



**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

**SROVNÁNÍ AROMATICKÉHO PROFILU VYBRANÝCH  
DRUHŮ NEČOKOLÁDOVÝCH CUKROVINEK**

COMPARISON OF AROMA PROFILE OF SELECTED TYPES OF SWEETS

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Bc. Petra Polochová**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**doc. Ing. Eva Vítová, Ph.D.**

**BRNO 2019**

## Zadání diplomové práce

Číslo práce: FCH-DIP1311/2018 Akademický rok: 2018/19  
Ústav: Ústav chemie potravin a biotechnologií  
Studentka: **Bc. Petra Polochová**  
Studijní program: Chemie a technologie potravin  
Studijní obor: Potravinářská chemie a biotechnologie  
Vedoucí práce: **doc. Ing. Eva Vítová, Ph.D.**

### Název diplomové práce:

Srovnání aromatického profilu vybraných druhů nečokoládových cukrovinek

### Zadání diplomové práce:

- Zpracujte literární přehled dané problematiky:
  - stručná charakteristika nečokoládových cukrovinek
  - vonné látky v cukrovinkách – přehled, vznik v průběhu výroby
  - alergenní vonné látky
  - možnosti stanovení vonných látek v cukrovinkách – princip, provedení, přehled aplikací
  - možnosti sensorického hodnocení cukrovinek – přehled aplikací
- Identifikujte a kvantifikujte alergenní vonné látky ve vzorcích nečokoládových cukrovinek pomocí metody HS–SPME–GC–MS
- Pomocí vhodných sensorických metod zhodnoťte jejich sensorickou kvalitu
- Posuďte vliv identifikovaných sloučenin na sensorickou kvalitu vzorků, diskutujte možné nežádoucí účinky

### Termín odevzdání diplomové práce: 10.5.2019:

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

---

Bc. Petra Polochová  
student(ka)

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

prof. RNDr. Ivana Márová, CSc.  
vedoucí ústavu

V Brně dne 31.1.2019

---

prof. Ing. Martin Weiter, Ph.D.  
děkan



## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce se zabývá identifikací aromaticky aktivních látek ve vzorcích nečokoládových cukrovinek a jejich sensorickým hodnocením. Jako modelové vzorky byly zvoleny želé cukrovinky, konkrétně gumoví medvídci s příchutí jahoda (červená barva), citrón (žlutá barva), jablko (zelená barva) a pomeranč (oranžová barva) od pěti různých výrobců.

Teoretická část obsahuje přehled základní legislativy, technologii výroby nečokoládových cukrovinek a charakterizací aromatických látek včetně potenciálně alergenních. Také je zde popsána použitá analytická metoda mikroextrakce pevnou fází a plynové chromatografie s hmotnostní spektrometrií. Závěr teoretické části je věnován použitým metodám sensorické analýzy.

V experimentální části byly u vybraných vzorků identifikovány těkavé aromaticky aktivní látky pomocí metody HS-SPME-GC-MS. U potenciálně alergenních vonných látek byla navíc provedena i kvantifikace. Pro hodnocení sensorických vlastností vzorků byly použity stupnice, profilový test a hodnocení celkové přijatelnosti.

Jednotlivé vzorky se v závislosti na výrobcí a typu příchutě lišily v počtu a typu těkavých sloučenin. Celkem bylo ve vzorcích identifikováno 119 sloučenin včetně 12 alergenních.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

cukrovinky, sensorická analýza, alergenní vonné látky, SPME, GC-MS

## **ABSTRACT**

This diploma thesis focuses on identification of aroma active substances and sensory analysis in samples of non-chocolate sweets. For experimental part jelly candies were chosen as model samples. Specifically gummy bears with strawberry, lemon, apple and orange flavour were used.

The theoretical part deals with the legislation and technology of manufacturing non-chocolate sweets, characterization of aroma compounds including those which could be allergenic. Furthermore this thesis describes a method of their determination using solid phase microextraction and gas chromatography with mass spectrometry. The end of the theoretical part is dedicated to methods of sensory analysis that were used.

In the experimental part, the chosen method HS-SPME-GC-MS was used to identify volatile aroma active substances in selected samples of jelly sweets. The substances that are potentially allergenic were also quantified. For the evaluation of sensory quality scales, profile test and overall acceptability were used.

The single samples differ in number and type of volatile compounds depending on producer and flavour. Altogether 119 compounds were identified including 12 allergenic.

## **KEYWORDS**

sweets, sensory analysis, allergenic aroma compounds, SPME, GC-MS

POLOCHOVÁ, Petra. *Srovnání aromatického profilu vybraných druhů nečokoládových cukrovinek*. Brno, 2019. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/115855>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií. Vedoucí práce Eva Vítová.

## 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 studentky

*Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucí své diplomové práce doc. Evě Vítové, Ph.D. za cenné rady a připomínky. Velké poděkování patří i mé rodině a mému příteli, kteří pro mě byli během studia tou největší oporou.*

# OBSAH

1	Úvod.....	8
2	Teoretická část.....	9
2.1	Nečokoládové cukrovinky.....	9
2.2	Technologie výroby nečokoládových cukrovinek.....	11
2.2.1	Cukrovinky s nevykrystalizovanými cukry.....	12
2.3	Cukrovinky s vykrystalizovanými cukry.....	16
2.4	Aromaticky aktivní látky.....	17
2.4.1	Legislativa aromaticky aktivních látek.....	17
2.4.2	Potenciálně alergenní vonné látky.....	18
2.5	Použité metody a experimentální techniky.....	29
2.5.1	Mikroextrakce tuhou fází.....	29
2.5.2	Plynová chromatografie s hmotnostní detekcí.....	30
2.6	Senzorická analýza.....	31
2.6.1	Hodnotitelé.....	31
2.6.2	Použité metody sensorického hodnocení.....	31
2.6.3	Uspořádání sensorického pracoviště.....	32
2.6.4	Přehled relevantních publikací v oblasti želé cukrovinek.....	32
3	Experimentální část.....	34
3.1	Použité laboratorní vybavení a chemikálie.....	34
3.1.1	Chemikálie (standardy).....	34
3.1.2	Laboratorní vybavení.....	34
3.2	Analyzované vzorky.....	35
3.3	Metoda HS-SPME-GC-MS.....	37
3.3.1	Podmínky SPME extrakce.....	37
3.3.2	Podmínky GC-MS analýzy.....	37
3.3.3	Identifikace a kvantifikace aromaticky aktivních látek ve vzorcích.....	37
3.4	Senzorická analýza.....	37
3.5	Statistické zpracování výsledků.....	38
4	Výsledky a diskuze.....	39
4.1	Identifikace aromaticky aktivních látek ve vzorcích.....	39
4.1.1	Vzorky červené barvy.....	39
4.1.2	Vzorky žluté barvy.....	42

4.1.3	Vzorky zelené barvy.....	45
4.1.4	Vzorky oranžové barvy .....	48
4.2	Srovnání obsahu identifikovaných sloučenin ve vzorcích.....	51
4.3	Potenciálně alergenní aromaticky aktivní látky identifikované ve vzorcích.....	54
4.4	Výsledky sensorického hodnocení .....	58
4.4.1	Hodnocení barvy .....	58
4.4.2	Hodnocení konzistence (textury) .....	66
4.4.3	Hodnocení vůně.....	67
4.4.4	Hodnocení chuti .....	75
4.4.5	Profilový test .....	83
4.4.6	Hodnocení celkové přijatelnosti vzorků.....	86
5	Závěr.....	92
6	Seznam použitých zdrojů .....	93
7	Seznam použitých zkratk a symbolů .....	98
8	Seznam příloh.....	99
9	Přílohy .....	100

# 1 ÚVOD

Doklady o znalosti nečokoládových cukrovinek bychom mohli nalézt již v dobách starých Egypťanů, Řeků či Římanů. Na jejich hodovních stolech bychom našli nejrůznější druhy koláčků, sušené sladké ovoce či jiné pochutiny. Z Indie se do Evropy na přelomu 15. a 16. století díky zámořským objevům dostává cukr, ale ke skutečnému rozmachu cukrovinkářské výroby dochází až v 19. století, kdy vznikaly společnosti jako Lindt, Nestlé či Toblerone, které fungují dodnes.

Dnešní trh nabízí spotřebitelům velké množství různých druhů cukrovinek, ať už čokoládových či nečokoládových. Nečokoládovými cukrovinkami jsou dle legislativy myšleny „jiné potraviny než čokoláda nebo čokoládové bonbony“ a jejich přesné vymezení definuje vyhláška Ministerstva zemědělství.

Jedním z podstatných faktorů v dnešním konkurenčním boji je aromatizace cukrovinek, protože právě na atraktivitě vůně, barvy a především chuti výrobku záleží, zda si jej konzument koupí či nikoliv. Samotné aromatické látky jsou pak definovány jako chemické látky působící na chuťové nebo čichové receptory člověka a vyvolávají výsledný vjem chuti a vůně.

Některé z látek používaných k aromatizaci se řadí do skupiny potenciálně alergenních látek a jejich obsah v potravinách by měl být skutečně pouze stopový. Mezi přírodními aromaty jsou dokonce takové, jež legislativa zakazuje do potravin z bezpečnostních důvodů přidávat.

Teoretická část této práce je zaměřena na literární rešerši k charakterizaci nečokoládových cukrovinek i jejich zpracování, k tématu aromaticky aktivních látek se zaměřením na potenciální alergeny. Teoretická část je ukončena stručnými teoretickými základy senzorycké analýzy. Experimentální část si klade za cíl identifikovat aromatické látky ve vybraných vzorcích nečokoládových cukrovinek zakoupených v běžné tržní síti s použitím metody SPME-GC-MS a kvantifikovat ty z nich, jež jsou legislativou označovány jako potenciální alergeny. Zároveň byl na základě senzoryckého hodnocení sledován senzorycký profil vzorků pro posouzení možného vlivu identifikovaných sloučenin na senzoryckou kvalitu vzorků.

## 2 TEORETICKÁ ČÁST

Teoretická část diplomové práce je kromě charakteristiky a technologie výroby nečokoládových cukrovinek zaměřena také na legislativu rozdělující nečokoládové cukrovinky do jednotlivých skupin. Dále jsou zde popsány aromaticky aktivní látky (AAL) a možnost jejich využití při aromatizaci potravin. Více pozornosti je pak věnováno aromaticky aktivním látkám, jež jsou legislativou označeny jako potenciálně alergenní. Závěr teoretické části je věnován možnostem instrumentálního stanovení AAL a senzorické analýze, jejím metodám a zásadám správného provedení.

### 2.1 Nečokoládové cukrovinky

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 76/2003 Sb. uvádí, že cukrovinkami se rozumí potraviny jiného druhu než čokoláda a čokoládové bonbóny, jejichž základ tvoří přírodní sladidla, sladidla<sup>1</sup> a další složky, přičemž kakaové součásti nebo čokoláda mohou tvořit jednu ze složek cukrovinek. Pokud je v názvu výrobku použito „s čokoládou“ či jiné podobné spojení, musí být obsah čokolády větší než 5 %.

Nečokoládové cukrovinky lze rozdělit na dvě hlavní skupiny. První skupinou jsou cukrovinky s nevykrytalizovanou sacharózou, k nimž se řadí výrobky tvrdé konzistence, které jsou vyrobeny z kandytové hmoty. Typickými představiteli jsou dropsy, roksy a furé, avšak patří sem také různé druhy želé, jež obsahuje různé želírující látky a karamely typu toffee. Zvláštním druhem jsou cukrovinky šlehané, k nimž se řadí turecký med, chalva nebo marshmallow. U tohoto druhu cukrovinek se jako pěnotvorná látka využívá vaječný bílek nebo želatina [1, 2, 3].

Druhou skupinu tvoří nečokoládové cukrovinky s krystalickou sacharózou jako fondánové výrobky, karamely typu fudge a komprimáty. Samostatnou skupinu tvoří dražé, cukrovinky s různou vložkou obalenou tvrdou nebo měkkou cukrovou vrstvou či čokoládou. Základní rozdělení nečokoládových cukrovinek shrnuje tabulka 1 [1, 3].

S ohledem na zaměření experimentální části této práce je pozornost dále věnována především cukrovinkám typu želé, které legislativa definuje jako „cukrovinky s konzistencí gelu vzniklou přidáním želírujících látek, především želatiny, agaru, škrobu nebo pektinu“ [1].

---

<sup>1</sup> Stanovená vyhláškou č. 304/2004 Sb.

Tabulka 1: Rozdělení cukrovinek [1]

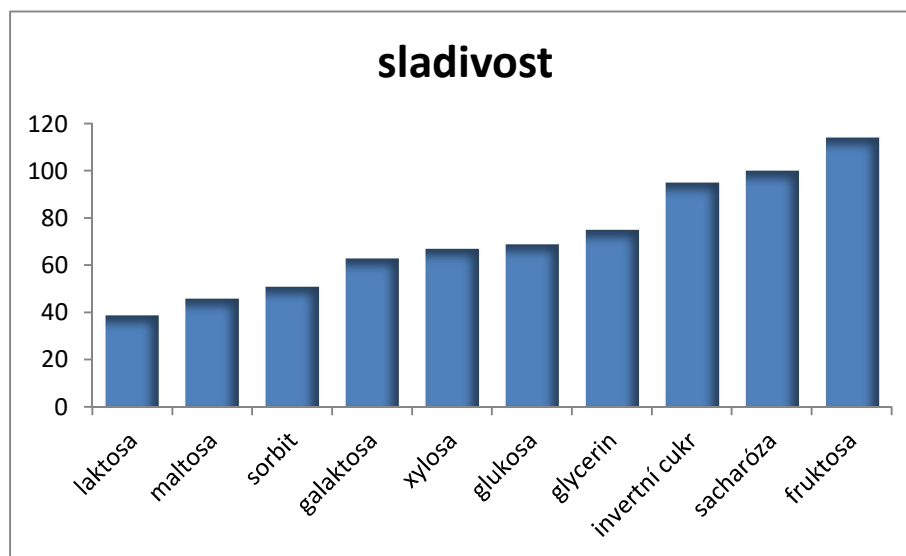
Skupina	Definice	Podskupina
karamely	cukrovinky tvárnivé konzistence, do určité míry žvýkavé, s různou příchutí	tukové s jádrovinami s ovocnou příchutí mléčné, kakaové nebo kávové podle druhu vložky (cukrová, želé, jádroviny, sušené nebo proslazené ovoce, marcipán, atd)
dražé	cukrovinky tužší až tvrdé konzistence s různými vložkami, s náblem zejména cukru	
želé	cukrovinky tužší konzistence s různými vložkami, s náblem cukru, agaru, škrobu nebo želatiny	
rahat	škrobové želé různých tvarů obalených směsí práškového cukru a škrobu	
turecký med	šlehaný cukrosirupový roztok s bílkem, popř. s přídavkem suchých skořápkových plodů	
chalva	šlehaná kandytová hmota s pěnотvornou látkou pastovité konzistence, popřípadě s přídavkem suchých skořápkových plodů a tuku	
lékořicové cukrovinky	směs cukru, glukózového sirupu a mouky, popřípadě dalších surovin (charakteristickou složkou výtažek z lékořice)	
pěnové cukrovinky (marshmallow)	cukrovinky, pěnovité a žvýkavé konzistence, popř. s jemnými částicemi směsi práškového cukru nebo škrobu anebo jejich kombinací	
komprimáty	cukrovinky tvaru čoček či tablet; výroba lisováním ochucených a obarvených práškovitých směsí	
žvýkačky	cukrovinka výrazně gumovité až tažné konzistence s různými příchutěmi	
dropsy	cukrovinky neplněné, z kandytové hmoty, složené převážně z cukrů a glukózového sirupu, různě tvarované, různé barvy a chuti, tvrdé konzistence	
roksy	cukrovinky tvrdé konzistence ve tvaru špalíčků, tyčinek nebo lízátek; na průřezu i barevné obrazce z ochucených kandytových hmot	
furé	cukrovinky z kandytové hmoty, na povrchu matné, sklovité, tvrdé konzistence; uvnitř obsah minimálně 13 % polotuhé nebo tekuté náplně	s tukovou náplní s cukernou (sirupovou) náplní
marcipán	cukrovinky polotuhé konzistence, různých tvarů vyrobené z nejméně 1 dílu surové marcipánové a nejvýše 1 dílu cukrové moučky, popřípadě přibarvené, upravené na povrchu sypáním, zdobením či polevou	
fondánové cukrovinky	cukrovinky polotuhé až tuhé konzistence z cukerné hmoty, popř. s přídavkem dalších látek s jemnou krystalickou strukturou	

## 2.2 Technologie výroby nečokoládových cukrovinek

Výroba nečokoládových cukrovinek se datuje již cca do roku 2000 př. n. l., do dob starého Egypta, jehož obyvatelé prokazatelně cukrovinky znali. Základ cukrovinek tvořil ale dlouhou dobu med, protože sacharóza v dnešní formě ještě známa nebyla. Znalosti výroby cukrovinek měli i staří Řekové a Římané, což dokládají nálezy vybavených cukrářských dílen [4].

Zlom v cukrovinkářské výrobě nastal s izolací třtinové sacharózy, jež se datuje do Indie čtvrtého století př. n. l. Zde se s „medem i bez pomoci včel“, jak se cukru říkalo, setkal i Nearchos, generál Alexandra Velikého. Do Evropy se cukr dostává s arabskou expanzí v raném středověku. Zpočátku byla cena cukru velmi vysoká a cukrovinky tak byly vzácným zbožím. Cenově dostupnější se nečokoládové cukrovinky staly teprve s rozvojem výroby cukru z řepy v druhé polovině 19. století [4, 5].

V cukrovinkářském průmyslu se využívají látky, které jsou čistými sacharidy jako sacharóza, glukóza, laktóza nebo škrob, případně látky, kde cukerné složky převládají. Rozhodujícím faktorem je sladivost, rozpustnost a hygroskopicita. Sladivost se obvykle vyjadřuje v relativních hodnotách ve srovnání se sladivostí sacharózy, které byla přiřazena hodnota 100 (Obrázek 1). Sladivost může být ovlivněna různými faktory jako je koncentrace příslušného sacharidu, teplota a také přítomnost dalších látek podporujících sladivost [6].



Obrázek 1: Relativní sladivost vybraných cukrů [6]

Stejně jako se liší u jednotlivých cukrů sladivost, liší se i rozpustnost, která vzrůstá se zvyšující se teplotou. Třetí důležitou vlastností cukrů je jejich hygroskopicita, která hraje podstatnou roli při skladování cukrovinek. Pokud je totiž cukrovinka náchylná k vysychání, zvyšujeme podíl složky více hygroskopické, naopak u cukrovinek hygroskopických se pokusíme obsah těchto složek eliminovat [3, 6].

Pro cukrovinkářský průmysl je charakteristická práce se směsí různých cukrů, přičemž v dnešní době je základem výroby nečokoládových cukrovinek roztok nebo suspenze sacharózy a škrobového sirupu ve vodě. K dalším surovinám se řadí mléko (obvykle sušené), tuky, rosolotvorné látky a rostlinné gummy, jádroviny, aromatické a chuťové látky ovocné

výrobky, barviva atd. Roztoky s obsahem sacharózy a škrobového nebo maltózového sirupu se označují jako cukrosirupové roztoky. Poměr hmotností škrobového sirupu a cukru je udáván tzv. varným poměrem, který se u jednotlivých druhů cukrovinek liší [3, 6].

Přidáním škrobového sirupu se zabraňuje krystalizaci sacharózy a to tak, že molekuly sacharózy nemohou zaujmout své místo v krystalové struktuře a zároveň molekuly oligosacharidů obsažené ve škrobovém, případně maltózovém, sirupu zabraňují sacharóze zapojit se do této struktury. Zároveň se i snižuje rozpustnost sacharózy proti čistým roztokům. Škrobový, případně maltózový sirup, může krystalizaci zabránit úplně, protože se rozšiřuje střední oblast přesycení, čehož se využívá při výrobě kandytů a želé. Z tohoto důvodu je poměr hmotností škrobového sirupu a cukru odlišný u jednotlivých druhů cukrovinek. Podobné vlastnosti jako má škrobový sirup, vykazuje i invertní cukr. Takto vzniklá hmota je více hygroskopická a invertní cukr navíc zvyšuje sladkost hmoty [3, 4].

V poslední době se také dostává do popředí zájem o alternativní náhrady sacharózy v nečokoládových cukrovinkách, což má několik důvodů. Jednak roste počet spotřebitelů s diabetickými onemocněními a jednak je zde snaha o výrobu produktů, které nezpůsobují kazivost zubů. V neposlední řadě se i cukrovinkářský průmysl snaží držet krok s trendem výroby tzv. light potravin, u nichž je snížena energetická hodnota [7].

Jak již bylo zmíněno, vzhledem k zaměření této práce bude hlavní pozornost dále věnována cukrovinkám typu želé.

## 2.2.1 Cukrovinky s nevykrystalizovanými cukry

### 2.2.1.1 Želé

Želé jsou cukrovinky s konzistencí tuhého rosolu, k jejichž výrobě se využívá sacharóza, škrobový sirup, želírující látky, kyseliny, aromatické látky a barviva. Množství želírující látky se odvíjí od její želírující schopnosti a chemické stability. Proto je třeba dbát na to, aby nedošlo k hydrolýze, v případě želatiny je nutno vyhnout se jejímu izoelektrickému bodu. Podle druhu použité želírující látky pak rozlišujeme jednotlivé skupiny želé. Jestliže je při výrobě želé jako rosolotvorná látka použita ovocná dřevina nebo ovocná šťáva, pak se jedná o „želé ovocné“, v ostatních případech se jedná pouze o „želé s ovocnou příchutí“ [3, 4, 6, 8].

*Želatinové želé* jako hlavní složku obsahuje želatinu vyráběnou z kolagenových látek. Želatina je rozpuštěna ve vodě při teplotě okolo 60 °C. Zároveň se svařením sacharózy a škrobového sirupu v poměru 2:1 až 1:1 při teplotě 113-121 °C připraví cukerný roztok. Oba roztoky se smíchávají tak, že po zchladnutí cukerného roztoku na 100 °C se do něj pomalu přimíchává rozpuštěná želatina. Želírující schopnost želatiny závisí na reakci prostředí a optimální oblastí pro tvorbu gelu je pH 3,8 až 4,0. Jelikož se ale pH želatiny pohybuje v rozmezí 4,5 až 5,5, je nutné provést okyselení, k němuž se nejčastěji používá kyselina citrónová. Výsledná hmota se pak nalévá do škrobových forem [4, 6].

*Želé agarové* se vyrábí z vláknitého nebo práškového agaru získávaného z mořských řas. Agar se musí nejprve namočit v dostatečném množství čisté vody a jeho rozpuštění by mělo probíhat při teplotě kolem 90 °C. Do rozpuštěného agaru se pak přidává sacharóza a roztok se svaří na teplotu 105 až 107 °C. Následují přidání škrobového sirupu a ochlazení roztoku na teplotu 60°C, při níž jsou přidávány kyseliny, barviva a aroma. Ochucená a obarvená hmota

se formuje dvěma způsoby. Buď je vylita na stoly, kde je po ztuhnutí rozřezána na kostky, nebo se nalévá do škrobových forem [4, 6].

*Pektinové želé* se řadí k nejkvalitnějším želé, avšak jeho příprava je obtížná a je nutno striktně dodržovat všechny podmínky technologického postupu. Pektin se získává extrakcí z usušených citrusových nebo jablečných výlisků. Typ získaného pektinu je dán extrakčními podmínkami. Nejčastěji se pro své snadné dávkování a lepší skladovatelnosti využívá pektin v práškovém stavu, ale lze použít i pektin tekutý. Zároveň je výhodnější použít pektiny vysokoesterifikované, které vytvářejí gely pouze v přítomnosti sacharózy a v mnohem užším rozmezí pH než pektiny nízkoesterifikované. V prvním kroku se práškovitý pektin nejprve smíchá se sacharózou, jejíž obsah v roztoku nesmí být vyšší než 20 %, a teprve pak se rozpustí ve vodě, aby se předešlo tvorbě hrudek. Za varu následuje přidání části kyseliny a škrobového sirupu, který plní funkci antikrytalizátoru a roztok se ještě povaří. Poté se do něj přidá zbytek sacharózy a svaří se na 75-79 % sušiny. Po ochlazení se přidá zbývající kyselina a hmota je okamžitě nalévána do forem z důvodu rychlého tuhnutí. Tuhnutí lze částečně regulovat přidáním citronanu nebo octanu sodného [4, 6, 8].

*Želé škrobové* je u nás málo rozšířené, patří spíše k cukrovinkám orientálním. Typickým představitelem tohoto typu cukrovinky je rahat, cukrovinka z oblasti Balkánu a Přední Asie. Při výrobě se používá různých modifikovaných škrobů se sníženou viskozitou a zvýšenou tekutostí mazů, což umožňuje snáze rozmíchat ostatní suroviny. V některých případech jsou kromě nejrůznějších silic přidávány i pistáciové oříšky [4, 6, 9].

### 2.2.1.2 Gumovité cukrovinky

Gumovité cukrovinky jsou v podstatě obdobou želé cukrovinek, legislativa<sup>2</sup> je jako samostatnou skupinu neuvádí.

Při výrobě gumovitých cukrovinek jsou kromě základních surovin, sacharózy a škrobového sirupu, přidávány také látky zodpovědné za typickou gumovitou konzistenci, nejčastěji arabská guma nebo želatina, ale objevují se už další alternativy jako agar, pektin nebo škrob.



Obrázek 2: Gumovité cukrovinky

---

<sup>2</sup> Vyhláška č. 76/2003 Sb.

Postup výroby je obdobný jako u želé cukrovinek. Vybraná želírující látka se nejprve rozpustí ve vodě (někdy vhodné nechat látku namočenou přes noc) a poté se přivede k varu. [4, 10].

Pokud gumovité cukrovinky vyrábíme ze želatiny, musíme zamezit porušení její želírující mohutnosti, aby nedošlo k ovlivnění kvality želatiny. K rozpuštění želatiny je obvykle potřeba teplota mezi 30 až 40 °C, při teplotách okolo 60 °C lze připravit roztoky o koncentraci 30 %. Při vyšších teplotách se ale želatina už začíná rozkládat a snižuje se tak pevnost gelu. Cukrosirupový roztok se v tomto případě připravuje při teplotách 115-121 °C, ale než je želatina přimíchána, je nutno jej zchladit pod 100 °C. Po smíchání obou roztoků následuje proces číření, aby se uvolnily bublinky vzduchu a vznikla čirá hmota [4, 11].

Po obarvení a ochucení je gumovitá hmota nalévána do škrobových forem, které jsou prvních 10-12 hodin ponechány v prostoru o běžné teplotě. Důvodem je zamezení tvorby tuhé kožovité vrstvy na povrchu výrobku. Poté se okolní teplota postupně zvyšuje přibližně na 43-46 °C. Konkrétní doba sušení je různá a závisí na požadované konzistenci výrobku. Některé cukrovinky se suší pouze do následujícího dne, některé se mohou sušit i několik dní. V případě želatinových gumovitých cukrovinek probíhá sušení při normální teplotě. Po sušení se cukrovinky odpudrují a následně probíhají finální povrchové úpravy, kdy jsou cukrovinky leštěny olejem, obalovány krystalovým cukrem nebo lakovány přírodní pryskyřicí, tzv. sandarakem rozpuštěným v alkoholu [11].

Vzhledem k širokému spektru různých komponentů, které jsou při výrobě gumovitých cukrovinek použity, je nutné zajistit také správné skladování výrobku. Negativně se může na kvalitě projevit zejména teplota skladování, která by mohla ovlivnit chemické složení a tím i sensorickou kvalitu výrobku. Hlavní technické parametry výroby želé a gumovitých cukrovinek shrnuje tabulka 2 [8].

Tabulka 2: Technologické parametry při výrobě želé a gumovitých cukrovinek [4][2]

	<b>arabská guma</b>	<b>škrob</b>	<b>želatina</b>	<b>agar</b>	<b>pektin</b>
obsah (%)	35-45	9-12	5-12,5	1-1,5	1-1,5
teplota rozpouštění želírující látky (°C)	25	71-82	60-65	87-95	93-100
teplota přidavku kyseliny (°C)	82	93	71-82	76	93
teplota při nalévání do forem (°C)	71-82	82-93	71-72	65-76	82-93
teplota zrání (°C)	20-37	20-37	20-37	35-37	71-82
doba zrání (h)	24	12	4	3	1
vlhkost nalévacího škrobu (%)	5-8	5-8	5-8	5-8	5-10

### 2.2.1.3 Kandyty

Kandyty jsou cukrovinky s tvrdou konzistencí a sklovitým vzhledem. Jejich tvary bývají rozmanité, různě zbarvené a kandyty mohou být ochucené, bez náplně i s náplní. Technologie jejich výroby je podobná jako u želé cukrovinek, pouze neobsahují želírující látky [4].

Základ jejich výroby tvoří tzv. kandytová hmota, amorfni cukerná hmota s velmi nízkým obsahem vody, který se pohybuje v rozmezí 1 až 3 %. Kandytová hmota se připravuje z cukerného roztoku s obsahem vody 20 %, přičemž voda se následně odpaří na nejméně 3 %. Aby nedošlo během odpařování k vykrytalizování sacharózy, přidává se do roztoku škrobový sirup, který zvýší viskozitu roztoku. Varný poměr u kandytů kolísá mezi 1:1 až 0,4:1 [3, 4, 6].



Obrázek 3: Cukrovinky typu roksy

Po snížení obsahu vody je nutné hmotu ihned ochladit, aby se zabránilo inverzi, která by zhoršila odolnost kandytů vůči vlhnutí. Během procesu chlazení se kandytová hmota zároveň i barví, bývá okyselena kyselinou citronovou, případně mléčnou nebo vinnou, a přidávají se do ní aroma. Ochucená kandytová hmota je následně zpracována v dalších operacích podle toho, jaká kandytová cukrovinka má vzniknout [3, 4, 6].

Kandytová hmota s nejnižším obsahem vody (okolo 1 %) je zpracovávána jednoduchým ražením a vznikají tak dropsy. Ražením vznikají také plněné kandyty a furé. Méně náročná je výroba litých kandyt. Kandytová hmota je odlévána při teplotě 135 °C do kovových forem potažených teflonem a ty následně putují do chladicího tunelu, kde se 20 minut chladí a vystupují s teplotou 35 °C. Jelikož se obsah vody u litých kandytů pohybuje okolo 3 %, je nutné, aby byly hotové výrobky baleny bezprostředně po uvolnění z formy a zabránilo se tak jejich slepování [4, 6].

#### 2.2.1.4 Karamely

Karamely se vyznačují plasticitou, která jim dodává žvýkavý charakter. Oproti kandytům mají matný vzhled, avšak technologie výroby je obdobná s výrobou kandytů. Kromě základních komponent, cukru a škrobového sirupu, se při jejich výrobě používá kondenzované mléko, máslo, ztužený tuk a další suroviny [3, 6, 7, 12].

Významnou složkou karamel je tuk, který jim dodává vláčnost a současně i pevnost. Nejčastěji se používá tuk ztužený, který je v karamelové hmotě emulgován. Do karamel se také přidávají nejrůznější chuťové přísady jako vanilin, káva, kakao, ovocné tresty aj. [4, 6].



Obrázek 4: Karamely typu toffee

#### 2.2.1.5 Šlehané cukrovinky

Základní hmotu šlehaných cukrovinek tvoří pěna vznikající šleháním cukerného roztoku za přítomnosti pěnotvorného činidla, kterým bývá vaječný bílek nebo želatina. Šlehání probíhá ve šlehačích, kdy po uvolnění tlaku vzduch v pěně expanduje a bubliny tak zvětší objem hmoty. Úkolem pěny je výrobek „zlehčit“ a vytvořit porézní hmotu, aby se rozplývala v ústech. Na našem trhu jsou dostupné především cukrovinky typu marshmallow [2, 4, 6].

### 2.3 Cukrovinky s vykrystalizovanými cukry

Na rozdíl od předchozí skupiny mají velmi jemnou krystalickou strukturu a technologie výroby těchto typů cukrovinek je odlišná. Typickým zástupcem jsou fondánové cukrovinky, u nichž se, podobně jako při výrobě kandytové hmoty, připraví cukrosirupový roztok, který se pomocí rušené krystalizace, tzv. tabulírováním změní na krystalickou hmotu, která se dále tvaruje a balí [4, 6, 12].

Komprimáty jsou ochucené a obarvené práškové směsi, tj. cukr a pojídlo, lisované do drobných tablet. Marcipán se vyrábí z pařených, loupaných a rozdrcených sladkých mandlí a sacharózy. Vzniklá hmota se zjemňuje válčováním, hněte a tvaruje do různých tvarů [2, 4, 6].

Samostatnou skupinu tvoří dražé, cukrovinky drobnějších, oblých tvarů s různou vložkou obalenou tvrdou nebo měkkou cukrovou vrstvou či čokoládou [6, 12].

## 2.4 Aromaticky aktivní látky

Jak již bylo uvedeno v úvodu práce, součástí experimentální části této práce je identifikace aromaticky aktivních látek ve vybraných vzorcích nečokoládových cukrovinek. Zvláštní pozornost je zaměřena na ty z nich, jež jsou legislativou označovány jako potenciálně alergenní.

Senzoricky aktivní látky jsou látky, které můžeme vnímat smysly – čichem, chutí, zrakem a často i hmatem. Můžeme je rozdělit do několika hlavních skupin na látky vonné, chuťové, barviva a látky ovlivňující vzhled a fyzikální vlastnosti potravin. Právě vůně, chuť, barva a textura jsou důležité organoleptické vlastnosti potravin a zvláště pro spotřebitele se jedná o významné atributy, které vytvářejí první dojem o potravině. Vůně a chuť se tak stávají důležitými faktory při výzkumu nových produktů. Podle původu rozlišujeme sensoricky aktivní látky na primární a sekundární. Primární sensoricky aktivní látky jsou v potravinách již přítomny jako produkty katabolismu, anabolismu či jiných biochemických procesů. Sekundární sensoricky aktivní látky jsou naopak v potravinách přítomny ve vázané a sensoricky inaktivní formě, nejčastěji jako glykosidy, a teprve vlivem působení enzymů se z těchto sloučenin uvolňují látky sensoricky aktivní. Sekundární sensoricky aktivní látky mohou vznikat i v průběhu zpracování či skladování potravin jako produkty enzymových či neenzymových reakcí sacharidů, lipidů, bílkovin či dalších chemických složek potravin [13].

Látky chuťové působí na chuťové receptory a ovlivňují chuť potraviny, látky vonné působí na receptory čichové a vyvolávají výsledný dojem vůně. Chuťové látky mohou současně i vonět, ale není to pravidlo. Aromaticky aktivní látky jsou veškeré vonné a chuťové látky působící na dané receptory, které vyvolávají dojem vůně či chuti. Oddělit ale chuťový a čichový vjem je velmi obtížné, protože málokdy bývá chuť potraviny omezena pouze na chuťové receptory v ústech [3].

V potravinách nalezneme obvykle několik set různých vonných sloučenin, přičemž výslednou vůni významně ovlivňuje jen několik z nich. Ve výjimečných případech lze dokonce typickou vůni potraviny spojit jen s vůní jediné složky, případně několika málo klíčových složek. Příkladem může být hřebíčková vůně eugenolu nebo skořicová vůně cinnamaldehydu. Mnohé vonné složky mohou navíc vzájemně reagovat a dávají tak vznik novým sloučeninám, které způsobují úbytek reagujících látek a dochází tak ke změnám organoleptických vlastností celé směsi. Tyto reakce může urychlit změna teplotních podmínek, přítomnost vzdušného kyslíku nebo přítomnost některých kovů, především železa. Látky navíc nereagují pouze mezi sebou, ale může dojít k interakci se sacharidy, bílkovinami a lipidy [13].

### 2.4.1 Legislativa aromaticky aktivních látek

Podle nařízení č. 1334/2008/ES jsou aromatické látky definovány jako „chemické látky zahrnující aromatické látky získané chemickou syntézou nebo izolované za použití chemických procesů a přírodní aromatické látky“. Podle platné legislativy lze aromatické látky rozdělit do třech základních skupin. První skupinou jsou přírodní aromatické látky, tedy látky získané fyzikálními procesy, např. destilací a extrakcí rozpouštědly, enzymovými nebo mikrobiologickými procesy ze surovin rostlinného nebo živočišného původu. Označení

„přírodní aromatická látka“ se může používat pouze pro látky určené k aromatizaci, v nichž aromatická složka obsahuje výhradně přírodní aromatické látky. Výraz „přírodní“ může být navíc použit pouze v případě, že alespoň 95 % hmotnostních aromatické složky bylo získáno z uvedeného výchozího materiálu [2, 3, 14].

Další skupinu tvoří aromatické látky přírodně identické, což jsou látky získané synteticky a chemicky identické s látkami přirozeně přítomnými ve zdrojích rostlinného nebo živočišného původu. Podle výše zmíněného nařízení vak tato kategorie aromat byla zrušena. Poslední v řadě jsou látky aromatické umělé, které byly získány chemickou syntézou a které nejsou chemicky shodné s látkami přítomnými ve zdrojích rostlinného nebo živočišného původu [3].

Výše zmíněné nařízení také definuje aromatické přípravky, což jsou „látky určené k aromatizaci, ale jiné než definované chemické látky, získané z materiálů rostlinného, živočišného nebo mikrobiologického původu vhodnými fyzikálními, enzymatickými nebo mikrobiologickými procesy“ [14]. Při použití fyzikálních procesů nesmí být změněna chemická podstata složek. V případě využití enzymatických či mikrobiálních procesů musí být použity jen takové enzymy nebo mikrobiální kultury, jež jsou legislativou schválené pro potravinářskou výrobu [13].

Obecně platí, že při výrobě aromat mohou být použity pouze takové látky, jejichž vlastnosti nebo koncentrace nejsou pro člověka zdravotně závadné. Některé materiály jsou z tohoto důvodu pro výrobu aromat legislativou přímo zakázány. Příkladem může být rostlinný alkaloid kapsaicin, jež při styku se sliznicí vyvolává pálení. U některých látek je jejich použití omezeno pouze na vybrané potraviny a jejich množství je zároveň v těchto potravinách limitováno. K takovým látkám se řadí pulegon nebo menthofuran, jež se přidávají do cukrovinek s příchutí máty nebo do žvýkaček. I samotné dávkování aromat je velice důležité, pokud dojde k předávkování aroma, obvykle je výsledkem poškození kvality výrobku [3, 13].

Látky určené k aromatizaci nejsou látky s výhradně sladkou, kyselou nebo slanou chutí a látky rostlinného případně živočišného původu, které mají aroma vlastní. Za látky určené k aromatizaci se také nepovažují potraviny syrové, jež neprošly žádným zpracováním a další potraviny, např. byliny, koření, houby, čaje [14].

#### **2.4.2 Potenciálně alergenní vonné látky**

Alergeny jsou obecně látky, které mohou v organismu člověka vyvolat imunitní reakci, při níž dochází k produkci specifických protilátek nebo se aktivuje buněčná imunita. Různé složky potravin mohou působit jako alergen [15].

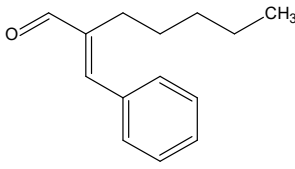
Kosmetická direktiva 2003/15/EC stanovila 26 vonných látek (tabulky 4-29), které mohou být potenciálně alergenní. Toto nařízení zároveň ukládá výrobcům povinnost označit přítomnost jakékoli z výše zmíněných 26 látek na obalu produktu, jestliže je překročena hranice 0,01 % ( $100 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) pro konečné výrobky typu „rinse-off“ (smývatelné) a 0,001 % ( $10 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) pro výrobky typu „leave-on“ (nesmývatelné). Ostatní vonné látky mohou být zahrnuty pod souhrnný termín „perfume“ nebo „aroma“, protože pro ně samostatný legislativní předpis neexistuje, nařízení č. 1334/2008/ES se věnuje obecně všem aromatickým látkám [14, 16].

Tabulka 3: Potraviny s omezenou přítomností kumarinu [14][5]

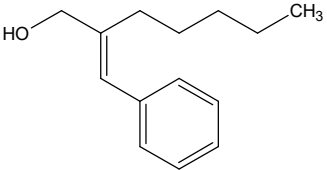
Název látky	Potraviny, v nichž je omezena přítomnost látky	Maximální množství [mg/kg]
kumarin	tradiční/sezónní pekařské zboží s označením „obsahující skořici“	50
	snídaňové cereálie	20
	jemné pečivo s výjimkou tradičního/sezónního pekařského zboží označeného „obsahující skořici“	15
	dezerty	5

Jedinou látkou, která je z uvedených 26 alergenů legislativou limitována v potravinářském průmyslu, je kumarin. Existuje u něj podezření na hepatotoxicitu a další možné karcinogenní účinky [14, 16].

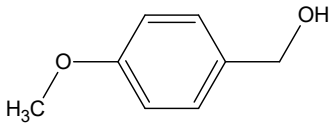
Tabulka 4: Potenciálně alergenní vonné látky – amylcinnamal [17]

Amylcinnamal	
Vzorec	
Výroba	kondenzace benzaldehydu s heptanalem
Vlastnosti	žlutá kapalina vonící po jasmínu
Použití	jasmínové a další květinové kompozice

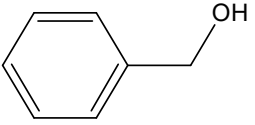
Tabulka 5: Potenciálně alergenní vonné látky – amylcinnamyl alkohol [17, 18]

Amylcinnamyl alkohol	
Vzorec	
Výroba	redukce valeraldehydu zmýdelnění 1-chlorpentanu
Vlastnosti	bezbarvá až slabě žlutá kapalina s lehkou květinovou vůní.
Použití	jemné parfémové kompozice výroba potravin (čaje, cukrovinky)

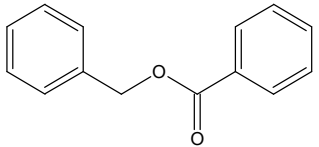
Tabulka 6: Potenciálně alergenní vonné látky – anisalkohol [17, 18]

Anisalkohol	
<b>Vzorec</b>	
<b>Výroba</b>	redukce anisaldehydu
<b>Vlastnosti</b>	bezbarvá až nažloutlá kapalina
<b>Použití</b>	květinové kompozice (šeřík, mimóza, apod.) ochucovadlo (želatina, pudink, nápoje)

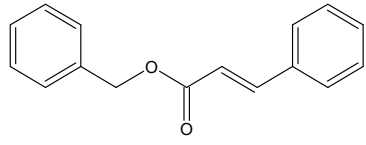
Tabulka 7: Potenciálně alergenní vonné látky – benzylalkohol [17, 19]

Benzylalkohol	
<b>Vzorec</b>	
<b>Výroba</b>	z benzylochloridu
<b>Vlastnosti</b>	bezbarvá kapalina s nasládlou mandlově ovocnou vůní v přírodě se nachází v jasmínu nebo pomerančových květech má spasmolytické účinky
<b>Použití</b>	parfémové kompozice typu jasmín či šeřík rozpuštědlo pevných vonných látek v parfémch

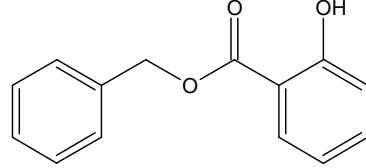
Tabulka 8: Potenciálně alergenní vonné látky – benzylbenzoát [17, 18, 20]

Benzylbenzoát	
<b>Vzorec</b>	
<b>Výroba</b>	z benzaldehydu
<b>Vlastnosti</b>	bezbarvé krystaly nebo viskózní kapalina s příjemnou vůní po mandlích důležitá součást perubalzámové silice
<b>Použití</b>	fixátor do parfémových kompozic aromata (hořkosladká chuť)

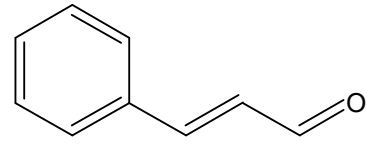
Tabulka 9: Potenciálně alergenní vonné látky – anisalkohol [17, 20]

<b>Benzylcinnamát</b>	
<b>Vzorec</b>	
<b>Výroba</b>	působení benzaldehydu na skořican sodný
<b>Vlastnosti</b>	bílá krystalická látka s jemnou balzamickou vůní
<b>Použití</b>	fixační složka parfémových kompozic složka sladkých těžkých aromat

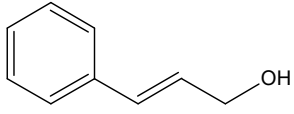
Tabulka 10: Potenciálně alergenní vonné látky – benzylsalicylát [17, 20]

<b>Benzylsalicylát</b>	
<b>Vzorec</b>	
<b>Výroba</b>	
<b>Vlastnosti</b>	bezbarvá látka se slabou balzamickou vůní
<b>Použití</b>	fixátor v parfumerii rybízová aromata

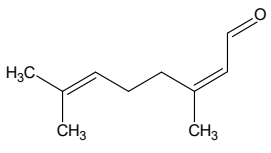
Tabulka 11: Potenciálně alergenní vonné látky – cinnamal [17, 20]

<b>Cinnamaldehyd</b>	
<b>Vzorec</b>	
<b>Výroba</b>	z benzaldehydu a acetaldehydu
<b>Vlastnosti</b>	žlutá až nazelenalá kapalina vonící i chutnající po skořici v přírodě je kromě skořicových silic obsažena i v siliích dalších jako je pačulová nebo myrhová
<b>Použití</b>	nejčastěji využití v likérnictví a v parfumerii, kde ale může dráždit pokožku

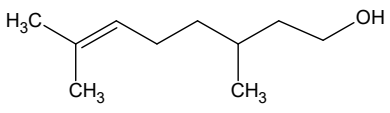
Tabulka 12: Potenciálně alergenní vonné látky – cinnamylalkohol [17]

<b>Cinnamylalkohol</b>	
<b>Vzorec</b>	
<b>Výroba</b>	syntéza ze styrenu nebo redukce cinnamaldehydu
<b>Vlastnosti</b>	pevná látka s příjemnou květinovou až skořicovou vůní a hořkou chutí v přírodě se vyskytuje ve skořicové silici
<b>Použití</b>	květinové a kořenité parfémové kompozice, ve kterých je zároveň využívána k fixaci

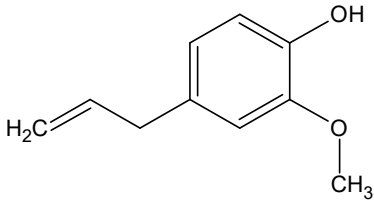
Tabulka 13: Potenciálně alergenní vonné látky – citral [17, 19, 21, 22]

<b>Citral</b>	
<b>Vzorec</b>	
<b>Výroba</b>	izolace ze silic syntetická výroba oxidací geraniolu nebo linaloolu
<b>Vlastnosti</b>	nachází se v citronových a limetkových olejích
<b>Použití</b>	hlavní složka lemongrasové silice využití při produkci vitamínu A

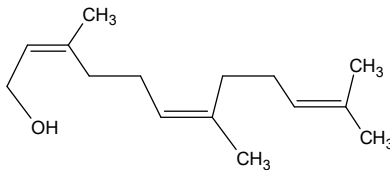
Tabulka 14: Potenciálně alergenní vonné látky – citronellol [17]

<b>Citronellol</b>	
<b>Vzorec</b>	
<b>Výroba</b>	redukce geraniolu, citralu nebo citronellalu opticky aktivní forma se vyrábí syntézou z pinenu
<b>Vlastnosti</b>	bezbarvá až nažloutlá kapalina růžové vůně v přírodě je obsahem mnoha silic
<b>Použití</b>	parfémové kompozice typu růže a aroma

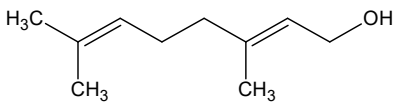
Tabulka 15: Potenciálně alergenní vonné látky – eugenol [17, 21, 22]

Eugenol	
<b>Vzorec</b>	
<b>Výroba</b>	alkalická extrakce hřebíkové silice syntetická výroba z guajakolu a allylchloridu nebo allylalkoholu
<b>Vlastnosti</b>	bezbarvá kapalina, která na vzduchu a na světle hnědne voní hřebíčkem a karafiátem nachází se v hřebíčkové silici nebo v listech skořice má antibakteriální a protizánětlivé účinky
<b>Použití</b>	eugenol je používán k výrobě vanilinu a své uplatnění má i ve farmacii pro své antibakteriální a protizánětlivé účinky se využívá v zubním lékařství; slouží i jako lokální anestetikum

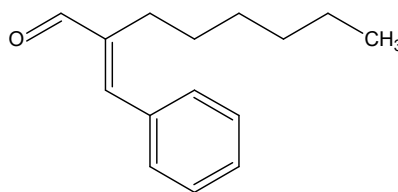
Tabulka 16: Potenciálně alergenní vonné látky – farnesol [17, 23]

Farnesol	
<b>Vzorec</b>	
<b>Výroba</b>	syntéza z geranylacetonu
<b>Vlastnosti</b>	bezbarvá, čirá kapalina lehce květinové vůně v přírodě v petitgrainové silici reguluje zánětlivé odpovědi a může příznivě působit na otoky, případně i astma
<b>Použití</b>	jemné květinové vůně (růže, konvalinka, fialka apod.) ovocná aromata (banán, broskev, meruňka) lékařství (léčba astmatu, hyperlipidémie, obezity a dalších nemocí)

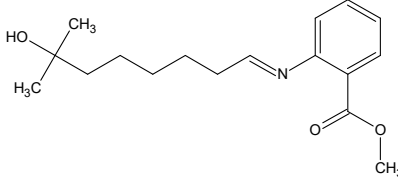
Tabulka 17: Potenciálně alergenní vonné látky – geraniol [17, 24]

Geraniol	
<b>Vzorec</b>	 <chem>CC(=C)CC=CCO</chem>
<b>Výroba</b>	izolace ze silic např. citronelová silice nebo palmorůžová silice přesmyk linaloolu hydrogenace citralu syntéza beta-pinenu přes myrcen
<b>Vlastnosti</b>	bezbarvá až slabě žlutá kapalina růžově geraniová vůně
<b>Použití</b>	květinové kompozice a fantazie, přidává se i do aromat jako ananas, jablko, broskev nebo meruňka v lékařství se zkoumají jeho inhibiční účinky na rozvoj leukémie

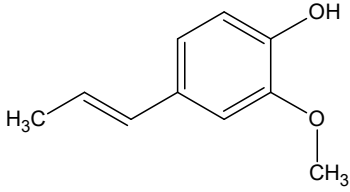
Tabulka 18: Potenciálně alergenní vonné látky – hexylcinnamal [17]

Hexylcinnamal	
<b>Vzorec</b>	 <chem>CCCCC/C=C/C=O</chem>
<b>Výroba</b>	kondezace benzaldehydu s oktanem
<b>Vlastnosti</b>	bezbarvá až nažloutlá kapalina s jasmínovou vůní
<b>Použití</b>	jasmínové kompozice v parfumerii aroma

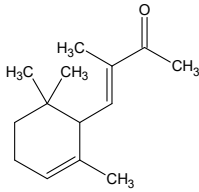
Tabulka 19: Potenciálně alergenní vonné látky – hydroxycitronellal [17]

Hydroxycitronellal	
<b>Vzorec</b>	
<b>Výroba</b>	hydratace citronellalu
<b>Vlastnosti</b>	bezbarvá olejovitá kapalina sladké konvalinkovo-liliové vůně
<b>Použití</b>	květinové kompozice v parfumerii aromata (lípa, med) insekticidy nebo čisticí prostředky

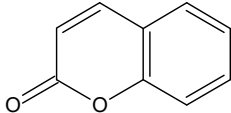
Tabulka 20: Potenciálně alergenní vonné látky – isoeugenol [17, 20]

Isoeugenol	
<b>Vzorec</b>	
<b>Výroba</b>	přesmyk eugenolu, případně ze safrolu přímo lze získat z guajakolu
<b>Vlastnosti</b>	bezbarvá či mírně nažloutlá viskózní kapalina; v přírodě se vyskytuje v cis-formě (karafiátová silice) i trans-formě (bazalková silice) má něžnou karafiátovou vůni
<b>Použití</b>	báze karafiátových kompozic; využití i do šeríkových a růžových kompozic výroba vanilinu (při oxidaci isoeugenolu vzniká vanilin)

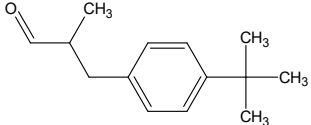
Tabulka 21: Potenciálně alergenní vonné látky –  $\alpha$ -isomethylionon [17]

<b><math>\alpha</math>-isomethylionon</b>	
<b>Vzorec</b>	
<b>Výroba</b>	z citralu a ethylmethylketonu
<b>Vlastnosti</b>	bezbarvá až nažloutlá kapalina s dřevitomechovou vůní
<b>Použití</b>	speciální parfémové kompozice

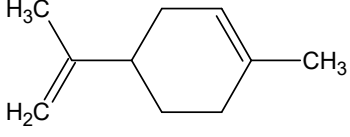
Tabulka 22: Potenciálně alergenní vonné látky – kumarin [14, 17, 19, 22]

<b>Kumarin</b>	
<b>Vzorec</b>	
<b>Výroba</b>	syntéza ze salicylaldehydu nebo z o-kresolu
<b>Vlastnosti</b>	bílá krystalická látka vůně po senu a tabáku, vzdáleně může připomínat vanilku
<b>Použití</b>	používá se do parfémových kompozic a také pro mýdla a detergenty používá se i jako ochucovadlo do tabáku
<b>!</b>	V některých zemích bylo přidávání kumarinu do potravin zakázáno kvůli jeho toxickým účinkům na játra a ledviny.

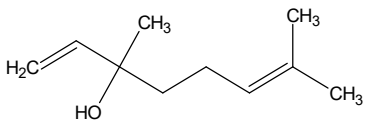
Tabulka 23: Potenciálně alergenní vonné látky – lilial [17]

<b>Lilial</b>	
<b>Vzorec</b>	
<b>Výroba</b>	z p-terc. butylbenzaldehydu a propanalu
<b>Vlastnosti</b>	bezbarvá viskózní kapalina s jemnou vůní podobnou lipovému květu
<b>Použití</b>	sladké parfémové kompozice (konvalinka, lilie, lípa apod.)

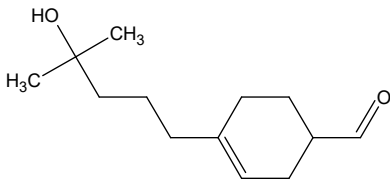
Tabulka 24: Potenciálně alergenní vonné látky – limonen [17, 24, 24, 25, 26]

Limonen	
<b>Vzorec</b>	
<b>Výroba</b>	izolace z citrusových terpenů
<b>Vlastnosti</b>	<p>bezbarvá kapalina; v přírodě se vyskytuje opticky aktivní</p> <p>má svěží citronovou vůni, ale na vzduchu se snadno oxiduje a může získat nepříjemnou vůni</p> <p>obsažen v citronové, pomerančové či mandarinkové silici, ale i v silici kmínové nebo koprové</p> <p>vykazuje antimikrobiální účinky</p>
<b>Použití</b>	<p>používá se do kolínských vod a k výrobě syntetických vonných látek</p> <p>v lékařství se zkoumají jeho inhibiční účinky na rozvoj rakoviny prsu, jater a slinivky</p>

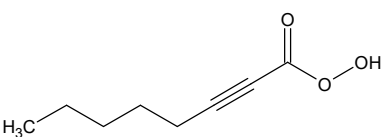
Tabulka 25: Potenciálně alergenní vonné látky – linalool [17, 19, 21, 25]

Linalool	
<b>Vzorec</b>	
<b>Výroba</b>	<p>izolace ze silic</p> <p>parciální hydrogenace dehydrolinaloolu</p>
<b>Vlastnosti</b>	tvoří hlavní složku silice z růžového dřeva a linaloové silice, nachází se v koriandru a dalších esenciálních olejích
<b>Použití</b>	<p>používá se jako antiseptikum</p> <p>využití při syntéze vitamínu E</p>

Tabulka 26: Potenciálně alergenní vonné látky – lyral [17]

Lyal	
<b>Vzorec</b>	
<b>Vlastnosti</b>	bezbarvá olejovitá kapalina s jemnou vůní
<b>Použití</b>	květinové fantazie v parfumerii (konvalinka, šerík nebo hyacinta)

Tabulka 27: Potenciálně alergenní vonné látky – methylheptin karbonát [17, 18]

Methylheptin karbonát	
<b>Vzorec</b>	
<b>Vlastnosti</b>	bezbarvá kapalina připomínající vůni fialkové listy
<b>Použití</b>	kosmetika aromata (víno, jahoda)

Tabulka 28: Potenciálně alergenní vonné látky – oakmoss extrakt [17]

Oakmoss extrakt	
<b>Výroba</b>	výtažek z větvičnicku slívového
<b>Vlastnosti</b>	antiseptické vlastnosti
<b>Použití</b>	v kosmetice základ mnoha vůní

Tabulka 29: Potenciálně alergenní vonné látky – treemos extrakt [18]

Treemos extrakt	
<b>Výroba</b>	výtažek z terčovky otrubičnaté
<b>Vlastnosti</b>	vůně připomínající dřevo nebo mořské chaluhy antimikrobiální účinky
<b>Použití</b>	kosmetika

## 2.5 Použité metody a experimentální techniky

Komplexní charakterizace aromatických látek sestává z kombinace instrumentální analýzy a sensorického hodnocení. Silice totiž mohou obsahovat 200 až 800 rozdílných typů látek a jejich vnímání je výsledkem interakce mezi chemickými sloučeninami a smysly, chutí a čichem. Mezi nejčastěji používané instrumentální metody patří kapalinová a plynová chromatografie.

S ohledem na zaměření experimentální část práce je zde věnována pozornost chromatografii plynové, která se v praxi často používá v kombinaci s hmotnostní detekcí. Zároveň je v této kapitole popsána metoda SPME (mikroextrakce tuhou fází), která byla použita pro extrakci aromatických látek z matrice vzorků cukrovinek.

### 2.5.1 Mikroextrakce tuhou fází

Počátky používání metody SPME sahají do 80. let minulého století. V posledních letech se tato technika dostává do popředí i díky svému širokému uplatnění. Používá se v oblasti léčebné kosmetiky, při analýze životního prostředí nebo ve forenzní analýze [27, 28].

Princip metody spočívá v sorpci složky vzorku na stacionární fázi pokrývající křemenné vlákno, které je nejdůležitější součástí zařízení. Sorbent je nanesen na krátkém úseku povrchu křemenné kapiláry ve formě tenkého filmu. Povrch kapiláry je chráněn ocelovou kapilárou, což je jehla, do které může kapilára zajíždět. Vlastní sorpce vzorku se provádí zasunutím sorpční kapiláry do kapalného vzorku. Při sorpci těkavých látek se kapilára drží nad hladinou vzorku až do ustálení sorpční rovnováhy. Po propíchnutí septa injektoru dochází k tepelné desorpci analytu do proudu nosného plynu a následuje separace na analytické koloně. SPME zařízení je uvedeno na obrázku 5 [29].



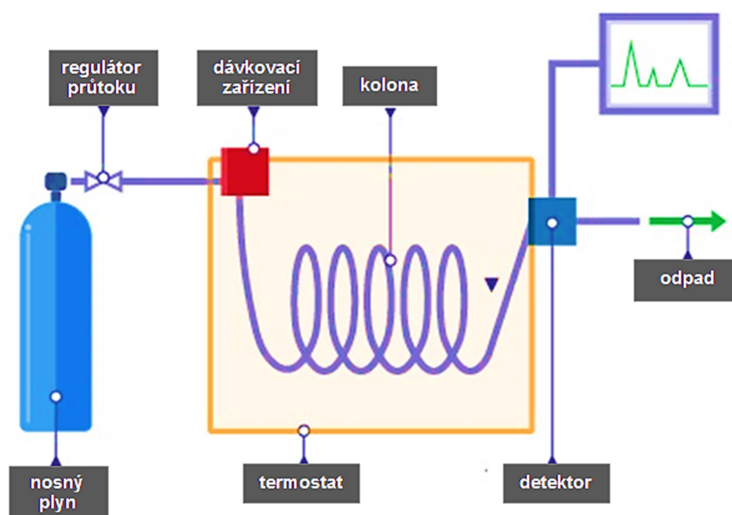
Obrázek 5: Zařízení pro vzorkování pomocí metody SPME [30]

Kromě široké možnosti použití je tedy výhodou této metody snadná automatizace pomocí automatického dávkovače plynového chromatografu a nízké detekční limity. Pozitivní je i ekonomická stránka věci, neboť vlákna lze použít opakovaně a kromě toho jsou univerzální pro jakýkoliv typ plynového nebo kapalinového chromatografu [29, 31, 32].

Extrakční proces může být ale ovlivněn několika faktory. Tloušťka stacionární fáze může ovlivnit citlivost metody. Pro zachycení látek těkavějších se používá vlákno se silnější vrstvou, protože silnější vrstva vyextrahuje více analytu. Dále může proces měření ovlivnit i teplota, protože zahřev vzorku zkracuje čas potřebný k dosažení rovnováhy. V případech stanovení sloučenin méně těkavých, je zahřátí dokonce nezbytné. V souvislosti s teplotou je důležité také správné umístění vlákna v injektoru. Během desorpce by se vlákno mělo nacházet v nejteplejším místě [33].

## 2.5.2 Plynová chromatografie s hmotnostní detekcí

Plynová chromatografie je fyzikálně-chemická separační metoda látek ze směsi založená na distribuci mezi dvěma heterogenními fázemi, tzv. stacionární (nepohyblivou) fází a fází mobilní (pohyblivou). Cílem plynové chromatografie je zajistit co nejúčinnější separaci a zároveň je nutno minimalizovat dobu analýzy. Důležité je dbát i na to, aby separované látky nebyly termolabilní. Schéma plynového chromatogramu je uvedeno na obrázku 6 [34].



Obrázek 6: Schéma plynového chromatografu [37]

Hmotnostní detektor (MS) patří k nejčastěji využívaným detektorům ve spojení s plynovou chromatografií. Pracuje na principu ionizace a fragmentace sloučeniny; nejčastěji se jedná o ionizaci elektronovou nebo chemickou. Během ionizace nebo po ní dochází k postupnému rozpadu molekulových iontů na fragmenty, které mohou být nabitě nebo bez náboje. Vyprodukované ionty následně získají působením elektrického pole energii, jsou urychlovány a převedeny do separačního prostoru. Zde na ně působí magnetické pole, které je vychyluje ze svého původního směru letu a toto dráhové zakřivení je závislé na hmotnosti a náboji iontu. Ionty pak dopadají na detektor a výsledkem je čárové hmotnostní spektrum, které vyjadřuje poměrné zastoupení jednotlivých iontů podle poměru jejich hmotnosti a náboje. Výhodou těchto detektorů je cenová dostupnost a zároveň i vysoká selektivita [35, 36].

Pokud chceme použít hmotnostní detektor ve spojení s plynovou chromatografií, je nutno vyřešit tlakovou nekompatibilitu. Tlak na výstupu kolony chromatografu je přibližně atmosférický, avšak iontové zdroje používané pro MS pracují optimálně za vysokého vakuu. Je tedy nutné použít dostatečně výkonný čerpací systém, který bude schopen odčerpávat nadbytek nosného plynu z prostoru ionizace [35].

Plynová chromatografie s hmotnostní detekcí se využívá jak v potravinářském tak i kosmetickém průmyslu k objektivnímu zhodnocení chutí a vůní. Tato metoda má ale mnohem širší uplatnění. Ve farmaceutickém průmyslu se pomocí této metody identifikují doprovodné nečistoty a produkty degradace, případně se používá ke sledování časového koncentračního profilu léčiva v tělních tekutinách a mechanismu odbourávání. V ekologii se využívá ke stopové analýze organických polutantů ve vzduchu či v půdách nebo ve vodách [38].

## 2.6 Senzorická analýza

Smyslové hodnocení potravin je už dlouhou dobu předmětem zájmu spotřebitelů a s rostoucí mírou nasycenosti obyvatelstva ještě nabývá na významu. Výrobci senzoričká analýza zase pomáhá zjistit, u jaké skupiny konzumentů může mít daný výrobek největší úspěch a jak jednotlivé výrobky vylepšovat [38].

Senzoričká analýza je vědou, která se zabývá hodnocením organoleptických vlastností výrobků pomocí lidských smyslů. Je nutno, aby analýza probíhala za takových podmínek, aby bylo zajištěno objektivní, přesné a reprodukovatelné měření. Senzorické metody hodnocení potravin jsou v praxi stále nenahraditelné, jelikož experti jsou schopni odhalit a rozpoznat i nejjemnější odstíny vůně a chuti, které instrumentální analýza rozlišit nedokáže. Na druhou stranu se stále jedná o hodnocení subjektivní a každé pracoviště používá odlišné způsoby posuzování vonných a chuťových látek. Hodnocení může být také ovlivněno různými fyziologickými nebo psychologickými faktory [17].

### 2.6.1 Hodnotitelé

Během senzoričké analýzy jsou řešeny různé typy úkolů a ke každému úkolu potřebujeme jiný typ hodnotitelů. Laický hodnotitel je osoba, která nespĺňuje žádné zvláštní požadavky a obvykle se využívá k tzv. konzumentským zkouškám. Tato skupina hodnotitelů by tedy měla co nejlépe odpovídat souboru skutečných spotřebitelů [39].

Školení pozorovatelé bývají obvykle používáni k náročnějším úkolům, musí mít určité vlastnosti jako schopnost soustředění, dobré vyjadřovací schopnosti nebo dostatečná citlivost k významným chutím, a musí být speciálně proškoleni [39, 40].

Hodnotitel expert je vybraný posuzovatel s vysokým stupněm senzoričké citlivosti, který prošel několika školeními a má zkušenosti v senzoričkých zkouškách. Je tak schopen provádět konzistentní a opakovatelná senzoričká hodnocení různých výrobků [39, 40].

Existuje i tzv. vybraný posuzovatel, což je osoba vybraná pro svoji schopnost provádět senzoričkou zkoušku [40].

### 2.6.2 Použité metody senzoričkého hodnocení

#### 2.6.2.1 Stupnicové metody

Hodnocení s pomocí stupnic je velmi častým způsobem vyjadřování výsledků. Nejčastěji jsou používány stupnice nominální a ordinální. V této práci byly použity grafické strukturované stupnice [40].

Samotné hodnocení při použití stupnic probíhá tak, že posuzovatel dostane protokol s danými senzoričkými znaky, které budou u vzorků hodnoceny a k nim obdrží i stupnice, podle nichž bude vzorek hodnotit [40, 41].

#### 2.6.2.2 Profilový test

Profilové testy slouží ke zhodnocení jemných rozdílů v charakteru chuti a vůně. Posuzovatel si celkový vjem chuti či vůně rozdělí na vjemy dílčí a určuje jejich intenzitu. Pro

znázornění intenzity jsou opět využívány stupnice. V tomto případě bylo využito opět grafických strukturovaných stupnic. Součástí profilového testu jsou i metody popisné, při němž hodnotitel vyjadřuje výsledný vjem slovním popisem [40].

### 2.6.3 Uspořádání sensorického pracoviště

Podmínky pro uspořádání sensorického pracoviště stanovují mezinárodní normy. Zkušební místnosti, tedy místnosti, kde probíhá vlastní hodnocení, jsou navrženy tak, aby byly co nejvíce odstraněny rušivé vlivy, které by mohly mít vliv na lidský úsudek a snížily by tak objektivitu hodnocení. Tyto místnosti by měly být odděleny nejen od ostatních prostor pracoviště, jako jsou kanceláře, skladovací prostory, ale i od samotné přípravy vzorků. Zkušební místnost musí být čistá, dobře větratelná a bez jakýchkoliv pachů. Stěny místnosti by měly být jasné a v co nejsvětlejším odstínu a bez jakýchkoliv obrazů či nápisů, protože intenzivní výmalba či zavěšené obrazy by působily rušivě při hodnocení barev a vzhledu výrobků [38, 39].

Důležité je také osvětlení a teplota místnosti. Nejlépe je využít osvětlení denním světlem. Pokud by takovéto osvětlení nemohlo být dostatečně zajištěno, využívá se osvětlení umělé. Teplota v místnosti by měla být udržována v rozmezí 20 až 23 °C, čehož se obvykle dosahuje pomocí klimatizace, která navíc pomáhá udržovat i relativní vlhkost. Klimatizační zařízení by ale měly být nehlukné nebo vypnuté po dobu hodnocení, aby měl hodnotitel klid na práci. [38, 39].

### 2.6.4 Přehled relevantních publikací v oblasti želé cukrovinek

Literatura zaměřená na problematiku želé cukrovinek není příliš bohatá. V českých monografiích se obvykle autoři věnují želé cukrovinkám pouze v rámci kapitol o nečokoládových cukrovinkách. Technologii výroby nečokoládových cukrovinek se u nás věnuje Jana Čopíková, která je autorkou monografie o technologii čokolády a cukrovinek [4] a několika dalších kratších kapitol o nečokoládových cukrovinkách v rámci rozsáhlejších publikací zaměřených na technologii potravin [2, 3]. Nečokoládové cukrovinky zmiňuje ve své monografii i Luděk Hřívna [6].

V rámci výzkumu v oblasti želé cukrovinek jsou středem zájmu ztužující komponenty, nejčastěji želatina, ale i škrob, pektin, ztužovačlá přírodního původu případně jejich kombinace, a jejich vliv na texturu [42, 43, 44] nebo sensorickou kvalitu produktu [44, 45, 50]. Jelikož je konzistence jedním z důležitých faktorů ovlivňujících u spotřebitelů celkový dojem z výrobku, snaží se výrobci kombinací želírujících látek dosáhnout co nejlepších vlastností výrobku. Studie potvrzují, že želírující látky neovlivňují pouze tvorbu gelu, ale podílejí se i na uvolňování aroma z cukrovinek.

Přídavkem škrobu do želatinového gelu získáme tužší a pevnější cukrovinku a zároveň snížíme rychlost uvolňování aromatických látek. Přidáním pektinu k želatině dostaneme cukrovinky měkčí, ale křehké, ale také zvýšíme rychlost uvolňování aroma. Tato skutečnost byla prokázána i při sensorickém hodnocení, kdy byla vyšší intenzita aroma vnímána pouze u cukrovinek obsahujících pektin [43].

Z hlediska používaných analytických metod ke zkoumání aromatických látek v želé cukrovinkách se využívá plynová chromatografie v kombinaci s hmotnostní detekcí [51], ale například i elektronický nos [46, 47].

V poslední době se také dostává do popředí zájem o alternativní náhrady sacharózy v nečokoládových cukrovinkách, což má několik důvodů. Jednak roste počet spotřebitelů s diabetickými onemocněními a jednak je zde snaha o výrobu produktů, které nezpůsobují kazivost zubů. Autoři se tak ve svých studiích zaměřují na náhradu sacharózy jinými sladidly, např. isomaltulosou nebo polydextrózou a jejich vlivem na mechanické vlastnosti a sensorickou kvalitu želé cukrovinek [7, 48]. Začínají se objevovat také studie zkoumající přísady antioxidantů do želé cukrovinek [49].

### 3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

#### 3.1 Použité laboratorní vybavení a chemikálie

##### 3.1.1 Chemikálie (standarty)

Byly použity následující chemikálie a standarty alergenních vonných látek, všechny v čistotě p.a.:

$\alpha$ -Amylcinnamaldehyd	97 %	Sigma-Aldrich
$\alpha$ -Amylcinnamyl alkohol	$\geq 85$ %	Fluka Analytical
Anisalkohol	98 %	Sigma-Aldrich
Benzylalkohol	99 %	Alfa Aesar
Benzylbenzoát	99 %	Alfa Aesar
Cinnamaldehyd	$\geq 93$ %	SAFC Supply Solution
Cinnamylalkohol	98 %	Alfa Aesar
Citral, cis + trans	95 %	Alfa Aesar
Citronellol	96 %	Alfa Aesar
Kumarin	98 %	Alfa Aesar
Eugenol	99 %	Alfa Aesar
Farnesol	95 %	Sigma-Aldrich
Geraniol	97 %	Alfa Aesar
$\alpha$ -Hexylcinnamal	$\geq 95$ %	SAFC Supply Solution
Hydroxycitronellal	$\geq 95$ %	Fluka Analytical
Isoeugenol	98 %	Alfa Aesar
$\alpha$ -Isomethylionon	$\geq 85$ %	Fluka Analytical
Lilial	$\geq 95$ %	Sigma-Aldrich
Limonen	97 %	Alfa Aesar
Linalool	97 %	Alfa Aesar
Lylal	$\geq 97$ %	Sigma-Aldrich
Methyl 2-oktynoát	99 %	Sigma-Aldrich

##### 3.1.2 Laboratorní vybavení

###### 3.1.2.1 Přístroje

- Plynový chromatograf Trace<sup>TM</sup> 1310 se split/splitless injektorem (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA)
- Hmotnostní detektor ISQ<sup>TM</sup> LT Single Quadrupole (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA)
- Knihovna spekter NIST/EPA/NIH, Verze 2.0 (Gaithersburg, Maryland, USA)
- Analytické digitální váhy HELAGO, GR-202-EC, Itálie

###### 3.1.2.2 Plyny

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

### **3.1.2.3 Pracovní pomůcky**

- SPME vlákno DVB/CAR/PDMS 50/30  $\mu\text{m}$ , Supelco, Bellefonte, Pennsylvania, USA
- Mikropipety BiohitProline (100–1000  $\mu\text{m}$ ), špičky
- Vialky o objemu 10 ml se šroubovacím magnetickým uzávěrem
- Běžné laboratorní sklo a pomůcky

## **3.2 Analyzované vzorky**

Celkem bylo analyzováno pět náhodně vybraných vzorků želé cukrovinek (želatinových medvídků) českých i zahraničních výrobců zakoupených v běžné tržní síti. Pro tuto práci byly vybrány čtyři druhy barev (příchutí): červená (jahoda), žlutá (citron), zelená (jablko) a oranžová (pomeranč). Složení jednotlivých vzorků, které deklaruje výrobce na obalech výrobku, uvádí tabulka 30. Vzorky byly skladovány v lednici v původních obalech až do doby analýzy.

Vzorky byly před analýzou rozkrájeny nožem na menší kousky (přibližně 2x2 mm) a umístěny na dno skleněných vialek tak, aby během analýzy nedošlo ke kontaktu s SPME vláknem. Navážka jednoho vzorku činila 3 g. Následně byla vialka uzavřena septem a umístěna do autosampleru pro analýzu. Od každé barvy byly proměřeny vždy dva vzorky, celkem tedy bylo proměřeno celkem 40 vzorků.

Tabulka 30: Složení analyzovaných vzorků želé cukrovinek

Vzorek/výrobce	Složení
A	Glukózový sirup, cukr, želatina, jablečná šťáva z koncentrátu 5 %, kyseliny (kyselina vinná jablečná, citronová), koncentrát šťávy z černé mrkve, extrakt ze spiruliny, <b>aromata</b> (jahoda, jablko, pomeranč, citrón), lešticí směs (rostlinné tuky: palmojadrový, kokosový, lešticí látka: karnaubský vosk), regulátor kyselosti (askorban sodný), barviva (paprikový extrakt, karoteny, kurkumin).
B	Glukózový sirup, cukr, želatina, voda, kyselina (kyselina citrónová), lešticí směs (rostlinný olej kokosový, lešticí látka: karnaubský vosk), <b>aromata</b> , barviva (karmíny, kurkumin, měďnaté komplexy chlorofylů a chlorofylinů, paprikový extrakt), koncentrát (ibišek, mrkev), rostlinný olej (bambucké máslo).
C	Glukózový sirup, cukr, vepřová želatina kyseliny: citronová, mléčná; potravinová barviva (černý bez, červené hrozny, černý rybíz, černá mrkev, červená ředkev, třešeň, světlice barvířská, kurkuma, spirulina); aromata, lešticí látky: včelí vosk, bílý a žlutý, karnaubský vosk
D	Glukózový sirup, cukr, jedlá želatina, dextróza, ovocné šťávy z koncentrátu: jablko, jahoda, malina, pomeranč, citron, ananas, kyselina citrónová, ovocné a rostlinné koncentráty: světlice barvířská, řasa spirulina, jablko, černý bez, pomeranč, černý rybíz, kiwi, citron, aronie, mango, mučenka, hroznové víno, aroma, extrakt z černého bezu, lešticí látky: včelí vosk bílý a žlutý, karnaubský vosk.
E	Glukózový sirup, cukr, želatina, kyseliny (citrónová a mléčná), barviva (černý bez, hrozny, černý rybíz, mrkev, paprika, kurkuma, kopřiva, špenát), <b>aroma</b> , rostlinný olej (palmový), lešticí látka (včelí vosk bílý a žlutý, karnaubský vosk).

Pro zachování anonymity byly jednotlivé vzorky označeny kódy:

- červené vzorky: A01, B01, C01, D01, E01
- žluté vzorky: A02, B02, C02, D02, E02
- zelené vzorky: A03, B03, C03, D03, E03
- oranžové vzorky: A04, B04, C04, D04, E04

### 3.3 Metoda HS-SPME-GC-MS

Identifikace a kvantifikace potenciálně alergenních aromatických látek v jednotlivých vzorcích byla provedena metodou mikroextrakce pevnou fází ve spojení s plynovou chromatografií s hmotnostní detekcí (HS-SPME-GC-MS)

#### 3.3.1 Podmínky SPME extrakce

- Doba inkubace (temperování): 10 min
- Doba extrakce: 20 min
- Teplota extrakce a inkubace (teplota agitátoru): 40 °C
- Agitátor zapnutý 5 s, vypnutý 60 s
- Množství vzorku 3 g
- Hloubka ponoření vlákna do vialky 20 mm

#### 3.3.2 Podmínky GC-MS analýzy

- Kapilární kolona TG–WaxMS (30 m × 0,25 mm × 0,5 μm)
- Teplota injektoru (desorpce): 240 °C
- Doba desorpce: 20 min
- Dávkování splitless, ventil uzavřen: 10 min
- Hloubka ponoření vlákna do injektoru: 40 mm
- Nosný plyn helium, průtok: 1 ml · min<sup>-1</sup>
- Teplotní program 40 °C s výdrží 1 min, vzestupný gradient 5 °C/min do 220 °C s výdrží 22 min, celková doba analýzy 60 min
- Hmotnostní detektor v modu EI, energie ionizačních elektronů 70 eV, teplota iontového zdroje 200 °C, skenovací rozsah m/z 30–370 amu, rychlost skenování 0,2 s

#### 3.3.3 Identifikace a kvantifikace aromaticky aktivních látek ve vzorcích

Identifikace byla provedena na základě srovnání hmotnostních spekter s dostupnou knihovnou spekter, obsah identifikovaných sloučenin je vyjádřen semikvantitativně pomocí ploch příslušných píků na chromatogramu.

Potenciální alergeny byly identifikovány na základě srovnání hmotnostních spekter s dostupnou knihovnou spekter, potvrzeny porovnáním s retenčními časy standardů a kvantifikovány pomocí rovnice lineární regrese kalibračních přímek standardů. Potřebné parametry byly převzaty z diplomové práce Maňákové [52].

### 3.4 Senzorická analýza

Pro senzorickou analýzu byly použity stejné vzorky jako pro stanovení aromatických látek. Senzorické hodnocení probíhalo až po analýze HS-SPME-GC-MS.

Jednotlivé vzorky cukrovinek byly rozděleny do kelímků s příslušným kódem. Hodnotitelé pocházeli z řad zaměstnanců, studentů 5. ročníku a doktorského studia Fakulty chemické VUT. Celkem hodnotilo 12 posuzovatelů a všichni absolvovali seminář senzorické analýzy.

Hodnocení se skládalo z hodnocení pomocí stupnic a profilového testu. U hodnocení pomocí stupnice bylo úkolem zhodnotit barvu, konzistenci, vůni a chuť a celkovou přijatelnost. Při hodnocení barvy, chuti a vůně byla zvlášť hodnocena intenzita a příjemnost.

V případě profilového testu určovali posuzovatelé intenzitu vybraných deskriptorů chuti (sladká, kyselá, jiná). U jiné chuti, pokud byla detekována, bylo potřeba danou chuť popsat. Všechny parametry byly hodnoceny pomocí grafické strukturované stupnice (10 cm). Protokol pro senzorickou analýzu je uveden v příloze 1.

### **3.5 Statistické zpracování výsledků**

Zpracování a vyhodnocení dat proběhlo pomocí programu MS Excel 2007. Jednotlivé aromaticky aktivní látky byly identifikovány na základě srovnání hmotnostních spekter s dostupnou knihovnou spekter. Obsah identifikovaných sloučenin je vyjádřen semikvantitativně pomocí ploch příslušných píků na chromatogramu.

Obsah alergenních vonných látek je vyjádřen ve tvaru průměr  $\pm$  směrodatná odchylka. Každý vzorek byl analyzován dvakrát ( $n=2$ ).

Výsledky senzorické analýzy jsou vyjádřeny graficky jako medián hodnocení všech hodnotitelů ( $n=12$ ).

## 4 VÝSLEDKY A DISKUZE

Tato práce je součástí studie, která se zabývá studiem sensorické kvality nečokoládových cukrovinek se zaměřením na chuť a vůni a s nimi související obsah AAL. Podstatou této diplomové práce je identifikace AAL vybraných druhů nečokoládových cukrovinek a jejich sensorická analýza.

Jako modelové vzorky byly vybrány cukrovinky typu želé, konkrétně u nás velmi oblíbení želatinoví medvídci. Byly analyzovány čtyři druhy barev (příchutí) od pěti výrobců: červená (jahoda), žlutá (citron), zelená (jablko) a oranžová (pomeranč). Hlavním cílem bylo posoudit rozdíly v obsahu AAL mezi vzorky stejného typu od různých výrobců. Dalším cílem této práce tedy bylo kvantifikovat alergenní AAL ve vzorcích a posoudit jejich možné negativní účinky při konzumaci.

Pro stanovení AAL, alergenních i nealergenních, byla zvolena metoda SPME-GC-MS. Podmínky jsou uvedeny v kapitole 3.3. Při sensorickém hodnocení byly aplikovány metody podle platných ČSN.

### 4.1 Identifikace aromaticky aktivních látek ve vzorcích

Identifikace těkavých látek byla provedena na základě srovnání hmotnostních spekter s dostupnou knihovnou spekter. Získané chromatogramy jsou pro ilustraci uvedeny v Přílohách 2-21.

V tabulkách 31-34 je uveden přehled všech těkavých látek identifikovaných ve všech vzorcích. Vzhledem k mírným odchylkám retenčních časů ( $t_R$ ) je uveden vždy průměr ze všech měřených vzorků. Relativní směrodatná odchylka se pohybovala většinou v hodnotách  $< 1\%$ , což lze považovat za výbornou reprodukovatelnost.

Symbol + označuje přítomnost dané látky ve vzorku. Tučně jsou vyznačeny potenciálně alergenní AAL.

#### 4.1.1 Vzorky červené barvy

Ve vzorcích červené barvy bylo identifikováno celkem 88 těkavých látek včetně 7 alergenních. Srovnání chemických skupin ukazuje graf 1. Celkový přehled všech identifikovaných látek je uveden v tabulce 31.

Tabulka 31: Těkavé látky identifikované v červených vzorcích

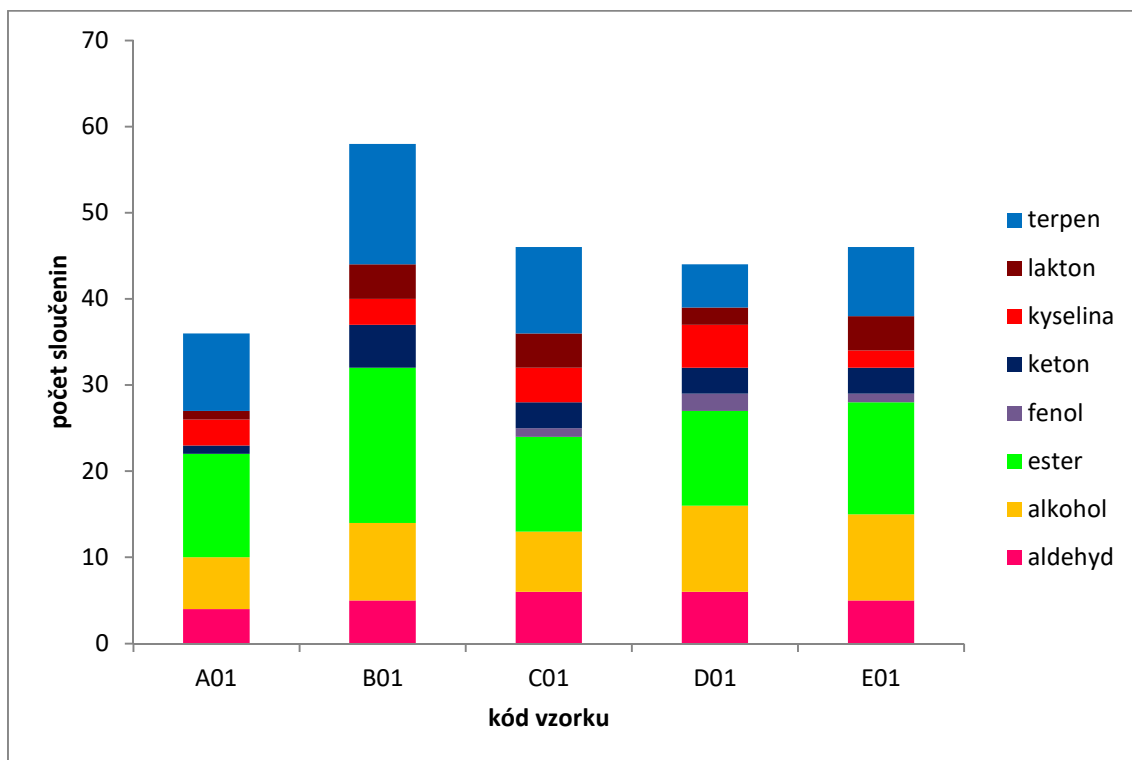
látka	$t_R$ [min]	A01	B01	C01	D01	E01	chemická skupina
methyl butyrát	4,98		+				ester
methyl alfa-methylbutyrate	5,40	+					ester
isobutylacetát	5,52				+		ester
ethylbutyrát	6,02	+	+	+	+	+	ester
ethyl 2-methylbutyrát	6,35	+	+	+	+	+	ester

Tabulka 31: Těkavé látky identifikované v červených vzorcích - pokračování

ethyl-isovalerát	6,72			+		+	ester
hexanal	7,13			+	+	+	aldehyd
sabinen	7,90		+				terpen
banana oil	8,06	+	+	+	+		ester
ethylvalerát	8,37		+				ester
butan-1-ol	8,62			+	+	+	alkohol
$\alpha$ -pinen	8,67		+				terpen
$\beta$ -myrcen	9,11		+	+		+	terpen
2-heptanon	9,67		+				keton
<b>limonen</b>	10,06	+	+	+	+	+	terpen
pseudolimonen	10,31		+				terpen
trans-2-hexenal	10,74					+	alkohol
ethylhexanoát	10,99	+	+	+	+	+	ester
$\gamma$ -terpinen	11,36			+			terpen
isoamylbutanoát	11,85			+		+	ester
hexylacetát	12,05		+	+	+	+	ester
terpinolen	12,32		+				terpen
oktanal	12,55		+		+		aldehyd
apple oil	12,61			+		+	ester
3-methyl-4-penten-1-ol acetát	13,00		+				ester
(4E)-4-hexenylacetát	13,26	+				+	ester
cis-3-hexenylacetát	13,29		+	+			ester
ethylheptanoát	13,61	+	-				ester
trans-2-hexenylacetát	13,72				+		ester
6-methyl-5-hepten-2-on	13,85		+				keton
hexanol	14,16	+	+	+	+	+	alkohol
trans-3-hexen-1-ol	14,48	+	-	+	+	+	alkohol
allylkaproát	14,71		+		+	+	ester
cis-3-hexen-1-ol	15,05	+	+	+	+	+	alkohol
3-oktanol	15,18		+				alkohol
nonanal	15,34	+	+	+	+	+	aldehyd
trans-2-hexenol	15,63			+	+	+	alkohol
hexylbutanoát	15,80		+				ester
ethyloktanoát	16,27	+	-				ester
trans-3-hexenylbutyrát	17,04					+	ester
kyselina octová	17,15	+	+		+		kyselina
furfural	17,36	+	+	+	+	+	keton
2-ethylhexanol	17,72				+	+	alkohol
dekanal	18,03	+	+	+	+	+	aldehyd
kafr	18,58	-	+				terpen
benzaldehyd	18,90	+	+	+	+	+	aldehyd
<b>linalool</b>	19,16	+	+	+	+	+	terpen

Tabulka 31: Těkavé látky identifikované v červených vzorcích - pokračování

diethyl malonát	20,01		+				ester
L-4-terpineol	20,62	+	+	+		+	terpen
ethyllevulát	20,88		+				ester
ethyl-2,4-methyl-1,3-dioxolane-2-acetát	21,02			+		+	ester
cis-3-hexenylhexanoát	21,75	+					ester
2-furanmethanol	22,02	+	+				alkohol
3-furanmethanol	22,06			+	+	+	alkohol
2-methylbutanová kyselina	22,43			+			kyselina
<b>β-citral</b>	22,55	+	+	+	+		terpen
α-terpineol	22,83	+	+	+	+	+	terpen
<b>α-citral</b>	23,71	+	+	+	+	+	terpen
karvon	23,85		+	+		+	keton
(-)-trans-isopiperitenol	24,15		+		+		alkohol
p-mentha-1,5-dien-8-ol	24,78	+	+			+	alkohol
perillal	25,01		+	+			aldehyd
ethyl-salicylát	25,57				+		ester
beta-damascenon	25,71			+		+	keton
cis-karveol	25,91	+	+	+		+	terpen
<b>geraniol</b>	26,10	+	+	+		+	terpen
α-ionone	26,31				+		keton
hexanová kyselina	26,35	+	+	+	+	+	kyselina
<b>benzylalkohol</b>	26,92	+	+	+	+	+	alkohol
butylhydroxytoluen	27,54				+		fenol
2-fenylethylalkohol	27,64		+		+		alkohol
γ-oktanolakton	27,87		+	+		+	lakton
β-ionone	28,16		+		+		keton
2-ethylhexanová kyselina	28,46				+		kyselina
γ-nonalakton	30,11		+	+	+	+	lakton
oktanová kyselina	30,72			+	+		kyselina
1,2-diacetin	30,82	+	+		+	+	ester
methylcinnamát	31,06	+		+	+	+	ester
γ-decalactone	32,35	+	+	+	+	+	lakton
nonanová kyselina	32,80					+	kyselina
methylisoeugenol	33,14			+	+		fenol
δ-decalactone	33,29		+				lakton
1-monoacetin	33,69	+	+				ester
<b>eugenol</b>	34,34					+	fenol
γ-undekalakton	34,49			+		+	lakton
dekanová kyselina	34,68	+	+	+	+		kyselina
<b>hexylcinnamal</b>	<b>36,17</b>	+		+	+	+	aldehyd
ethylcitrát	37,86		+				ester



Graf 1: Srovnání chemických skupin vzorků červené barvy

Z grafu lze vyčíst, že nejvíce byly zastoupeny ve vzorcích estery, alkoholy, aldehydy a terpeny. I mezi jednotlivými vzorky jsou patrné rozdíly. Nejvíce sloučenin obsahoval vzorek B01, nejméně naopak vzorek A01.

Rozdíl byl patrný i v zastoupení alergenní látek. Ve všech vzorcích byly zastoupeny benzylalkohol, limonen, linalool a  $\alpha$ -citral. Eugenol byl naproti tomu obsažen pouze ve vzorku E01.

#### 4.1.2 Vzorky žluté barvy

Ve vzorcích žluté barvy bylo identifikováno celkem 95 těkavých látek včetně 11 alergenních. Srovnání chemických skupin v jednotlivých vzorcích ukazuje graf 2. Celkový přehled všech identifikovaných látek je uveden v Tabulce 32.

Tabulka 32: Těkavé látky identifikované ve žlutých vzorcích

látka	$t_R$ [min]	A02	B02	C02	D02	E02	chemická skupina
methylbutyrát	5,00		+				ester
ethylbutyrát	6,05		+	+			ester
ethyl 2-methylbutyrát	6,37		+	+			ester
butylacetát	6,85		+				ester
hexanal	7,16			+			aldehyd

Tabulka 32: Těkavé látky identifikované ve žlutých vzorcích – pokračování

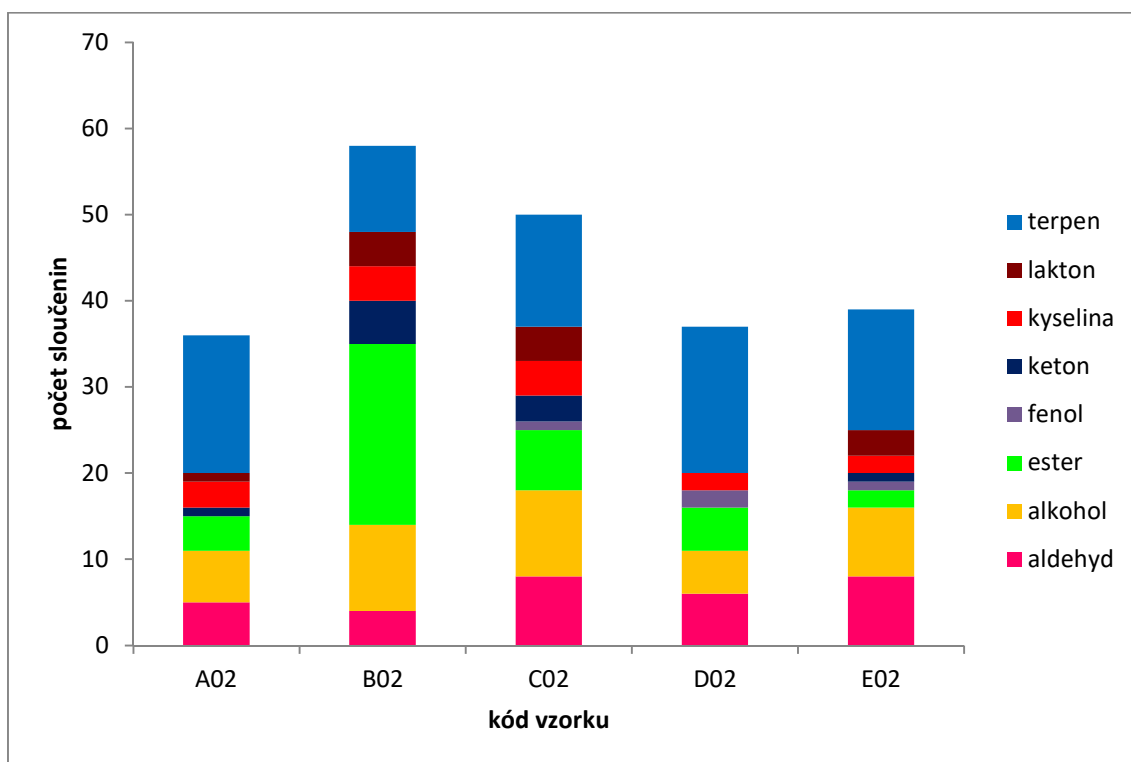
sabinen	7,99	+		+	+	+	terpen
banana oil	8,09		+				ester
ethylpentanoát	8,39		+				ester
butan-1-ol	8,64			+			alkohol
$\beta$ -myrcen	9,15	+	+	+	+	+	terpen
2-heptanon	9,68		+				keton
<b>limonen</b>	10,13	+	+	+	+	+	terpen
3-methylbutanol	10,25		+				alkohol
eukalyptol	10,35	+					terpen
ethylhexanoát	10,99		+				ester
$\gamma$ -terpinen	11,38	+		+	+	+	terpen
isoamylbutanoát	11,82		+				ester
hexylacetát	12,04		+				ester
apple oil	12,57		+				ester
terpinolen	12,37	+			+	+	terpen
oktanal	12,58	+		+	+	+	aldehyd
cis-3-hexenyl acetát	13,28	+	+	+			ester
trans-2-hexenyl acetát	13,75			+			ester
6-methyl-5-hepten-2-on	13,87		+				keton
hexanol	14,17	+	+	+	+	+	alkohol
trans-3-hexen-1-ol	14,50		+	+		+	alkohol
allylkaproát	14,70		+				ester
heptylacetát	14,72				+		ester
cis-3-hexen-1-ol	15,05	+	+	+	+	+	alkohol
nonanal	15,34	+	+	+	+	+	aldehyd
trans-2-hexenol	15,64			+		+	alkohol
hexylbutanoát	15,81		+				ester
ethylkaprylát	16,34			+			ester
kyselina octová	17,18	+	+		+		kyselina
furfural	17,35	+	+				keton
3-furaldehyd	17,39			+		+	aldehyd
citronellal	17,57	+		+	+	+	terpen
2-ethylhexanol	17,70		+				alkohol
dekanal	18,04	+	+	+	+	+	aldehyd
benzaldehyd	18,91	+	+	+		+	aldehyd
<b>linalool</b>	19,16	+	+	+	+	+	terpen
1-oktanol	19,38				+		alkohol
linalylacetát	19,40	+	+				ester
terpinen-1-ol	19,89	+					alkohol
diethylmalonát	20,02		+				ester
fenchol	20,11	+					terpen
karyophylen	20,48				+	+	terpen

Tabulka 32: Těkavé látky identifikované ve žlutých vzorcích – pokračování

L-4-terpineol	20,61	+	+	+	+	+	terpen
ethyllevulát	20,86		+				ester
ethyl-2-methyl-1,3-dioxolane-2-acetát	21,02			+			ester
kyselina máselná	21,52		+				kyselina
3-furanmethanol	22,04	+	+	+			alkohol
<b>β -citral</b>	22,58	+	+	+	+	+	terpen
karveol	22,68	+	+	+	+		terpen
α-terpineol	22,84	+	+	+	+	+	terpen
<b>α-citral</b>	23,74	+	+	+	+	+	terpen
karvon	23,85		+	+		+	keton
(-)-trans-isopiperitenol	24,17		+	+	+	+	alkohol
<b>citronellol</b>	24,26				+		terpen
p-mentha-1,5-dien-8-ol	24,80		+	+		+	alkohol
perillal	25,00	+	+	+	+	+	aldehyd
β-damascenon	25,70			+			keton
cis-karveol	25,91	+	+	+	+	+	terpen
<b>geraniol</b>	26,09	+	+	+	+	+	terpen
p-cymen-8-ol	26,25	+		+		+	alkohol
hexanová kyselina	26,30		+	+			kyselina
<b>benzylalkohol</b>	26,93		+	+		+	alkohol
methyl-kaproát	27,30		+				ester
butylhydroxytoluen	27,51				+		fenol
2-fenylethylalkohol	27,63	+	+				alkohol
hydroxycitronellal	28,15				+		terpen
γ-butylobutyrolakton	28,85		+				lakton
γ-oktanolakton	27,88			+		+	lakton
β-ionone	28,16		+				keton
heptanová kyselina	28,62			+			kyselina
γ-nonalakton	30,13		+	+		+	lakton
<b>cinnamaldehyd</b>	30,43				+	+	aldehyd
oktanová kyselina	30,73			+	+	+	kyselina
glycerol 1,2-diacetát	30,76				+		ester
1,2-diacetin	30,82	+	+			+	ester
methylcinnamát	31,05	+		+	+	+	ester
γ-dekalakton	32,35	+	+	+		+	lakton
nonanová kyselina	32,74	+					kyselina
1-fenyl-2-oktanon	32,91			+			keton
δ-decalactone	33,30		+				lakton
1-monoacetin	33,71		+				ester
glycerol 1,2-diacetát	34,12		+				ester
<b>eugenol</b>	34,33			+	+	+	fenol
γ-undekalakton	34,49			+			lakton

Tabulka 32: Těkavé látky identifikované ve žlutých vzorcích – pokračování

dekanová kyselina	34,69	+	+	+		+	kyselina
3-fenyl-2-propen-1-ol	34,83				+		alkohol
<b>hexylcinnamal</b>	36,16			+	+	+	aldehyd
ethylcitrát	37,88		+				ester
<b>benzylcinnamát</b>	41,77				+		ester
<b>benzylsalicylát</b>	46,65				+		ester



Graf 2: Srovnání chemických skupin vzorků žluté barvy

Graf ukazuje, že největší počet sloučenin obsahoval vzorek B02, nejméně sloučenin obsahovaly vzorky A02 a D02. I zastoupení jednotlivých chemických skupin bylo různorodé. Ve vzorcích A02, D02 a E02 bylo největší zastoupení terpenů. U vzorku C02 bylo poměrně vyvážené zastoupení aldehydů, terpenů, alkoholů a esterů, ostatní chemické skupiny byly pak obsaženy ve vzorku v menším množství. U vzorku E02 byly nejvíce zastoupeny aldehydy, alkoholy a terpeny. Vzorky A02 a B02 neobsahovaly žádný fenol. Vzorek D02 neobsahoval proti ostatním žádný keton ani lakton.

Zastoupení alergenů u jednotlivých vzorků bylo také odlišné. Ve všech vzorcích byly z alergenů přítomny limonen, linalool,  $\alpha$ -citrál i  $\beta$ -citrál a geraniol.

#### 4.1.3 Vzorky zelené barvy

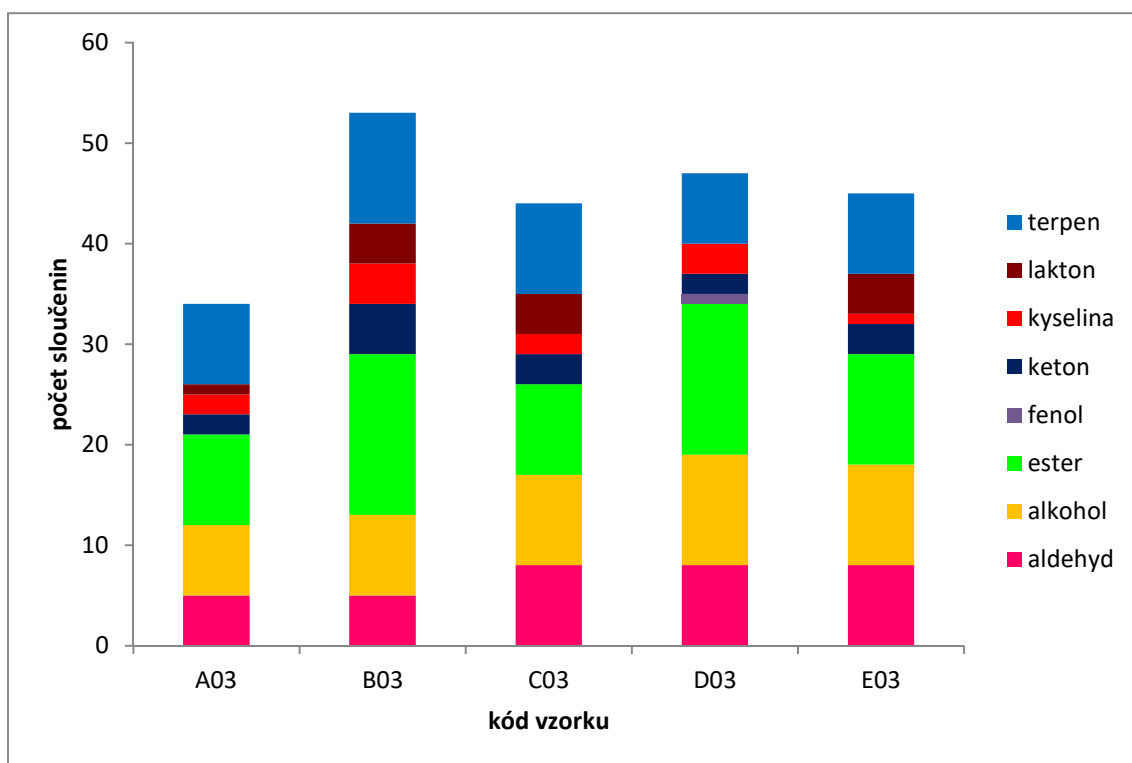
Ve vzorcích žluté barvy bylo identifikováno celkem 82 těkavých látek včetně 10 alergenních. Srovnání chemických skupin v jednotlivých vzorcích ukazuje graf 3. Celkový přehled všech identifikovaných látek je uveden v tabulce 33.

Tabulka 33: Těkavé látky identifikované v zelených vzorcích

látko	t <sub>R</sub> [min]	A03	B03	C03	D03	E03	chemická skupina
methylbutyrát	5,00		+				ester
methyl α-methylbutyrát	5,44	+					ester
ethylbutyrát	6,04	+	+	+	+	+	ester
ethyl 2-methylbutyrát	6,37		+	+	+	+	ester
ethyl-isovalerát	6,73			+		+	ester
butylacetát	6,86	+		+		+	ester
hexanal	7,13			+	+	+	aldehyd
banana oil	8,07	+	+	+	+		ester
ethyl-pentanoát	8,39		+				ester
butan-1-ol	8,62			+	+	+	alkohol
isobutyl-butyrát	9,02					+	ester
beta-myrcen	9,10		+	+	+		terpen
2-heptanon	9,67		+				keton
<b>limonen</b>	10,06	+	+	+	+	+	terpen
trans-2-hexenal	10,73	+		+	+	+	aldehyd
ethylhexanoát	10,98	+	+		+		ester
γ-terpinen	11,31	+			+		terpen
isoamylbutanoát	11,82		+				ester
hexylacetát	12,07	+	+	+	+	+	ester
apple oil	12,60					+	ester
oktanal	12,56	+	+	+	+		aldehyd
(4E)-4-hexenylacetát	13,28		+	+	+		ester
cis-3-hexenylacetát	13,32	+				+	ester
3-oktylacetát	13,69				+		ester
6-methyl-5-hepten-2-on	13,86		+		+		keton
hexanol	14,19	+	+	+	+	+	alkohol
trans-3-hexen-1-ol	14,48	+	+	+	+	+	alkohol
allylkaproát	14,78		+			+	ester
heptylacetát	14,73				+		ester
cis-3-hexen-1-ol	15,05	+	+	+	+	+	alkohol
3-oktanol	15,18				+		alkohol
nonanal	15,34	+	+	+	+	+	aldehyd
cis-2-hexenol	15,58				+		alkohol
trans-2-hexenol	15,64			+		+	alkohol
hexylbutanoát	15,80		+		+		ester
ethyloktanoát	16,29				+		ester
1-heptanol	16,81				+		alkohol
trans-3-hexenylbutyrát	17,02		+	+		+	ester
kyselina octová	17,19	+	+		+		kyselina
furfural	17,36	+	+	+		+	keton

Tabulka 33: Těkavé látky identifikované v zelených vzorcích – pokračování

2-ethylhexanol	17,71			+	+	+	alkohol
dekanal	18,03	+	+	+	+	+	aldehyd
kafr	18,59		+				terpen
benzaldehyd	18,90	+	+	+	+	+	aldehyd
<b>linalool</b>	19,16	+	+	+	+	+	terpen
1-oktanol	19,38				+		alkohol
diethylmalonát	20,01		+				ester
L-4-terpineol	20,62	+	+	+		+	terpen
ethyl-levulát	20,86		+				ester
ethyl-dekanoát	21,31				+		ester
3-furanmethanol	22,04	+	+	+	+	+	alkohol
<b>β-citral</b>	22,55	+	+	+	+	+	terpen
karveol	22,68		+				terpen
α-terpineol	22,83	+	+	+	+	+	terpen
<b>α-citral</b>	23,70	+	+	+	+	+	terpen
karvon	23,83	+	+	+		+	keton
(-)-trans-isopiperitenol	24,15	+	+			+	alkohol
p-mentha-1,5-dien-8-ol	24,79	+	+	+		+	alkohol
perillal	25,01		+	+		+	aldehyd
β-damascenon	25,68			+	+	+	keton
cis-karveol	25,91	+	+	+		+	terpen
<b>geraniol</b>	26,10		+	+		+	terpen
hexanová kyselina	26,35		+	+	+	+	kyselina
<b>benzylalkohol</b>	26,91		+	+	+	+	alkohol
methylkaproát	27,30		+				ester
2-fenylethylalkohol	27,63	+	+				alkohol
γ-oktanolakton	27,87		+	+		+	lakton
β-ionone	28,16		+				keton
2-ethylhexanová kyselina	28,44		+				kyselina
γ-nonalakton	30,13		+	+		+	lakton
<b>cinnamaldehyd</b>	30,42				+	+	aldehyd
oktanová kyselina	30,65				+		kyselina
1,2-diacetin	30,78	+	+		+		ester
methylcinnamát	31,05	+		+	+	+	ester
γ-Decalactone	32,34	+	+	+		+	lakton
δ-decalactone	33,29		+				lakton
<b>eugenol</b>	34,33				+		fenol
γ-undekalakton	34,47			+		+	lakton
dekanová kyselina	34,68	+	+	+			kyselina
<b>α-hexylcinnamal</b>	36,16			+	+	+	aldehyd
<b>benzylcinnamát</b>	41,72				+		ester
<b>benzylsalicylát</b>	46,65				+		ester



Graf 3: Srovnání chemických skupin vzorků zelené barvy

Z grafu lze vyčíst, že největší počet sloučenin obsahoval vzorek B03, nejméně sloučenin bylo nalezeno ve vzorku A03. U všech vzorků byl poměrně vyvážený obsah aldehydů, alkoholů, esterů a terpenů, ostatní sloučeniny byly ve vzorcích obsaženy v menších množstvích. Fenoly ve vzorcích zastoupení neměly s výjimkou vzorku D03, kde byl přítomen alergen eugenol.

Z hlediska alergenů bylo zastoupení ve vzorcích různé. Z celkových 11 identifikovaných alergenů v zelených vzorcích, byly ve všech vzorcích zastoupeny pouze limonen, linalool a  $\alpha$ -citral i  $\beta$ -citral.

#### 4.1.4 Vzorky oranžové barvy

Ve vzorcích oranžové barvy bylo celkem identifikováno 70 těkavých látek včetně 12 alergenních. Srovnání chemických skupin v jednotlivých vzorcích ukazuje graf 4. Celkový přehled všech identifikovaných látek je uveden v tabulce 34.

Tabulka 34: Těkavé látky identifikované v oranžových vzorcích

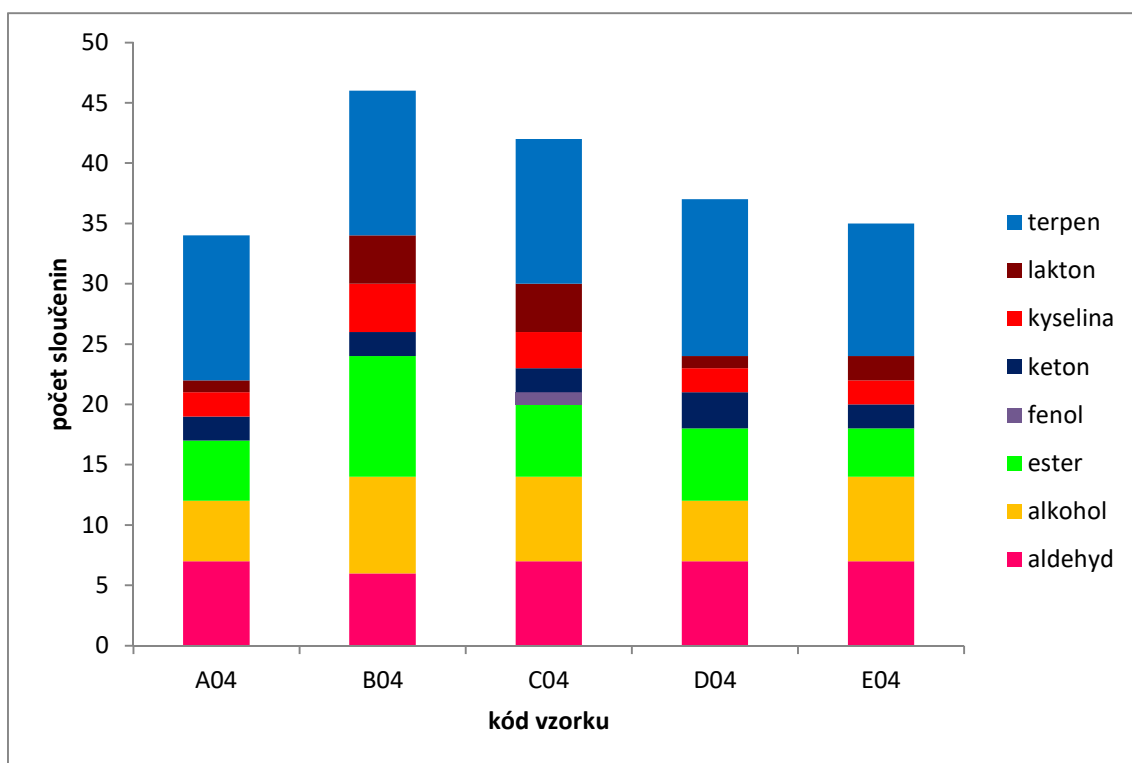
látka	$t_R$ [min]	A04	B04	C04	D04	E04	chemická skupina
methylbutyrát	5,01		+				ester
ethylbutyrát	6,04		+	+	+	+	ester
sabinen	8,00	+	+		+	+	terpen
ethylpentanoát	8,41		+				ester

Tabulka 34: Těkavé látky identifikované v oranžových vzorcích – pokračování

butan-1-ol	8,64			+		+	alkohol
$\beta$ -myrcen	9,15	+	+	+	+	+	terpen
<b>limonen</b>	10,13	+	+	+	+	+	terpen
ethylhexanoát	11,01		+				ester
$\gamma$ -terpinen	11,38			+	+	+	terpen
terpinolen	12,35		+		+		terpen
oktanal	12,57	+	+	+	+	+	aldehyd
(4E)-4-hexenylacetát	13,27		+				ester
cis-3-hexenylacetát	13,29			+			ester
6-methyl-5-hepten-2-on	13,86		+				keton
hexanol	14,16	+	+	+	+	+	alkohol
allylkaproát	14,69		+		+		ester
cis-3-hexen-1-ol	15,04	+	+	+	+	+	alkohol
nonanal	15,34	+	+	+	+	+	aldehyd
cis-2-hexenol	15,61				+	+	alkohol
trans-2-hexenol	15,62			+			alkohol
hexylbutanoát	15,83			+	+	+	ester
ethyloktanoat	16,31	+		+			ester
kyselina octová	17,19		+		+		kyselina
oktyl-acetát	17,35	+					ester
citronellal	17,57	+	+	+		+	terpen
dekanal	18,05	+	+	+	+	+	aldehyd
benzaldehyd	18,91		+	+		+	aldehyd
<b>linalool</b>	19,16	+	+	+	+	+	terpen
1-oktanol	19,38	+	+		+		alkohol
diethylmalonát	20,01		+				ester
L-4-terpineol	20,62	+		+	+	+	terpen
ethyllevulát	20,85		+				ester
1-nonanol	21,85	+		+		+	ester
3-furanmethanol	22,03	+	+	+			alkohol
isovalerová kyselina	22,40	+					kyselina
<b><math>\beta</math>-citral</b>	22,54	+	+	+	+		terpen
$\alpha$ -terpineol	22,83	+	+	+	+	+	terpen
dodekanal	23,09	+		+	+	+	aldehyd
<b><math>\alpha</math>-citral</b>	23,71	+	+	+	+	+	terpen
karvon	23,83	+		+	+	+	keton
(-)-trans-isopiperitenol	24,17		+			+	alkohol
<b>citronellol</b>	24,27	+	+	+	+		terpen
cis-3-hexenylacetát	24,58		+				ester
p-mentha-1,5-dien-8-ol	24,79	+	+	+		+	alkohol
perillal	24,99	+	+	+	+	+	aldehyd
$\beta$ -damascenon	25,69			+			keton

Tabulka 34: Těkavé látky identifikované v oranžových vzorcích – pokračování

cis-karveol	25,91	+	+	+	+	+	terpen
<b>geraniol</b>	26,09	+	+	+	+	+	terpen
$\alpha$ -ionone	26,26	+			+		keton
hexanová kyselina	26,31		+	+			kyselina
<b>benzylalkohol</b>	26,92		+	+		+	alkohol
2-fenylethylalkohol	27,63		+				alkohol
$\gamma$ -oktanolakton	27,87		+	+		+	lakton
$\beta$ -ionone	28,17		+		+	+	keton
2-ethylhexanová kyselina	28,44		+				kyselina
$\gamma$ -heptylbutyrolakton	30,09				+		lakton
$\gamma$ -nonalakton	30,12		+	+			lakton
<b>cinnamaldehyd</b>	30,40	+	+		+		aldehyd
oktanová kyselina	30,71			+	+	+	kyselina
1,2-diacetin	30,78	+	+		+		ester
methylcinnamát	31,06	+		+		+	ester
$\gamma$ -dekalakton	32,35	+	+	+		+	lakton
$\delta$ -dekalakton	33,29		+				lakton
<b>eugenol</b>	34,31			+			fenol
$\gamma$ -undekalakton	34,46			+			lakton
dekanová kyselina	34,69	+	+	+		+	kyselina
<b>anisalkohol</b>	34,73				+		alkohol
<b>hexylcinnamal</b>	36,15	+		+	+	+	aldehyd
<b>benzylcinnamát</b>	41,66				+		ester
<b>benzylsalicylát</b>	46,64				+		ester



Graf 4: Srovnání chemických skupin vzorků oranžové barvy

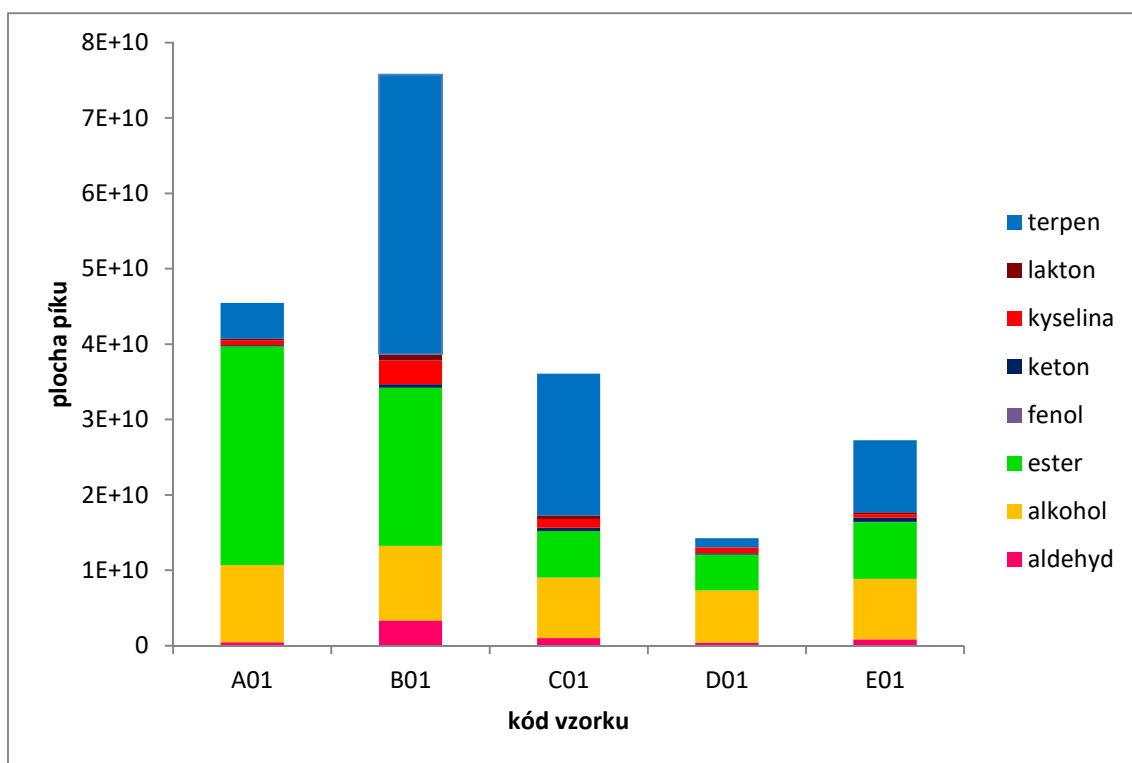
Z grafu je patrné rovnoměrné zastoupení terpenů, aldehydů, alkoholů a esterů v oranžových vzorcích. Ostatní sloučeniny se ve vzorcích vyskytovaly v menších množstvích. Sloučeniny s fenolovou skupinou se ve vzorcích nevyskytovaly, s výjimkou vzorku C03, kde byl přítomna jedna fenolová sloučenina, konkrétně alergen eugenol.

Z celkových 13 identifikovaných alergenů v oranžových vzorcích obsahovaly všechny vzorky pouze limonen, linalool,  $\alpha$ -citral a geraniol. Ostatní alergeny byly nalezeny pouze v některých vzorcích.

## 4.2 Srovnání obsahu identifikovaných sloučenin ve vzorcích

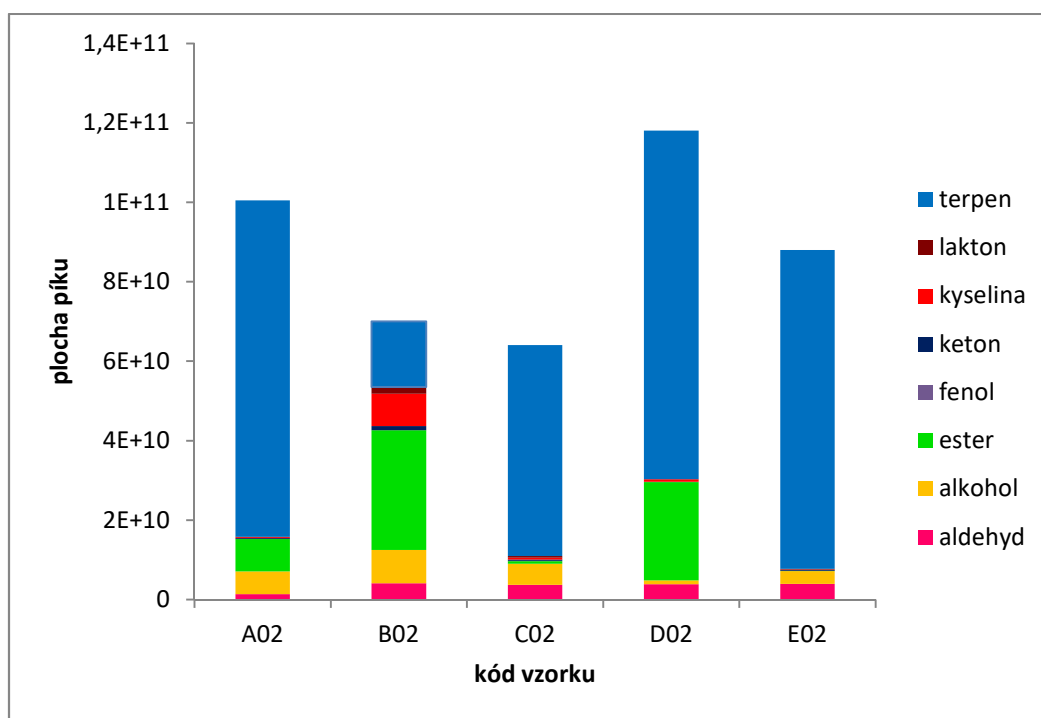
Pro doplnění byly jednotlivé vzorky srovnány i z hlediska obsahu jednotlivých chemických skupin identifikovaných sloučenin. Srovnání bylo provedeno semikvantitativně na základě ploch píků.

Výsledky jsou uspořádány opět podle barev a shrnuty v grafech 5-8. Grafy ukazují, že mezi vzorky byly patrné rozdíly v obsahu chemických skupin identifikovaných látek, jak z hlediska různých výrobců, tak i mezi jednotlivými barvami (příchutěmi).



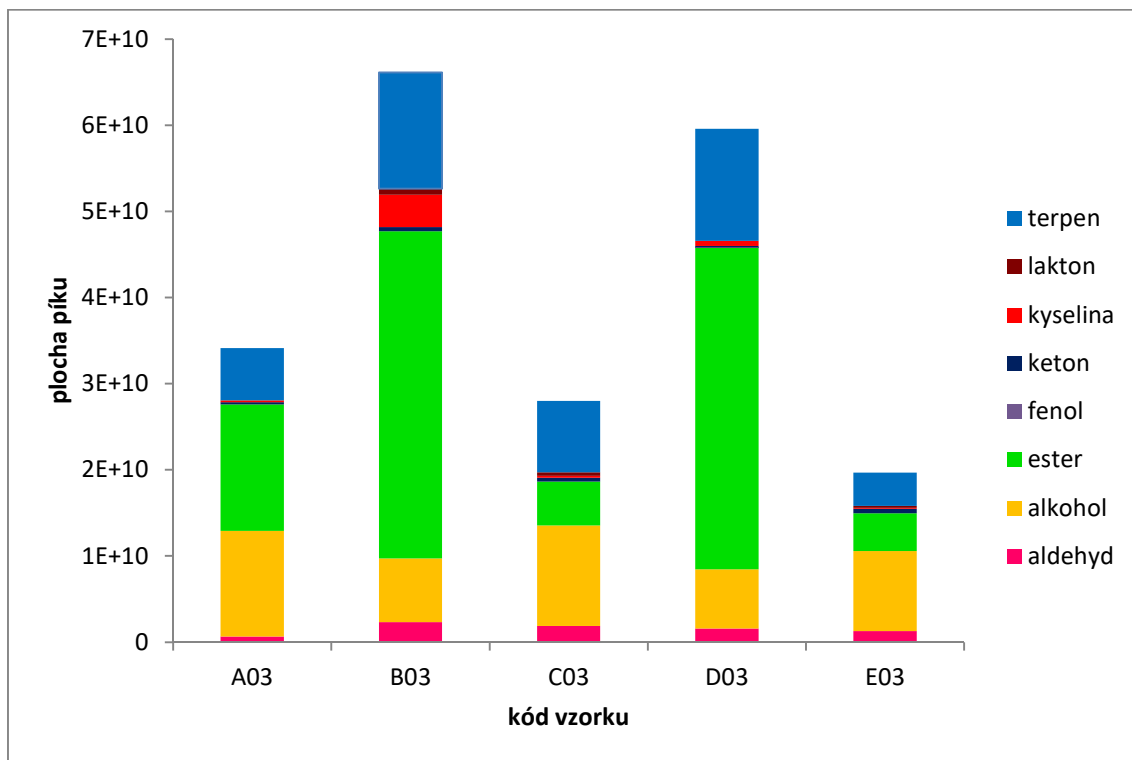
Graf 5: Srovnání obsahu chemických skupin ve vzorcích červené barvy

U vzorku A01 převažoval obsah esterů, jimž vévodilo množství ethylbutyrátu. Vzorky B01, C01 obsahovaly velké množství terpenů, mezi nimiž převažoval terpenový uhlovodík limonen. Ve vzorku D01 převažoval obsah alkoholů. Vzorky E01 obsahovaly nejvíce terpeny, estery a také alkoholy.



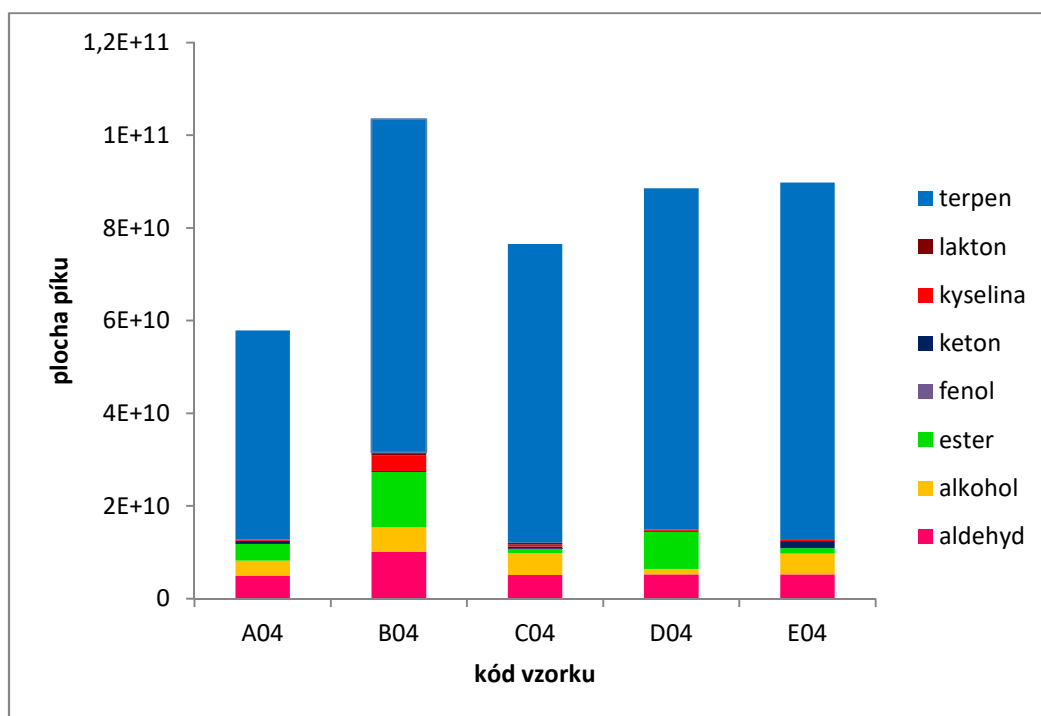
Graf 6: Srovnání obsahu chemických skupin ve vzorcích žluté barvy

Ve žlutých vzorcích převažoval výrazně u čtyř vzorků (A02, C02, D02, E02) obsah terpenů v čele s alergenem limonenem. Výjimku tvoří vzorek B02, u něhož převažoval obsah esterů.



Graf 7: Srovnání obsahu chemických skupin ve vzorcích zelené barvy

U zelených vzorků B03 a D03 byly nejvíce zastoupeny estery, z nichž největší podíl tvořil u vzorku B03 allyl-kaproát a u vzorku D03 benzylcinnamát. Ve vzorcích A03 se nacházelo nejvíce alkoholů a esterů. Ve vzorcích C03 a E03 převažoval obsah alkoholů.



Graf 8: Srovnání obsahu chemických skupin ve vzorcích oranžové barvy

V oranžových vzorcích jednoznačně převažoval obsah terpenů, z nichž největší podíl na obsahu měl terpenový uhlovodík limonen. Ostatní látky byly zastoupeny proti terpenům v minoritním množství.

### 4.3 Potenciálně alergenní aromaticky aktivní látky identifikované ve vzorcích

Problematika alergenních aromatických látek je v současné době aktuální a je tedy žádoucí se tímto tématem zabývat i v oblasti potravin, zvláště pak v případě výrazně aromatizovaných pochutin, které jsou často konzumovány malými dětmi. Pro potřeby kvantifikace těchto látek byly všechny dostupné standardy alergenů podrobeny kalibraci a byly ověřeny vybrané validační parametry pro tyto alergeny [52]. Výsledné hodnoty těchto parametrů jsou uvedeny v tabulce 35.

Tabulka 35: Přehled retenčních časů a validovaných parametrů metody HS-SPME-GC-MS

Název alergenu	$t_R$ [min]	lineární rozsah [ $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ]	$R^2$	LOD [ $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ]	LOQ [ $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ ]
limonen	10,02	0,003–100	0,995	0,001	0,003
linalool	19,17	0,003–300	0,998	0,001	0,003
methyl-2-oktynát	21,7	0,018–1000	0,999	0,01	0,03
$\beta$ -citral	22,59	0,03–100	0,994	0,01	0,03
$\alpha$ -citral 2	23,74	0,03–100	0,982	0,01	0,03
$\beta$ -citronellol	24,35	0,003–100	0,999	0,001	0,003
geraniol	26,07	0,003–50	0,982	0,001	0,003
$\alpha$ -isomethyl ionon	26,34	0,003-100	0,964	1	3
benzylalkohol	26,96	0,003–100	0,994	0,001	0,003
hydroxycitronellal	28,21	0,03–100	0,983	0,01	0,03
lilial	30,29	5–1000	0,999	1	3
cinnamaldehyd	30,47	0,003–1000	0,983	0,001	0,003
eugenol	32,68	0,003–100	0,989	0,001	0,003
amylcinnamal	34,41	0,03–100	0,992	0,01	0,03
anisalkohol	34,8	3–1000	0,994	1	3
cinnamylalkohol	34,9	3–1000	0,984	1	3
farnesol	35,4	0,03–100	0,998	0,01	0,03
isoeugenol	35,99	5–1000	0,981	0,5	1,5
hexylcinnamal	36,15	3–1000	0,999	1	3
benzylcinnamát	41,68	3–1000	0,993	1	3
kumarin	38,14	0,3–1000	0,997	0,1	0,3
lyral	38,17	3–1000	0,987	1	3
amylcinnamylalkohol	39,32	3–1000	0,932	1	3
benzylbenzoát	41,85	0,006–1000	0,999	1	3
benzylsalicylát	46,66	3–1000	0,947	1	3

$R^2$  – koeficient determinace; LOD – limit detekce; LOQ – limit kvantifikace

Obsah alergenních AAL nalezených v jednotlivých vzorcích uvádí tabulky 35-38. Jelikož potravinářská legislativa dosud použití většiny vonných látek nereguluje, pro jakési hrubé posouzení možných nežádoucích účinků byl pro tuto práci použit limitní obsah stanovený legislativou pro kosmetické přípravky, které se neoplachují, tzv. leave on (0,001%, tj  $10 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ ).

Z tabulek 36-39 je patrné, že u některých látek byl tento limitní obsah překročen, konkrétně se jednalo o limonen, benzylalkohol a  $\alpha$ -citral. Z důvodu lepší orientace jsou hodnoty přesahující stanovený limit vyznačeny v tabulce tučně.

O možných účincích sledovaných alergenů na lidský organismus po konzumaci je stále dostupné jen malé množství informací a i při překročení výše uvedeného limitního obsahu se lze pouze dohadovat o jejich negativním působení. Nicméně pro citlivé jedince se může jednat o látky potenciálně nebezpečné.

Tabulka 36: Koncentrace potenciálně alergenních látek v červeném vzorku

Potenciální alergen	Koncentrace v červeném vzorku [ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ]				
	A01	B01	C01	D01	E01
D-limonen	0,88±0,10	<b>49,04±1,69</b>	<b>26,00±1,41</b>	0,54±0,03	<b>10,14±0,10</b>
linalool	0,27±0,01	2,38±0,15	1,61±0,01	0,75±0,03	1,79±0,06
$\beta$ -citral	1,01±0,01	0,38±0,06	0,96±0,02	1,53±0,01	–
$\alpha$ -citral	1,91±0,02	2,80±0,06	1,65±0,10	2,84±0,01	2,51±0,02
geraniol	2,10±0,01	1,01±1,04	1,79±0,01	–	2,06±0,18
benzylalkohol	0,39±0,09	<b>99,24±1,16</b>	<b>99,35±0,68</b>	0,18±0,02	<b>87,16±2,51</b>
eugenol	–	–	–	–	0,01±0,01
hexylcinnamal	0,97±0,01	–	0,99±0,01	0,73±0,01	0,98±0,01

Tabulka 37: Koncentrace potenciálně alergenních látek ve žlutém vzorku

Potenciální alergen	Koncentrace ve žlutém vzorku [ $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ]				
	A02	B02	C02	D02	E02
D-limonen	<b>62,30±2,81</b>	<b>14,04±0,12</b>	<b>67,66±0,08</b>	<b>98,72±0,16</b>	<b>99,9±0,24</b>
linalool	1,84±0,15	5,07±0,13	3,25±0,02	3,07±0,06	3,55±0,01
$\beta$ -citral	10,50±0,25	0,16±0,05	2,66±0,02	9,40±0,06	6,27±0,02
$\alpha$ -citral	<b>14,38±0,60</b>	0,91±0,01	4,01±0,02	<b>11,89±0,04</b>	<b>10,98±0,08</b>
citronellol	–	–	–	0,43±0,01	–
geraniol	1,60±0,09	0,71±3,18	1,60±0,04	1,98±0,01	1,36±0,01
benzylalkohol	–	<b>38,92±0,20</b>	<b>94,17±1,41</b>	–	<b>54,05±1,25</b>
cinnamaldehyd	–	–	–	4,54±0,01	4,64±0,01
eugenol	–	–	0,01±0,01	0,25±0,01	0,03±0,01
hexylcinnamal	–	–	0,78±0,01	0,49±0,01	nq
benzylcinnamát	–	–	–	3,80±0,04	–
benzylsalicylát	–	–	–	3,58±0,01	–

nq – nebylo kvantifikováno

Tabulka 38: Koncentrace potenciálně alergenních látek v zeleném vzorku

Potenciální alergen	Koncentrace v zeleném vzorku [ mg·kg <sup>-1</sup> ]				
	A03	B03	C03	D03	E03
D-limonen	2,37±0,40	<b>13,44±0,11</b>	9,14±0,07	<b>19,57±0,13</b>	1,13±0,05
linalool	0,43±0,05	0,54±0,01	0,99±0,07	0,34±0,08	1,05±0,04
β-citral	0,81±0,02	0,38±0,05	1,33±0,01	1,45±0,01	1,47±0,01
α-citral	1,50±0,06	1,51±0,01	2,34±0,01	2,80±0,01	2,55±0,01
geraniol	–	0,84±1,30	1,85±0,01	–	1,95±0,01
benzylalkohol	–	<b>49,90±0,23</b>	<b>93,53±0,05</b>	0,97±0,01	<b>84,25±1,37</b>
cinnamaldehyd	–	–	–	4,55±0,01	4,62±0,01
eugenol	–	–	–	nq	–
hexylcinnamal	–	–	–	0,22±0,01	0,03±0,01
benzylcinnamát	–	–	–	1,55±0,01	–
benzylsalicylát	–	–	–	3,8±0,26	–

nq – nebylo kvantifikováno

Tabulka 39: Koncentrace potenciálně alergenních látek v oranžovém vzorku

Potenciální alergen	Koncentrace v oranžovém vzorku [ mg·kg <sup>-1</sup> ]				
	A04	B04	C04	D04	E04
D-limonen	<b>64,24±6,16</b>	<b>92,77±0,28</b>	<b>86,06±0,14</b>	<b>96,47±0,45</b>	<b>99,17±0,76</b>
linalool	5,8±0,44	4,53±0,03	5,85±0,15	5,33±0,09	5,80±0,05
β-citral	1,12±0,03	0,99±0,06	0,76±0,01	0,96±0,01	–
α-citral	1,65±0,04	2,39±0,08	1,23±0,13	1,54±0,01	1,01±0,01
citronellol	0,03±0,07	0,37±0,01	0,39±0,01	0,40±0,01	–
geraniol	1,68±0,02	0,89±1,15	1,64±0,01	1,92±0,05	1,57±0,01
benzylalkohol	–	<b>36,73±0,73</b>	<b>91,66±3,63</b>	–	<b>65,58±0,01</b>
cinnamaldehyd	4,66±0,01	4,60±0,01	–	4,62±0,01	–
eugenol	–	–	0,08±0,01	0,02±0,01	–
anisalkohol	–	–	–	3,24±0,01	–
hexylcinnamal	0,01±0,01	–	0,01±0,01	0,34±0,01	0,12±0,01
benzylcinnamát	–	–	–	0,74±0,01	–
benzylsalicylát	–	–	–	3,86±0,01	–

#### 4.4 Výsledky senzoričkého hodnocení

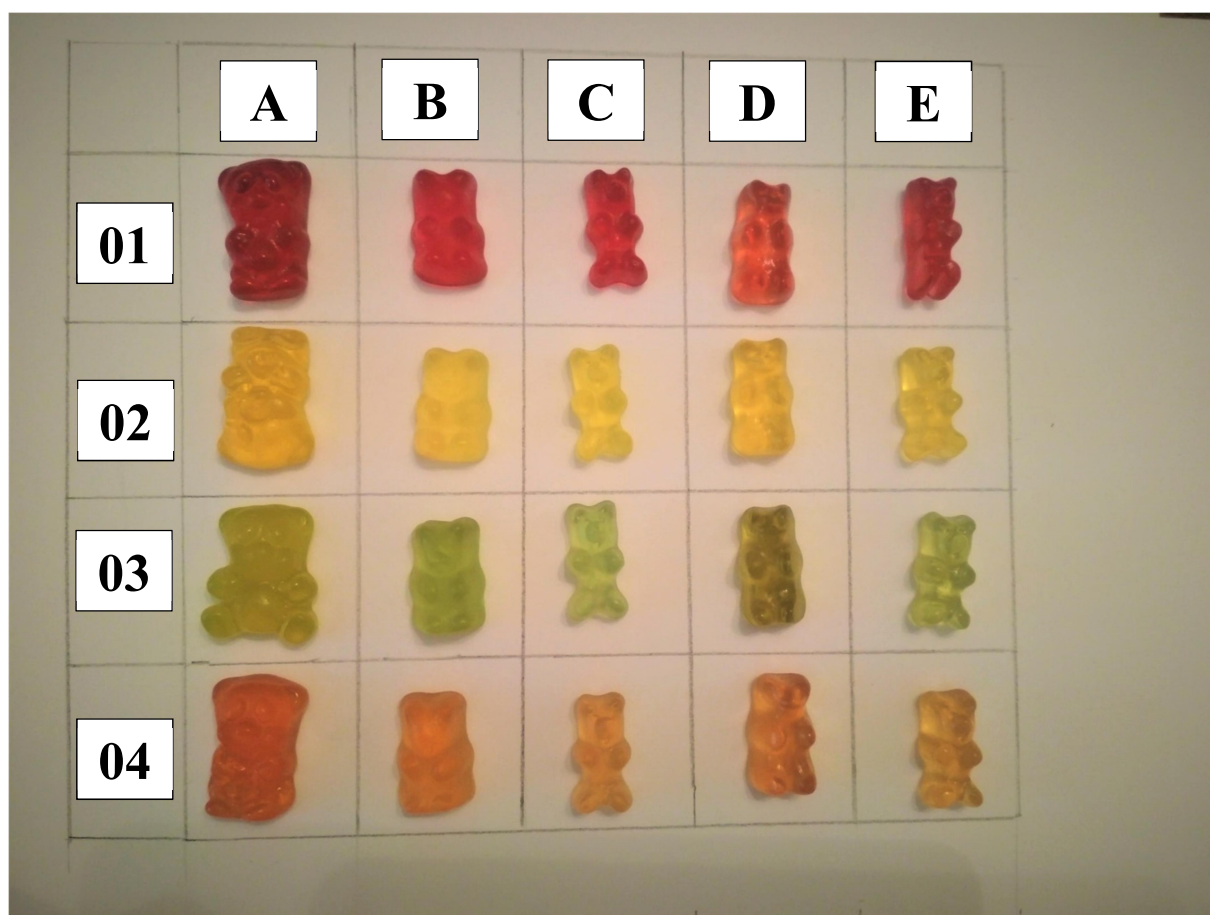
Cílem senzoričkého hodnocení bylo popsat senzoričskou kvalitu vzorků a posoudit rozdíly mezi jednotlivými výrobci. Porovnávaly se jednotlivé barvy různých výrobců mezi sebou.

Senzoričkého hodnocení se zúčastnilo celkem 12 posuzovatelů. Z hlediska pohlaví tvořily převážnou většinu ženy. Všichni hodnotitelé uvedli, že jsou zdraví a nekuřáci. 10 hodnotitelů uvedlo, že mají želatinové bonbóny velmi rádi. Jen 2 hodnotitelé uvedli, že želatinové bonbóny příliš rádi nemají.

##### 4.4.1 Hodnocení barvy

Barva má při senzoričském hodnocení důležitou roli, protože musí být v souladu s očekáváním konzumenta. Spotřebitel předpokládá, že žlutý vzorek bude mít citronovou chuť nebo zelený vzorek jablečnou.

Vzorky jednotlivých výrobců se od sebe lišily nejen celkovým vzhledem, ale i intenzitou barvy, jak je patrné i z obrázku 7. Barva vzorků byla hodnocena z hlediska intenzity a příjemnosti. Srovnání intenzity a příjemnosti uvádí grafy 9-12 Součástí hodnocení byl i vlastní popis barvy, který shrnují tabulky 40-43 .

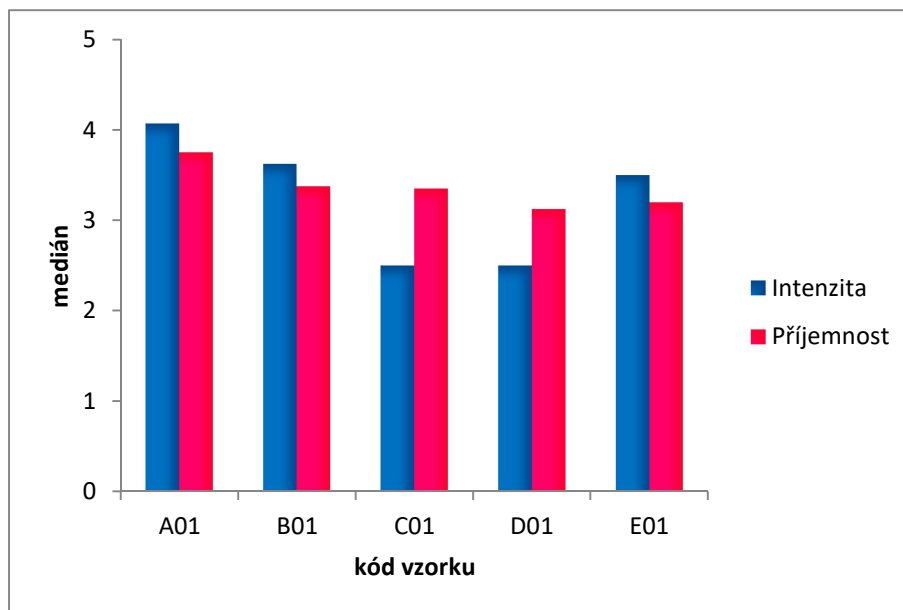


Obrázek 7: Vzhled želatinových cukrovinek jednotlivých barev a výrobců

#### 4.4.1.1 Vzorky červené barvy

Tabulka 40: Slovní hodnocení barvy červených vzorků

posuzovatel	A01	B01	C01	D01	E01
1	tmavě červená až vinná	tmavě červená až vinná	tmavě vínová	oranžovo-červená	tmavě červená
2	sytě červená	červená	červená	světle červená	světle červená
3	červená (jahodová)	zářivě červená	červená	oranžovo-červená	jasná červená
4	tmavě červená	červená	červená, do vínova	světlejší červená	červená
5	červená	červená	červená	červená	červená
6	jahodově červená	jasně červená	červená, tmavá	červená	červená
7	tmavě červená	červená	tmavě červená	červená	jasně červená
8	červená	červená	červená	červená	červená
9	sytě červená	červená	červená	červeno-oranžová	červená
10	červená	jasně červená	červená	červená až oranžová	červená
11	jahodově červená	červená	sytá červená	červená	jasná červená
12	jasně červená	červená	tmavě červená	červená	červená



Graf 9: Porovnání intenzity a příjemnosti barvy červených vzorků. Použitá stupnice pro intenzitu barvy: velmi málo intenzivní  $\Rightarrow$  velmi intenzivní. Použitá stupnice pro příjemnost barvy: nepřijatelná  $\Rightarrow$  vynikající.

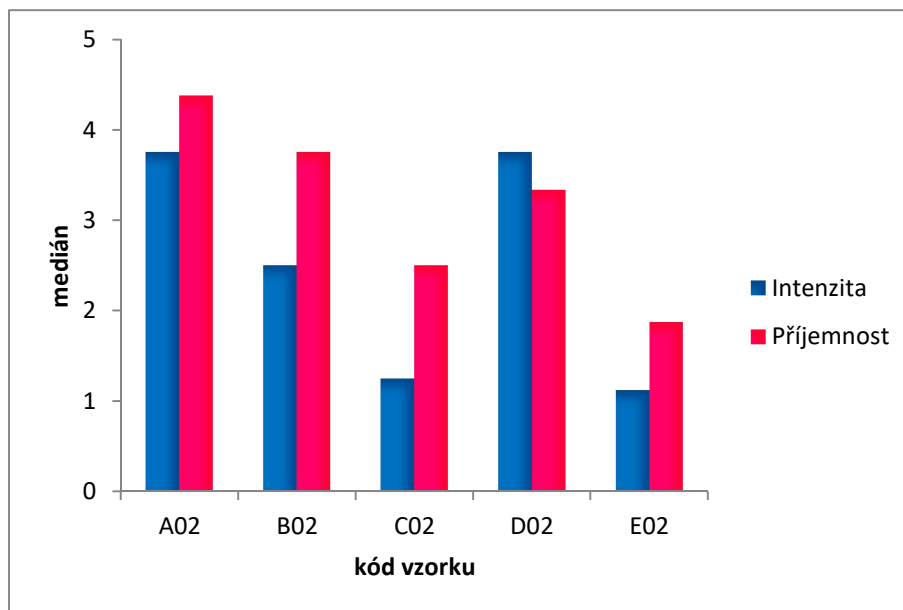
Nejintenzivnější červenou barvu měly vzorky A01, nejméně intenzivní se zdály hodnotitelům barvy vzorku C01 a D01. Z grafu lze vyčíst, že příjemnost byla u vzorků poměrně vyvážená, přesto byl jako nejpříjemnější označen vzorek A01.

Při srovnání výsledků senzoričké analýzy a obsahu aromatických látek (tabulka 31) zjistíme, že nejlépe hodnocený vzorek z hlediska příjemnosti a intenzity barvy má i nejjednodušší složení. Podle tabulky 30 byla navíc pro výrobu vzorků použita pouze 3 barviva (paprikový extrakt, karoteny a kurkumin).

#### 4.4.1.2 Vzorky žluté barvy

Tabulka 41: Slovní hodnocení barvy žlutých vzorků

posuzovatel	A02	B02	C02	D02	E02
1	tmavě žlutá až oranžová	světle žlutá (citrónová)	světle žlutá	tmavě žlutá až oranžová	světle žlutá
2	světle žlutá	tmavě žlutá	žlutá s oranžovým nádechem	sytě žlutá	bílo-žlutá
3	tmavě žlutá	žlutá	světle žlutá	tmavě žlutá	světle žlutá
4	žlutá	žlutá	žlutá	žlutá	žlutá
5	žlutá	žlutá	žlutá	žlutá	žlutá
6	sytě žlutá	světle žlutá	žlutá	tmavě žlutá	velmi světle žlutá
7	žlutá	žlutá	světle žlutá	žlutá	světle žlutá
8	tmavě žlutá	tmavě žlutá	žlutá	tmavě žlutá	žlutá
9	jasně žlutá	žlutá	žlutá	žlutá	jemně žlutá
10	tmavě žlutá	žlutá	žlutá	tmavě žlutá	světle žlutá
11	tmavě žlutá	tmavě žlutá	světle žlutá	jasně žlutá	světle žlutá až bílá
12	žlutá	žlutá	světle žlutá	tmavě žlutá	žlutá až průhledná



*Graf 10: Porovnání intenzity a příjemnosti barvy žlutých vzorků. Použitá stupnice pro intenzitu barvy: velmi málo intenzivní ⇒ velmi intenzivní. Použitá stupnice pro příjemnost barvy: nepříjemná ⇒ vynikající.*

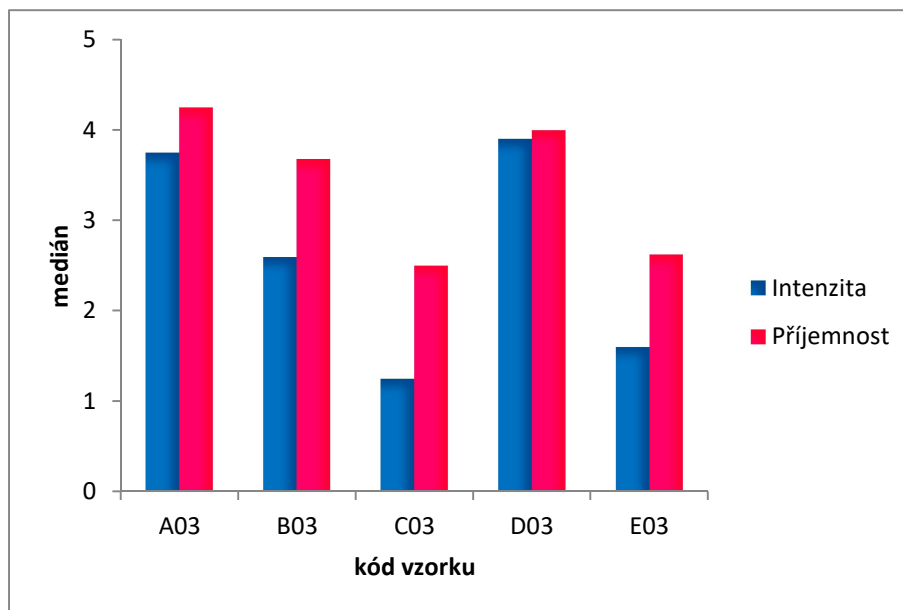
Z grafu 10 je patrné, že hodnocení vzorků žluté barvy bylo velmi rozdílné. Jako nejpříjemnější z hlediska barvy zvolili hodnotitelé vzorek A02. Nejméně příjemný se posuzovatelům jevil vzorek E02. Nejintenzivnější barvu měly podle posuzovatelů vzorky D02 a A02, nejméně intenzivní barvu vyhodnotili posuzovatelé u vzorků C02 a E02.

Pokud porovnáme výsledky senzoričského hodnocení se složením vzorků (tabulka 32), vzorek A02 má nejjednodušší složení.

### 4.4.1.3 Vzorky zelené barvy

Tabulka 42: Slovní hodnocení barvy zelených vzorků

posuzovatel	A03	B03	C03	D03	E03
1	křiklavě zelená	zelená	světle zelená	tmavě zelená	světle zelená
2	světle zelená	zelená	zelená	tmavě zelená	světlá zelená
3	limetkově zelená	listově zelená	matně zelená	lahvově zelená	světle zelená
4	sytě světle zelená	světle zelená (nevýrazná)	světle zelená (nevýrazná)	tmavě zelená	nevýrazná zelená
5	zelená	zelená	zelená	zelená	světlá zelená
6	syťá zelená	světle zelená	světle zelená	tmavá zelená	jemně zelená
7	křiklavá zelená	zelená	jemně zelená	tmavě zelená	světle zelená
8	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená
9	jasně zelená	zelená	zelená	zelená (tmavá)	jemně zelená
10	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená (světlá)
11	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená
12	zelená	zelená	zelená	zelená	zelená



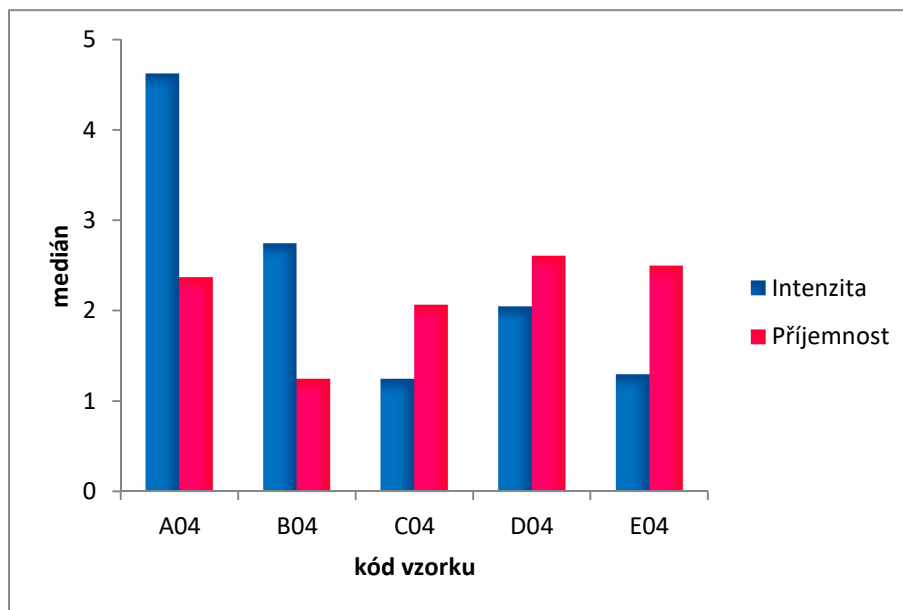
*Graf 11: Porovnání intenzity a příjemnosti barvy zelených vzorků. Použitá stupnice pro intenzitu barvy: velmi málo intenzivní ⇒ velmi intenzivní. Použitá stupnice pro příjemnost barvy: nepřijatelná ⇒ vynikající.*

Mezi vzorky zelené barvy dopadl nejlépe z hlediska intenzity barvy vzorek D03. Nejpříjemnější barvu vyhodnotili posuzovatelé u vzorku A03. Nejhůře byl hodnocen z hlediska příjemnosti i intenzity vzorek C03. Podprůměrně z hlediska intenzity barvy dopadl také vzorek E03.

#### 4.4.1.4 Vzorky oranžové barvy

Tabulka 43: Slovní hodnocení barvy oranžových vzorků

posuzovatel	A04	B04	C04	D04	E04
1	sytě oranžová až do červena	jemná oranžová	jemně béžová	tmavě oranžová	světle oranžová
2	tmavě oranžová	oranžová	světle oranžová	oranžová	světle oranžová až žlutá
3	tmavě oranžová	sytě oranžová	světle oranžová	oranžová	světle oranžová
4	velmi intenzivně oranžová	oranžová	lehce oranžová, průsvitná	oranžová, průsvitná	žluto-oranžová
5	oranžová	oranžová	oranžová	oranžová	oranžová
6	sytě oranžová	oranžová	oranžová	sytě oranžová	světle oranžová
7	jasně oranžová	oranžová	oranžová	tmavě oranžová	oranžová
8	oranžová	oranžová	oranžová	oranžová	oranžová
9	tmavě oranžová	jasně oranžová	oranžová	tmavě oranžová	oranžová (až do žluta)
10	sytá oranžová	jasně oranžová	sytá oranžová	oranžová	světle oranžová
11	oranžová	oranžová	oranžová	oranžová	oranžová
12	tmavě oranžová	tmavě oranžová	světle oranžová	tmavě oranžová	světle oranžová



Graf 12: Porovnání intenzity a příjemnosti barvy oranžových vzorků. Použitá stupnice pro intenzitu barvy: velmi málo intenzivní  $\Rightarrow$  velmi intenzivní. Použitá stupnice pro příjemnost barvy: nepřijatelná  $\Rightarrow$  vynikající.

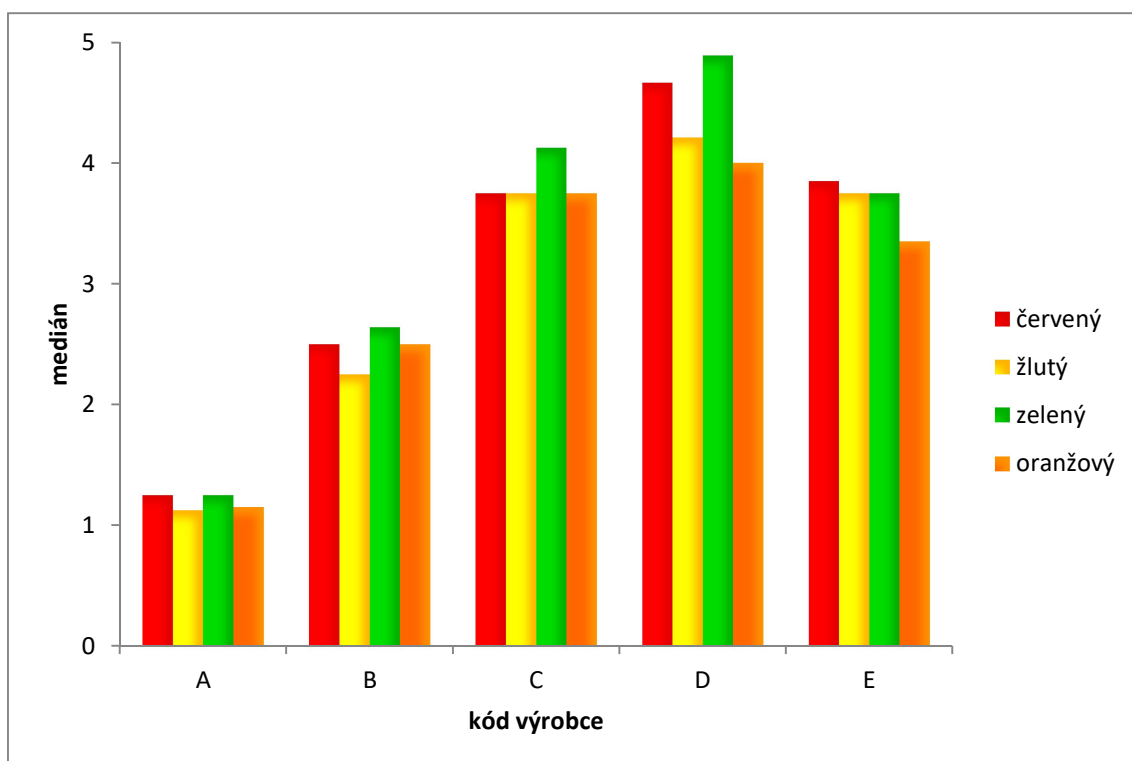
U oranžových vzorků byly výrazné odlišnosti v hodnocení intenzity. Z grafu 12 je patrné, že nejintenzivnější barvu měl podle posuzovatelů vzorek A04, ale příjemnost barvy byla u tohoto vzorku byla hodnocena spíše průměrně. Nejméně intenzivní barvu měli podle hodnotitelů vzorky C04 a E04.

Příjemnost barvy byla vyváženější, u vzorků A04, D04 a E04 se pohybovala v oblasti průměru. U vzorku C04 se hodnocení příjemnosti barvy pohybovalo mírně pod průměrem a zcela podprůměrně byl hodnocen z hlediska příjemnosti barvy vzorek B04.

#### 4.4.2 Hodnocení konzistence (textury)

V případě želé cukrovinek je textura významným ukazatelem, jelikož spotřebitel očekává pružnou a žvýkatelnou konzistenci, která nesmí být ani příliš měkká nebo příliš tuhá. Konzistenci posuzovatelé hodnotili zmáčknutím mezi prsty a následně v ústech ukousnutím a žvýkáním.

Každému spotřebiteli však vyhovuje jiná textura, někdo preferuje konzistenci měkkčí, někdo naopak tužší. K hodnocení byla tedy zvolena dvojpólní stupnice, kdy se neutrální bod nachází uprostřed (příliš měkká  $\rightarrow$  příliš tvrdá). Výsledky hodnocení konzistence shrnuje graf 13.



Graf 13: Porovnání konzistence všech barev jednotlivých výrobců. Použitá stupnice pro konzistenci: příliš měkká ⇒ příliš tvrdá.

Jako nejtvrďší byly hodnoceny vzorky od výrobce D. Jako nejměkčí posuzovatelé označili vzorky od výrobce A. Střední a tedy optimální tuhosti se blíží vzorky výrobce B.

U jednotlivých výrobců se také lišila textura různých barev. Nejvýrazněji se rozdíly mezi jednotlivými barvami projevily u výrobce D. Kromě bonbónů výrobce E, byly jako nejtvrďší vyhodnoceny zelené vzorky.

#### 4.4.3 Hodnocení vůně

Vůně je dalším důležitým faktorem při sensorickém hodnocení. Spotřebitel očekává jistý soulad barvy a vůně. Rozpor mezi vůní a barvou může ve výsledku způsobit zhoršení hodnocení příjemnosti.

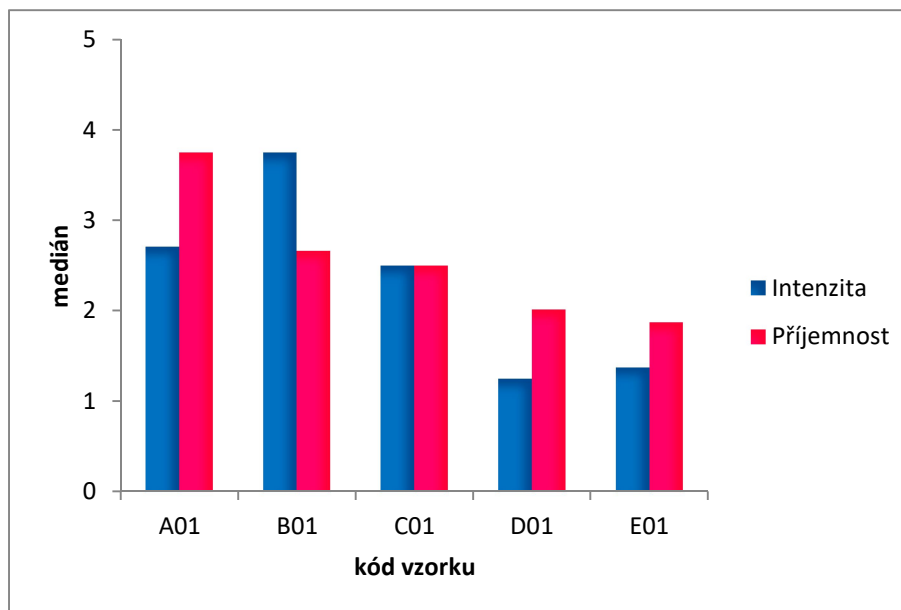
Pro hodnocení byly vybrány 4 ovocné příchutě – jahoda, citron, jablko a pomeranč.

Vůně byla hodnocena z hlediska intenzity a příjemnosti. Srovnání intenzity a příjemnosti uvádějí grafy 14-17. Jednotlivé vzorky měli hodnotitelé možnost popsat i slovně. Výsledky slovního hodnocení shrnují tabulky 44-47.

#### 4.4.3.1 Vzorky červené barvy

Tabulka 44: Slovní hodnocení vůně červených vzorků

posuzovatel	A01	B01	C01	D01	E01
1	sladká, jahodová	sladká, ovocná, jahodová	sladkokyselá, ovocná	slabá, sladká, ovocná	ovocná, jahodová
2	sladká, výrazná, ovocná	výrazná, umělá, ovocná	umělá, nepříjemná	umělá	výrazná, umělá
3	ovocná	ovocná	ovocná	ovocná	ovocná
4	slabě jahodová	-	jahodová	velmi slabá	slabě jahodová
5	sladká, ovocná, jemně umělá	sladká, umělá	sladká, umělá	sladká, kyselá, ovocná	ovocná, umělá
6	-	sladká	ovocná	-	ovocná
7	sladká, jahodová	sladká, ovocná	ovocná, umělá	ovocná	ovocná
8	jahodová, intenzivní	ovocná	ovocná, nepříjemná	jahodová, umělá	sladká, umělá
9	ovocná, jahodová	ovocná, intenzivní	jahodová, umělá	ovocná	jahodová, umělá
10	jahodová, výrazná	výrazná, jahodová	-	nasládlá	ovocná
11	ovocná, jahodová	ovocná	jahodová, umělá	ovocná, málo intenzivní	ovocná, umělá
12	jahodová	jahodová	ovocná	-	ovocná



*Graf 14: Porovnání intenzity a příjemnosti vůně červených vzorků. Použitá stupnice pro intenzitu vůně: neznatelná ⇒ velmi silná. Použitá stupnice pro příjemnost vůně: nepřijatelná ⇒ vynikající.*

Z grafu 14 je patrné, že nejintenzivnější vůni měl vzorek B01, i když příjemnost vůně byla průměrná. Nejméně intenzivní vůně byla hodnocena u vzorku D01.

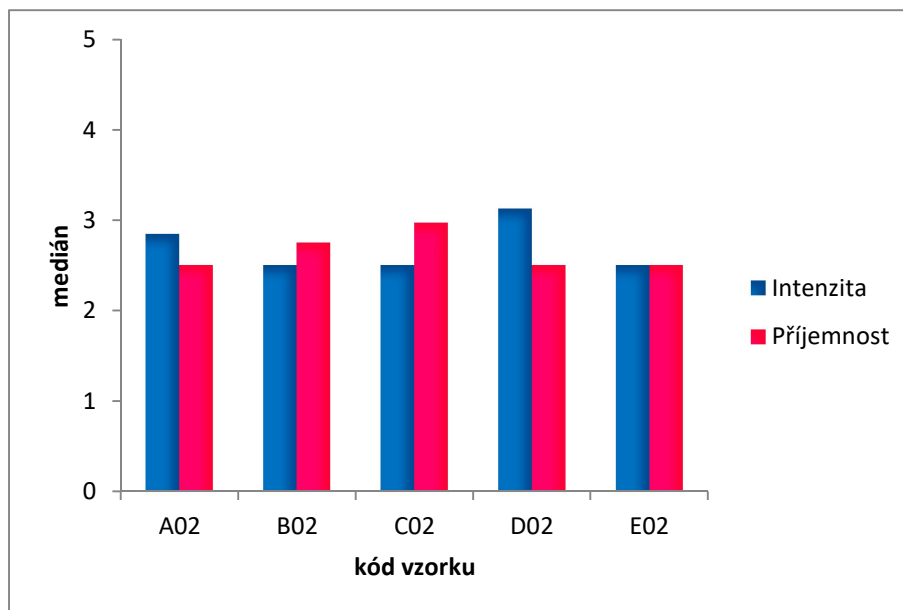
Nejpříjemnější a nadprůměrnou vůni měl vzorek A01, nejméně příjemná vůně byla hodnocena u vzorků D01 a E01.

Jen několik hodnotitelů dokázalo vůni detekovat jako jahodovou jak je patrné z tabulky 43. Většina vůni označovala jako ovocnou.

#### 4.4.3.2 Vzorky žluté barvy

Tabulka 45: Slovní hodnocení vůně žlutých vzorků

posuzovatel	A02	B02	C02	D02	E02
1	ovocná, sladkokyselá	svěží, citronová	svěží, citrusová	sladká	ovocná
2	intenzivní, nasládlá, citronová	intenzivní, citronová, méně příjemná	umělá, nepříjemná	velmi silná, citronová, svěží	citrusová, umělá
3	sladká, ovocná	vůně po citrónech	citronová	citrusová	sladká, ovocná
4	ovocná, méně intenzivní	ovocná	ovocná	ovocná, citrónová	ovocná, umělá
5	sladká	ovocná	ovocná	sladká, ovocná	ovocná
6	citronová	citronová	ovocná	slabě citronová	citrusová
7	ovocná, citronová	ovocná, citrusová	-	málo intenzivní, citrusová	citronová, mírně umělá
8	citronová	intenzivní citronová	citrusová	citrusová	citronová, umělá
9	intenzivní citronová	-	citrusová, umělá	-	sladká, citronová
10	ovocná, mírně kyselá	citronová	umělá	sladká, ovocná	ovocná
11	sladká, citronová	-	citrusová, umělá	sladká, citrusová	sladká
12	ovocná	citronová	ovocná, umělá	ovocná	sladká, citrusová



*Graf 15: Porovnání intenzity a příjemnosti vůně žlutých vzorků. Použitá stupnice pro intenzitu vůně: neznatelná ⇒ velmi silná. Použitá stupnice pro příjemnost vůně: nepříjemná ⇒ vynikající.*

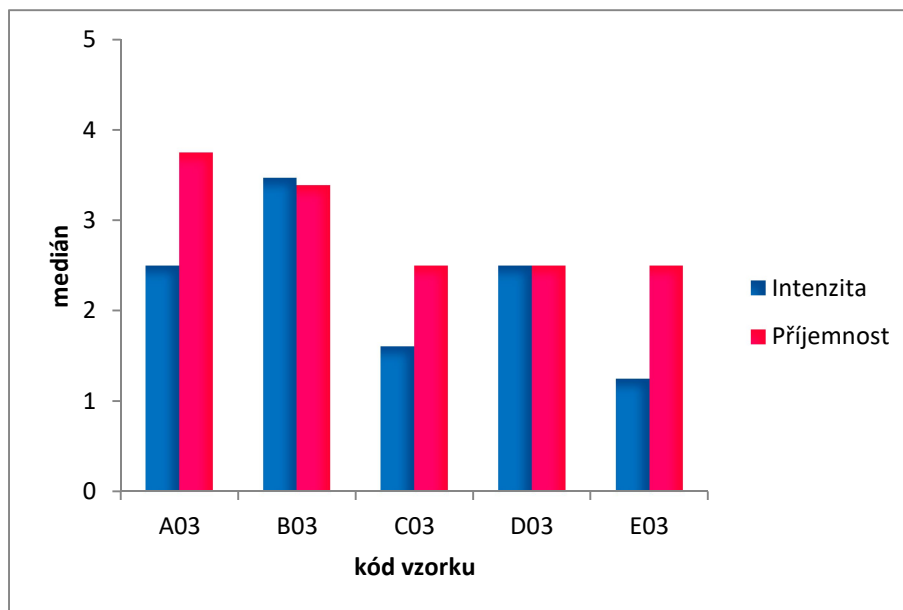
Hodnocení vzorků žluté barvy bylo z hlediska intenzity a příjemnosti vůně poměrně vyvážené. Většina hodnocení se pohybovala v oblasti průměru či mírně nad průměrem.

Ze slovního popisu (tabulka 45) je parné, že velká část hodnotitelů dokázala rozpoznat „citronovou“ chuť.

#### 4.4.3.3 Vzorky zelené barvy

Tabulka 46: Slovní hodnocení vůně zelených vzorků

posuzovatel	A03	B03	C03	D03	E03
1	ovocná, svěží, lemonková	citronová, svěží	ovocná, méně výrazná	ovocná, méně výrazná	citronová, málo výrazná
2	umělá	umělá	umělá	umělá	umělá
3	nevýrazná	sladká, po lesních plodech	sladká	sladká, ovocná	sladká, umělá
4	ovocná	intenzivní ovocná	ovocná	-	sladká, ovocná
5	sladká, jemně kyselá	sladká, nepřirozená	sladká, kyselá, nevýrazná	sladká, mírně nakyslá	sladká, umělá
6	ovocná, málo výrazná	-	jemná, málo výrazná	nasládlá, ovocná	ovocná, působí uměle
7	sladká, ovocná	ovocná, umělá	ovocná, umělá	ovocná, umělá	ovocná
8	příjemná, ovocná	ovocná	slabá, umělá	ovocná, málo intenzivní	ovocná
9	málo výrazná, ovocná	málo intenzivní, nerozpoznatelná	slabá, umělá	ovocná	sladká, ovocná
10	sladká	jemně citronová	málo intenzivní	ovocná	sladká, po citróněch
11	sladká, ovocná	sladká, příjemná	sladká, mírně umělá	sladká, ovocná	ovocná, blíže nerozpoznatelná
12	ovocná (nejspíše citrónová)	nepříjemná, umělá	-	příjemná, ovocná	ovocná



*Graf 16: Porovnání intenzity a příjemnosti vůně zelených vzorků. Použitá stupnice pro intenzitu vůně: neznatelná ⇒ velmi silná. Použitá stupnice pro příjemnost vůně: nepříjemná ⇒ vynikající.*

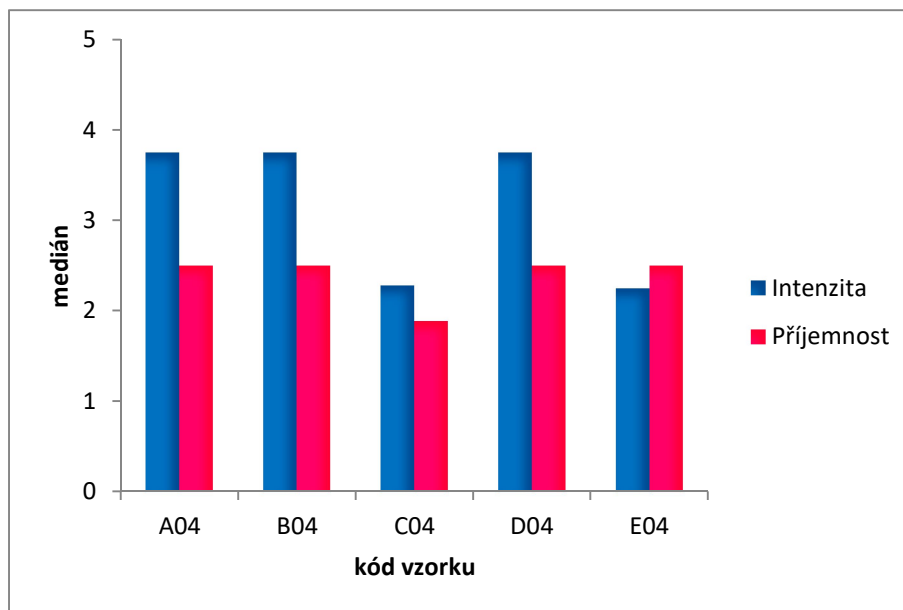
Z grafu 16 lze vyčíst patrné rozdíly v intenzitě i příjemnosti vůně jednotlivých vzorků. Nejintenzivnější vůni měl vzorek B03, zatímco za nejméně intenzivní vzorek z hlediska vůně označili hodnotitelé vzorek E03. Nejpríjemnější vůně byla hodnocena u vzorků A03 a B03, ostatní vzorky se pohybovaly v oblasti průměru.

V tomto případě bylo pro hodnotitele obtížně detekovat správnou vůni, jak je patrné z tabulky 46. Většina vůní označovala pouze jako „ovocnou“.

#### 4.4.3.4 Vzorky oranžové barvy

Tabulka 47: Slovní hodnocení vůně oranžových vzorků

posuzovatel	A04	B04	C04	D04	E04
1	pomerančová	svěží, citrusová, pomerančová	jemná, pomerančová	svěží, sladká, pomerančová	slabá vůně pomerančová
2	svěží, ovocná	nepříjemná	umělá vůně	ovocná, nepříjemná	umělá vůně
3	sladká, výrazná, pomerančová	výrazná, pomerančovo- meruňková	málo intenzivní, pomerančová	málo výrazná, pomerančovo- citrusová	pomerančová, slabá
4	ovocná, sladká	výrazně ovocná	ovocná	ovocná	ovocná
5	nasládlá, ovocná	pomerančová	nepříjemná, umělá	-	pomerančová
6	ovocná	pomerančová, trochu umělá	pomerančová, málo intenzivní	jemná, ovocná	ovocná
7	pomerančová	pomerančová	pomerančová, umělá	pomerančová	pomerančová, trochu umělá
8	-	nedobrá, umělá	jemná, ovocná	ovocná málo intenzivní	ovocná
9	ovocná, pomerančová	pomerančová	pomerančová	slabá, ovocná	umělá
10	sladká, ovocná, vyvážená	intenzivní pomerančová	-	příjemná sladká, pomerančová	-
11	příjemná, pomerančová	-	ovocná, nepřirozená	pomerančová, vyvážená	pomerančová, intenzivní, trochu umělá
12	-	výrazná, ovocná	umělá	ovocná, ne moc příjemná	ovocná, lehce umělá



Graf 17: Porovnání intenzity a příjemnosti vůně oranžových vzorků. Použitá stupnice pro intenzitu vůně: nezatelná ⇒ velmi silná. Použitá stupnice pro příjemnost vůně: nepřijatelná ⇒ vynikající.

V případě oranžových vzorků byla u třech vzorků (A04, B04 a D04) intenzita vůně hodnocena nadprůměrně. U zbylých vzorků (C04, E04) označovali hodnotitelé intenzitu vůně jako průměrnou. Příjemnost vůně byla u všech vzorků s výjimkou C04 hodnocena průměrně.

Z tabulky 47 je patrné, že část hodnotitelů dokázala vůni správně definovat jako „pomerančovou“, někteří chuť popisovali jen jako „ovocnou“.

#### 4.4.4 Hodnocení chuti

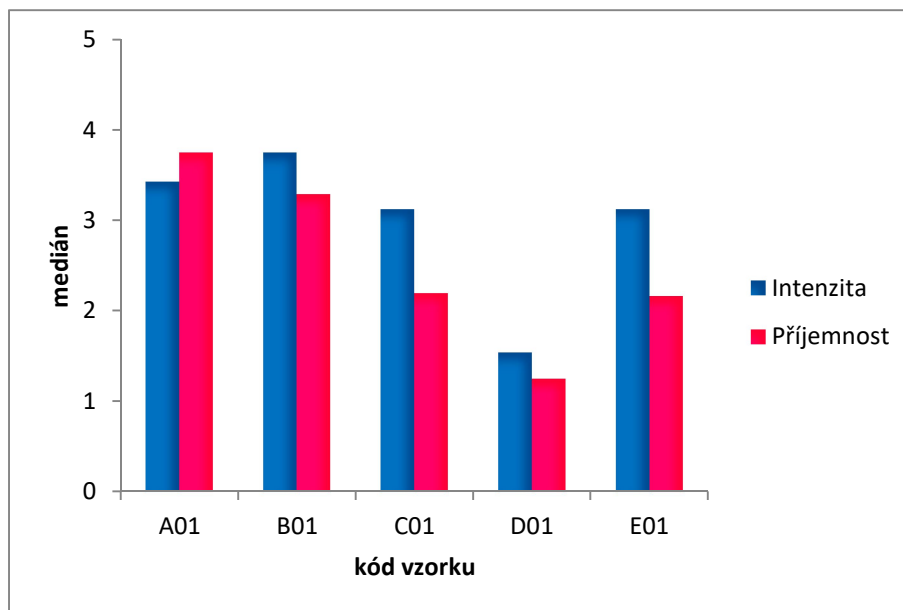
Chuť posuzovatelé hodnotili popisem vnímané chuti a označením intenzity a příjemnosti na základě stupnice. Sledováno bylo také to, zda hodnotitelé rozeznali konkrétní příchuť.

Výsledky slovního hodnocení shrnují tabulky 48-51. Intenzita a příjemnost chuti je srovnána v grafech 18-21.

#### 4.4.4.1 Vzorky červené barvy

Tabulka 48: Slovní hodnocení chuti červených vzorků

posuzovatel	A01	B01	C01	D01	E01
1	jemná, sladká	sladkokyselá	sladkokyselá, trochu pachut'	sladká, ke konci pachut'	kyselá
2	jahodová, slabě kyselá	jahodová	kyselá, jahodová	jahodová	-
3	sladká, jemná kyselost	sladká, ovocná	lesní ovoce	nasládlá	sladká, ovocná
4	kyselá, ovocná, sladká	sladká, jemně kyselá, malinová	kyselá, ovocná, umělá	-	jemně kyselá, jahodová, umělá
5	jemně jahodová, vyvážená	výrazná, jahodová	kyselá, umělá, negativní	sladká, příjemná, ovocná	ovocná, kyselá, umělá
6	jahodová, lehce kyselá	jahodová	sladká, umělá	sladká, umělá	ovocná, jahodová
7	ovocná, kyselá, jahodová	-	ovocná, sladká	ovocná, jahodová	jahodová, umělá
8	ovocná, jahodová	jahodová	malinovo-jahodová, umělá	jahodová	jahodová, umělá
9	sladká, jahodová	ovocná, umělá	-	-	slabá jahodová, umělá
10	ovocná, lehce kyselá	sladká, jahodová, umělá	jahodová, sladká, umělá	příjemná, jahodová, vyvážená	ovocná, sladká, umělá
11	jahodová, příjemná	ovocná, sladká	ovocná	jahodová, vyvážený	ovocná, jemně kyselá
12	-	intenzivní, jahodová	ovocná, jahodová	sladká, jahodová	jahodová, méně intenzivní



Graf 18: Porovnání intenzity a příjemnosti chuti červených vzorků. Použitá stupnice pro intenzitu vůně: neznatelná  $\Rightarrow$  velmi silná. Použitá stupnice pro příjemnost vůně: nepříjemná  $\Rightarrow$  vynikající.

Jako chuťově nejintenzivnější byl hodnocen vzorek B01. Vzorky A01, C01 a E01 se intenzitou chuti pohybovaly nad průměrem. Jedině vzorek D01 byl hodnocen z hlediska intenzity chuti podprůměrně.

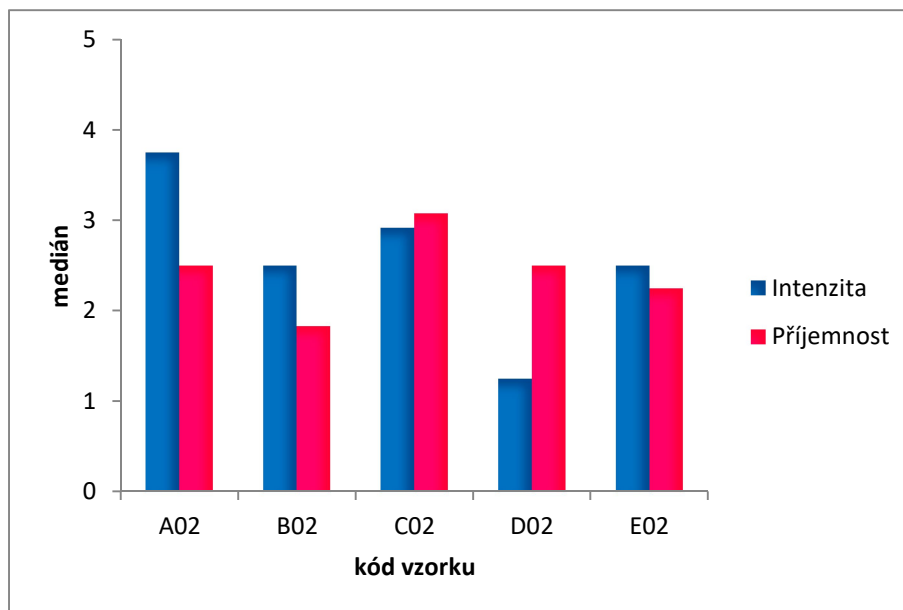
Nejpříjemnější chuť měl podle hodnotitelů vzorek A01, jehož hodnocení se pohybovalo nad průměrnými hodnotami. Nadprůměrně byla hodnocena i příjemnost chuti vzorku B01. Hodnocení vzorků C01 a E01 se pohybovalo v oblasti průměru, ale vzorek chuť vzorku D01 byla hodnocena podprůměrně.

Část hodnotitelů dokázala rozpoznat jahodovou chuť, pouze v jednom případě se objevilo hodnocení „malinovo-jahodová“. Někteří označovali chuť pouze jako ovocnou.

#### 4.4.4.2 Vzorky žluté barvy

Tabulka 49: Slovní hodnocení chuti žlutých vzorků

posuzovatel	A02	B02	C02	D02	E02
1	sladká, jemně citronová	sladká, ovocná	sladkokyselá, jemná citronová	sladká, jemně výrazná	sladko-kyselá, citronová
2	citronová, kyselá, vyvážená	nedobrá, umělá	kyselá, nedobrá	nevýrazná, příjemná	nedobrá, umělá
3	-	výrazná, banánová sladká	jemně kyselá, citronová	ovocná, jemná	ovocná, nevýrazná
4	sladkokyselá	ovocná směs	kyselá se sladkým podtónem	citronová	-
5	citronová	ananasová	citronová	citronovo-pomerančová	citronová
6	ovocná, kyselá, citronová	citronová	kyselá, citronová	citronová	kyselá, citronová
7	sladká, intenzivní citronová	intenzivní citrusová	málo intenzivní, kyselá, citrusová	jemná, ovocná, vyvážená	kyselá, citrusová
8	citrusová, sladkokyselá	citronová, jemná	citronová, kyselá, umělá	citronová, lehce kyselá, vyvážená	citronová, umělá
9	ovocná, citronová	citronová	citronová, umělá	citronová	sladkokyselá
10	citronová	citronová, umělá	kyselá, ananasovo-citronová	výrazná citronová	citronová, umělá
11	citronová	málo intenzivní, ovocná	-	-	ovocná, citrusová
12	výrazná citronová, příjemná	jemně kyselá, ovocná	kyselá, ovocná, umělá	jemně kyselá, vyvážená	kyselá, umělá



*Graf 19: Porovnání intenzity a příjemnosti chuti žlutých vzorků. Použitá stupnice pro intenzitu vůně: neznatelná ⇒ velmi silná. Použitá stupnice pro příjemnost vůně: nepříjemná ⇒ vynikající.*

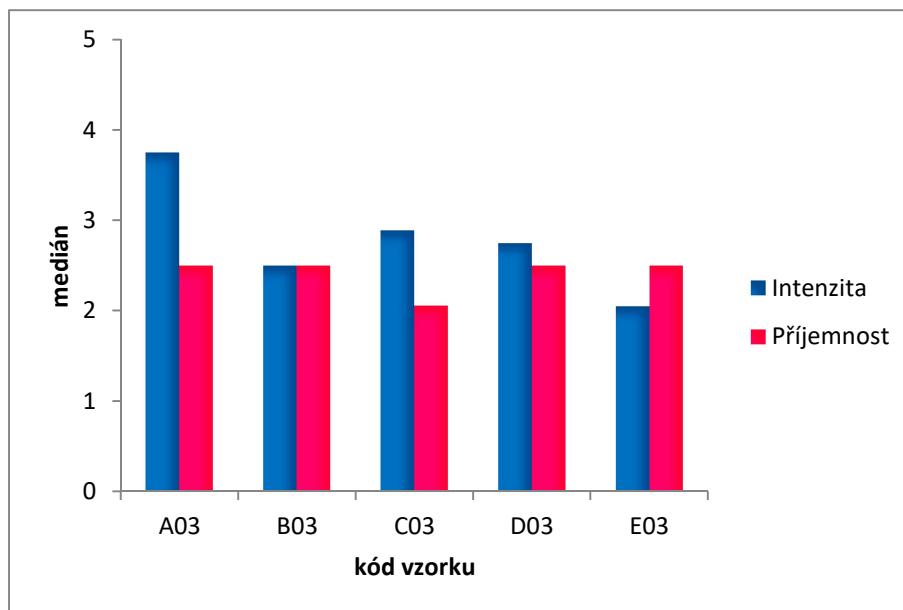
Největší intenzitu chuti měl podle hodnotitelů vzorek A02. Nejméně intenzivní chuť byla určena u vzorku D02. Nejpříjemnější chuť měl vzorek C02, zatímco jako nejméně příjemná byla hodnocena chuť vzorku B02. Nízce hodnocená příjemnost chuti vzorku B02 může souviset i s velkým počtem těkavých látek v tomto vzorku, jak ukazuje tabulka 32.

Ze slovního hodnocení (tabulka 49) je patrné, že většina posuzovatelů dokázala chuť rozpoznat jako „citrónovou“, avšak objevily se popisy i chuti „banánové“ či „ananasové“.

#### 4.4.4.3 Vzorky zelené barvy

Tabulka 50: Slovní hodnocení chuti zelených vzorků

posuzovatel	A03	B03	C03	D03	E03
1	ovocná, svěží, lemonová	ovocná, sladší	ovocná, méně výrazná	ovocná, kyselější příchuť	ovocná, sladká, málo výrazná
2	kyselější, jablečná chuť	jablečná chuť	kyselější chuť, méně ovocná	jablečná chuť	kyselější, ovocná
3	sladkokyselá	sladká	kyselá, jablečná	jablečná	sladká, málo intenzivní
4	kyselá, sladká, ovocná	sladká, trochu umělá	sladká, kyselá, umělá	sladká, kyselá, umělá	sladká, kyselá, umělá
5	sladká, jemně kyselá, dobrá	nedobrá, umělá	umělá	příjemná, vyvážená	sladká, trochu umělá
6	slabě jablečná, sladká	sladká	lehce kyselá, sladká	jablečná, kyselá	sladká, jemně jablečná
7	jablečná, kyselá	sladkokyselá jablečná	jemná, jablečná	jablečná	jablečná, lehce umělá
8	jablečná, dobrá	jablečná	jablečná, nedobrá	jablečná	jablečná, ale umělá
9	sladká, ovocná, vyvážená	ovocná, intenzivní, umělá	ovocná, umělá, ne moc dobrá	-	umělá
10	sladká, kyselá, jablečná	sladká, jablečná	sladkokyselá, ovocná	lehce jablečná	kyselá, jablečná
11	-	jablečná	jemná ovocná	málo intenzivní, jablečná	jablečná
12	jablečná, sladkokyselá	sladká, jablečná	jablečná, málo intenzivní	sladká, kyselá	kyselá, sladká, nedobrá



Graf 20: Porovnání intenzity a příjemnosti chuti zelených vzorků. Použitá stupnice pro intenzitu vůně: neznatelná ⇒ velmi silná. Použitá stupnice pro příjemnost vůně: nepříjemná ⇒ vynikající.

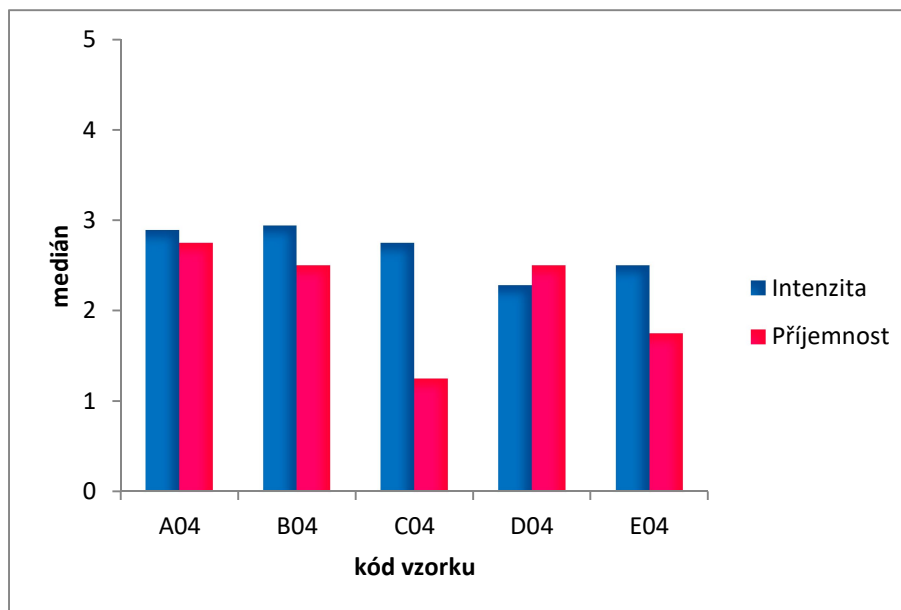
Nejintenzivnější chuť měl podle hodnotitelů vzorek A03, jako nejméně intenzivní byl hodnocen vzorek E03. Podle tabulky 50 je zároveň patrné, že přestože vzorek A03 byl zvolen jako chuťově nejintenzivnější, obsahoval nejméně látek (tabulka 33).

Příjemnost chuti byla podle posuzovatelů u čtyř vzorků stejně vyvážená, jen vzorek C03 byl hodnocen oproti ostatním jako méně příjemný. Ze slovního hodnocení (tabulka 50) je také zřejmé, že většina posuzovatelů dokázala chuť rozpoznat jako jablečnou.

#### 4.4.4.4 Vzorky oranžové barvy

Tabulka 51: Slovní hodnocení chuti oranžových vzorků

posuzovatel	A04	B04	C04	D04	E04
1	příjemná	výraznější, ovocná	-	-	málo výrazná, ovocná
2	sladká, nakyslá, neznatelná příchuť	sladká, slabě pomerančová	sladká, nepříjemná	sladká, slabě pomerančová	ovocná, slabá
3	nevýrazná	pomerančová, výrazná	výrazná, pomerančová, ale hnusná	jemná, pomerančová	-
4	výrazně kyselá, ovocná	sladká, pomerančová; znatelná „umělá“ pachuť	sladko-kyselá, ovocná; znatelná pachuť	sladko-kyselá, výrazně pomerančová	pomerančová, umělá
5	pomerančová	jemně pomerančová	-	sladká, neznatelná	-
6	jemná pomerančová	málo intenzivní, nerozpoznatelná	výrazná, sladká, pomerančová	sladká, pomerančová	sladká, ovocná, umělá
7	intenzivní, pomerančová, příjemná	pomerančová	pomerančová, nechutná	sladká, jemná, ovocná	ovocná, umělá, nedobrá
8	-	pomerančová	ovocná, citrusová	sladko-kyselá, pomerančová	jemně pomerančová, příjemná
9	sladká, ovocná, vyvážená	sladká, ovocná, trochu umělá	sladká, ale nedobrá	jemně ovocná, vyvážená	sladká, ovocná, umělá
10	-	sladká, pomerančová, vyvážená	nasládlá, nedobrá	jemná, lehce pomerančová	-
11	intenzivní, sladká, pomerančová	výrazná pomerančová	sladká, výrazná, trochu umělá	sladká, pomerančová	ovocná, málo intenzivní
12	výrazná, pomerančová	jemně pomerančová	pomerančová, trochu umělá	pomerančová, dobrá	pomerančová



Graf 21: Porovnání intenzity a příjemnosti chuti oranžových vzorků. Použitá stupnice pro intenzitu vůně: neznatelná  $\Rightarrow$  velmi silná. Použitá stupnice pro příjemnost vůně: nepříjemná  $\Rightarrow$  vynikající.

Nejintenzivnější chuť měly podle posuzovatelů vzorky A04 a B04. Jako nejméně intenzivní byla hodnocena chuť D04. Vzorky A04 byly hodnoceny z hlediska chuti také nej příjemnější.

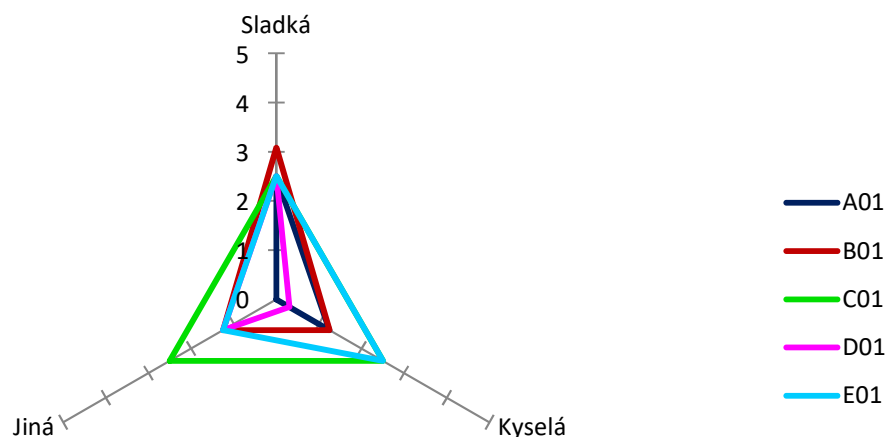
Nejméně příjemnou chuť měly vzorky C04. Z tabulky 50 lze také vidět, že chuť vzorků C04 byla i slovně hodnocena často jako „nedobrá“ nebo „nechutná“.

#### 4.4.5 Profilový test

Hodnocení chuti bylo doplněno jednoduchým profilovým testem. Posuzovatelé měli zhodnotit, která z vybraných chutí (sladká, kyselá, jiná) přispěla více k celkové chuti vybraných želatinových bonbónů. Někteří spotřebitelé preferují chuť sladší, jiní více kyselou nebo sladkokyselou.

U označení „jiná“ chuť měli hodnotitelé uvést další deskriptor, který jim připadal výrazný u daného vzorku. Deskriptory jednotlivých vzorků znázorňují grafy 22-25. Výsledky jsou prezentovány formou mediánu.

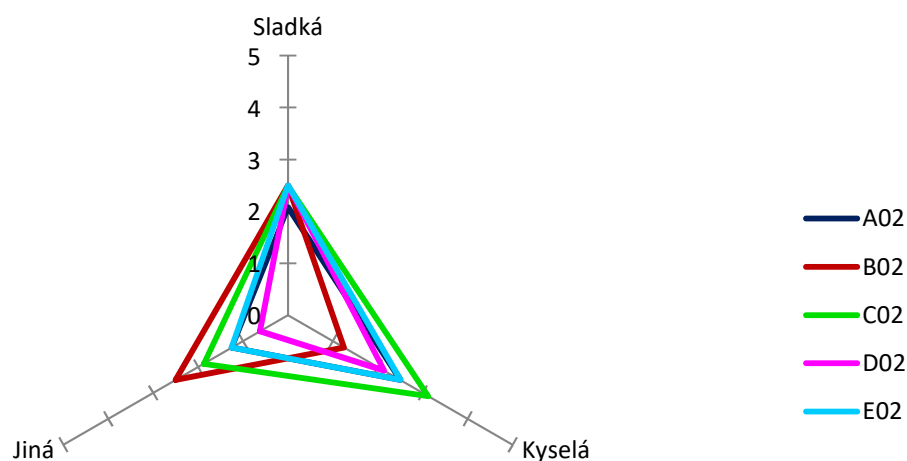
#### 4.4.5.1 Vzorky červené barvy



Graf 22: Profilový test vybraných deskriptorů chuti vzorků červené barvy. Použitá stupnice pro intenzitu chuti: neznatelná  $\Rightarrow$  velmi silná.

Jako nejkyselejší byly hodnoceny vzorky C01 a E01, naopak jako nejsladší byl hodnocen vzorek B01. Jiná chuť byla u čtyř vzorků A01, B01, D01, a E01 detekována jen slabě. Pouze v případě vzorku C01 byla jiná chuť intenzivnější, ale posuzovatelé ji nijak nepopsali.

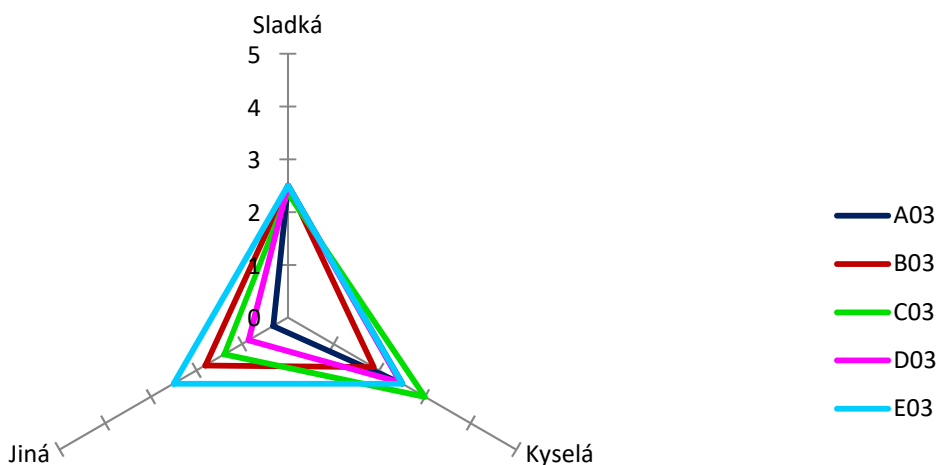
#### 4.4.5.2 Vzorky žluté barvy



Graf 23: Profilový test vybraných deskriptorů chuti vzorků žluté barvy. Použitá stupnice pro intenzitu chuti: neznatelná  $\Rightarrow$  velmi silná.

Z grafu 23 je patrné, že jako nejkyselější byl hodnocen vzorek C02. Sladkost byla u všech vzorků vyrovnaná a pohybovala se v oblasti průměru. Jiná chuť byla nejvýrazněji detekována u vzorku B02 a posuzovatelé ji označovali jako umělou.

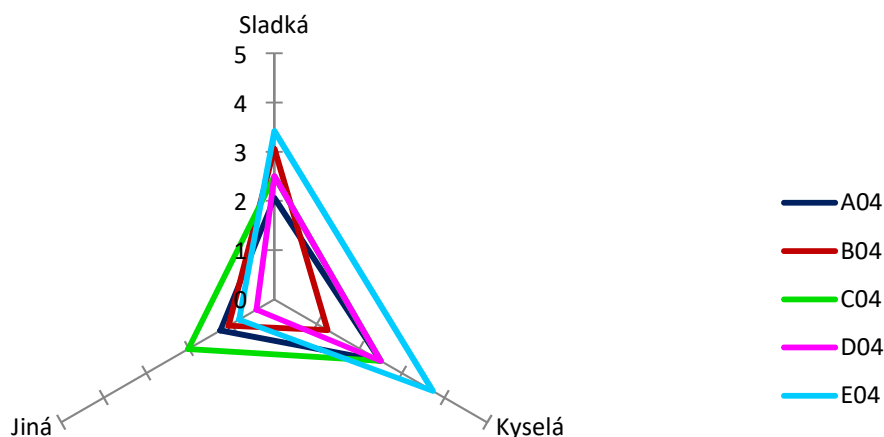
#### 4.4.5.3 Vzorky zelené barvy



Graf 24: Profilový test vybraných deskriptorů chuti vzorků zelené barvy. Použitá stupnice pro intenzitu chuti: neznatelná ⇒ velmi silná.

Ze zelených vzorků byl jako nejkyselější hodnocen vzorek C03. Sladká chuť byla u všech bonbonů vyvážená. Jiná chuť byla nejvýrazněji detekována u vzorku E03 a posuzovateli označována nejčastěji jako umělá.

#### 4.4.5.4 Vzorky oranžové barvy



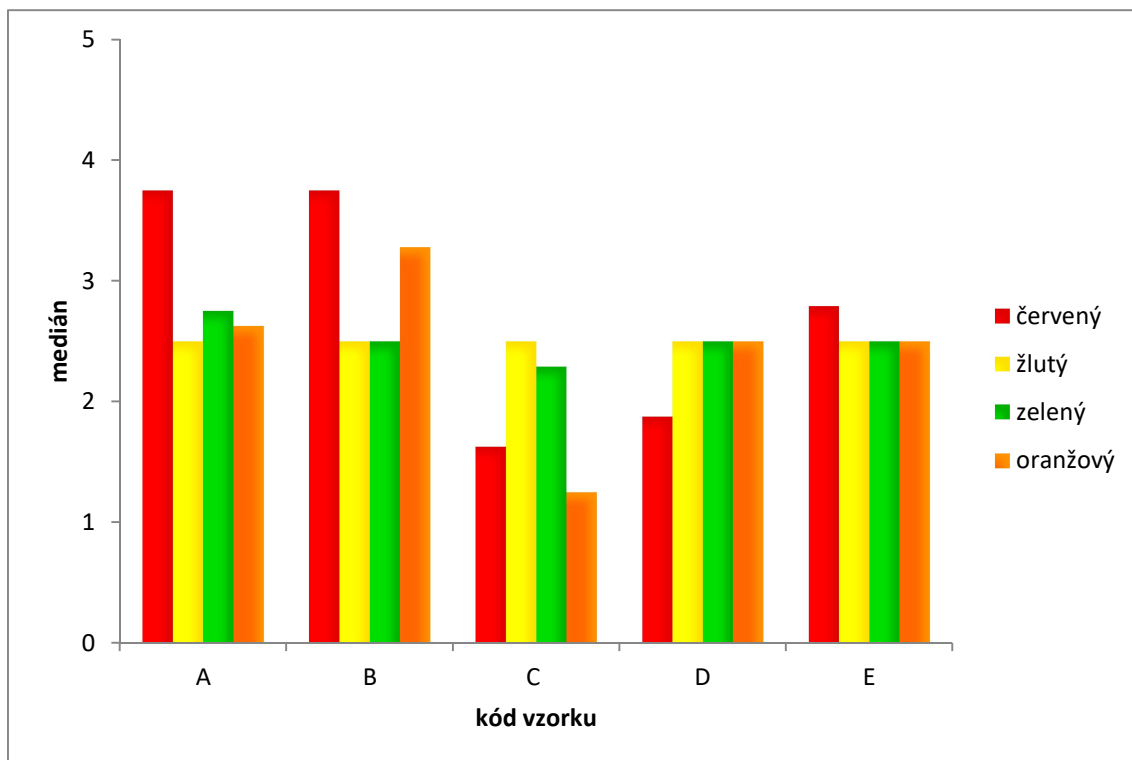
Graf 25: Profilový test vybraných deskriptorů chuti vzorků oranžové barvy. Použitá stupnice pro intenzitu chuti: neznatelná ⇒ velmi silná.

V případě vzorků oranžové barvy byl jako nejkyselejší hodnocen vzorek E04, ale zároveň byla u stejného vzorku velmi silná i chuť sladká ve srovnání s ostatními vzorky. Jiná chuť byla nejsilněji detekována u vzorku C04, ale posuzovatelé tuto chuť nijak nepopisovali.

#### 4.4.6 Hodnocení celkové přijatelnosti vzorků

Hodnotitelé měli za úkol posoudit i celkovou přijatelnost každého vzorku. V úvahu měli vzít všechny výše zmíněné vlastnosti s důrazem na chuť a vůni. Celkové výsledky shrnuje graf 26.

K výslednému vjemu se mohli hodnotitelé vyjádřit i slovně. Slovní hodnocení shrnují tabulky 52-55.



Graf 26: Porovnání celkové přijatelnosti vzorků všech barev a výrobců. Použitá stupnice pro celkovou přijatelnost: nepřijatelný  $\Rightarrow$  vynikající.

Z grafu 26 lze vyčíst, že nejlépe ze všech vzorků byly hodnoceny červené vzorky výrobce A a B, jejichž hodnota se pohybovala výrazně nad průměrem. Nejhorším vzorkem podle hodnotitelů byl oranžový vzorek výrobce C.

Celková přijatelnost žlutých a zelených vzorků se u všech výrobců pohybovaly okolo průměrných hodnot. Oranžové a červené vzorky měli oproti tomu značné výkyvy v hodnocení celkové přijatelnosti. U výrobce A, B i E byly červené vzorky hodnoceny jejich nejlepší. U výrobce D byly naopak červené vzorky hodnoceny jako nejhorší ze všech barev. Z oranžových vzorků byl nejlépe hodnocen vzorek výrobce B, jehož hodnoty dosahovaly nadprůměrného hodnocení. Vzorky výrobců A, D a E byly hodnoceny jako průměrné. Nejhůře byl hodnocen oranžový vzorek výrobce C, který byl hodnocen jako podprůměrný a jak už bylo řečeno, zároveň se jednalo o nejhorší vzorek ze všech hodnocených vzorků.

#### 4.4.6.1 Vzorky červené barvy

Tabulka 52: Slovní hodnocení celkové přijatelnosti červených vzorků

posuzovatel	A01	B01	C01	D01	E01
1	nejlepší chuť	-	-	umělá pachut', tuhý	vůně nevýrazná, chuť umělá
2	sladký, jahodový, příjemná konzistence i vůně	velmi jahodový; příjemná konzistence; svěží vůně, ale umělá	nejhorší, tuhý, umělá chuť	příjemná chuť, umělá vůně a tuhý	-
3	dobrá chuť, tuhší konzistence	příjemná chuť i konzistence	moc kyselý	velmi dobrý, ale tuhý	ucházející chuť, ale tuhý
4	příjemná barva i vůně, chuť příjemně intenzivní a kyselá	výrazná barva, příjemná chuť i vůně, vyvážená kyselost a sladkost	bledá a nepřirozená barva; chuť i vůně umělá	barva spíše oranžová, umělá vůně i chuť, tuhá konzistence	příjemná barva, vůně nevýrazná, chuť dobrá
5	intenzivní a příjemná vůně, sladká, lehce nakyslá chuť	intenzivní vůně, sladká chuť	-	sladká chuť bez ovocných tónů	-
6	dobrá konzistence, intenzivní chuť a vůně	sladká a chutná, přetrvávající chuť	příjemná sladká chuť přecházející do kyselého, tuhší	tuhší konzistence, nevýrazná chuť	dobry, ale tuhý
7	intenzivní barva, jahodová chuť	výrazná barva, chuťově vyhovující	konzistence příliš tuhá, chuť umělá	barva nevýrazná, dobrá chuť, ale tuhý	nevýrazná vůně, chuť vyhovující
8	chuťově velmi příjemný	chutný, méně výrazný	vůně i chuť nevhovující	-	tuhá konzistence
9	jahodová, velmi dobrá chuť	nechutný, chuť příliš umělá	výrazná barva, nepříjemná chuť	příjemná chuť i konzistence	chuť umělá, konzistence vyhovující
10	-	konzistence, chuť i vůně vyhovující	tuhý, chuť vyhovující	tuhý, příjemná chuť	umělá chuť, moc tuhý
11	chuťově velmi dobry, vyhovující konzistence	chuť dobrá, vůně nevýrazná	tuhá konzistence, umělá chuť	výrazná chuť, tuhá konzistence	chuť i konzistence vyhovující
12	příjemná barva i chuť, nevýrazná vůně	-	chuť i vůně ucházející	-	chuť dobrá, ale trochu umělá

#### 4.4.6.2 Vzorky žluté barvy

Tabulka 53: Slovní hodnocení celkové přijatelnosti žlutých vzorků

posuzovatel	A02	B02	C02	D02	E02
1	nejlepší chuť	chutný, méně výrazný	tvrdý	příliš tvrdý nevýrazná chuť	tužší konzistence, chuť dobrá
2	měkký, příjemná kyselá chuť	nedobry, umělá chuť	pěkná barva, chuť nedobrá	tvrdý, příjemná chuť	dobry, ale trochu tuhá konzistence
3	příjemná konzistence, málo intenzivní vůně	konzistence, chuť i vůně „tak akorát“	konzistence i vůně příjemné, chuť kyselá	chuť i vůně dobré, ale málo intenzivní	tvrdší konzistence
4	velmi měkký, výrazná chuť	vyvážená textura i chuť	textura v pořádku, chuť kyselejší	tvrdší textura, nevýrazná chuť	chuť trochu umělá, konzistence vyhovující
5	výrazně kyselé	nevyhovující chuť	vyvážená chuť i vůně	tvrdší konzistence	dobrá chuť, tvrdší konzistence
6	vůně nevýrazná, chuť dobrá	příjemná chuť i vůně	-	chuť dobrá, tvrdší konzistence	-
7	-	chuťově průměrný, měkčí konzistence	chuť i vůně umělé	chuť dobrá, konzistence tuhá	dobrá konzistence, trochu umělá chuť
8	příjemná chuť, vyhovující konzistence	chuťově dobrý, konzistence spíš měkčí	tvrdší, světlá barva, dobrá chuť	tvrdá konzistence, ale chuťově příjemný	-
9	měkký, dobrá ovocná chuť	vyvážená textura, dobrá vůně, ale umělá	příjemná konzistence, výrazná chuť	chuť i vůně dobrá, trošku tuhý	konzistence i chuť vyhovující
10	-	příjemná chuť, konzistence i barva	chuť umělá, tvrdá konzistence, barva umělá	-	chuťově průměrný, barva trochu umělá
11	měkký, sladký nevýrazná vůně	příjemná chuť i vůně, vyvážená kyselost a sladkost	chuť působí uměle	chuť i vůně vyvážené, tvrdší konzistence	chuť dobrá, vůně málo intenzivní
12	velmi příjemná konzistence	chuť i konzistence velmi dobrá	-	chuťově dobrý, hodně tuhý	dobrá chuť, tužší konzistence

#### 4.4.6.3 Vzorky zelené barvy

Tabulka 54: Slovní hodnocení celkové přijatelnosti zelených vzorků

posuzovatel	A03	B03	C03	D03	E03
1	příjemná konzistence, měkký, kyselejší ovocná chuť	konzistence i chuť příjemné, vyvážená vůně	méně příjemná konzistence a chuť	příliš tvrdý, chuť umělá	konzistence dobrá, chuť umělá
2	nejpříjemnější konzistence	nejlepší chuť	-	velmi tvrdý, dojezdová pachut'	barva nevýrazná, tvrdší konzistence, chuť umělá
3	měkký, sladký s nepříjemnou vůní	měkký, sladký	tvrdší, světlá barva, dobrá chuť	nejlepší vzorek	-
4	-	chuť a vůně nepříjemné	příjemná konzistence, výrazná chuť	-	chuť dobrá, vůně nevýrazná
5	měkký, kyselejší	intenzivní ovocná chuť	kyselejší, mírně umělý	středně tvrdá textura, sladší chuť	sladká a umělá chuť
6	moc sladkokyselé	výrazné aroma, nevýrazná chuť	málo sladký, hodně kyselý	výrazná chuť, žádná ale nepřevládá	chuť nedobrá
7	měkčí, ale chuťově velmi dobrý	chuť dobrá, příjemně kyselá	dobrá chuť, tužší konzistence	tuhý, ale moc dobrý	chuť nevýrazná a umělá, konzistence tvrdá
8	slabá vůně, ale chuť velmi dobrá	měkčí, chuť dobrá	kyselejší a umělá chuť	příjemná chuť, tuhý	dobrá, ale tuhý
9	moc kyselý, měkčí	vyvážená sladkokyselé chuť	tuhá konzistence, nevýrazná barva, chuť umělá	barva příjemná, vůně málo intenzivní, tužší	textura vyhovující, chuť trochu umělá
10	chuť velmi dobrá	příjemná barva i vůně, dobrá chuť	intenzivní vůně, ale chuťově ne příliš dobrý	vyvážená chuť	moc sladký a chuť je umělá
11	příjemně sladkokyselé chuť	konzistence asi nejlepší, chuťově také dobrý	tužší konzistence, chuťově podprůměrný	nevhovující konzistence, ale chuť dobrá	chuť dobrá, trochu umělá
12	měkčí, ale barva, vůně i chuť dobré	výrazná barva, chuť dobrá	sladkokyselé, vůně málo intenzivní	tuhá konzistence, ale chuť dobrá	málo výrazná barva

#### 4.4.6.4 Vzorky oranžové barvy

Tabulka 55: Slovní hodnocení celkové přijatelnosti oranžových vzorků

posuzovatel	104	204	304	404	504
1	-	trochu tvrdší, ale chutná nejlépe	dojezdová pachut'	tuhý, ale chuťově celkem dobrý	tužší, chuťově ucházející
2	výrazná barva i vůně, chuť jen sladká, nedobrá	pěkná barva, ale chuť i vůně ne	nehezká barva, chuť i vůně nepříjemná	příjemná barva, tvrdý, nejlepší ze všech	-
3	barva i aroma výrazné, chuť nejasná	chuť i aroma příjemné, dobrá konzistence, výrazná barva	barva i aroma příjemné, tvrdší konzistence, nevyhovující chuť	tvrdá konzistence, chuť téměř nerozeznatelná, vyhovující barva	barva i chuť málo výrazná, trošku tužší
4	velmi intenzivní	vůně lepší než chuť	horší vzhled, jsou malé	„neurazí, nenadchne“, dobrý vzhled	tužší, ale dobré
5	-	-	-	-	-
6	barva nic moc, chuť i vůně dobré	vzhled lepší než chuť	barva nevzhledná, tuhá konzistence	barva i chuť příjemné, trochu tužší	barva nic moc, trochu tužší, ale chuťově dobré
7	dobrá konzistence i chuť	-	-	barva příjemná, ale dost tuhý	konzistence i chuť vyhovující
8	chuť i barva výborné	chuťově vyvážená velmi dobrý	barva nevýrazná, tuhé	vůně málo intenzivní, ale chuť dobrá	dobrá chuť
9	-	výrazná chuť i vůně, dobrý	moc tuhé a chuť umělá	menší a tuhý, ale chuťově dobrý	tužší, ale chuťově dobrý
10	-	barva i vůně příjemné, chuťově dobrý	dobrá chuť, ale trochu umělá	tužší konzistence, ale dobrá chuť	barva méně výrazná, chuť průměrná
11	méně výrazná barva i vůně, ale chuť dobrá	chuť i konzistence vyhovující	nevýrazná barva, ale chuťově dobrý	chuťově dobrý, ale tuhý	vůně i barva nevýrazné
12	chuť i vůně dobré	vůně málo intenzivní, chuťově asi nejlepší	-	dost tuhý, chuť dobrá	moc mi nechutnal, umělý

## 5 ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývá studiem nečokoládových cukrovinek se zaměřením na jejich senzoryckou kvalitu a identifikaci aromaticky aktivních látek. Jako modelové vzorky byly zvoleny želé cukrovinky, konkrétně gumoví medvídci s příchutí jahoda (červená barva), citrón (žlutá barva), jablko (zelená barva) a pomeranč (oranžová barva) od pěti různých výrobců zakoupených v běžné tržní síti.

Pro stanovení AAL ve vzorcích byla použita metoda HS-SPME-GC-MS. Pro senzorycké hodnocení byly využity metody podle platných ČSN, konkrétně se jednalo o hodnocení pomocí stupnic, profilový test a hodnocení celkové přijatelnosti vzorků. Celkem se hodnocení zúčastnilo 12 posuzovatelů z řad zaměstnanců a studentů FCH VUT v Brně.

Ačkoliv se pro výrobu želé cukrovinek používají z velké části stejné suroviny, mezi vzorky byly nalezeny rozdíly v obsahu identifikovaných sloučenin. Celkem bylo ve vzorcích identifikováno 119 sloučenin, z toho 11 aldehydů, 21 alkoholů, 8 ketonů, 41 esterů, 3 fenoly, 9 kyselin, 6 laktonů a 20 terpenů. Nejvíce identifikovaných látek bylo ve vzorcích žluté barvy

V jednotlivých vzorcích želatinových cukrovinek bylo nalezeno celkem 12 potenciálně alergenních látek, konkrétně se jednalo o D-limonen, linalool, citral, citronellol, geraniol, benzylalkohol, cinnamaldehyd, eugenol, anisalkohol, hexylcinnamal, benzylcinnamát a benzylsalicylát. Nejvíce potenciálně alergenních látek, konkrétně 12, obsahovaly vzorky oranžové barvy, naopak nejméně těchto látek, pouze 8, obsahovaly vzorky červené barvy.

Ve všech vzorcích, s výjimkou vzorku A03, překračoval obsah některé z potenciálně alergenních látek výše zmíněnou limitní koncentraci  $10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Nabízí se tedy otázka, zda by požití těchto želatinových bonbonů, nemohlo u citlivějších jedinců vyvolat alergické příznaky.

Nejvýrazněji a nejčastěji překračoval stanovenou limitní koncentraci limonen, celkem u patnácti vzorků. Benzylalkohol překročil tuto koncentraci ve dvanácti případech a  $\alpha$ -citral pouze ve třech případech. Z naměřených hodnot je patrné, že vyšší koncentrace potenciálně alergenních látek se vyskytovala nejčastěji ve žlutých vzorcích a nejméně často ve vzorcích zelených. Ve žlutých vzorcích byla stanovená limitní koncentrace překročena v jedenácti případech, zatímco u zelených vzorků pouze v pěti případech.

Mezi vzorky byly nalezeny rozdíly také v senzorycké kvalitě. Jako nejlepší lze označit červené vzorky A a B, přičemž se jedná v obou případech o českého výrobce. Hodnotitelé v obou případech ocenili především příjemnou barvu a chuť a dobrou konzistenci. Ze všech nejhůře dopadl oranžový vzorek německého výrobce D, u něhož hodnotitelům vadila umělá chuť a tvrdá konzistence. Nedá se však jednoznačně určit, zda má množství těkavých látek nalezených ve vzorcích vliv na výslednou kvalitu želé cukrovinek, jelikož i mezi dvěma zmíněnými nejlépe hodnocenými vzorky byly významné odlišnosti v obsahu těchto látek.

Výsledky této práce poukazují na rozdílnou kvalitu želé cukrovinek na českém trhu. Tato práce by tedy měla sloužit jako odrazový můstek pro další experimenty, jejichž cílem bude zjistit, jakým způsobem může použití jiných barviv, popř. aromat ovlivnit senzoryckou kvalitu výrobků.

## 6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Vyhláška č. 76/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony. In: Sbírka zákonů. 2003. Dostupné z: <<http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-76>>
- [2] DOSTÁLOVÁ, Jana a Pavel KADLEC. *Potravinářské zbožíznalství: technologie potravin*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2014. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-208-2.
- [3] KADLEC, Pavel. *Technologie potravin*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2002. ISBN 80-708-0509-9.
- [4] ČOPÍKOVÁ, Jana. *Technologie čokolády a cukrovinek*. Vyd. 1. Praha: VŠCHT, 1999. ISBN 80-708-0365-7.
- [5] LUPTÁK, Lubomír a Vladimír NAXERA. Role of Sugar Cane in Formation of Modern World-System. *Listy Cukrovarnické a Reparské* [online]. Prague: VUC Praha, a.s, 2013, **129**(3), 111 [cit. 2019-03-03]. ISSN 12103306. Dostupné z: <<http://search.proquest.com/docview/1317975138>>
- [6] HŘIVNA, Luděk. *Technologie sacharidů*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7509-022-5.
- [7] ČOPÍKOVÁ, Jana. *Náhrady sacharózy a tuků v čokoládových a nečokoládových cukrovinkách*. *Chemické listy*. 1999, 93, s. 3-14. ISSN 1213-7103. Dostupné z: <<http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/2638/2638>>
- [8] *MendelNET: sborník z odborného semináře posluchačů postgraduálního doktorandského studia*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2006. ISBN 80-715-7999-8.
- [9] MINIFIE, Bernard W. *Chocolate, cocoa, and confectionery: science and technology*. 3rd ed. New York: Van Nostrand Reinhold, c1989. ISBN 04-422-6521-2.
- [10] ASHURST, P. R., ed. *Food flavourings*. 2nd ed. Glasgow: Blackie, 1991. ISBN 978-1-4612-7838-2.
- [11] BRETSCHNEIDER, Rudolf a Jana ČOPÍKOVÁ. *Technologie cukrovarnictví: technologie cukrovinek*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1984.
- [12] TAUFEROVÁ, Alexandra. *Technologie a hygiena potravin rostlinného původu I., II*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014. ISBN 978-80-7305-692-6.
- [13] VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin 2*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009, 623 s. ISBN 978-80-86659-16-9.

- [14] Nařízení evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1334/2008 ze dne 16. prosince 2008 o látkách určených k aromatizaci a některých složkách potravin vyznačujících se aromatem pro použití v potravinách nebo na jejich povrchu a o změně nařízení Rady (EHS) č. 1601/91, nařízení (ES) č. 2232/96 a č. 110/2008 a směrnice 2000/13/ES. In: EUR-Lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské unie [cit. 2. 11. 2016]. Dostupné z: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:354:0034:0050:CS:PDF>>
- [15] KOPŘIVA, Vladimír. *Vybrané kapitoly z biochemie potravin*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2014. ISBN 978-80-7305-677-3.
- [16] Directive 2003/15/EC of the European Parliament and the Council of 27 February 2003 amending Council Directive 76/768/EEC on the approximation of the laws of the Member States relating to cosmetic products. In: 2003. 2003. Dostupné z: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:066:0026:0035:en:PDF>>
- [17] VONÁŠEK, František, Ladislav NOVOTNÝ a Emilie TREPKOVÁ. *Látky vonné a chuťové*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1987. ISBN 04-810-87.
- [18] POLOCHOVÁ, Petra. *Obsah vonných látek v nečokoládových cukrovinkách*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2017. 57 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Eva Vítová, Ph.D.
- [19] TREPKOVÁ, Emilie a František VONÁŠEK. *Vůně a parfémy: tajemství přitažlivosti*. Praha: Maxdorf, 1997. ISBN 80-858-0048-9.
- [20] KRAUZ, Cyril. *Technologie lučebnin organických*. Díl 2, Lučebniny řady isocyklické (aromatické). Praha: Československá společnost chemická, 1935. Chemická technologie, sv. IV., seš. 6.
- [21] KOKOŠKA, Ladislav. *Spices, aromatic and medicinal plants of tropics and subtropics*. Prague: Czech University of Agriculture, Institute of Tropics and Subtropics, 2003. ISBN 80-213-1108-8.
- [22] VELÍŠEK, Jan a Karel CEJPEK. *Biosynthesis of food components*. Tábor: OSSIS, 2008. ISBN 978-80-86659-12-1.
- [23] JUNG, Young, Sun HWANG, Gautam SETHI, Lu FAN, Frank ARFUSO a Kwang AHN. Potential Anti-Inflammatory and Anti-Cancer Properties of Farnesol. *Molecules*. 2018, **23**(11). DOI: 10.3390/molecules23112827. ISSN 1420-3049. Dostupné z: <<http://www.mdpi.com/1420-3049/23/11/2827>>

- [24] DVOŘÁKOVÁ, Marcela, Irena VALTEROVÁ a Tomáš VANĚK. *Monoterpeny v rostlinách*. Chemické listy. 2011, 105, s. 839-845. ISSN 1213-7103. Dostupné z: <[http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2011\\_11\\_839-845.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2011_11_839-845.pdf)>
- [25] SRKALOVÁ, Simona, Květa KALÍKOVÁ a Eva TESAŘOVÁ. *Výskyt a význam enantiomerů v potravinách*. Chemické listy, 2008, 102, s. 480-486. ISSN 1213-7103. Dostupné z: <[http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2008\\_07\\_480-486.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2008_07_480-486.pdf)>
- [26] BERGER, Ralf Günter. *Flavours and Fragrances: Chemistry, Bioprocessing and Sustainability*. New York: Springer, 2007. ISBN 978-3-540-49338-9.
- [27] BOJKO, Barbara, Erasmus CUDJOE, German A. GÓMEZ-RÍOS, et al. SPME – Quo vadis? *Analytica Chimica Acta*. 2012, **750**, 132-151. DOI: 10.1016/j.aca.2012.06.052. ISSN 00032670. Dostupné z: <<http://www.sciencedirect.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/science/article/pii/S0003267012010021>>
- [28] CHENG, Xianhao, Jennifer FORSYTHE a Earl PETERKIN. *Some factors affecting SPME analysis and PAHs in Philadelphia's urban waterways*. DOI: 10.1016/j.watres.2013.02.006. ISBN 10.1016/j.watres.2013.02.006.
- [29] PERTILE, Eva a Vladimír ČABLÍK. *Instrumentální metody analýzy*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2006. ISBN 80-248-1049-2.
- [30] CHARVÁTOVÁ, Michaela. *Multimediální pomůcka pro předmět Chemie potravních řetězců: využití metody SPME při analýze látek pocházejících z polymerů kontaminujících potravní řetězce (SOP)* [online]. [cit. 2017-03-17]. Dostupné z: <<http://fvhe.vfu.cz/static/informace-o-fakulte/sekce-ustavy/uvozp/metoda-spme/index.html>>
- [31] ČÁSLAVSKÝ, Josef a Jiří Georg Kamil ŠEVČÍK. *Analýza organických látek: učební text projektu "Příprava kurzů a učebních textů v oboru vzorkování a chemické analýzy" : modul K02-2014*. 1. vyd. Český Těšín: 2 THETA, 2014. Analytical standards and equipment. ISBN 978-80-260-7085-6.
- [32] KUBÁŇ, Vlastimil a Petr KUBÁŇ. *Analýza potravin*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. ISBN 978-80-7375-036-7.
- [33] KRYKORKOVÁ, Jana; ČAPOUN, Tomáš. *Příspěvek využití techniky SPME při analýze těkavých organických látek metodou GC/MS*. 2009, s. 1-16. Dostupné z: <<http://www.population-protection.eu/prilohy/casopis/5/31.pdf>>
- [34] JANČÁŘOVÁ, Irena a Luděk JANČÁŘ. *Analytická chemie*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 978-807-1576-471.

- [35] PICÓ GARCÍA, Yolanda, ed. *Chemical analysis of food: techniques and applications*. Amsterdam: Elsevier, 2012. ISBN 978-0-12384862-8.
- [36] PRAUS, Petr a Jiřina VONTOROVÁ. *Analytická chemie II*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2015. ISBN 978-80-248-3734-5.
- [37] Gas chromatography. In: *Gas chromatography* [online]. [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: <[http://www.bbc.co.uk/schools/gcsebitesize/science/triple\\_ocr\\_21c/further\\_chemistry/chromatography/revision/5/](http://www.bbc.co.uk/schools/gcsebitesize/science/triple_ocr_21c/further_chemistry/chromatography/revision/5/)>
- [38] KRÍŽEK, Martin a Jan ŠÍMA. *Analytická chemie*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2015. ISBN 978-80-7394-486-5.
- [39] JEŽEK, František a Alena SALÁKOVÁ. *Senzorická analýza potravin*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2012 [online]. [cit. 2019-03-09]. Dostupné z: <[https://fvhe.vfu.cz/files/skripta-senzorika\\_2012.pdf](https://fvhe.vfu.cz/files/skripta-senzorika_2012.pdf)>
- [40] INGR, Ivo, Jan POKORNÝ a Helena VALENTOVÁ. *Senzorická analýza potravin*. Vyd. 2., nezměn. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. ISBN 978-80-7375-032-9.
- [41] KRÍŽ, Oldřich a František BUŇKA a Jan HRABĚ. *Senzorická analýza potravin II.: statistické metody*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2007. 127 s. Učební texty vysokých škol. ISBN 9788073184940.
- [42] DEMARS, Laura L a Gregory R ZIEGLER. Texture and structure of gelatin/pectin-based gummy confections. *Food Hydrocolloids*. 2001, **15**(4-6), 643-653. DOI: 10.1016/S0268-005X(01)00044-3. ISSN 0268005X.
- [43] DELGADO, Paola a Sancho BAÑÓN. Effects of replacing starch by inulin on the physicochemical, texture and sensory characteristics of gummy jellies. *CyTA - Journal of Food*. 2017, **16**(1), 1-10. DOI: 10.1080/19476337.2017.1327462. ISSN 1947-6337.
- [44] HANI, Norziah M., Siti Rashima ROMLI a Mehraj AHMAD. Influences of red pitaya fruit puree and gelling agents on the physico-mechanical properties and quality changes of gummy confections. *KMUTNB International Journal of Applied Science and Technology*. 2015, **50**(2), 331-339. DOI: 10.1111/ijfs.12638. ISSN 09505423.
- [45] PICCONE, Pierpaolo, Simon L. RASTELLI a Paola PITTIA. Aroma release and sensory perception of fruit candies model systems. *Procedia Food Science*. 2011, **1**, 1509-1515. DOI: 10.1016/j.profoo.2011.09.223. ISSN 2211601X.
- [46] BALLEEN, Sandra Cristina, Adriana Marcia GRABOSKI, Alexandra MANZOLI, Juliana STEFFENS a Clarice STEFFENS. Monitoring Aroma Release in Gummy

- Candies During The Storage Using Electronic Nose. *Food Analytical Methods*. 2011, **1**, 1509-1515. DOI: 10.1007/s12161-019-01496-6. ISSN 1936-9751.
- [47] GRABOSKI, Adriana Marcia, Elisiane GALVAGNI, Alexandra MANZOLI, Flavio Makoto SHIMIZU, Claudio Augusto ZAKRZEVSKI, Thiago Andre WESCHENFELDER, Juliana STEFFENS a Clarice STEFFENS. Lab-made electronic-nose with polyaniline sensor array used in classification of different aromas in gummy candies. *Food Research International*. 2018, **113**, 309-315. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.07.011. ISSN 09639969.
- [48] PERICHE, A., A. HEREDIA, I. ESCRICHE, A. ANDRÉS a M.L. CASTELLÓ. Optical, mechanical and sensory properties of based-isomaltulose gummy confections. *Food Bioscience*. 2014, **7**, 37-44. DOI: 10.1016/j.fbio.2014.05.006. ISSN 22124292.
- [49] HAROEN, Ratchanee, Wanticha SAVEDBOWORN, Samart PHUDITCHARNCHNAKUN a Thanakit KHUNTAWEETAP. Development of Antioxidant Gummy Jelly Candy Supplemented with Psidium guajava Leaf Extract. *KMUTNB International Journal of Applied Science and Technology*. 2015, **16**(1), 1-7. DOI: 10.14416/j.ijast.2015.02.002. ISSN 1906151X.
- [50] JEANTET, Romain, Thomas CROGUENNEC, Pierre SCHUCK a Gérard BRULÉ. *Handbook of food science and technology*. Hoboken, NJ, 2016. Food science and technology series (London, England). ISBN 18-482-1934-2.
- [51] PIZZONI, D., D. COMPAGNONE, C. DI NATALE, N. D'ALESSANDRO, P. PITTIA, Thiago Andre WESCHENFELDER, Juliana STEFFENS a Clarice STEFFENS. Evaluation of aroma release of gummy candies added with strawberry flavours by gas-chromatography/mass-spectrometry and gas sensors arrays. *Journal of Food Engineering*. 2015, **167**(4-6), 77-86. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2015.03.003. ISSN 02608774.
- [52] MAŇÁKOVÁ, Adriena. *Ověření metody stanovení alergenních vonných látek v nečokoládových cukrovinkách*. Brno, 2019. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/1158554>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií. Vedoucí práce Eva Vítová.

## 7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

AAL	Aromaticky aktivní látky
EC	Evropská komise
ES	Evropské společenství
EU	Evropská unie
FCH	Fakulta chemická
GC-MS	Plynová chromatografie s hmotnostní detekcí
HS	Headspace
LOD	Limit detekce
LOQ	Limit kvantifikace
MS	Hmotnostní spektrometrie
nq	Nebylo kvantifikováno
R <sup>2</sup>	Koeficient determinace
RSD	Relativní směrodatná odchylka
SPME	Mikroextrakce tuhou fází
VUT	Vysoké učení technické

## 8 SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1:** *Protokol pro senzoricou analýzu*
- Příloha 2:** *Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku A01*
- Příloha 3:** *Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku B01*
- Příloha 4:** *Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku C01*
- Příloha 5:** *Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku D01*
- Příloha 6:** *Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku E01*
- Příloha 7:** *Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku A02*
- Příloha 8:** *Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku B02*
- Příloha 9:** *Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku C02*
- Příloha 10:** *Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku D02*
- Příloha 11:** *Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku E02*
- Příloha 12:** *Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku A03*
- Příloha 13:** *Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku B03*
- Příloha 14:** *Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku C03*
- Příloha 15:** *Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku D03*
- Příloha 16:** *Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku E03*
- Příloha 17:** *Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku A04*
- Příloha 18:** *Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku B04*
- Příloha 19:** *Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku C04*
- Příloha 20:** *Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku D04*
- Příloha 21:** *Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku E04*

## 9 PŘÍLOHY

### *Příloha 1: Protokol pro senzorickou analýzu*

#### **DOTAZNÍK PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ NEČOKOLÁDOVÝCH CUKROVINEK**

Vážení hodnotitelé, zhodnoťte, prosím, předkládané vzorky želatinových bonbónů.

Jméno hodnotitele: .....

Datum: .....

Čas: .....

Zdravotní stav: ..... kuřák/nekuřák muž/žena

Jaké je Vaše stanovisko před ochutnáváním?

- a) Želatinové bonbóny mám velmi rád/a
- b) Želatinové bonbóny nemám příliš rád/a
- c) Želatinové bonbóny nemám vůbec rád/a

Zhodnoťte předložené vzorky v následujících znacích, použijte uvedené stupnice, svá hodnocení zapište do příslušné tabulky.

#### **I. Barva**

Kód vzorku	Barva

#### **Intenzita barvy:**

Kód vzorku:



Kód vzorku:



Kód vzorku:



Kód vzorku:



velmi málo      málo      středně      intenzivní      velmi  
intenzivní      intenzivní      intenzivní      intenzivní      intenzivní

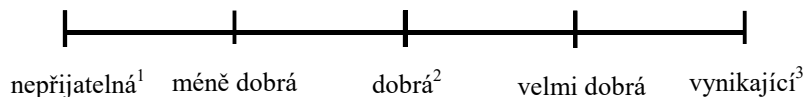
Kód vzorku:



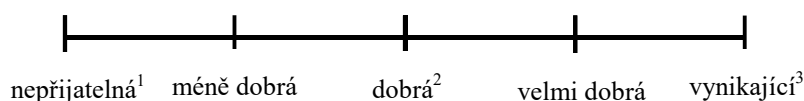
**Příjemnost barvy:**

velmi málo      málo      středně      intenzivní      velmi  
intenzivní      intenzivní      intenzivní      intenzivní      intenzivní

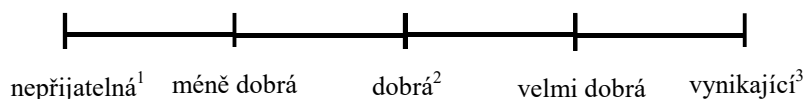
Kód vzorku:



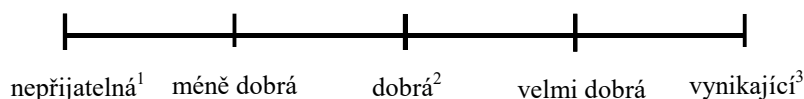
Kód vzorku:



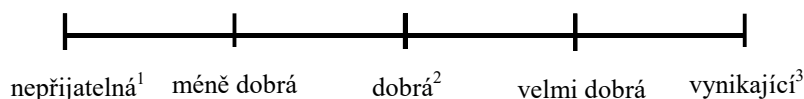
Kód vzorku:



Kód vzorku:



Kód vzorku:



Pozn.:

1 – nehomogenní, výrazně netypická, cizí odstín, barevné skvrny, příp. jiné výrazné vady

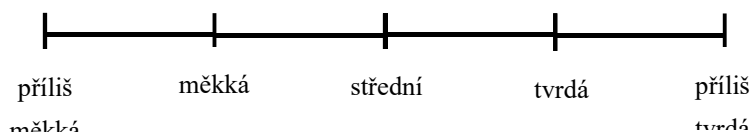
2 – mírné odchylna od deklarované barvy, méně výrazná

3 – atraktivní, výrazná, stálá

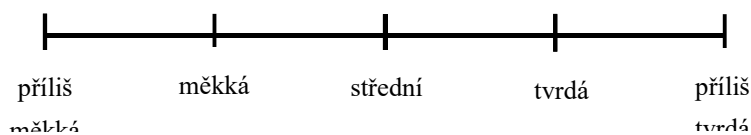
**II. Konzistence (textura)**

**(ohodnoťte zmáčknutím mezi prsty, potom v ústech při ukousnutí a žvýkání)**

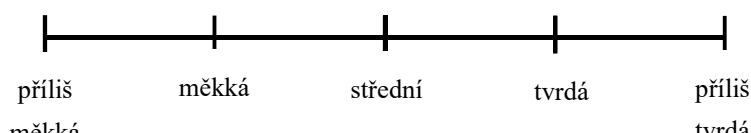
Kód vzorku:



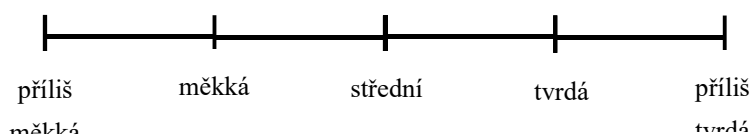
Kód vzorku:



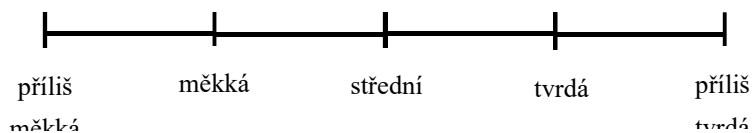
Kód vzorku:



Kód vzorku:



Kód vzorku:

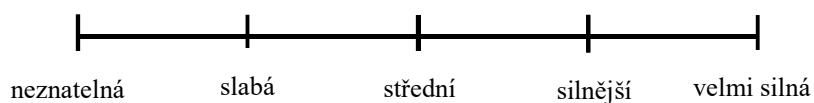


### III. Vůně (aroma)

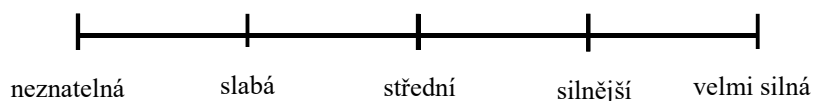
Kód vzorku	Popis vůně

#### Intenzita vůně:

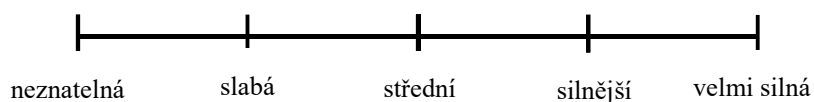
Kód vzorku:



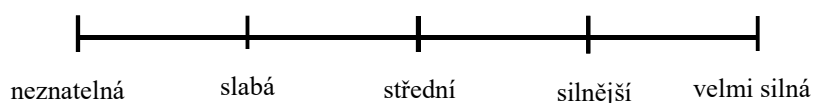
Kód vzorku:



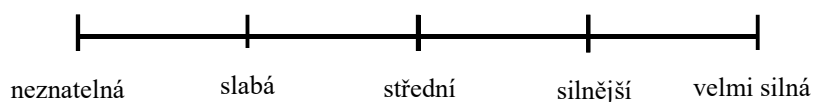
Kód vzorku:



Kód vzorku:

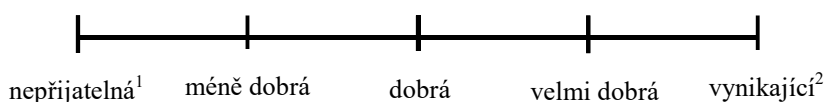


Kód vzorku:

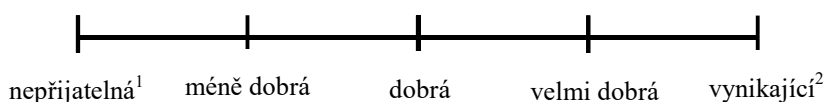


#### Příjemnost vůně:

Kód vzorku:



Kód vzorku:



Kód vzorku:



nepřijatelná<sup>1</sup> méně dobrá dobrá velmi dobrá vynikající<sup>2</sup>

Kód vzorku:



nepřijatelná<sup>1</sup> méně dobrá dobrá velmi dobrá vynikající<sup>2</sup>

Kód vzorku:



nepřijatelná<sup>1</sup> méně dobrá dobrá velmi dobrá vynikající<sup>2</sup>

Pozn.:

1 – nepříjemná, netypická, výrazně negativní přípach

2 – výrazná, charakteristická, dobře identifikovatelná

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

Kód vzorku	Popis chuti

#### Intenzita chuti:

Kód vzorku:



neznatelná slabá střední silnější velmi silná

Kód vzorku:



neznatelná slabá střední silnější velmi silná

Kód vzorku:



neznatelná slabá střední silnější velmi silná

Kód vzorku:



neznatelná slabá střední silnější velmi silná

Kód vzorku:



neznatelná slabá střední silnější velmi silná

#### Příjemnost chuti:

Kód vzorku:



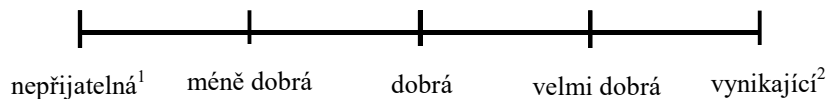
nepřijatelná<sup>1</sup> méně dobrá dobrá velmi dobrá vynikající<sup>2</sup>

Kód vzorku:

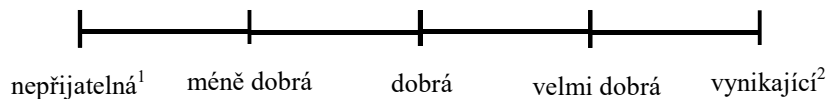


nepřijatelná<sup>1</sup> méně dobrá dobrá velmi dobrá vynikající<sup>2</sup>

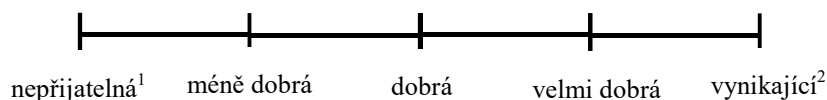
Kód vzorku:



Kód vzorku:



Kód vzorku:



Pozn.:

1 – nepříjemná, netypická, výrazně negativní přípach

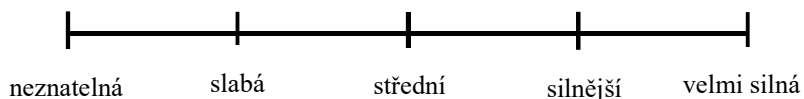
2 – výrazná, charakteristická, dobře identifikovatelná, příjemná

## V. Profilový test vybraných chutí

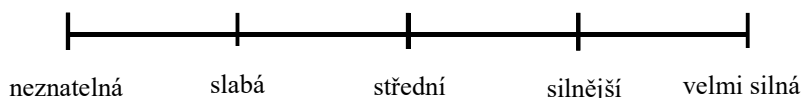
Posuďte, do jaké míry uvedené dílčí chutě vytvářejí celkový dojem chuti.

**Kód vzorku:**

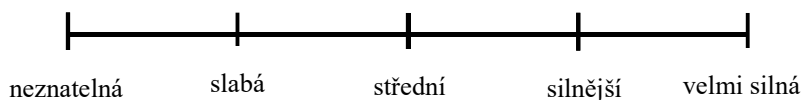
Sladká:



Kyselá:

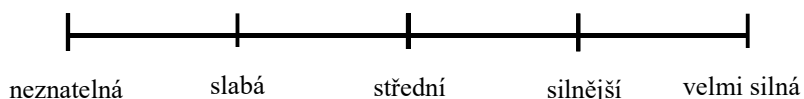


Jiná (uved'te jaká):

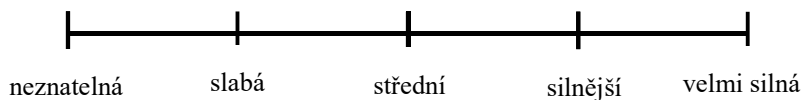


**Kód vzorku:**

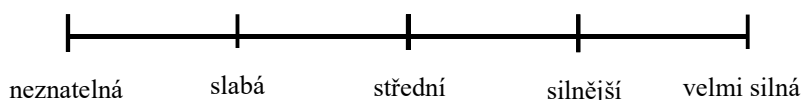
Sladká:



Kyselá:

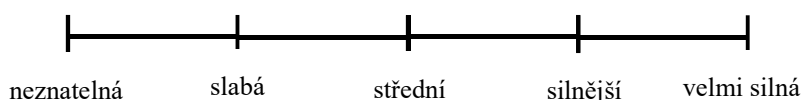


Jiná (uved'te jaká):

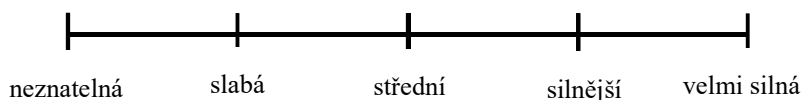


**Kód vzorku:**

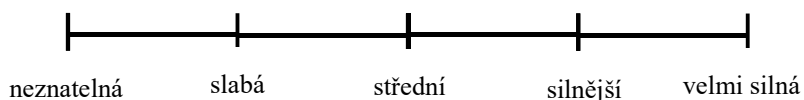
Sladká:



Kyselá:

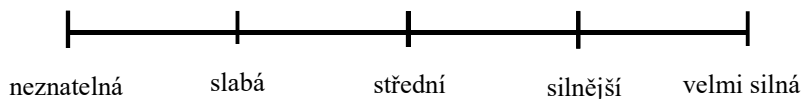


Jiná (uved'te jaká):

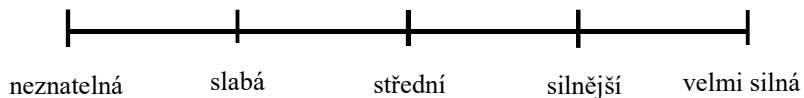


**Kód vzorku:**

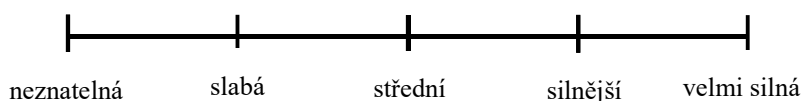
Sladká:



Kyselá:

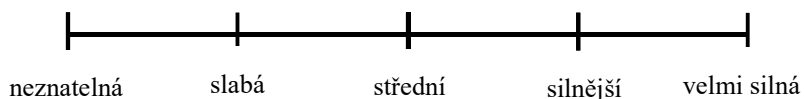


Jiná (uved'te jaká):

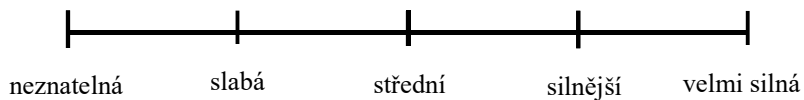


**Kód vzorku:**

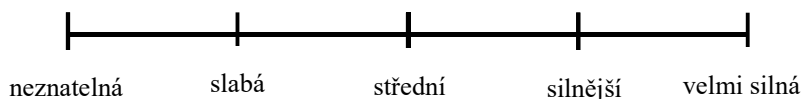
Sladká:



Kyselá:



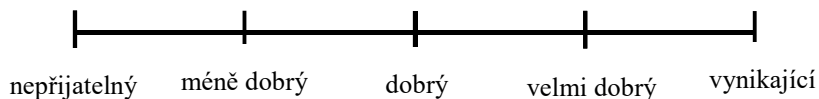
Jiná (uved'te jaká):



## VI. Hodnocení celkové přijatelnosti vzorku

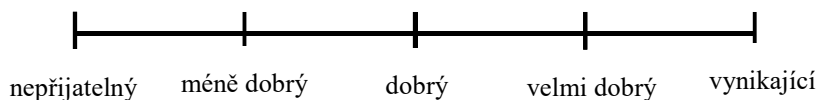
Jak byste hodnotili vzorek celkově? (berte v úvahu všechny výše zmíněné vlastnosti s důrazem především na chuť a vůni)

Kód vzorku:



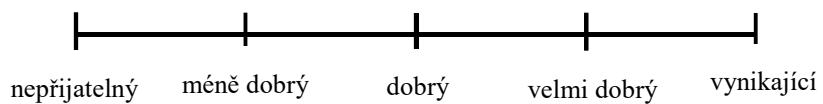
Proč? .....

Kód vzorku:



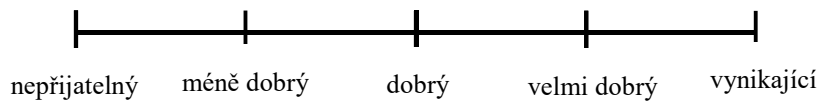
Proč? .....

Kód vzorku:



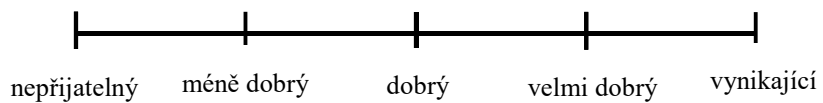
Proč? .....

Kód vzorku:



Proč? .....

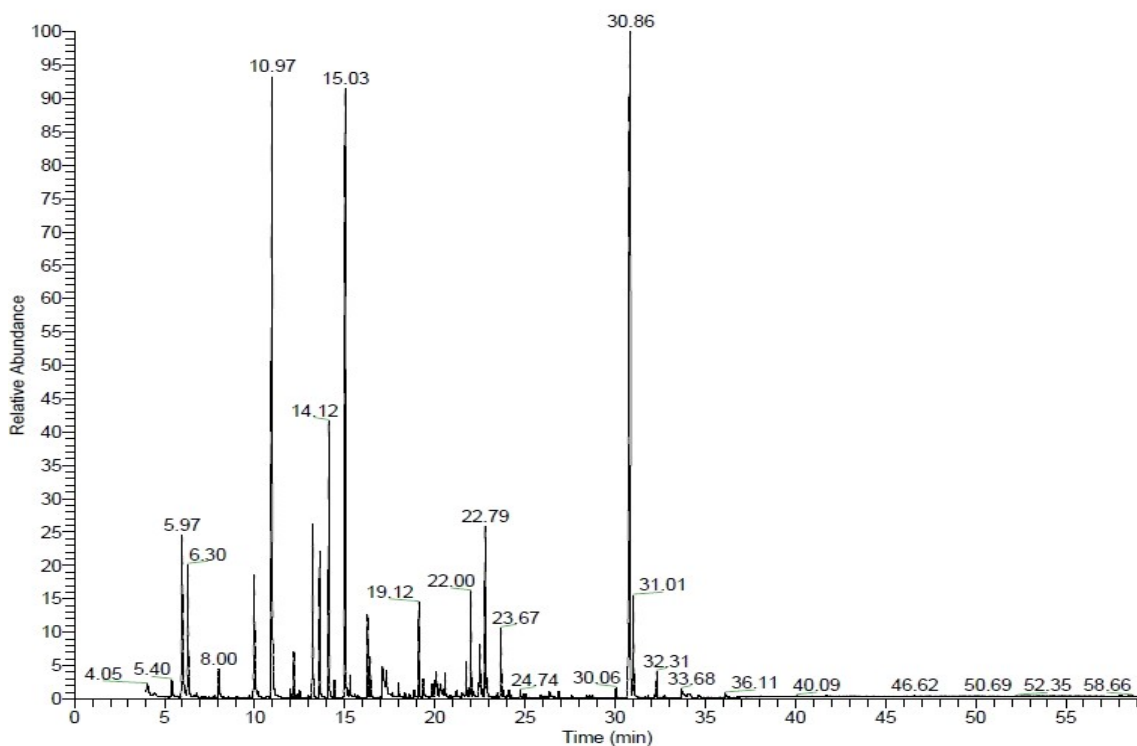
Kód vzorku:



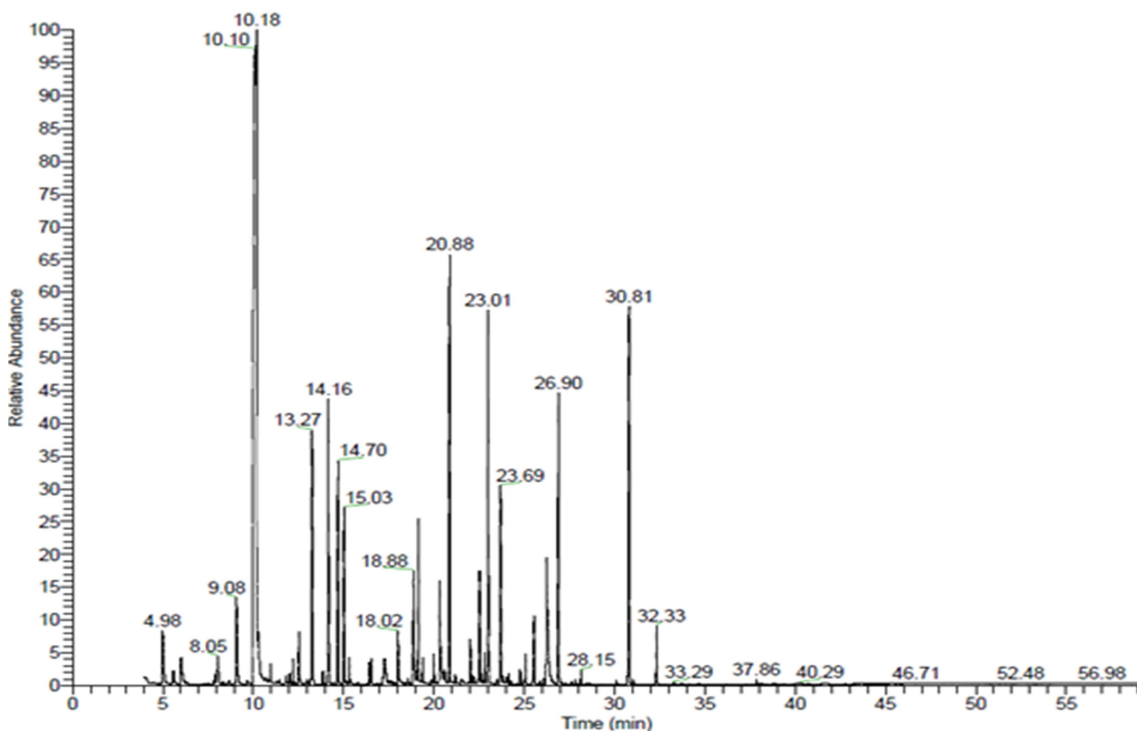
Proč? .....

Děkujeme za svědomité vyplnění formuláře!! Případné připomínky k hodnocení nebo vzorkům prosím napište zde:

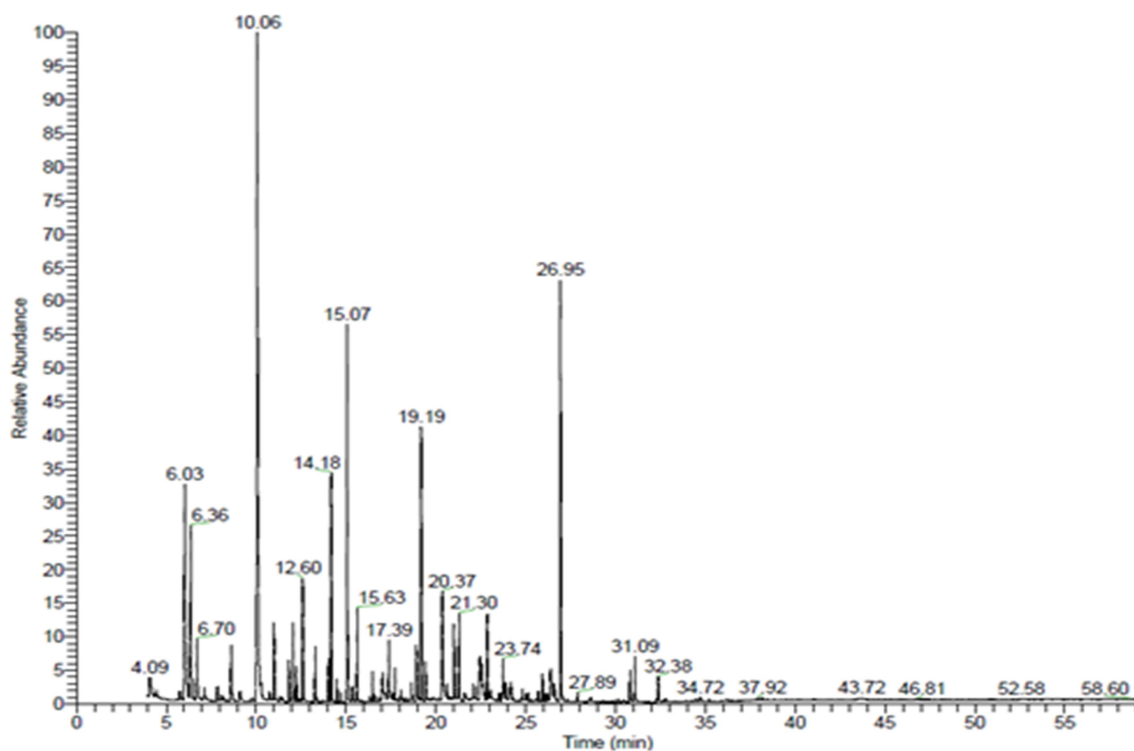
*Příloha 2: Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku A01 (červený); identifikace sloučenin na základě retenčních časů (viz Tabulka 31)*



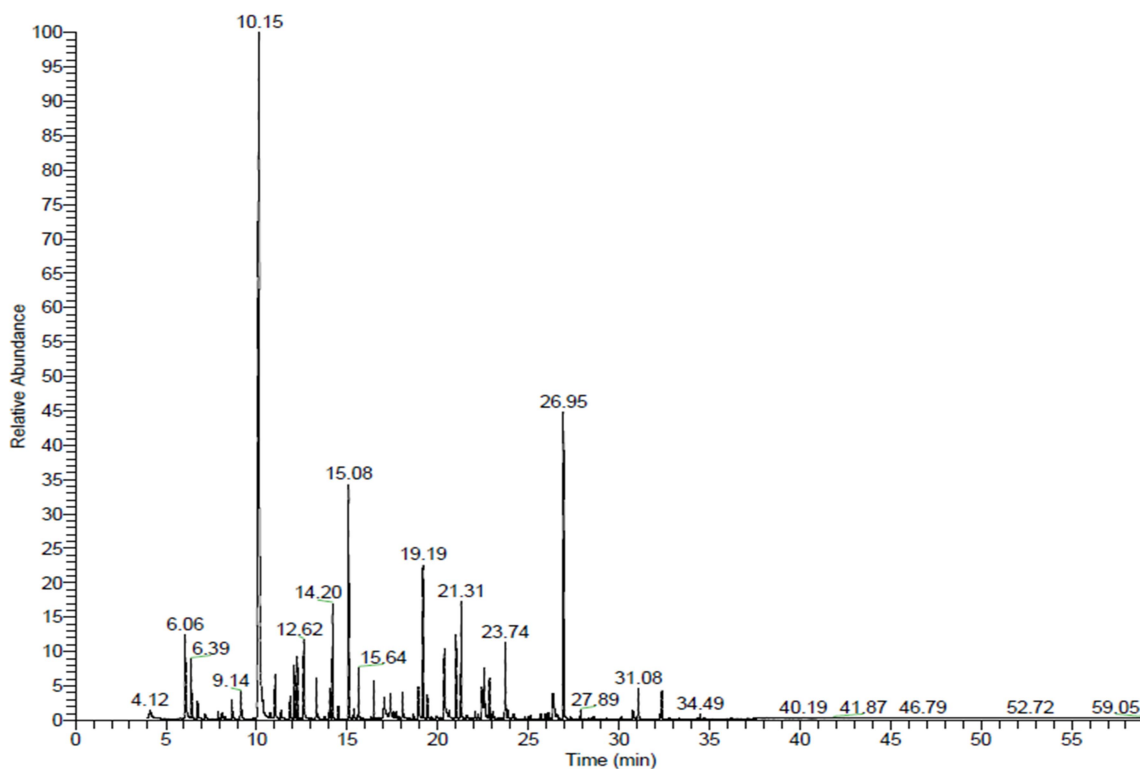
*Příloha 3: Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku B01 (červený); identifikace sloučenin na základě retenčních časů (viz Tabulka 31)*



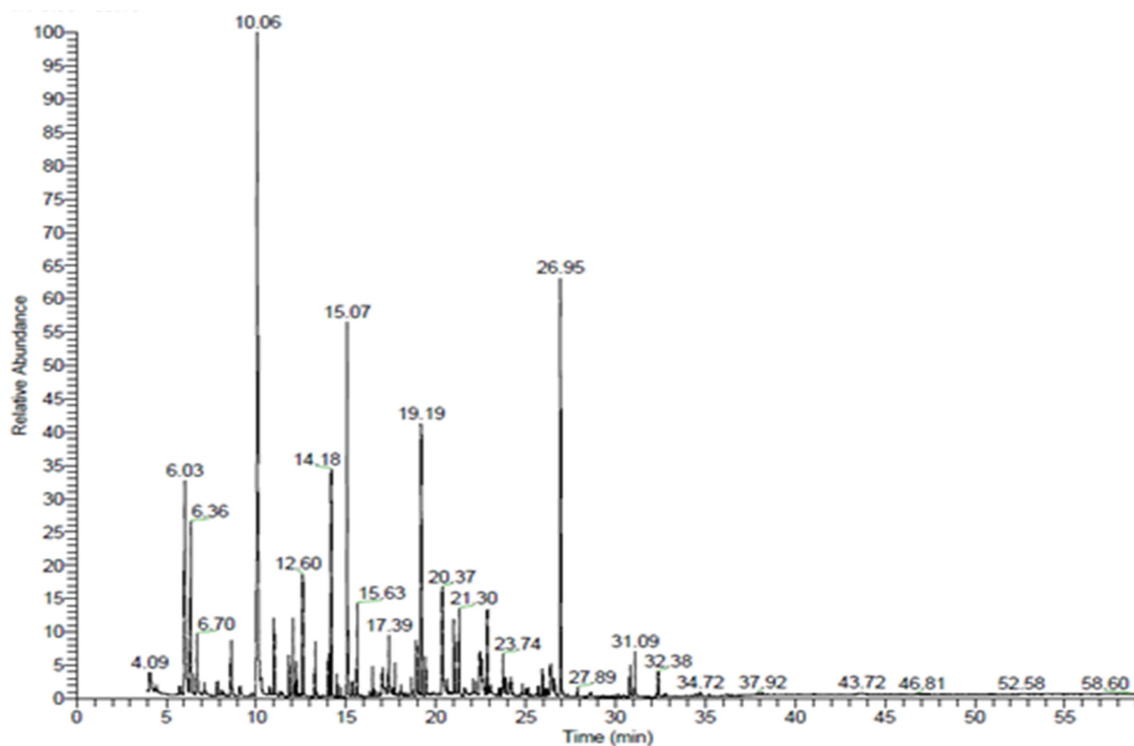
*Príloha 4: Chromatogram identifikovaných vonných látok ve vzorku C01 (červený); identifikace sloučenin na základě retenčních časů (viz Tabulka 31)*



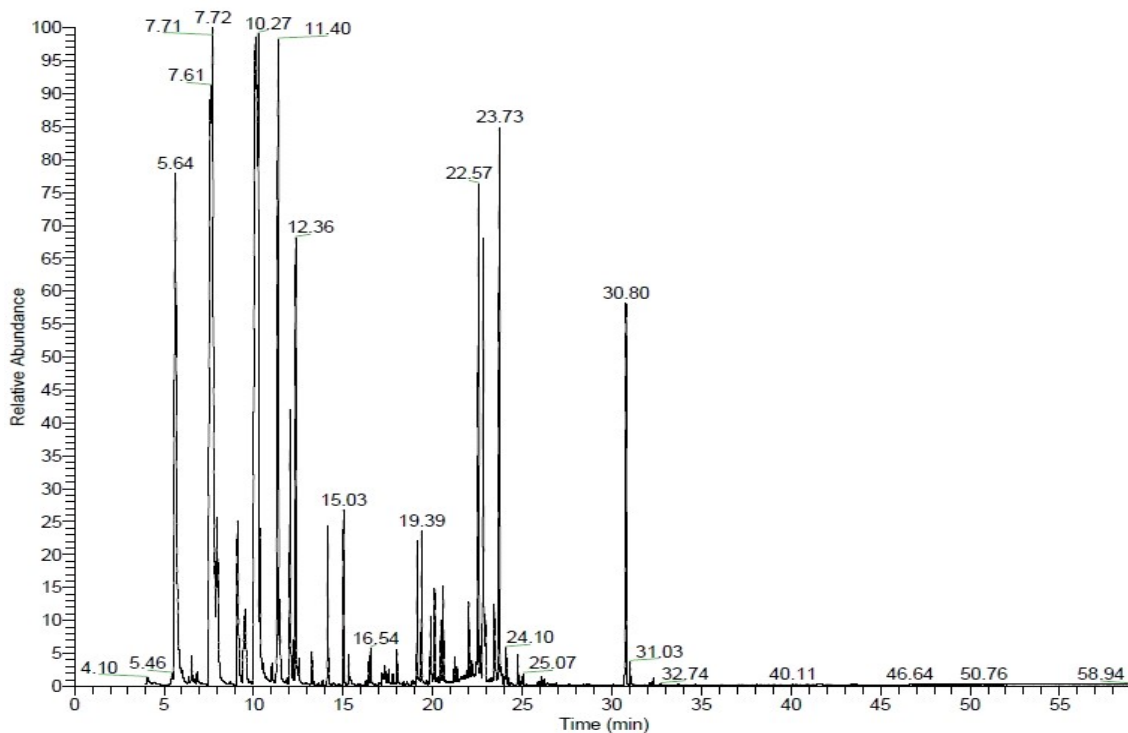
*Príloha 5: Chromatogram identifikovaných vonných látok ve vzorku D01 (červený); identifikace sloučenin na základě retenčních časů (viz Tabulka 31)*



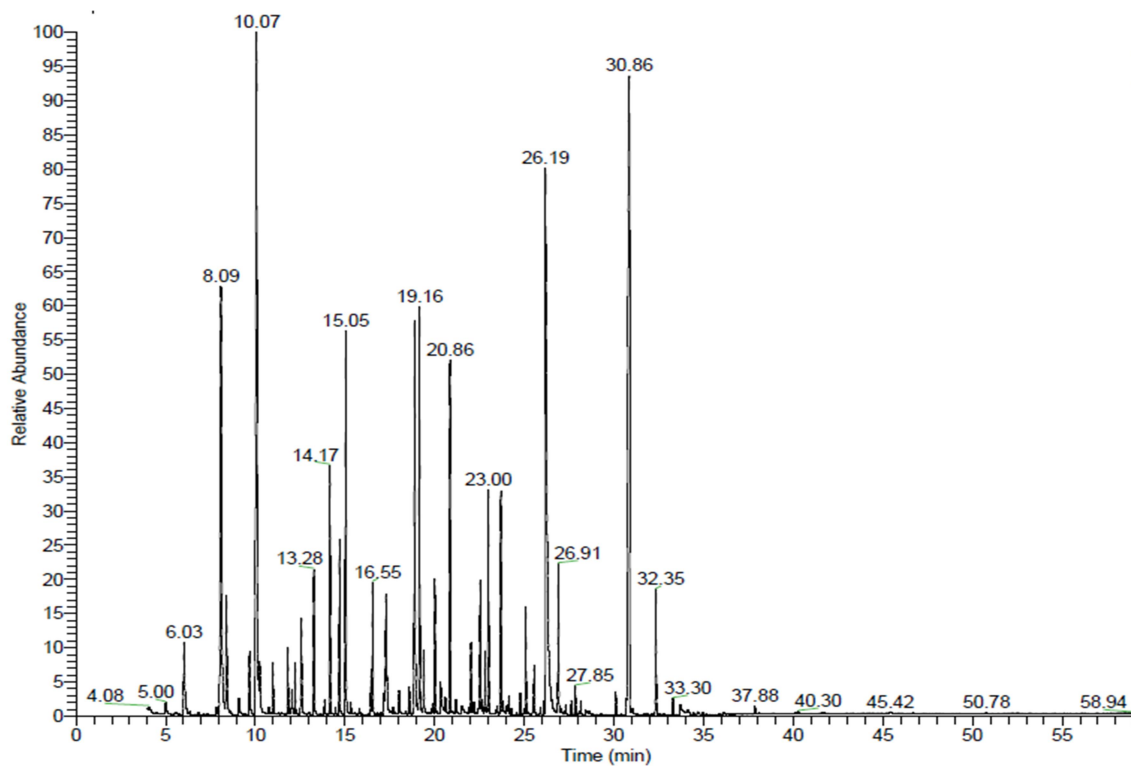
*Príloha 6: Chromatogram identifikovaných vonných látok ve vzorku E01 (červený); identifikace sloučenin na základě retenčních časů (viz Tabulka 31)*



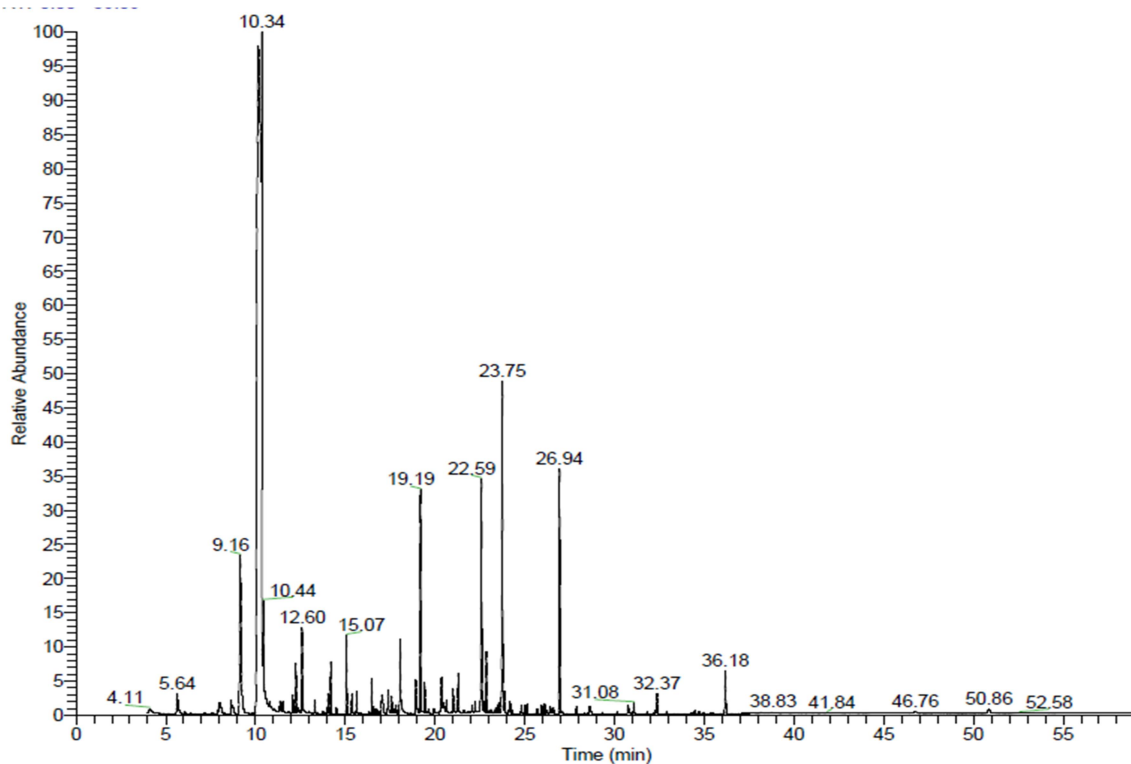
*Príloha 7: Chromatogram identifikovaných vonných látok ve vzorku A02 (žlutý); identifikace sloučenin na základě retenčních časů (viz Tabulka 32)*



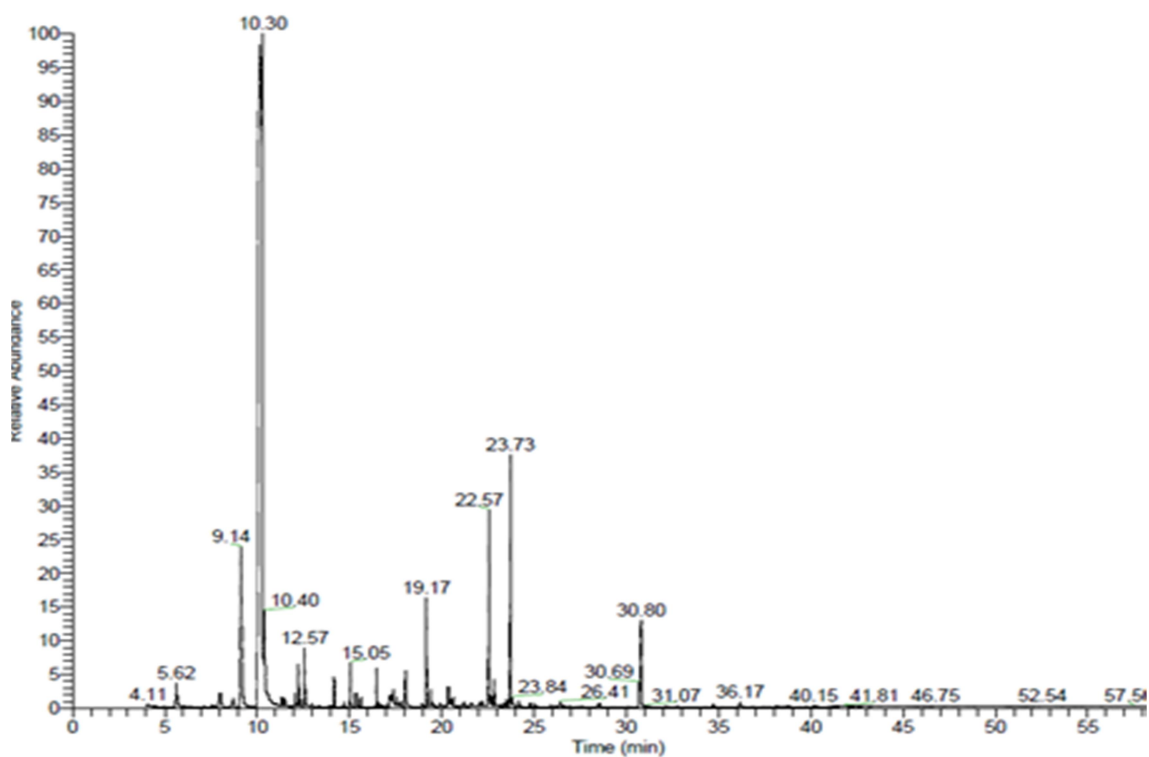
Příloha 8: Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku B02 (žlutý); identifikace sloučenin na základě retenčních časů (viz Tabulka 32)



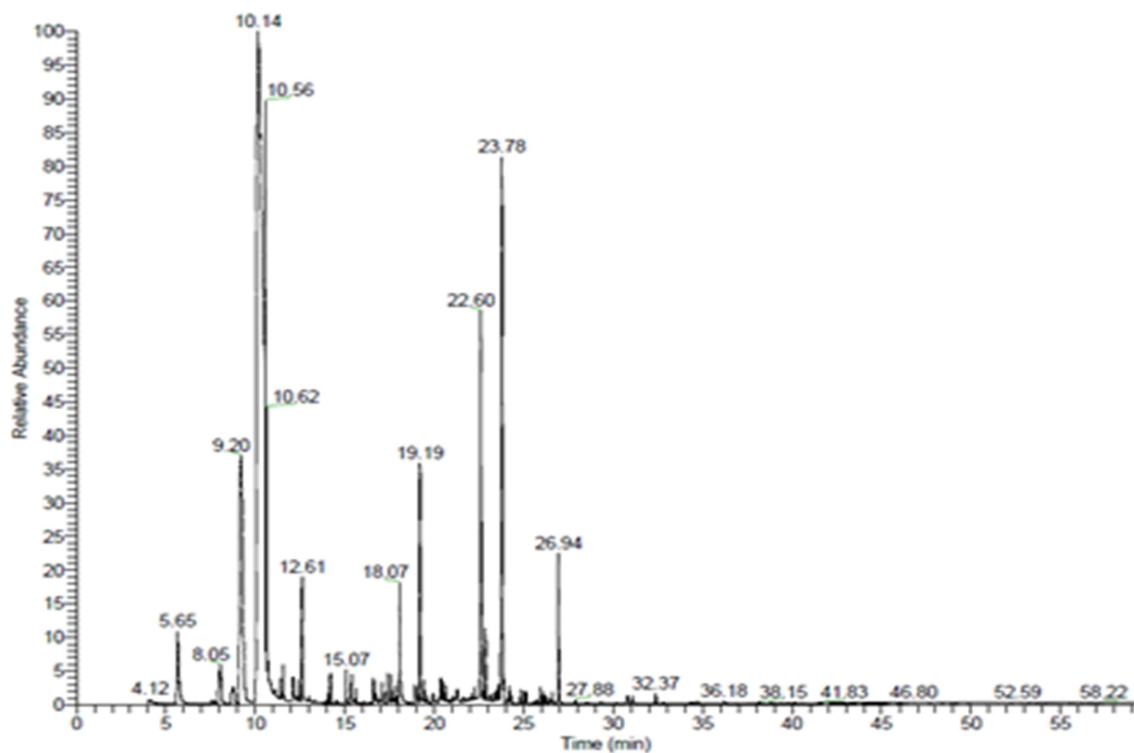
Příloha 9: Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku C02 (žlutý); identifikace sloučenin na základě retenčních časů (viz Tabulka 32)



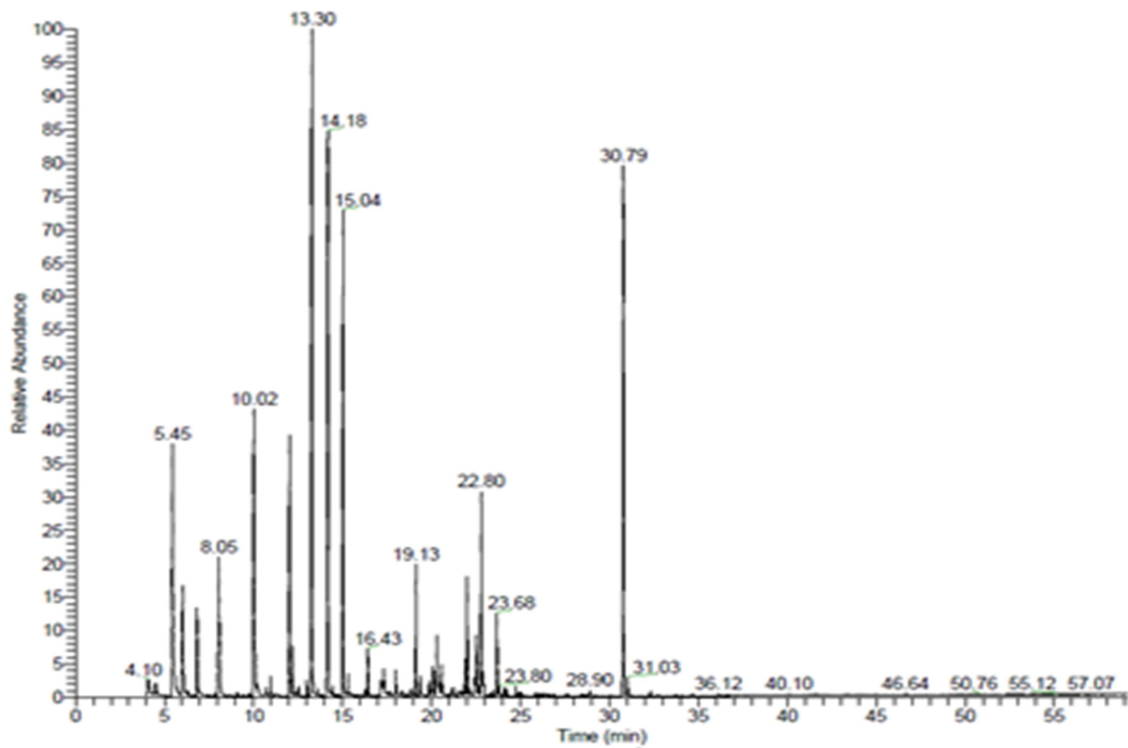
*Príloha 10: Chromatogram identifikovaných vonných látok ve vzorku D02 (žlutý); identifikace sloučenin na základě retenčních časů (viz Tabulka 32)*



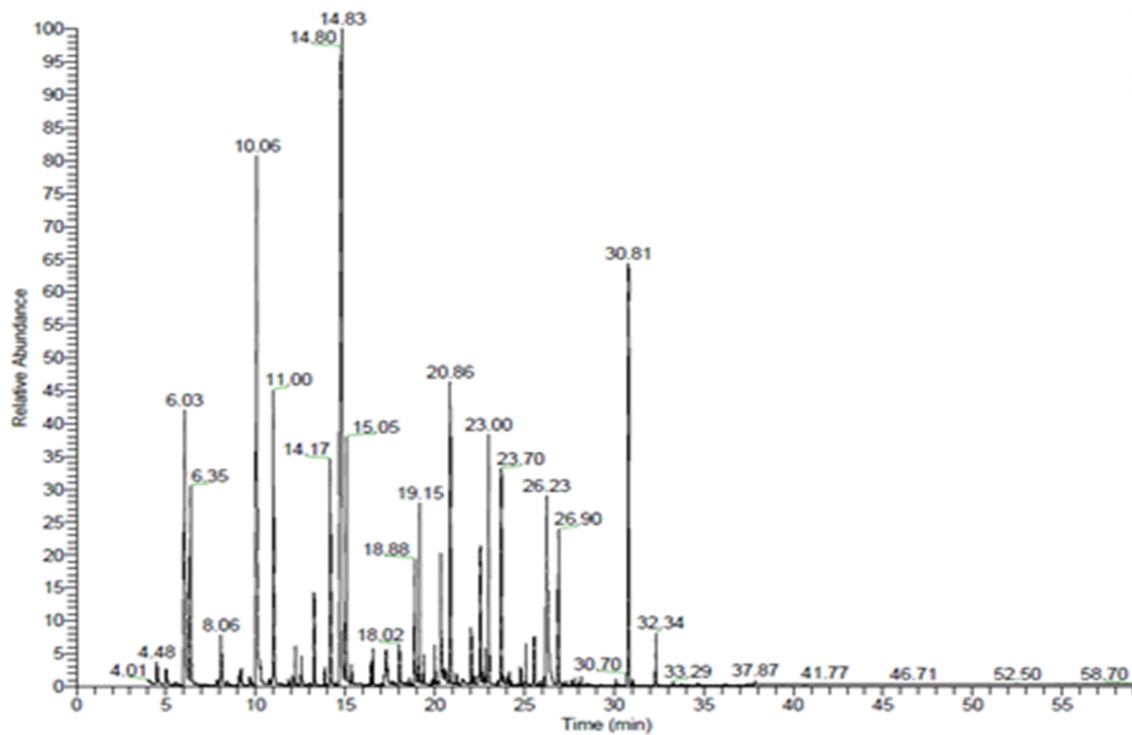
*Príloha 11: Chromatogram identifikovaných vonných látok ve vzorku E02 (žlutý); identifikace sloučenin na základě retenčních časů (viz Tabulka 32)*



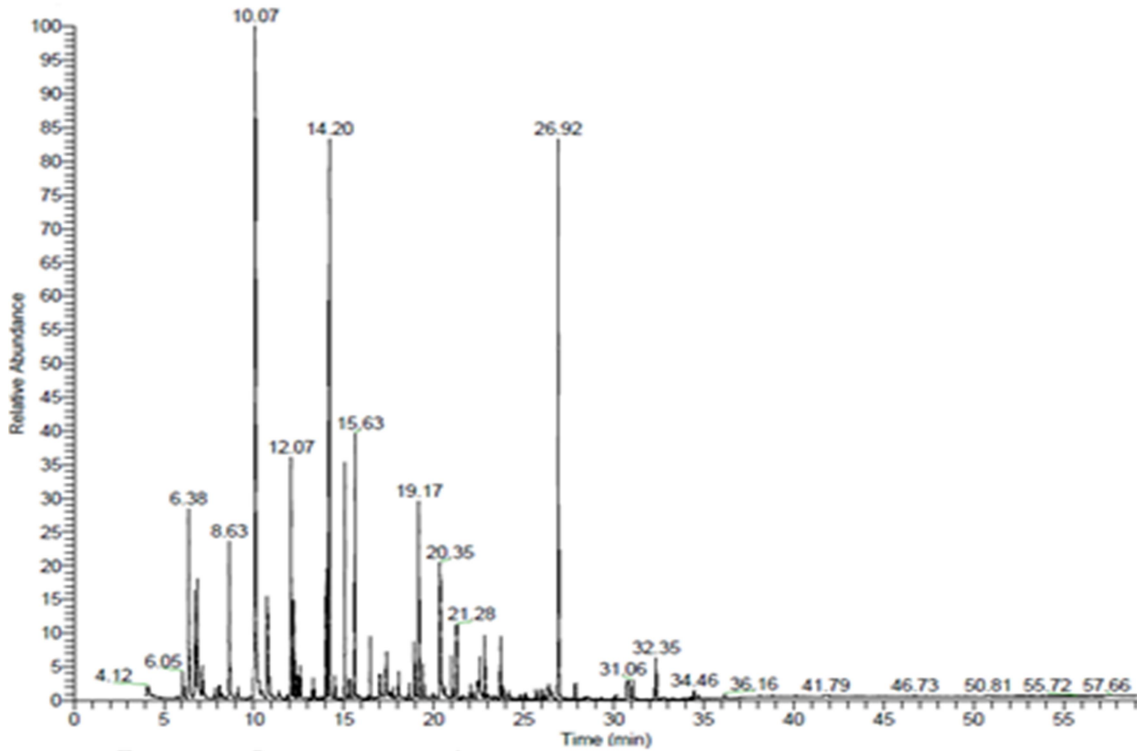
Příloha 12: Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku A03 (zelený); identifikace sloučenin na základě retenčních časů (viz Tabulka 33)



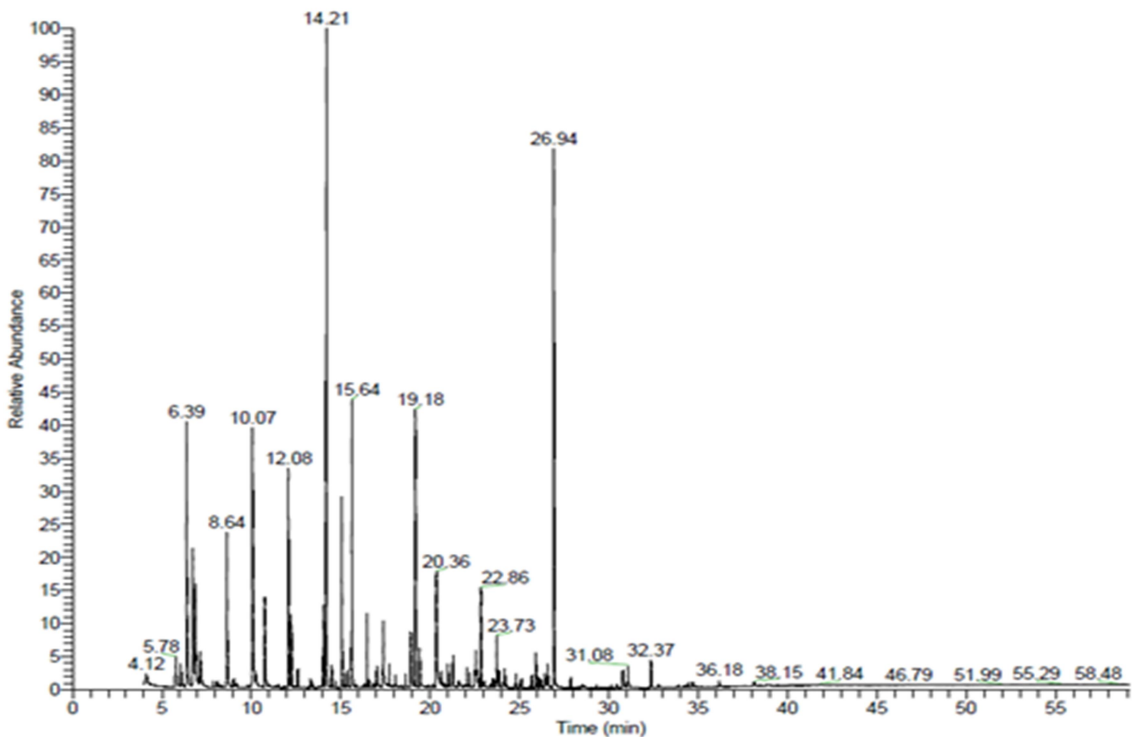
Příloha 13: Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku B03 (zelený); identifikace sloučenin na základě retenčních časů (viz Tabulka 33)



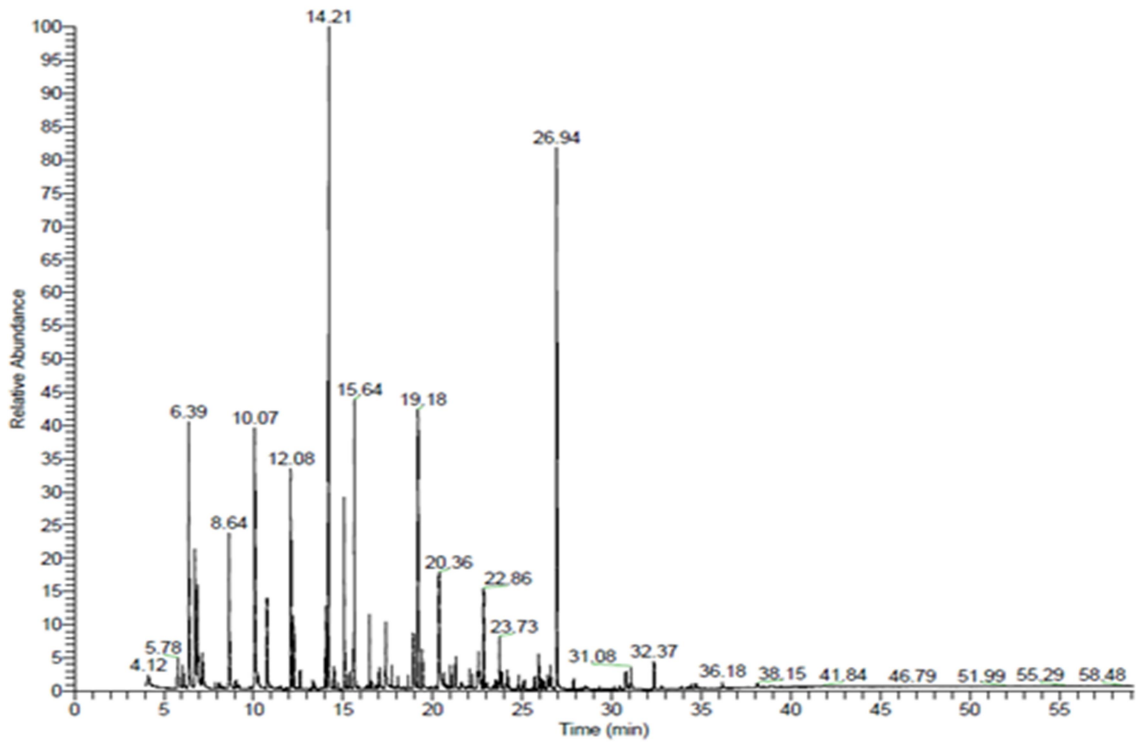
Příloha 14: Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku C03 (zelený); identifikace sloučenin na základě retenčních časů (viz Tabulka 33)



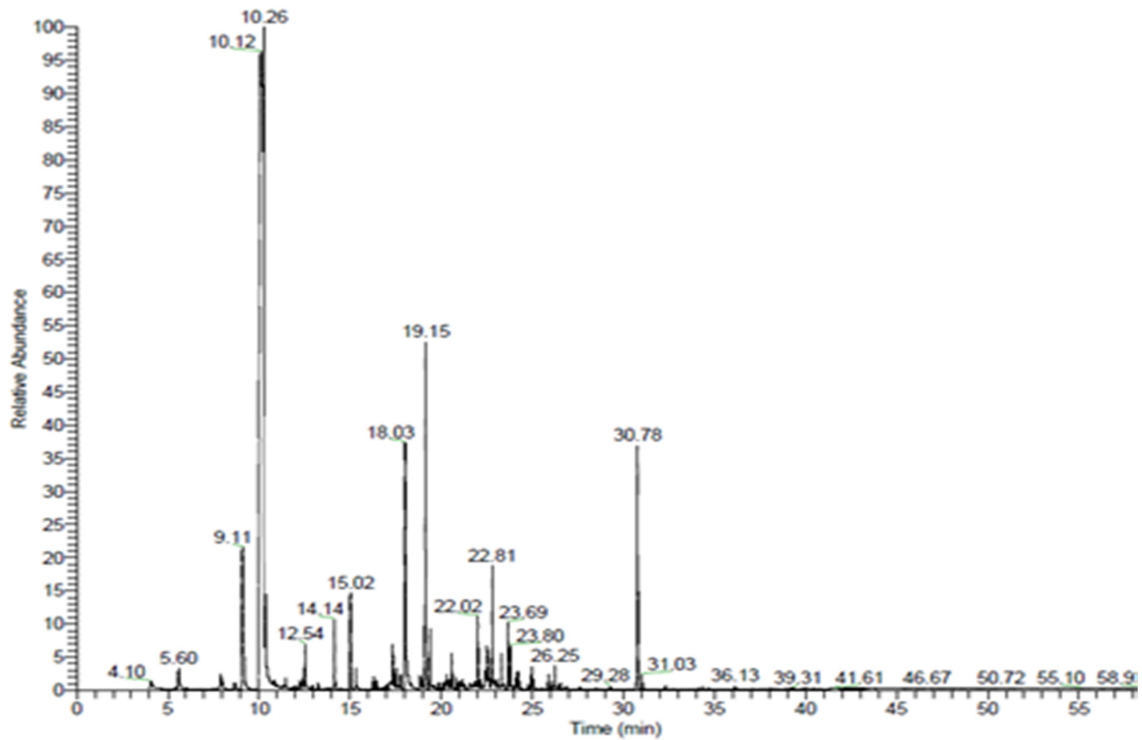
Příloha 15: Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku D03 (zelený); identifikace sloučenin na základě retenčních časů (viz Tabulka 33)



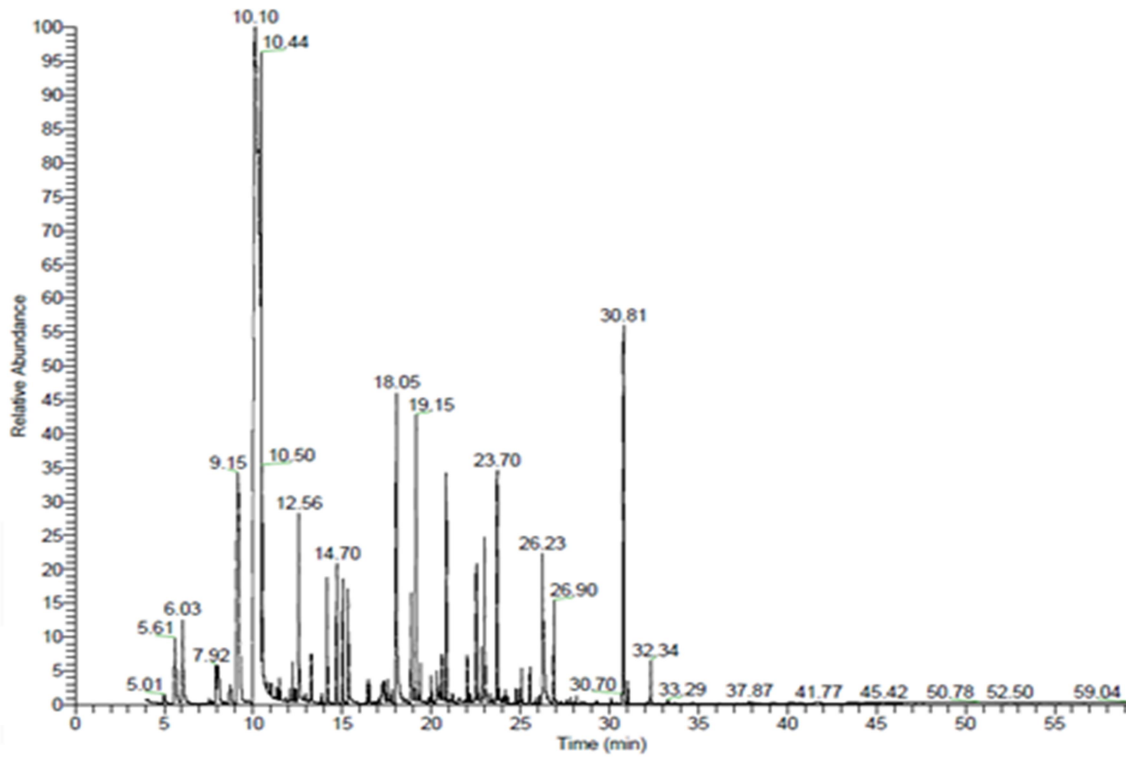
Příloha 16: Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku E03 (zelený); identifikace sloučenin na základě retenčních časů (viz Tabulka 33)



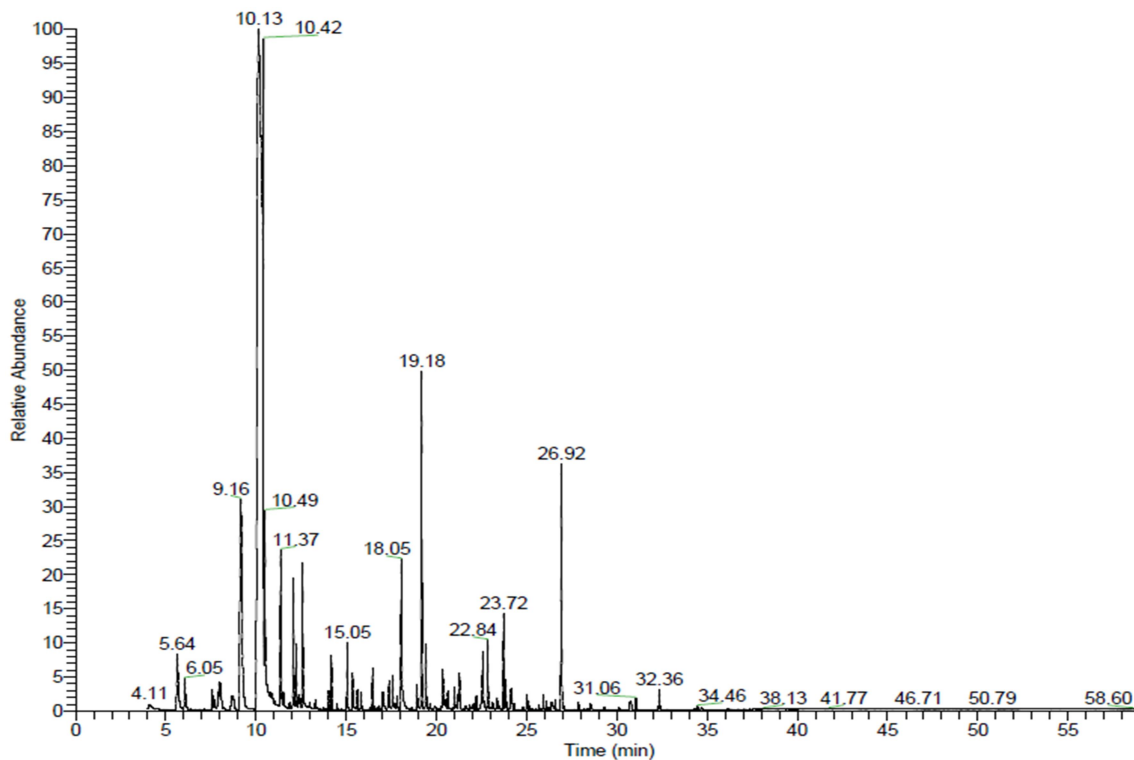
Příloha 17: Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku A04 (oranžový); identifikace sloučenin na základě retenčních časů (viz Tabulka 34)



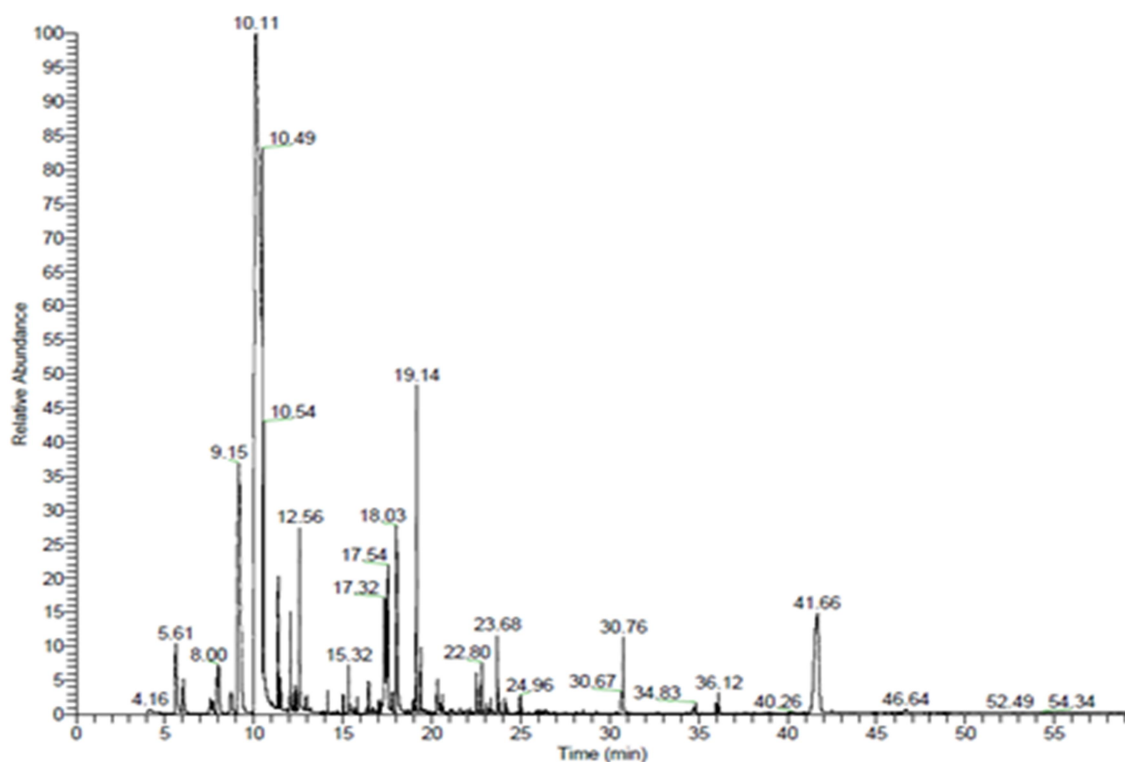
Příloha 18: Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku B04 (oranžový); identifikace sloučenin na základě retenčních časů (viz Tabulka 34)



Příloha 19: Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku C04 (oranžový); identifikace sloučenin na základě retenčních časů (viz Tabulka 34)



Příloha 20: Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku D04 (oranžový); identifikace sloučenin na základě retenčních časů (viz Tabulka 34)



Příloha 21: Chromatogram identifikovaných vonných látek ve vzorku E04 (oranžový); identifikace sloučenin na základě retenčních časů (viz Tabulka 34)

