283. ISSN 09242244. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(01\)00015-2](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(01)00015-2). [cit. 2024-03-24].
- [59] NICKLAUS, S. *Sensory testing in new product development: working with children*. Online. In: *Rapid Sensory Profiling Techniques*. Elsevier, 2015, s. 473-484. ISBN 9781782422488. Dostupné z: <https://doi.org/10.1533/9781782422587.4.473>. [cit. 2024-03-24].
- [60] AHMED, Shahnawaz; RATTANPAL, H S; GUL, Khalid; DAR, Rouf Ahmad a SHARMA, Akash. *Chemical composition, antioxidant activity and GC-MS analysis of juice and peel oil of grapefruit varieties cultivated in India*. Online. *Journal of Integrative Agriculture*. 2019, roč. 18, č. 7, s. 1634-1642. ISSN 20953119. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62602-X](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62602-X). [cit. 2024-02-16].
- [61] MCGRAW, GERALD W; HEMINGWAY, RICHARD W.; INGRAM, JR, LEONARD L.; CANADY, CATHERINE S. a MCGRAW, WILLIAM B. *Thermal Degradation of Terpenes: Camphene, A3-Carene, Limonene, and alfa-Terpinenee*. Online. *ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY*. 1999, roč. 33, č. 20, s. 4029-4033. Dostupné z: https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/ja/ja_mcgraw001.pdf. [cit. 2024-04-16].
- [62] NEGRO, Viviana; RUGGERI, Bernardo; MANCINI, Giuseppe a FINO, Debora. *Recovery of D-limonene through moderate temperature extraction and pyrolytic products from orange peels*. Online. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*. 2017, roč. 92, č. 6, s. 1186-1191. ISSN 0268-2575. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/jctb.5107>. [cit. 2024-02-16].
- [63] SCANDIFFIO, Rosaria; GEDDO, Federica; COTTONE, Erika; QUERIO, Giulia; ANTONIOTTI, Susanna et al. *Protective Effects of (E)-β-Caryophyllene (BCP) in Chronic Inflammation*. Online. *Nutrients*. 2020, roč. 12, č. 11. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu12113273>. [cit. 2024-03-21].
- [64] ELSTON, April; LIN, Jianming a ROUSEFF, Russell. *Determination of the role of valencene in orange oil as a direct contributor to aroma quality*. Online. *Flavour and Fragrance Journal*. 2005, roč. 20, č. 4, s. 381-386. ISSN 0882-5734. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/ffj.1578>. [cit. 2024-03-21].
- [65] MANZUR, Marilina; LUCIARDI, María C.; BLÁZQUEZ, M. Amparo; ALBERTO, María R.; CARTAGENA, Elena et al. *Citrus sinensis Essential Oils an Innovative Antioxidant and Antipathogenic Dual Strategy in Food Preservation against Spoilage Bacteria*. Online. *Antioxidants*. 2023, roč. 12, č. 2. ISSN 2076-3921. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/antiox12020246>. [cit. 2024-02-17].
- [66] XIANG, Nan; ZHAO, Yihan; ZHANG, Bing; GU, Qiuming; CHEN, Weiling et al. *Volatiles Accumulation during Young Pomelo (Citrus maxima (Burm.) Merr.) Fruits Development*. Online. *International Journal of Molecular Sciences*. 2022, roč. 23, č. 10. ISSN 1422-0067. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijms23105665>. [cit. 2024-03-21].

- [67] KRISHNAMOORTHY, Raghu. *Analysis of Effect of Temperature on the Decay of Vitamin-C in Fruit Juices*. Online. S. 4. Dostupné z: <https://doi.org/10.35543/osf.io/rkgju>. [cit. 2024-04-16].
- [68] NJOKU, P.C.; AYUK, A.A. a OKOYE, C.V. *Temperature Effects on Vitamin C Content in Citrus Fruits*. Online. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2011, roč. 12, č. 10, s. 1169-1168. ISSN 1680-5194. Dostupné z: <https://chemistry-teaching-resources.com/Resources/CfENewHigher/Researching2016/fin1877.pdf>. [cit. 2024-04-16].
- [69] KHAN, Usman Mir; SEVINDIK, Mustafa; ZARRABI, Ali; NAMI, Mohammad; OZDEMIR, Betul et al. *Lycopene: Food Sources, Biological Activities, and Human Health Benefits*. Online. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2021, roč. 2021, s. 1-10. ISSN 1942-0994. Dostupné z: <https://doi.org/10.1155/2021/2713511>. [cit. 2024-04-07].

7 ZKRATKY

SZPI Státní zemědělská a potravinářská inspekce

CA Codex Alimentarius

NaCl Chlorid sodný

PCA Analýza hlavních komponent

GC/MS Plynová chromatografie s hmotnostní spektrometrií

GC Plynová chromatografie

MS Hmotnostní spektrometrie

TOF Time of flight

HPLC Vysokoučinná kapalinová chromatografie

UV Ultrafialové záření

HPLC/PDA Vysokoučinná kapalinová chromatografie s detektorem fotodiodového pole

SPME Mikroextrakce na pevnou fázi

PTFE Polytetrafluorethylen

8 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Hodnotitelský protokol pro sensorické hodnocení citrusového želé

Příloha 2 – Hodnotitelský protokol pro sensorické hodnocení citrusových marmelád a sušených plátů

Příloha 3 – Hodnotitelský protokol pro sensorické hodnocení citrusového želé pro děti

9 PŘÍLOHY

Příloha 1 – Hodnotitelský protokol pro senzorické hodnocení citrusového želé

HODNOTITELSKÝ PROTOKOL Senzorické hodnocení citrusových želé

Datum hodnocení	
Pohlaví	
Věk	

Jste kuřák: ANO x NE

Váš vztah k želé

- a) Chutnají mi, jím je rád
- b) Neutrální – nevadí mi je sníst
- c) Nechutnají mi, nejím je

Ochutnejte vzorky a ohodnoťte jejich senzorické vlastnosti. Vzorky prosím hodnoťte na škále od 1 do 5. 1 použijete v případě nejmenší spokojenosti s danou vlastností a 5 pro nejvyšší spokojenost. Vlastní hodnocení není povinné.

SADA 1

Vzorek K79

Marker	Hodnocení	Vlastní hodnocení
Barva		
Vůně		
Textura		
Chuť		
Celková přijatelnost		

Vzorek M45

Marker	Hodnocení	Vlastní hodnocení
Barva		
Vůně		
Textura		
Chuť		
Celková přijatelnost		

Vzorek F02

Marker	Hodnocení	Vlastní hodnocení
Barva		
Vůně		
Textura		
Chuť		
Celková přijatelnost		

Určení druhu ovoce sada 1	
----------------------------------	--

SADA 2**Vzorek R56**

Marker	Hodnocení	Vlastní hodnocení
Barva		
Vůně		
Textura		
Chuť		
Celková přijatelnost		

Vzorek O28

Marker	Hodnocení	Vlastní hodnocení
Barva		
Vůně		
Textura		
Chuť		
Celková přijatelnost		

Vzorek W37

Marker	Hodnocení	Vlastní hodnocení
Barva		
Vůně		
Textura		
Chuť		
Celková přijatelnost		

Určení druhu ovoce sada 2	
---------------------------	--

SADA 3

Vzorek A81

Marker	Hodnocení	Vlastní hodnocení
Barva		
Vůně		
Textura		
Chuť		
Celková přijatelnost		

Vzorek X06

Marker	Hodnocení	Vlastní hodnocení
Barva		
Vůně		
Textura		
Chuť		
Celková přijatelnost		

Vzorek T43

Marker	Hodnocení	Vlastní hodnocení
Barva		
Vůně		
Textura		
Chuť		
Celková přijatelnost		

Příloha 2 – Hodnotitelský protokol pro senzoričké hodnocení citrusových marmelád a sušených plátů

HODNOTITELSKÝ PROTOKOL

Senzoričké hodnocení citrusových marmelád a sušených ovocných plátů

Datum hodnocení	
Pohlaví	
Věk	

Jste kuřák: ANO x NE

Váš vztah k marmeládám

- a) Chutnají mi, jím je rád
- b) Neutrální – nevadí mi je sníst
- c) Nechutnají mi, nejím je

Ochutnejte vzorky a ohodnoťte jejich senzoričké vlastnosti. Vzorky prosím hodnoťte na škále od 1 do 5. 1 použijete v případě nejmenší spokojenosti s danou vlastností a 5 pro nejvyšší spokojenost. Vlastní hodnocení není povinné.

SADA 1

Vzorek HB3

Marker	Hodnocení	Vlastní hodnocení
Barva		
Vůně		
Textura		
Chuť		
Celková přijatelnost		

Vzorek DF0

Marker	Hodnocení	Vlastní hodnocení
Barva		
Vůně		
Textura		
Chuť		
Celková přijatelnost		

Určení druhu ovoce sada 1	
----------------------------------	--

SADA 2**Vzorek LS0**

Marker	Hodnocení	Vlastní hodnocení
Barva		
Vůně		
Textura		
Chuť		
Celková přijatelnost		

Vzorek TE4

Marker	Hodnocení	Vlastní hodnocení
Barva		
Vůně		
Textura		
Chuť		

Celková přijatelnost		
----------------------	--	--

Určení druhu ovoce sada 2	
---------------------------	--

SADA 3

Vzorek IQ4

Marker	Hodnocení	Vlastní hodnocení
Barva		
Vůně		
Textura		
Chuť		
Celková přijatelnost		

Vzorek ZP7

Marker	Hodnocení	Vlastní hodnocení
Barva		
Vůně		
Textura		
Chuť		
Celková přijatelnost		

Určení druhu ovoce sada 3	
---------------------------	--

SADA 4

Porovnání vzorků – seřadte vzorky od nejpříjemnějšího po nejméně přijatelný, pro nejlepší zvolte 3 a pro nejméně vhodný 1

VZOREK	HODNOCENÍ
56P	
08W	
37Y	

SUŠENÉ OVOCE

Váš vztah k sušenému ovoci

- a) Chutná mi, jím ho rád
- b) Neutrální – nevadí mi ho sníst
- c) Nechutná mi, nejím ho

Ochutnejte vzorky a ohodnoťte jejich sensorické vlastnosti. Vzorky prosím hodnoťte na škále od 1 do 5. 1 používejte v případě nejmenší spokojenosti s danou vlastností a 5 pro nejvyšší spokojenost. Vlastní hodnocení není povinné.

SADA 5

Vzorek ER1

Marker	Hodnocení	Vlastní hodnocení
Barva		
Vůně		
Textura		
Chuť		
Celková přijatelnost		

Vzorek QZ5

Marker	Hodnocení	Vlastní hodnocení
Barva		
Vůně		
Textura		
Chuť		
Celková přijatelnost		

Vzorek OH7

Marker	Hodnocení	Vlastní hodnocení
Barva		
Vůně		
Textura		
Chuť		
Celková přijatelnost		

Porovnání vzorků – seřad'te vzorky od nejpřijatelnějšího po nejméně přijatelný, pro nejlepší zvolte 3 a pro nejméně vhodný 1

VZOREK	HODNOCENÍ
ER1	
QZ5	
OH7	

Prostor na vyjádření a připomínky

HODNOTITELSKÝ PROTOKOL

Senzoričné hodnocení citrusových želé

Datum hodnocení	
Pohlaví	
Věk	

Co ty a želé

- a) Chutnají mi, jím je rád
- b) Neutrální – nevdá mi je sníst
- c) Nechutnají mi, nejím je

Ohodnot', jak ti chutná želé

ŽELÉ 1

K79



M45



F02



ŽELÉ 2

R56



O28



W37



ŽELÉ 3

A81



X06



T43



ŽELÉ 4

Vyber jednu z odpovědí:

- a) Nejlepší je motýlek
- b) Nejlepší je medvídek
- c) Všechny jsou stejné
- d) Nejlepší je sovička