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

POROVNÁNÍ AROMATICKÉHO PROFILU NEČOKOLÁDOVÝCH CUKROVINEK
COMPARISON OF AROMA PROFILE OF SWEETS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE Lan Anh Phi
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE doc. Ing. Eva Vítová, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2020

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA CHEMICKÁ

Zadání bakalářské práce

Číslo práce:	FCH-BAK1580/2019	Akademický rok:	2019/20
Ústav:	Ústav chemie potravin a biotechnologií		
Studentka:	**Lan Anh Phi**		
Studijní program:	Chemie a technologie potravin		
Studijní obor:	Potravinářská chemie		
Vedoucí práce:	**doc. Ing. Eva Vítová, Ph.D.**		

Název bakalářské práce:

Porovnání aromatického profilu nečokoládových cukrovinek

Zadání bakalářské práce:

1. Zpracujte literární přehled dané problematiky:
– nečokoládové cukrovinky – charakteristika, složení, vlastnosti
– technologie výroby
– aromaticky aktivní látky – charakteristika, aromatické a chuťové látky v cukrovinkách – přehled, vznik v průběhu výroby; stručně alergenní vonné látky
– mikroextrakce pevnou fází, plynová chromatografie s hmotnostní detekcí (GC–MS) – princip, popis, instrumentace
– senzorická analýza – princip, provedení
2. Identifikujte a kvantifikujte těkavé (aromatické) látky ve vzorcích nečokoládových cukrovinek pomocí metody HS–SPME–GC–MS
3. Pomocí vhodných senzorických metod zhodnoťte jejich senzorickou kvalitu
4. Diskutujte rozdíly mezi vzorky

Termín odevzdání bakalářské práce: 31.7.2020:

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

Lan Anh Phi student(ka)	doc. Ing. Eva Vítová, Ph.D. vedoucí práce	prof. RNDr. Ivana Márová, CSc. vedoucí ústavu

V Brně dne 31.1.2020

prof. Ing. Martin Weiter, Ph.D.
děkan

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá porovnáním aromatického profilu želé cukrovinek od tří různých výrobců. Zároveň byla hodnocena i jejich senzorická kvalita se zaměřením především na chuť a vůni.

V teoretické části byly popsány technologie výroby nečokoládových cukrovinek, aromaticky aktivní látky se zaměřením na potenciální alergeny, dále je zde popsána použitá analytická metoda k jejich stanovení a závěr je věnován metodám senzorické analýzy.

Experimentální část se zabývá identifikací a semikvantifikací těkavých látek ve vybraných vzorcích cukrovinek, zakoupených v běžné tržní síti, za pomoci metody HS-SPME-GC-MS. Pro hodnocení senzorické kvality byly použity grafické stupnice a profilový test.

Ve vzorcích bylo detekováno celkem 134 těkavých (vonných) látek, z nich sedm je považováno za potenciálně alergenní (limonen, linalool, citronellol, benzylalkohol, geraniol, eugenol a hexylcinnamal). Vzorky se lišily v počtu i obsahu těkavých látek, stejně tak v senzorických vlastnostech, v závislosti na složení a výrobci.

KLÍČOVÁ SLOVA

cukrovinky, těkavé látky, SPME, GC-MS, senzorická analýza

ABSTRACT

This bachelor thesis is focused on comparing aromatic profile of gummy sweets from three different manufacturers. Sensory quality was monitored at the same time with a focus on flavour.

The theoretical part deals with the manufacturing of non-chocolate sweets and aroma active compounds including potential allergens. Furthermore, analytical method for their determination is described. The end is dedicated to sensory methods that were used.

In the experimental part, volatile compounds in selected samples of sweets, purchased in the market, were identified and semiquantified by HS-SPME-GC-MS method. For the evaluation of sensory quality, the graphic scales and profile test, were used.

In total 134 volatile (aroma) compounds were detected in samples, including seven considered as allergenic (limonene, linalool, citronellol, benzyl alcohol, geraniol, eugenol, hexyl cinnamal). The difference in the number and amount of aroma active compounds as well as sensory properties was dependent on ingredients and manufacturers.

KEYWORDS

sweets, volatile compounds, SPME, GC-MS, sensory analysis

PHI, Lan Anh. *Porovnání aromatického profilu nečokoládových cukrovinek.* Brno, 2020. Dostupné také z: https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/124112. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií. Vedoucí práce doc. Ing. Eva Vítová, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

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

.....

podpis studenta

Poděkování:

Chtěla bych poděkovat paní doc. Ing. Evě Vítové PhD. za odborné vedení, cenné rady a připomínky při zpracovávání této práce.

OBSAH

1 ÚVOD ... 8
2 TEORETICKÁ ČÁST ... 9
2.1 Nečokoládové cukrovinky ... 9
2.1.1 Složení ... 10
2.1.1.1 Sladidla ... 10
2.1.1.2 Želírující (rosolotvorné) látky ... 11
2.1.1.3 Vosky a laky ... 11
2.1.1.4 Aromata ... 11
2.1.1.5 Barviva ... 12
2.1.1.6 Kyseliny ... 12
2.1.1.7 Jádroviny ... 12
2.2 Technologie výroby nečokoládových cukrovinek ... 12
2.2.1 Cukrovinky se nevykrystalizovanou sacharózou (amorfní) ... 13
2.2.1.1 Želé ... 13
2.2.1.2 Gumovité cukrovinky ... 13
2.2.1.3 Kandyty ... 14
2.2.1.4 Karamely ... 14
2.2.1.5 Šlehané cukrovinky ... 15
2.2.2 Cukrovinky s vykrystalizovanou sacharózou ... 15
2.2.2.1 Fondán ... 15
2.2.2.2 Komprimáty ... 16
2.2.2.3 Marcipán ... 16
2.2.2.4 Další druhy cukrovinek ... 16
2.3 Aromaticky aktivní látky ... 17
2.3.1 Aromatické (vonné) a chuťové látky v cukrovinkách ... 17
2.3.2 Alergenní vonné látky ... 19
2.4 Použité metody a instrumentální techniky ... 22
2.4.1 Mikroextrakce pevnou fází ... 22
2.4.2 Plynová chromatografie s hmotnostní detekcí ... 23
2.4.3 Senzorická analýza ... 24
2.5 Přehled publikací v oblasti želé cukrovinek ... 24
3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST ... 26

3.1 Použité laboratorní vybavení ... 26
3.1.1 Přístroje ... 26
3.1.2 Plyny ... 26
3.1.3 Pracovní pomůcky ... 26
3.2 Analyzované vzorky ... 26
3.3 Metoda HS-SPME-GC-MS ... 27
3.3.1 Podmínky SPME extrakce ... 27
3.3.2 Podmínky GC-MS analýzy ... 27
3.3.3 Identifikace a kvantifikace těkavých látek ve vzorcích ... 27
3.4 Senzorická analýza ... 27
3.5 Statistické zpracování výsledků ... 28
4 VÝSLEDKY A DISKUZE ... 29
4.1 Identifikace těkavých (aromaticky aktivních) látek ve vzorcích ... 29
4.1.1 Srovnání počtu identifikovaných látek ve vzorcích ... 37
4.1.2 Srovnání obsahu identifikovaných látek ve vzorcích ... 38
4.2 Výsledky senzorického hodnocení ... 39
4.2.1 Hodnocení konzistence (textury) ... 41
4.2.2 Hodnocení vůně (aroma) ... 41
4.2.3 Hodnocení chuti ... 43
4.2.4 Profilový test vybraných chutí ... 46
4.2.5 Hodnocení celkové přijatelnosti vzorků ... 46
4.2.6 Porovnání jednotlivých vlastností vzorků ... 51
5 ZÁVĚR ... 54
6 SEZNAM LITERÁRNÍCH ZDROJŮ ... 56
7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK ... 60
8 SEZNAM PŘÍLOH ... 61
9 PŘÍLOHY ... 62

1 ÚVOD

Cukrovinky jsou nedílnou součástí moderního života, a pro některé konzumenty se staly i závislostí. Jde o atraktivní výrobek nejen pro děti, ale i dospělé. Proto výrobci přicházejí s různými recepturami a kombinacemi chutí a vůní, které lákají spotřebitele k jejich vyzkoušení. Spolu s tím, jak se vyvíjí potravinářský průmysl, dochází ke vzniku nových potravinových alergií, které dříve lidstvu nebyly známé. Náchylnější jsou citliví jedinci, kteří již nějakými alergiemi trpí, ale není to pravidlem.

Potenciálním alergenem mohou být také některé aromaticky aktivní látky, jejichž výskyt v potravinách není doposud v České republice limitován. Jedná se o 26 látek, které jsou regulovány v kosmetických produktech. Výrobce tedy musí uvést jejich přítomnost na obalu v případě překročení legislativou daného limitu.

Cílem této práce tedy bylo posoudit senzorickou kvalitu, a s ní související obsah těkavých látek (s hlavní pozorností na potenciální alergeny), ve vybraných vzorcích želé cukrovinek dostupných v běžné tržní síti.

2 TEORETICKÁ ČÁST

Tato práce je zaměřena na porovnání senzorické kvality a profilu těkavých (aromatických) látek vybraných druhů želé cukrovinek. Teoretická část zahrnuje obecnou charakteristiku nečokoládových cukrovinek, technologii jejich výroby a aromaticky aktivní látky vznikající v průběhu výroby. Zvláštní pozornost je věnována aromatickým látkám, které jsou legislativou označeny za alergenní. Dále je zde popsán princip a provedení senzorické analýzy, a také použitá instrumentace a metodika pro stanovení aromatických látek.

2.1 Nečokoládové cukrovinky

Cukrovinky lze, podle platné legislativy (vyhláška 76/2003 Sb.), rozdělit podle obsahu kakaových součástí na čokoládové a nečokoládové. Čokoládové cukrovinky musí obsahovat více než 5 % kakaových součástí, zatímco nečokoládové cukrovinky méně než 5 % kakaových součástí, podle toho je lze rozdělit do dvou kategorií. První skupinou jsou cukrovinky s nevykrystalizovanou sacharózou mezi, které se zařazují kandyty (dropsy, roksy a furé), želé a karamely. Druhou skupinou jsou cukrovinky s vykrystalizovanou sacharózou, což jsou fondánové výrobky a komprimáty [1].

Dělení na druhy, skupiny a podskupiny je uvedeno ve vyhlášce v příloze č. 4, uvádí Tab. 1 [3].

Tab. 1 Členění nečokoládových cukrovinek do skupin a podskupin [3]

Druh	Skupina	Podskupina
Cukrovinky	karamely	tukové s jádrovinami, s ovocnou příchutí, mléčné, kakaové nebo kávové, podle druhu vložky (cukrová, želé, jádroviny, sušené ovoce nebo proslazené, marcipán a další)
	dražé	
	želé	
	rahat chalva turecký med	
	lékořicové cukrovinky	
	pěnové cukrovinky (marshmallow)	
	komprimáty	
	žvýkačky	balónkové (bubble gum), plátkové, dražované
	dropsy	
	roksy	
	furé	s tukovou náplní, s cukernou (sirupovou) náplní
	marcipán	
	fondánové cukrovinky	

2.1.1 Složení

Základními surovinami pro výrobu nečokoládových cukrovinek jsou sacharóza, škrobový sirup a voda. Další suroviny, které se přidávají k cukrovinkám jsou bílkovinné produkty (mléko, vejce, sója), tuky (máslo, margaríny, kakaové máslo), emulgátory (lecitin), rosolotvorné látky, rostlinné gumy (arabská guma), jádroviny, ovoce, barviva, vosky a další [4]. Aditiva jako jsou rosolotvorné látky, barviva, emulgátory a další, jsou regulovány dle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1331/2008 ze dne 16. prosince 2008 o potravinářských přídatných látkách [5].

2.1.1.1 Sladidla

Sladidla jsou látky, které se přidávají do cukrovinek pro sladkou chuť. Dodávají pocit chuťové plnosti, a proto při využití jejich náhrad se nemusí dosáhnout rovnocennosti. Rozdělují se na přírodní sladidla a jejich náhrady [2].

Nejdůležitějšími sladidly jsou sacharóza, glukóza, laktóza, které jsou definovány podle vyhlášky č. 76/2003 Sb. jako přírodní [5]. Další cukry, které se sem zařazují jsou maltóza, invertní cukry a dextriny [6]. V České republice se při výrobě cukrovinek používá především řepný cukr, tedy sacharóza, ta dodává typickou chuť, zvyšuje energetickou hodnotu, zpevňuje strukturu a podporuje stálost šlehaných hmot [2], [6].

Pro výrobu diabetických cukrovinek se sníženou energetickou hodnotou a cukrovinek, které nezpůsobují kazivost zubů, se využívá cukerných alkoholů – viz Tab. 2 (xylitol, sorbitol, laktilol, isomalt) a syntetických sladidel – viz Tab. 3 (aspartam, acesulfam K, sacharin). Cukerné alkoholy mají ale nižší sladivost a při vyšších dávkách mohou způsobit zdravotní potíže, také jejich pořizovací cena je vyšší. Náhradní sladidla bývají o mnoho sladší než sacharóza a přidávají se k cukerným alkoholům pro zvýšení sladivosti [2], [6].

Tab. 2 Vlastnosti a použití cukerných alkoholů [2], [6]

Název	E kód	Vlastnosti a použití
Isomalt	E 953	Výrobky mají nízkou hygroskopicitu. Výroba cukrovinek s nízkou energetickou hodnotou.
Maltitol	E 956	Kvalitní náhrada sacharózy z hlediska chemických i fyzikálních vlastností. Používá se především pro výrobu kandytů.
Laktitol	E 966	Nejčastěji se přidává do diabetických čokolád.
Sorbitol	E 420	Má nižší sladivost než sacharóza. Přidává se do žvýkaček a zdravotních cukrovinek.
Xylitol	E 967	Sladivostí je podobný sacharóze. Přidává se do žvýkaček, zdravotních cukrovinek.

Tab. 3 Vlastnosti a použití náhradních sladidel [2], [6].

Název	E kód	Vlastnosti a použití
Acesulfam K	E 950	Je asi 200x sladivější než sacharóza. Pro výrobu kandytových hmot.
Aspartam	E 951	Zhruba 200x sladší než sacharóza. Rozkládá se při vyšším teplotě a nízkém pH. Přidává se do čokolády.
Sacharin	E 954	Asi 500x sladší než sacharóza. Nemá výživovou hodnotu. Mnohá využití v potravinářství.

2.1.1.2 Želírující (rosolotvorné) látky

Želírující látky jsou hydrofilní a organického původu. Tyto látky se hydratují, nabobtnají a rozpustí, z čehož vznikne viskózní hmota zvaná sol. Ochlazením vzniká polotuhý a průhledný gel zvaný rosol. Nejčastěji užívanými želírujícími látkami jsou agar, želatina, pektin a modifikované škroby (viz Tab. 4) [6]. Většina rosolotvorných látek jsou polysacharidy, až na želatinu, která je hydrolyzovaným kolagenem, je tedy živočišného původu [2].

Tab. 4 Vlastnosti a použití želírujících látek [2], [6].

Název	E kód	Vlastnosti a použití
Agar	E 406	Vyskytuje se v buněčných stěnách červených mořských řas. Výroba želé cukrovinek, vložka do dražé.
Arabská guma	E 414	Výron stromu akácie. Využívá se jako stabilizátor pěn, spojovací látka, součást žvýkaček.
Karragenany	E 407	Získávají se z červených mořských řas. Uplatňují se jako zahušťovadla nebo stabilizátory.
Pektin	E 440	Je ve stěnách rostlin. Používá se při přípravě šlehaných hmot nebo škrobových cukrovinek.
Želatina	E 441	Je bez zápachu, chuti a barvy. Je termoreverzibilní. Používá se jako pěnotvorné činidlo, při výrobě želé cukrovinek a zabraňuje krystalizaci.

2.1.1.3 Vosky a laky

Vosky se využívají jako základní složky leštidel při výrobě dražé. Dále i jako mazadla při výrobě komprimátů. Chemicky jde o estery vyšších alkoholů s vyššími mastnými kyselinami. Lze je rozdělit na rostlinné (karnaubský vosk) a živočišné (včelí vosk) [2].

Laky zastávají funkci ochranné vrstvy pro dražé. Používají se ethanolické roztoky, ve kterých jsou rozpuštěny vosky sandarak, benzoe nebo šelak [2].

2.1.1.4 Aromata

Aromata slouží ke zlepšení vůně, případně chuti cukrovinek. Lze je rozdělit na přírodní, přírodní uměle zesílená a umělá. Základní komponenty, ze kterých se aromata sestavují, mohou být přírodní silice, šťávy, destiláty a jednotlivé izolované látky [2].

Vlastní účinné látky mají velmi intenzivní chuť i vůní, z tohoto důvodu je velmi těžké jejich dávkování. Výrobci proto aromata ředí na nižší vydatnosti, např. 1: 1000. Vyrábějí se v různých formách (tekuté, práškovité, pasty, gely). Nejoblíbenější a nejčastěji používaná aromata jsou citronová, čokoládová, mátová, vanilková aj. [2].

2.1.1.5 Barviva

Barviva se opět mohou rozdělit na přírodní nebo umělá, přičemž výrobci upřednostňují spíše barviva přírodního původu [2]. Přidávají se především ke zlepšení vzhledu cukrovinek.

Nejvýznamnějšími barvivy jsou indigo, karamelová barviva, košenila, kurkumin, lutein a lykopen [6].

2.1.1.6 Kyseliny

Pří výrobě ovocných cukrovinek se používá kyselina citronová (E 330) a mléčná (E 270), případně jejich soli v 1% koncentraci. Dále se využívají také kyselina vinná a maleinová. Dávají cukrovinkám kyselou chuť, ale zároveň zvyšují odolnost vůči mikroorganismům [2].

2.1.1.7 Jádroviny

Jádroviny jsou semena plodů nejrozmanitějších rostlin. Využívají se buď jako základ některých cukrovinkářských hmot (nugát, marcipán) nebo jako chuťové přísady a vložky. Jde o suroviny omezeně skladovatelné, jelikož mají vysoký podíl tuku, což může způsobit i nebezpeční mikrobiální kontaminace [2]. Vyznačují se nízkým obsahem vody a vyšší energetickou hodnotou danou obsahem tuků a bílkovin [6].

Jádroviny se v chemické skladbě zásadně neliší, a proto se rozdělují na jádroviny místní (vlašské ořechy, lískové oříšky, persiko) a importované (mandle, arašídy, kokos, para ořechy) [6].

2.2 Technologie výroby nečokoládových cukrovinek

Základem výroby obou skupin cukrovinek je příprava roztoku nebo suspenze tří hlavních složek (sacharóza, škrobový sirup, voda). Tyto roztoky jsou označovány jako cukrosirupové. Poměr množství škrobového sirupu a cukru se nazývá varný poměr a je pro danou cukrovinku charakteristický. Principem výroby obecně je odpaření vody z cukrosirupového roztoku až do dosažení požadované sušiny podle typu výrobku, příp. krystalizace (u výrobku s vykrystalizovanou sacharózou), formování vzniklé hmoty do požadovaného tvaru a vychlazení [1], [2].

Ke krystalizaci sacharózy dochází při 115 až 121 °C, kdy vzniká přesycený roztok, přičemž krystalizační rychlost je silně závislá na přesycení roztoku. Při přídavku škrobového sirupu dochází ke zpomalení krystalizace sacharózy, kdy molekuly nemohou zaujmout své místo v krystalové struktuře díky viskozitě a zároveň oligosacharidy ve škrobovém sirupu zabraňují sacharóze se zapojit do této struktury, přičemž ve větším množství může dojít k zábraně krystalizace, což je žádoucí u cukrovinek s nevykrystalizovanou sacharózou, které byly analyzovány v této práci. Přídavek škrobového sirupu současně napomáhá vytvoření amorfního stavu cukerné hmoty a rozpustnost sacharózy klesá proti čistým roztokům. Podobné vlastnosti

jako škrobový sirup vykazuje invertní cukr, avšak hmota s jeho přídavkem je více hygroskopická a dochází ke zvyšování sladkosti [1], [2].

2.2.1 Cukrovinky se nevykrystalizovanou sacharózou (amorfní)

Tyto cukrovinky obsahují velké množství cukru a relativně nízký podíl vody. Typické výrobky této skupiny jsou želé (analyzovány v této práci), kandyty a karamely. [4].

2.2.1.1 Želé

Želé cukrovinky mají konzistenci tuhého gelu a vyrábějí se s přídavkem želírujících látek. Použije-li se jako želírující látka ovocná dřeň nebo šťáva, označují se jako ovocné želé. Želé, u jehož výroby se využívají jiné želírující látky, jako jsou pektin, agar, želatina aj., jsou želé s ovocnou příchutí [2], [4], [7].Typická konzistence želé je dána koloidním gelem tvořeného želírujícími látkami, cukrem, vodou a přídatnými látkami. Voda se v tomto případě chová jako změkčovadlo podporující tvorbu gelu [7]. Želírující schopnost je závislá na koncentraci sacharózy, teplotě a pH prostředí [2].

Škrobové želé má nižší viskozitu, jelikož se využívá „řídce vařivých“ škrobů. Principem přípravy je zahřívání suspenze sacharózy se škrobovým sirupem a škrobem ve vodě, dokud se škrobové zrno nerozpadne a nevznikne roztok. Tvorba gelu u tohoto druhu je dlouhodobá záležitost, což je značná nevýhoda, protože dochází ke změně struktury během sušení [2].

Želatinové želé se připravuje smísením sacharózy a škrobového sirupu v poměru 2:1 až 1:1. Vzniklý roztok se odpařuje až na teplotu bodu varu 115 až 121 °C. Po ochlazení na teplotu 100 °C, se do něj pomalu přilévá roztok želatiny, který je připravován při teplotě 54–60 °C [2]. Želé se většinou okyseluje na pH 3,8 [4]. Různé tvary se získávají litím do škrobových forem [2].

Velmi kvalitní želé představuje pektinové želé, jehož příprava je obtížná a musí se dodržet podmínky receptury a technologického postupu. Pektin se získává zpracováním jablečných výlisků nebo citrusových plodů za zisku prášku nebo kapaliny [8]. Okyselené pektinové želé velice rychle tuhne, což ztěžuje jeho tvarování. K částečné regulaci se využívá regulátorů jako jsou citronan nebo octan sodný. K výrobě se využívá práškový pektin, který je smíchán před rozpuštěním se sacharózou, které nesmí být více než 20 %, aby se nevytvořily hrudky. Po rozpuštění se za varu přidává škrobový sirup. Roztok je odpařován tak, aby výsledná hmota měla obsah sušiny 75–79 % [2].

Agarové želé se vyrábí rozvařením práškového nebo vláknitého agaru ve vodě. Do roztoku se přidává sacharóza, roztok se zahřeje a přidává se škrobový sirup a ihned se ochladí na 60 °C. Při této teplotě se přidávají kyseliny, barviva a aromatické látky, poté se hmota formuje [4].

2.2.1.2 Gumovité cukrovinky

K základním surovinám se při výrobě gumovitých cukrovinek přidávají látky, které jim dávají typickou gumovitou konzistenci. Nejčastěji se využívá želatina, arabská guma anebo směs κ-karragenanu s pektinem [2]. Jde o cukrovinky s nízkým obsahem vlhkosti, který je dán vyhláškou 76/2003 Sb. na 22 % hm. nejvýše [3].

Postup je stejný jako při výrobě želé, ale stupeň sváření je vyšší a bod varu je 121 až 136 °C. Někdy se pro zvýšení jejich „žvýkavosti“ využívá sorbitol. Obarvená a ochucená hmota se lije do škrobových forem, kde bývá ponechána nejprve při teplotě okolního prostředí, přičemž se teplota pomalu zvyšuje na 43–46 °C. Doba, po kterou se nechávají cukrovinky sušit záleží na požadované konzistenci daného produktu [1], [2].

Patří sem i žvýkací gumy, které byly původně vyráběny z přírodních surovin, avšak kvůli rostoucí poptávce byly nahrazeny syntetickými. Současně se využívá polyvinylester, polyisobutylen a polyvinylacetát [2].

Při výrobě se smíchá cukrosirupový roztok vysokým obsahem sušiny (75–79 %) s roztavenou bází. Během procesu promíchávání se přidávají i aromatické látky. Nejčastěji užívané aromatické látky jsou lipofilní éterické oleje, např. peprmintový nebo pomerančový [2]. Dále se mohou přidávat i látky jako fluor nebo látky s antimikrobiálním účinkem [4]. Způsob tvarování žvýkací gumy je různý nejčastěji extruzí a povrch bývá upraven dražováním [2].

2.2.1.3 Kandyty

Kandyty jsou nečokoládové cukrovinky se sklovitým vzhledem, tvrdé konzistence a různých tvarů. Mohou být různě zbarvené, bez náplně nebo i s náplní [2], [4]. Vyrábějí se podobně jako želé cukrovinky, ale bez přídavku želírujících látek. Základem je kandytová hmota, což je amorfní cukerná hmota s velmi nízkým obsahem vody. Získává se odpařením cukrosirupového roztoku (o obsahu vody 20 %) na cca 3 %. Proces odpaření se provádí tak, aby nedošlo k vykrystalizování sacharózy dříve, než hmota ztuhne ochlazením. Během chlazení se přidávají kyseliny, aromata nebo barviva podle typu kandytové cukrovinky [2].

Kandytová hmota o teplotě cca 60 °C se zpracovává řezáním nebo litím. Kandyty s nejnižším obsahem vody (kolem 1 %) jsou řezané a patří sem dropsy a furé, což jsou plněné cukrovinky. Hotové cukrovinky se chladí pomocí suchého vzduchu na teplotu 35–40 °C.

Naproti tomu lité kandyty obsahují až 3 % vlhkosti. Hmota se lije do formiček a hned po ztuhnutí jsou cukrovinky baleny [2].

2.2.1.4 Karamely

Karamely mají na rozdíl od kandytů měkčí konzistenci, vyznačují se elasticitou, která jim dodává „žvýkavý“ charakter. Při výrobě se navíc používá kondenzované mléko, máslo a další suroviny, což jim dává matný vzhled [2], [4]. Odpařování karamelů se provádí do teploty 137 °C, takže jejich podíl vlhkosti je vyšší (cca 4–7 %). Varný poměr je 100:100 [2].

Důležitou složkou karamelových hmot je tuk, který je podle druhu cukrovinky obsažen v rozmezí 4–20 %. Pokud se využívá nedostatečné množství kondenzovaného plnotučného mléka, je za potřebí emulgátorů, které napomáhají smíchání tuku s ostatními surovinami. Nejčastějšími emulgátory jsou lecitin nebo glycerylmonostearát [2].

Barviva a příchutě se přidávají během varu, a poté se chladí a tvarují do příslušných tvarů [4]. Nejčastější chuťové přísady jsou: vanilin, káva, ovocné výtažky apod.

Karamely se rozdělují na toffee, butter scotch (nejsou vyráběny v České republice) a fudge, což jsou kombinace karamelu a fondánu. Dále se vyrábějí i šlehané karamely, které mívají ovocné příchutě [2].

Fudge karamelky mívají vykrystalizovanou strukturu, která jim přispívá ke správné konzistenci. Změnou poměru sacharózy a kukuřičného sirupu dojde ke zvýšení množství krystalů až na 25–30 %, což může zlepšit chuť a strukturu karamelek [9].

2.2.1.5 Šlehané cukrovinky

Do této skupiny patří marshmallow a francouzský nugát. Základem hmoty je pěna vznikající vyšleháním cukerného roztoku za přídavku pěnotvorného činidla. Pěna má za účel „zlehčit" cukrovinku, snížit její hmotnost, zvýšit objem a zlepšit strukturu. Stabilizátory pěny jsou pěnotvorná činidla, nejčastější bílkovinné povahy [2].

Šlehání probíhá ve šlehačích, kdy po uvolnění tlaku vzduch v pěně expanduje a tím bubliny zvětší svůj objem. Při výrobě se postupuje dvojím způsobem: jednostupňovým a dvoustupňovým. Při jednostupňovém se téměř všechny suroviny v rozpuštěném stavu šlehají současně. Toho se využívá u šlehaných hmot s obsahem vlhkosti 25 až 35 %, např. marshmallow. Dvoustupňový postup se využívá u hmot s nízkým obsahem vody (např. francouzský nugát). Francouzský nugát bývá nejčastěji z medu, cukru, vaječného bílku a ořechů. Nejprve se vyšlehá tuhá pěna, do které se za tepla vmíchává roztok ostatních surovin, tzv. násada [2].

2.2.2 Cukrovinky s vykrystalizovanou sacharózou

Krystalické cukrovinky mají velmi jemnou strukturu, podle které dostal název i nejtypičtější zástupce této skupiny, fondán (z francouzštiny sucre fondant – rozplývající se cukr) [4].

2.2.2.1 Fondán

Fondán se využívá jako potahovací hmota, poleva nebo náplň čokoládových i nečokoládových cukrovinek [10]. Do některých cukrovinek jako jsou např. fudge karamelky se přidává pro lepší texturu [11].

Základními surovinami pro výrobu fondánu jsou opět sacharóza, škrobový sirup a voda, avšak v jiném poměru. Vyrobená fondánová hmota mívá obvykle 9–14 % vody, 65–80 % sacharózy a 10–20 % ostatních cukerných látek [1]. Na začátku se vytvoří fondánový roztok, kdy hmotnostní poměr sacharózy a škrobového sirupu je 100:15 až 20. Ten se zahřívá na 120 °C. Přesycený roztok se částečně ochladí a rušenou krystalizací neboli tabulírováním vznikne fondánová hmota o teplotě 60–65 °C. Tabulírování spočívá ve spontánní krystalizaci, která probíhá při teplotě 41–44 °C. Hotová fondánová hmota se plní do přepravních nádob pro náplň do cukrovinek nebo se z ní připravují vložky do máčených cukrovinek, které se tvarují litím do škrobových forem [2], [4].

Fondánové cukrovinky se upravují tzv. mokrým kandýrováním. Principem je namočení fondánových vložek do přesyceného roztoku sacharózy, která na povrchu vykrystalizuje a vytvoří tenkou vrstvu. Funkce této vrstvy je ochranná a zároveň dodává cukrovinkám třpytivý lesk [2].

2.2.2.2 Komprimáty

Komprimáty jsou cukrovinky, které se vyrábějí lisováním ochucených a obarvených práškovitých směsí do rozmanitých a většinou drobných tvarů. Hlavní surovinou při jejich výrobě bývá převážně sacharóza, při výrobě „zdravotních“ komprimátů bývá sacharóza částečně nahrazena glukózou [2], [4].

Připravená směs obsahuje cca 3 % vody, ale konečný produkt nesmí obsahovat více jak 0,5 % vody. Přebytečná voda se proto odstraňuje sušením [2]. K lisování se využívají rotační lisy a hotové komprimáty se dále balí do sáčků, roliček atd. [2], [4].

2.2.2.3 Marcipán

V tradiční výrobě se marcipán vyrábí z pařených a oloupaných sladkých mandlí, které se podrtí s méně než 35 % sacharózy [12]. Takto získaný marcipán je homogenní viskózní hmota s měkkou nebo jen mírně drobivou konzistencí [2].

Mandle se nejprve namáčí v teplé vodě (60 °C), aby se slupky lépe oddělily, poté se smíchají s cukrem a podrtí. Poté se zbavuje přebytečné vlhkosti restováním v kotlích při teplotě 85 až 92 °C. Odpařením 5–6 % vody se dosáhne požadované konzistence. Takto připravená hmota se smíchává s práškovým cukrem, škrobovým sirupem nebo fondánem v hnětacích strojích. Navíc se přidávají barviva, aromatické látky a konzervační činidla [2], [4].

Mandle obsahující kyanogenní glykosidy jsou po spaření a oloupání zbavovány hořkosti vyluhováním pod tekoucí vodou. Přítomný kyanovodík klesne až o 80 % během 24 hodin [12].

Typem marcipánu je tzv. persipán, který je vyráběn z jader meruněk, broskví nebo z hořkých mandlí [4], [11].

2.2.2.4 Další druhy cukrovinek

Likérové cukrovinky jsou výrobky, které jsou naplněny pravou lihovinou nebo alkoholem s příslušnou trestí. Cukerná skořápka se upravuje povrchově dražováním, máčením nebo kandýrováním. Ochucený cukerný roztok zvaný „likér“ se lije do škrobových forem a vlivem ochlazení se vytvoří krystalická krusta [2].

Lékořicové cukrovinky obsahují výtažek z kořene Succus liquiritiace, běžně známý jako lékořice. Nejvýraznější složkou je glycirrhizin, který je velmi sladký a mírní dráždivost ke kašli [2]. Lékořicový extrakt se často míchá s anýzovým, mentolovým nebo vavřínovým olejem [13].

Nugáty jsou jemně třené tukové hmoty, které jsou složeny především z cukru, tuku a pražených mandlí nebo oříšků, která se dají nahradit vlašskými ořechy, sójou, podzemnicí olejnou apod. Jádra se opraží, čímž se získá specifická chuť a aroma, poté se rozdrtí, přidá se cukr a vzniká hmota, která se zjemňuje konšováním. Nugátová hmota se zahušťuje přídavkem kakaového másla [2], [4].

Griliáš je výrobek z karamelizovaného cukru a pražených, loupaných a drcených oříšků, mandlí nebo vlašských ořechů. Existují dva druhy griliáše, tvrdý a měkký. Při výrobě tvrdého se cukr taví za sucha. Pro snadnější míchání jader a tvarování se přidává škrobový sirup, který napomáhá i hnědnutí cukru. U měkkého griliáše se navíc přidává mléko, marcipán a další [2].

Dražé jsou cukrovinky oblých a většinou drobnějších tvarů, které se vytvářejí nanášením cukerné nebo čokoládové vrstvy na různé vložky. Dražování se provádí převalováním vložek v bubnu a nanášením obalových vrstev. Roztok nebo hmota vytvářející polevu vytváří po vysušení nebo ochlazení pevný rovnoměrný povlak na povrchu vložky. Typickým příkladem jsou dražované mandle nebo cukrové dražé s čokoládovou vložkou [2].

2.3 Aromaticky aktivní látky

Senzoricky aktivní látky jsou látky, které můžeme vnímat smysly, tedy čichem, zrakem, chutí a často také hmatem. Lze je rozdělit do několika kategorií z nichž nejvýznamnější jsou látky vonné, chuťové, barviva a látky ovlivňující vzhled a fyzikální vlastnosti potravin [14].

Proto jsou vůně, chuť, barva a textura důležitými organoleptickými vlastnostmi potravin, které pro konzumenta mají často větší význam, než důležitější atributy jako např. vitaminy. Z tohoto důvodu se potraviny aromatizují, ochucují, barví a upravuje se jejich textura. Podle původu lze rozlišit dvě základní skupiny senzoricky aktivních látek. Primární senzoricky aktivní látky jsou v potravinách, resp. v použitých přírodních surovinách, již přítomny jako produkty sekundárního metabolismu. Kvalita a kvantita záleží na genetických dispozicích daného organismu. Sekundární senzoricky aktivní látky jsou v potravinách vázané v senzoricky inaktivní formě jako glykosidy nebo estery. Senzoricky aktivními se stávají při působení enzymů. Dále mohou vznikat při skladování či zpracování potravin jako produkty enzymových a neenzymových reakcí bílkovin, sacharidů, lipidů nebo dalších chemických látek [14].

Výsledný vjem vůně, chuti a barvy potravin bývá jen výjimečně určován přítomnosti jedné látky, obvykle se jedná spíše o směsi několika sloučenin. Aromatické látky jsou látky působící na čichové a chuťové receptory, ovlivňují tedy chuť a vůni dané potraviny. V potravinách bývá běžně až několik set různých vonných sloučenin, přičemž na charakteristické vůni se řada z nich nepodílí. Příkladem může být vůně pomerančů nebo pražené kávy, která je výsledným vjemem několika různých sloučenin. Výjimečně u některých potravin lze typickou vůni spojovat s vůní jedné nebo několika málo sloučenin, jde o tzv. klíčové složky vůně, příkladem takovýchto vůní může být vůně anýzu tvořená anetolem anebo skořice tvořená cinnamaldehydem [14].

2.3.1 Aromatické (vonné) a chuťové látky v cukrovinkách

Vůně potravin je velmi často komplexním vjemem vyvolaným velkým počtem vonných látek [14]. Mnohé vonné látky mají schopnost vzájemně reagovat za vzniku senzorických změn. Tyto reakce urychluje teplo, vzdušný kyslík, vlhkost a některé kovy, z tohoto důvodu se aromata a chuťové látky přidávají do cukrovinek až těsně před tvarováním či litím do forem [2]. Požadavky na látky určené k aromatizaci upravuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1334/2008 [15].

Cukrovinky obsahující více jak 10 % tuku se s výhodou aromatizují olejovými nebo tukovými aromaty. Tuk zčásti působí jako stabilizátor aromat, tudíž při delším zahřátí nedojde ke ztrátám aroma. U cukrovinek s vyšším obsahem vody se aromatizuje vodorozpustnými aromaty. Přídavek aromat a chuťových látek je individuální dle druhu cukrovinky [2]. V následující Tab. 5 jsou zobrazeny vonné látky nacházející se v cukrovinkách.

Tab. 5 Přehled hlavních skupin vonných látek nacházejících se v cukrovinkách [14]

Skupina		**Příklad látky**
Uhlovodíky	Terpenové uhlovodíky	limonen
	Karboxylové kyseliny	p-cymen
Alkoholy	Terpenové alkoholy	linalool
	Aromatické alkoholy	cinnamylalkohol
		ethanol
	Nenasycené alkoholy	cis-3-hexen-1-ol
Ethery		anethol
Aldehydy		hexanal
	Terpenové aldehydy	geranial
	Aromatické aldehydy	benzaldehyd
Ketony	Alifatické ketony	2-heptanon
	Terpenové ketony	karvon
	Aromatické ketony	anisketon
Karboxylové kyseliny	Alifatické hydroxykyseliny	kyselina citronová
	Aromatické kyseliny	kyselina skořicová
Funkční deriváty kyselin	Laktony	kumarin
	Estery	amylacetát
Fenoly		eugenol
Sirné sloučeniny	Thioly	p-menth-1-en-8-thiol
Heterocyklické sloučeniny	Furany	4-hydroy-5-methyl-3(2H)-furanon

Podnětem pro podráždění chuťových receptorů jsou tzv. chuťové látky. Obvykle jde o polární, ve vodě rozpustné a netěkavé látky. Výsledný vjem je kombinací čtyř základních chutí: sladké, slané, kyselé a hořké. Další vjemy, resp. chuti, které jsou vnímány jsou trpké, pálivé a umami. Intenzita chuti je dána prahovou hodnotou, která udává nejnižší detekovatelnou koncentraci látky v roztoku vyvolávající daný vjem [14].

Sladké látky jsou běžně spojeny s chutí cukrů. Všechny sladké látky se liší v kvalitě a intenzitě sladké chuti. Můžeme je rozdělit podle původu, výživové hodnoty nebo zdravotního hlediska. Typickým příkladem sladkých látek je sacharóza, která má plnou a přijatelnou chuť i při vyšších koncentracích. Dalšími látkami jsou např. fruktóza nebo xylitol [14].

Kvalita slané chuti se u různých látek liší. Čistě slanou chuť má pouze chlorid sodný. Sůl se přidává z různých důvodů, může sloužit ke konzervaci, úpravě technologických podmínek, a hlavně k dosažení žádoucích organoleptických vlastností [14]. Typicky slanou cukrovinkou je slaný karamel [16].

Kyselá chuť je stimulována slabými kyselinami přítomnými v potravinách. Kyseliny se přidávají nejen pro zlepšení chuti, ale také ke snížení pH, a tedy k inhibici růstu nežádoucích mikroorganismů [17]. Nejčastěji užívané kyseliny jsou citronová a jablečná [14].

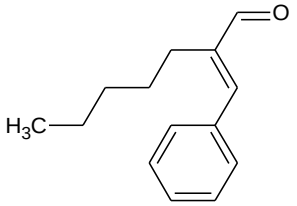
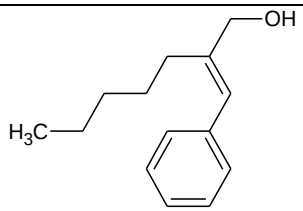
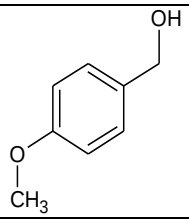
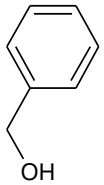
Hořké látky se klasifikují jako látky, které jsou charakteristickými přirozenými složkami určitých potravin, vznikají při zpracování a skladování, v důsledku kontaminace nebo byly

záměrně přidány [14]. U některých potravin je hořkost žádoucí, jsou to např. grapefruity, kde hořkou chuť způsobuje látka zvaná naringin [14], [17].

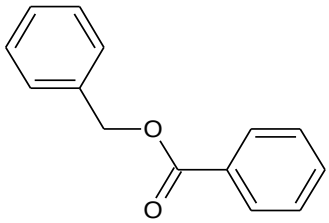
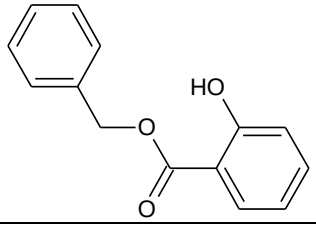
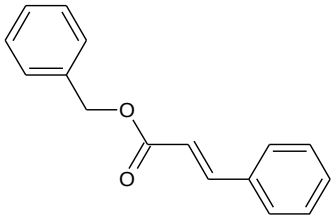
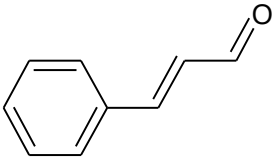
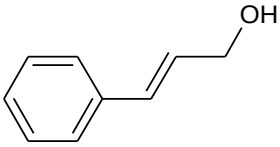
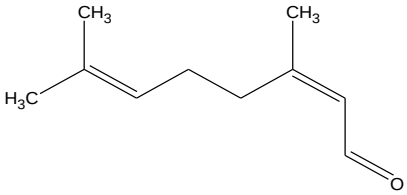
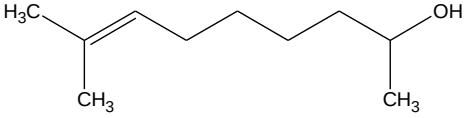
2.3.2 Alergenní vonné látky

Přítomnost alergenních vonných látek v potravinách není dosud legislativou upravována. V kosmetických prostředcích však tyto látky upravuje Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/15/ES (viz Tab. 6). Dle tohoto nařízení je výrobce povinen přítomnost uvedených alergenních vonných látek v produktu označit, jestliže je překročena hranice 0,01 % v prostředcích, které se oplachují a 0,001 % pro výrobky, které se neoplachují [18]. Jediná látka z níže uvedených, která má limitované množství v potravinářském průmyslu, je kumarin, který nesmí být přidáván do potravin jako takový [15].

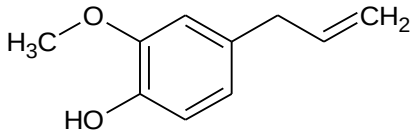
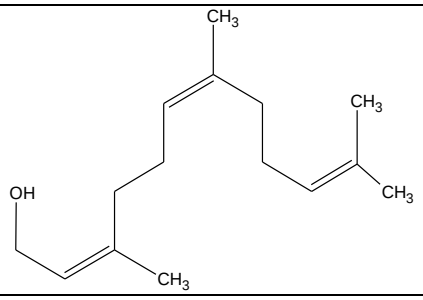
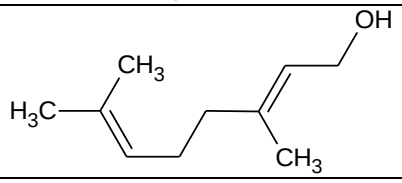
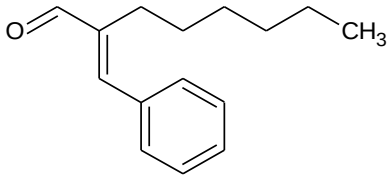
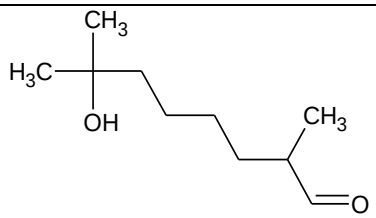
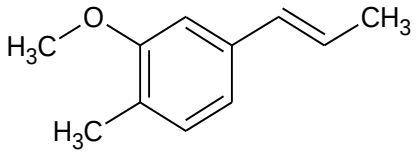
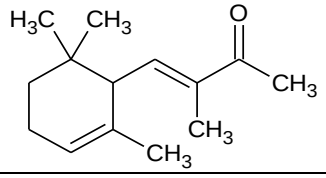
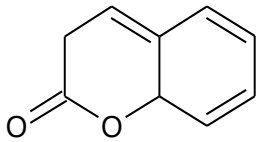
Tab. 6 Alergenní vonné látky [18-26]

Název a CAS číslo	Vlastnosti a použití	Struktura
Amylcinnamal [122-40-7]	Aromatická látka s vůní jasmínu. Použití v kosmetice, potravinářství, čistících prostředcích.	
Amylcinnamylalkohol [101-85-9]	Syntetická látka s ovocnou vůní broskví, banánů, hrušek a jasmínovou chutí. Použití v kosmetice a potravinářství.	
Anýzalkohol [105-13-5]	Přirozeně se vyskytující látka, např. v anýzu. Použití v kosmetice a potravinářství.	
Benzylalkohol [100-51-6]	Pevná látka s nasládlou mandlovo-ovocnou vůní. Použití v kosmetice, ke konzervaci léčiv, potravinářství.	

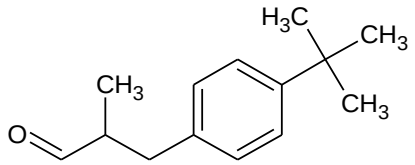
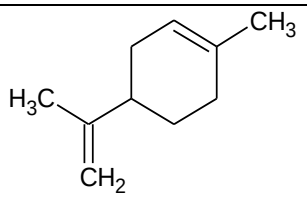
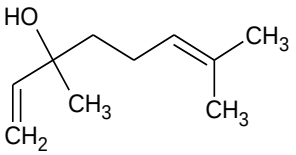
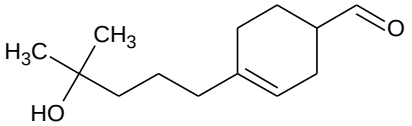
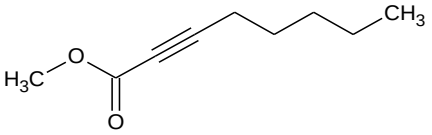
Tab. 6 Alergenní vonné látky – pokračování [18-26]

Název a CAS číslo	**Vlastnosti a použití**	**Struktura**
Benzyl ester kyseliny benzoové [120-51-4]	Bezbarvé krystaly nebo viskózní kapalina. Příjemná aromatická vůně. Použití v kosmetice, potravinářství, průmyslu.	
Benzyl ester kyseliny salicylové [118-58-1]	Organické rozpouštědlo příjemné vůně s funkcí slunečního filtru. Použití v kosmetice a potravinářství.	
Benzyl ester kyseliny skořicové [103-41-3]	Vonná látka sladké vůně květů a plodů třešní. Použití v kosmetice a potravinářství.	
Cinnamal [104-55-2]	Běžná aromatická látka, součástí mnoha éterických olejů. Použití v kosmetice, čistících prostředcích a potravinářství.	
Cinnamylalkohol [104-54-1]	Pevná látka s květinovou až skořicovou vůní a hořkou chutí. Použití v kosmetice a potravinářství.	
Citral [104-54-1]	Olejovitá tekutina citronové vůně a nahořklé chuti. Použití v kosmetice, potravinářství, v prostředích ke korekci zápachu a insekticidech.	
Citronellol [106-22-9]	Součástí rostlinných olejů, černého čaje a několika druhů ovoce. Použití v kosmetice, rostlinných olejích, potravinářství, insekticidech a pesticidech.	

Tab. 6 Alergenní vonné látky – pokračování [18-26]

Název a CAS číslo	**Vlastnosti a použití**	**Struktura**
Eugenol [97-53-0]	Bezbarvá kapalina vonící hřebíčkem a karafiátem. Používá se v kosmetice, stomatologii a potravinářství.	
Farnesol [4602-84-0]	Bezbarvá tekutina se sladkou květinovou vůní, jde o přírodní rostlinný metabolit. Použití v kosmetice, cigaretách a insekticidech.	
Geraniol [106-24-1]	Jedna z nejčastěji používaných aromatických látek s vůní růží. Použití v kosmetice a léčivech.	
Hexylcinnamal [101-86-0]	Čirá žlutá tekutina s jemnou jasmínovou vůní. Použití v kosmetice a čistících prostředcích.	
Hydroxycitronellal [107-75-5]	Silně aromatická syntetická látka, součástí vůně „lípy“ nebo „konvalinky.“ Použití v kosmetice, čistících prostředcích aj.	
Isoeugenol [97-54-1]	Bezbarvá až nažloutlá viskózní kapalina s nežnou karafiátovou vůní. Použití v dentálních materiálech a potravinářství.	
Isomethyljonon [127-51-5]	Synteticky vyrobená látka květinového typu. Použití v parfumérii.	
Kumarin [91-64-5]	Bezbarvé krystalky s vůní vanilky. Použití ve farmakologii a potravinářství.	

Tab. 6 Alergenní vonné látky – pokračování [18-26]

Název a CAS číslo	Vlastnosti a použití	Struktura
Lilial [80-54-6]	Bezbarvá nebo nažloutlá kapalina s jemnou květinovou vůní. Použití v parfumérii a čistících prostředcích.	
Limonen [5989-27-5]	Bezbarvá kapalina se svěží citrusovou vůní. Použití v kosmetice a potravinářství.	
Linalool [78-70-6]	Bezbarvá kapaliny květinové vůně připomínající konvalinky, přítomná v některých ovocích. Použití v kosmetice.	
Lyral [31906-04-4]	Bezbarvá olejovitá tekutina se sladkou květinovou vůní lilií. Použití v kosmetice.	
Methyl-2-oktát [111-12-6]	Synteticky vyrobená látka, v přírodě se volně nevyskytující. Použití v kosmetice.	
Výtažek z větvičníku slívového [90028-68-5]	Přírodní extrakt používaný v kosmetice a parfumérii.	–
Výtažek z terčovky otrubičnaté [90028-67-4]	Přírodní extrakt konzistence pasty s vůní připomínající dřevo nebo mořské chaluhy. Použití v kosmetice a parfumerii.	–

2.4 Použité metody a instrumentální techniky

2.4.1 Mikroextrakce pevnou fází

Mikroextrakce pevnou fází (SPME) je jednoduchá snadno automatizovaná a nákladově efektivní metoda s vysokou citlivostí bez použití rozpouštědla [27]. Jde o preparativní metodu využívanou pro sběr vzorků, extrakci, zakoncentrování a izolaci látek z jednoduchých matric a zároveň lze extrahovat látky z plynných, kapalných nebo pevných vzorků [28]. Je použitelná pro analýzu vzorků životního prostředí, potravin, aromatických látek, kovů, forenzních a farmaceutických vzorků [29].

Princip spočívá v sorpci složky vzorku na stacionární fázi pokrývající křemenné vlákno, které se nachází uvnitř kovové jehly. Kovová jehla má ochrannou funkci a zároveň zprostředkuje propíchnutí septa vialky. Sorbent je nanesen na krátkém úseku povrchu vlákna ve formě tenkého filmu. Odběr vzorku se provádí zasunutím vlákna do kapalného vzorku, při sorpci těkavých látek se kapilára drží nad hladinou vzorku až do ustálení sorpční rovnováhy. K tepelné desorpci analytu do proudu nosného plynu dochází v injektoru plynového chromatografu a následuje separace na analytické koloně [30].

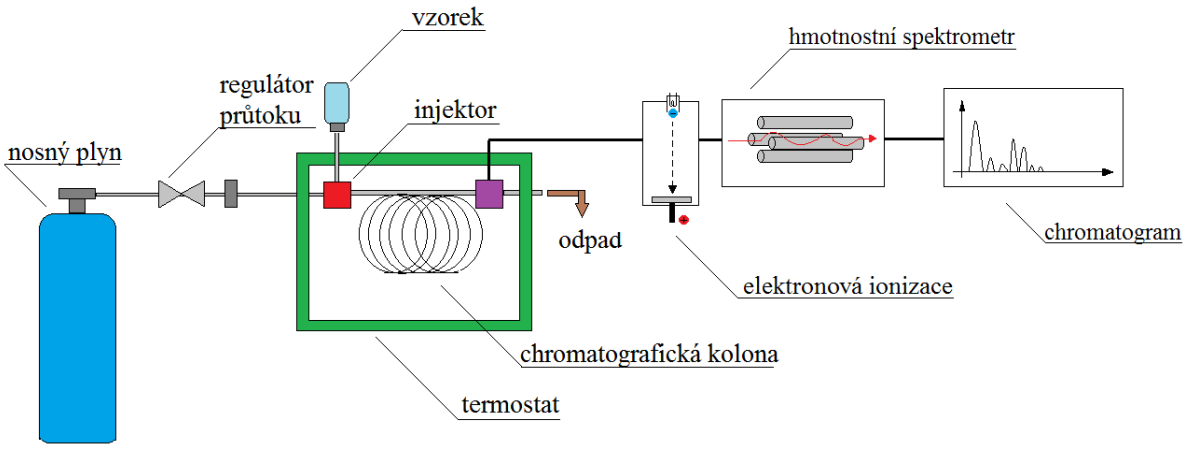
2.4.2 Plynová chromatografie s hmotnostní detekcí

Plynová chromatografie je metoda dělení směsi látek o rozdílném bodu varu a rozdělovacím koeficientu [31]. Složky jsou děleny v plynné fázi, musí být tedy vypařovány, přičemž se nesmí rozkládat [30]. Separace látek probíhá v koloně, která obsahuje stacionární (nepohyblivou) fázi (sorbent), mobilní (pohyblivá) fáze (nosný plyn) prochází kolonou. Rozdílné analyty vykazují různou afinitu k jednotlivým fázím a jsou jinak zadržovány a zpožďovány [31].

Pro identifikaci a stanovení jednotlivých složek, lze použít různé detektory, např. fotoionizační detektor nebo hmotnostní spektrometr. Hmotnostní spektrometr je umístěn na konci chromatografické kolony (Obr. 1) a umožňuje snímat hmotnostní spektrum analyzované látky, případně měří hmotnost atomů nebo molekul v ionizovaném stavu [30].

Principem měření je rozdělení vzorku na jednotlivé složky pomocí plynového chromatografu. Rozdělené čisté látky poté vystupují z kolony a spolu s nosným plynem vchází do hmotnostního spektrometru. V iontovém zdroji dojde k přeměně látek do ionizovaného stavu a vznikají tak pozitivně nabité ionty, které se vychylují v elektrickém a magnetickém poli ze své dráhy v závislosti na své hmotnosti a elektrickém náboji. Ziskem je čárové hmotnostní spektrum, ze kterého lze na základě výšky spektrální čáry usuzovat na kvantitu a z polohy čar na kvalitu analyzované látky [30].

Spojení plynové chromatografie s hmotnostní detekcí je v současnosti nezbytnou součástí analýz v průmyslu aromat a vůní, bezpečnosti potravin, ale i v dalších oblastech jako je ekologie, forenzní vědy, zdravotní péče, lékařský a biologický výzkumu, zdraví a bezpečnost [30]. Spojení těchto dvou technik umožňuje vysokou citlivost, selektivitu analýzy, rychlejší sběr dat a snadné použití [30], [32].



Obr. 1 Schéma plynového chromatografu s hmotnostní detekcí

2.4.3 Senzorická analýza

Senzorická analýza je analytická metoda, při níž se tzv. senzorické (organoleptické) vlastnosti stanoví pomocí lidských smyslů – čich, chuť, hmat, zrak a sluch [33]. Vhodně zvolené testy a podmínky pro senzorickou analýzu umožňují konkrétní pohled na produkt a spotřebitele [34]. Získané výsledky poskytují důležité informace o kvalitě a charakteristikách potravin, které mohou být využity pro vývoj nových produktů, porozumění požadavků spotřebitelů, profilování chutí a vůní a kontrolu kvality [33].

Podmínky pro senzorické hodnocení se volí takové, aby se co nejvíce odstranily rušivé vlivy a zlepšila se tak přesnost stanovení pro zisk objektivních a vzájemně srovnatelných výsledků. Vzorky předkládané hodnotiteli je třeba upravit tak, aby hodnotitel nebyl informován o skutečnosti, které by mohly ovlivnit výsledek např. oblíbená značka [35].

Často používanou metodou pro senzorickou analýzu je stupnicová metoda. V praxi existují čtyři základní typy stupnic – nominální, ordinální, intervalová a poměrová. Každá ze stupnic je vhodná pro jiný účel. Nejběžněji užívanou je ordinální stupnice, kde se intenzita, kvalita nebo příjemnost určité vlastnosti mění daným směrem, ale velikost intervalů není přesně kvantifikována. V této práci byla použita grafická stupnice, která umožňuje citlivější dělení [35]. Při samotném hodnocení vzorků dostane posuzovatel protokol s uvedenými senzorickými znaky, přičemž každý vzorek se hodnotí na zvláštní stupnici [36].

Pro stanovení vjemu se využívá doplňkové metody, která spočívá ve vyjádření názoru slovním popisem. Jemné rozdíly v charakteru chuti a vůně jsou často hodnoceny profilovými metodami. Posuzovatel si rozdělí celkový vjem chuti nebo vůně na dílčí části a určuje jejich intenzitu. Pro znázornění jsou opět používány grafické nebo ordinální kategorové stupnice [35].

2.5 Přehled publikací v oblasti želé cukrovinek

Česká literatura neobsahuje příliš zdrojů zabývajících se želé cukrovinkami, většinou jde pouze o vybrané kapitoly. Monografii zabývající se technologií nečokoládových cukrovinek napsala Čopíková [2]. Drdák a kol. [4] sepsali monografii zabývající se stejnou problematikou, avšak ne v tak rozsáhlém měřítku. Zbytek literatury zde volně dostupné obsahuje pouze informace o jednotlivých surovinách pro výrobu želé cukrovinek, např. želatina [6].

Výzkum v oblasti želé cukrovinek je různorodý. Nejčastěji jde o náhradu cukru za zdravější varianty kvůli zdravotním problémům souvisejícím se zvýšeným příjmem cukru, např. obezita. Jednou z možností, jak nahradit cukr je med, který obsahuje velké množství bioaktivních sloučenin, a dodává tak cukrovinkám antioxidační, antimikrobiální, protizánětlivé a protirakovinné vlastnosti [39]. Náhradou cukru medem dojde zároveň ke snížení vysokého glykemického indexu, který způsobuje právě cukr [40]. Cílem je vytvořit nutričně hodnotnou cukrovinku, která by měla menší negativní dopady na zdraví člověka a zároveň si zachovala svoji chutnost [39], [40]. Zároveň je i snaha o minimalizaci použití aditiv, jako jsou barviva a konzervanty. Vedle medu se uvažuje i o využití propolisu, což je další včelí produkt. Bylo zjištěno, že v kombinaci s medem dochází k zachování vysoké antioxidační aktivity ve výsledném želé bonbonu [40]. Propolis a kyselina citronová v želé bonbonech také fungují jako efektivní antimikrobiální činidlo [40].

Další zajímavou alternativou je náhrada škrobu za inulin. Škrob je levná surovina s dobrými želírujícími vlastnostmi. Do cukrovinek se přidává za účelem zvýšení „žvýkavosti“ a opacity,

ale jde o rozpustnou formu vlákniny. Cílem je snížení energetické hodnoty a zvýšení nutriční hodnoty, kterou poskytuje právě inulin [41].

Aroma je velmi důležitou vlastností určující kvalitu cukrovinek [2]. Pokud však není dobře stabilizováno, dojde k jeho vytěkání a produkt se stane nelákavým pro spotřebitele. Studie Ballen a kol. [42] se proto zabývá zkoumáním, jak rychle dojde ke snížení těkavých látek v želé bonbonech za použití elektronického nosu a několika senzorů [42]. Vliv na těkavé látky mají i želírující látky, pH a cukr [43]. Želírující látky (želatina, pektin a škrob) mají schopnost navázat do své struktury některé těkavé látky, což ovlivňuje uvolnění výsledného aroma a ve výsledku je detekována menší koncentrace aromatických látek [43].

Želé bonbony se musí po vyhotovení nechat sušit po určitou dobu, z důvodu stabilizace a vytvoření žádané textury. Sušení je energeticky náročný proces trvající dlouhou dobu (cca 24–72h a více). Snaha je tuto dobu zkrátit tak, aby výsledný produkt byl stejně kvalitní. Za použití metody, která analyzuje konzistenci želé bonbonů po celý čas sušení, Delgado a Bañon [44] zjistili, že lze snížit dobu sušení o několik hodin [44].

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1 Použité laboratorní vybavení

3.1.1 Přístroje

- Plynový chromatograf Trace™ 1310 se split/splitless injektorem (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA)
- Hmotnostní detektor ISQ™ LT Single Quadrupole (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA)
- Knihovna spekter NIST/EPA/NIH, Verze 2.0 (Gaithersburg, Maryland, USA)
- Předvážky EK-600i, A&D Instruments LTD., Japonsko

3.1.2 Plyny

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

3.1.3 Pracovní pomůcky

- SPME vlákno DVB/CAR/PDMS 50/30 µm, Supelco, Bellefonte, Pennsylvania, USA
- Vialky o objemu 10 ml se šroubovacím magnetickým uzávěrem

3.2 Analyzované vzorky

Celkem bylo analyzováno pět náhodně vybraných vzorků želé cukrovinek tří zahraničních výrobců zakoupených v běžné tržní síti. Analyzované vzorky byly různých příchutí, barev, tvarů, želírujících látek a jeden ze vzorků byl označen jako bioprodukt. Složení jednotlivých vzorků, které deklaruje výrobce na obalech, uvádí Tab. 7. Vzorky byly skladovány v lednici v původních obalech až do doby analýzy. Pro zachování anonymity byly vzorky označeny kódy.

Tab. 7 Složení analyzovaných vzorků želé cukrovinek (deklarováno na obalu)

Kód	Složení
A01 A02 A03	Glukózový sirup; cukr; vepřová želatina; kyseliny: kyselina citrónová, kyselina mléčná; želírující látka: pektiny; aromata; potravinová barviva (kurkuma, ředkvičky, červené hrozny, třešeň, světlice barvířská); barvivo: rostlinná uhlíková čerň, košenila, brilantní modř FCF; palmový olej; leštící látky: včelí vosk, bílý a žlutý karnaubský vosk
B01	Glukózový sirup; řepný cukr; modifikovaný škrob; želírovací látka: karagenan; okyselující látka: kyselina citrónová; regulátor kyselosti: citronan sodný; přírodní aroma; barvící ovocné koncentráty (jablko, černý rybíz); barvivo: paprikový extrakt
C01	Glukózový sirup; řepný cukr; želírující látka: pektin; regulátory kyselosti: vinan sodný, vinan draselný; zázvorový prášek 0,9 %; leštící látka: karnaubský vosk

3.3 Metoda HS-SPME-GC-MS

Aromatický profil jednotlivých vzorků byl stanoven pomocí metody plynové chromatografie s hmotnostní detekcí ve spojení s mikroextrakcí tuhou fází (HS-SPME-GC-MS). Před analýzou byly vzorky rozkrájeny nožem na menší kousky a umístěny na dno skleněných vialek tak, aby nedošlo ke kontaktu s SPME vláknem. Navážka pro jednu analýzu činila 3 g.

3.3.1 Podmínky SPME extrakce

- Doba inkubace (temperování) 10 minut
- Doba extrakce 20 minut
- Teplota extrakce a inkubace (teplota agitátoru) 40 °C
- Agitátor zapnutý 5 sekund, vypnutý 60 sekund
- Množství vzorku 3,00 g
- Hloubka ponoření vlákna do vialky 20 mm

3.3.2 Podmínky GC-MS analýzy

- Kapilární kolona TG-WaxMS (30 m x 0,25 mm x 0,5 μm)
- Teplota injektoru (desorpce) 240 °C
- Doba desorpce 20 minut
- Dávkování splitless, ventil uzavřen 10 minut
- Hloubka ponoření vlákna do injektoru 40 mm
- Nosný plyn helium, průtok 1 ml · min^{-1}
- 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 módu 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 těkavých látek ve vzorcích

Identifikace byla provedena na základě srovnání hmotnostních spekter s dostupnou knihovnou spekter pomocí programu Xcalibur 2.2. Obsah identifikovaných sloučenin je vyjádřen semikvantitativně za použití ploch příslušných píků na chromatogramu.

3.4 Senzorická analýza

Pro senzorickou analýzu byly použity stejné vzorky jako pro stanovení aromaticky aktivních látek. Senzorické hodnocení bylo provedeno až po instrumentální analýze.

Jednotlivé vzorky byly rozděleny do kelímků s příslušným kódem. Hodnotitelé pocházeli z řad zaměstnanců a studentů Fakulty chemické VUT. Celkem hodnotilo 20 posuzovatelů.

Hodnotilo se pomocí grafických stupnic a profilového testu. Za úkol bylo zhodnotit konzistenci, chuť, vůni a celkovou přijatelnost vzorků. Při hodnocení chuti a vůně byla zvlášť posuzována intenzita a příjemnost. V profilovém testu určovali hodnotitelé intenzitu chuti vzorků pomocí vybraných deskriptorů chuti – sladká, kyselá, umělá. Parametry chuti, vůně a celkového dojmu byly navíc hodnoceny slovním popisem. Použitý protokol pro senzorickou analýzu je uveden v příloze 1.

3.5 Statistické zpracování výsledků

Získaná data byla pracována a vyhodnocena pomocí programu Microsoft Office Excel 2016. Výsledky z měření těkavých látek jsou vyjádřeny graficky jako „relativní obsah," tj. procento z celkové plochy všech píků na chromatogramu. Každý vzorek byl proměřen třikrát (n = 3).

Výsledky senzorické analýzy jsou vyjádřeny graficky jako průměr hodnocení všech hodnotitelů (počet hodnotitelů n = 20), chybové úsečky vyjadřuj směrodatnou odchylku měření.

4 VÝSLEDKY A DISKUZE

Tato práce se zabývá porovnáním profilu těkavých látek vybraných druhů nečokoládových cukrovinek zakoupených v běžné tržní síti. Zároveň byla hodnocena jejich senzorická kvalita se zaměřením především na chuť a vůni (flavour). Bylo vybráno pět vzorků cukrovinek typu želé od tří různých výrobců. Vzorky se lišily příchutí, barvou a želírující látkou.

Pro identifikaci a semikvantifikaci těkavých látek byla použita metoda HS-SPME-GC-MS (viz kapitola 3.3). Senzorická kvalita byla hodnocena pomocí grafických stupnic a profilového testu (viz kapitola 3.5).

Cílem bylo porovnat rozdíly v senzorické kvalitě a profilu těkavých látek jednotlivých vzorků – různých příchutí a výrobců.

4.1 Identifikace těkavých (aromaticky aktivních) látek ve vzorcích

Identifikace těkavých látek byla provedena na základě srovnání hmotnostních spekter s dostupnou knihovnou spekter. Získané chromatogramy jsou uvedeny v přílohách 2–6. V Tab. 8 je uveden přehled všech těkavých látek identifikovaných ve všech vzorcích. Kvůli mírným odchylkám je v tabulce uveden průměr retenčního času dané látky ze všech měření. Celkem bylo ve všech vzorcích identifikováno 134 těkavých látek. Symbol ✓ označuje přítomnost dané látky ve vzorku. Potenciálně alergenní látky jsou v tabulce vyznačeny tučným písmem.

V tabulce je dále uveden FEMA profil, který přirovnává vůni látek k objektům, které jsou více známé. Tyto látky byly tedy již dříve prokázány jako aromaticky aktivní (vonné). Zkratkou FEMA (Flavours and Exracts Manufacturers Associations) je označována Asociace výrobců aromat a extraktů v USA, kteří zajišťují bezpečnou dodávku aromat.

Tab. 8 Přehled identifikovaných těkavých látek ve vzorcích

Název sloučeniny	t_R [min]	Skupina	A01	A02	A03	B01	C01	FEMA	Reference
ethylacetát	3,44	ester	✓	✓	✓	✓		aromatické, brandy, hroznové víno	[37]
methanol	3,55	alkohol					✓	–	[37]
2-propanol	3,98	alkohol					✓	květinové	[37]
ethanol	4,13	alkohol	✓		✓	✓		–	[37]
1,3-dioxan	4,51	ostatní			✓			–	[37]
2-pentanon	4,93	keton					✓	ovoce, štiplavé	[37]
ethylbutyrát	6,06	ester	✓	✓	✓			jablko, máslo, sýr, ananas, jahody	[37]
ethyl -2-methylbutyrát	6,39	ester		✓	✓			jablko, ester, zelené jablko, kiwi, jahody	[37]
kamfen	6,58	terpen					✓	kafr, olej, teplo, naftalínová kulička	[37]
2,3-pentadion	6,63	keton	✓					–	[37]
ethylisovalerát	6,74	ester		✓	✓			jablko, ovoce, ananas, kyselost	[37]
hexanal	7,16	aldehyd					✓	jablko, tuk, čerstvé, zelená (nezralé), olej	[37]
paraldehyd	7,87	aldehyd			✓	✓		–	[37]
1-methoxy-2-propanol	8,24	ether					✓	–	[37]
isoamylacetát	8,37	ester				✓		jablko, banán, lepidlo, hruška	[37]
butan-1-ol	8,92	alkohol				✓		ovoce	[37]
1-ethoxy-2-propanol	9,34	ether				✓	✓	–	[37]
heptanal	9,79	aldehyd			✓		✓	citrusy, tuk, zelené (nezralé), oříšky	[37]
limonen	10,13	terpen	✓	✓	✓	✓	✓	citrusy, máta	[37]
eukalyptol	10,29	ostatní		✓			✓	kafr, chladivé, eukalyptol, máta	[37]
isopentylalkohol	10,66	alkohol				✓		spálenina, kakao, květinové, slad	[37]
trans-2-hexenal	10,87	aldehyd	✓	✓	✓	✓		–	[37]

Tab. 8 Přehled identifikovaných těkavých látek ve vzorcích – pokračování

Název sloučeniny	t_R [min]	Skupina	A01	A02	A03	B01	C01	FEMA	Reference
ethylhexanoát	11,01	ester	✓	✓	✓			jablečná slupka, brandy, ovoce, guma, přezrálé ovoce, ananas	[37]
γ-terpinen	11,34	terpen	✓	✓	✓			hořké, citrusy	[37]
o-cymen	12,08	terpen		✓			✓	–	[37]
hexylacetát	12,19	ester	✓		✓	✓		jablko, banán, tráva, bylinky, hruška	[37]
3-hydroxy-2-butanon	12,59	keton	✓					máslo, krémové, zelená (nezralé), pepř	[37]
oktanal	12,60	aldehyd		✓			✓	citrusy, tuk, zelená (nezralé), olej, štiplavé	[37]
isoamylisovalerát	12,86	ester			✓	✓		zelená (nezralé)	[37]
acetol	13,06	keton					✓	máslo, bylinky, slad, štiplavý	[37]
2-heptanol	13,27	alkohol					✓	citrusy, hlína, smažené, houby, olej	[37]
cis-3-hexenylacetát	13,31	ester	✓	✓	✓			banán, sladkosti, květinové, zelená (nezralé)	[37]
2-hexen-1-olacetát	13,73	ester	✓					zelená (nezralé)	[37]
trans-hex-4-enylacetát	13,89	ester				✓		–	[37]
6-methyl-5-hepten-2-on	13,91	keton		✓			✓	citrusy, houby, pepř, pryž, jahody	[37]
ethyllaktát	14,06	ester		✓				sýr, květinové, ovoce, pronikavé, pryž	[37]
1-hexanol	14,35	alkohol	✓	✓	✓	✓		banán, květiny, tráva, bylinky	[37]
trans-3-hexen-1-ol	14,52	alkohol	✓	✓				zelená (nezralé)	[37]
cis-3-hexen-1-ol	15,25	alkohol	✓	✓	✓	✓		tráva, zelené ovoce, zelené listy, bylinky, nezralý banán	[37]
nonanal	15,50	aldehyd	✓	✓	✓	✓	✓	tuk, květinové, zelená (nezralé), citron	[37]

Tab. 8 Přehled identifikovaných těkavých látek ve vzorcích – pokračování

Název sloučeniny	t_R [min]	Skupina	A01	A02	A03	B01	C01	FEMA	Reference
trans-2-hexenol	15,64	alkohol	✓	✓	✓			modrý sýr, zelenina	[37]
cis-linalool oxid	16,58	terpenoidy					✓	–	[37]
trans-3-hexenylbutyrát	17,06	ester		✓				–	*
2-methyl-6-hepten-1-ol	17,06	alkohol					✓	–	*
ethyloktanoát	17,10	ester				✓		meruňka, brandy, tuk, květinové, ananas	[37]
kyselina octová	17,21	karboxylová kyselina	✓	✓	✓	✓	✓	kyselé, ovoce, pronikavé, ocet	[37]
furfural	17,41	aldehyd	✓	✓	✓	✓	✓	mandle, pečené brambory, chleba, spálenina, koření	[37]
1-[(1-propoxypropan-2-yl)oxy] propan-2-ylacetát	17,52	ester	✓	✓	✓			–	*
1-ethylpropylacetát	17,72	ester			✓			–	*
PPG-3 methylether	17,63	ether	✓					–	*
2-ethyl-1-hexanol	17,73	alkohol	✓	✓			✓	zelená (nezralé), růže	[37]
2,2,4-trimethyl-1,3-dioxolan	17,84	aldehyd	✓		✓			slané	[37]
menthon	17,99	keton		✓				zelená (nezralé), čerstvé, máta	[37]
dekanal	18,06	aldehyd		✓	✓		✓	květinové, smažené, pomerančová slupka, pronikavé, lůj	[37]
α-angelikalakton	18,26	lakton				✓		–	[37]
kafr	18,63	terpen					✓	máta, chladivé	[37]
2-acetylfuran	18,90	aldehyd				✓	✓	balsamiko, kakao, káva	[37]
1-(2-methoxypropoxy)-2-propanol	19,13	ether	✓			✓		–	*

Tab. 8 Přehled identifikovaných těkavých látek ve vzorcích – pokračování

Název sloučeniny	t_R [min]	Skupina	A01	A02	A03	B01	C01	FEMA	Reference
benzaldehyd	19,19	aldehyd	✓	✓	✓	✓		hořké mandle, spálený cukr, třešně, slad, pražený pepř	[37]
linalool	19,34	terpenoid	✓	✓	✓	✓	✓	koriandr, květinové, levandule, citron, růže	[37]
kyselina propionová	19,40	karboxylová kyselina	✓	✓				tuk, ovoce, štiplavý, siláž, sója	[37]
2-hydroxypropylacetát	19,92	ester	✓	✓	✓			–	
2-formyl-5-methylfuran	20,15	aldehyd					✓	–	[37]
2-undekanon	20,50	keton					✓	čerstvé, zelená (nezralé), pomeranč, růže	[37]
2,3-butandiol	20,98	alkohol				✓		–	[37]
terpinen-4-ol	21,01	alkohol		✓		✓	✓	hlína, mošt, muškátový oříšek, dřevo	[37]
ethyl(2,4-dimethyl-1,3-dioxolan-2-yl)acetát	21,01	ester			✓			ovoce	[37]
4,4-dimethyl-2-buten-4-olid	21,02	keton					✓	–	[37]
methylpropionát	21,36	ester	✓	✓				ovoce, rum	[37]
cyklopent-4-en-1,3-dion	21,61	keton				✓		–	*
kyselina máselná	21,77	karboxylová kyselina	✓	✓	✓	✓		máslo, sýr, kyselé	[37]
amorfa-4,11-dien	21,95	terpen					✓	–	[37]
trans-dihydrokarvon	22,03	terpenoid				✓		–	[37]
isopropylpropionát	22,24	ester		✓				ovoce	[37]
2-furanmethanol	22,31	alkohol	✓	✓	✓	✓	✓	spálenina, karamel, vařené	[37]

Tab. 8 Přehled identifikovaných těkavých látek ve vzorcích – pokračování

Název sloučeniny	t_R [min]	Skupina	A01	A02	A03	B01	C01	FEMA	Reference
α-methylbutanová kyselina	22,40	karboxylová kyselina	✓	✓	✓			máslo, sýr, fermentované, kyselé	[37]
kyselina isovalerová	22,50	karboxylová kyselina					✓	sýr, štiplavé	[37]
butyrolakton	22,80	lakton				✓		karamel, sýr, pražené oříšky	[37]
borneol	22,94	alkohol					✓	kafr, aromatický, zelená (nezralé), lak	[37]
α-terpineol	23,13	alkohol	✓	✓	✓	✓	✓	anýz, čerstvé, máta, olej	[37]
methylisobutyrát	23,08	ester	✓	✓	✓			květiny, ovoce	[37]
α-zingiberen	23,32	ostatní					✓	–	[14]
β-bisabolen	23,46	ostatní					✓	–	[37]
anhydrid kyseliny máselné	23,95	anhydrid		✓	✓			–	[37]
benzylacetát	23,70	ester	✓		✓			ovoce	[37]
citronellol	24,32	terpenoid					✓	citrusy, zelená (nezralé), růže	[37]
β-seskvifellandren	24,46	ostatní					✓	–	[37]
karvon	24,54	terpenoid				✓	✓	bazalka, hořké, kmín, fenykl, máta	[37]
α-kurkumen	24,56	terpen					✓	–	[38]
cis-3-hexenyllaktát	24,62	ester	✓		✓			zelená (nezralé)	[37]
nojigikuacetát	24,70	ester					✓	–	*
p-mentha-1,5-dien-8-ol	24,82	alkohol					✓	–	*
kuminaldehyd	24,96	aldehyd					✓	kyselé, zelená (nezralé), bylinky, ostré	[37]
geranylacetát	25,44	terpenoid				✓		levandule, růže	[37]
β-damascenon	25,59	keton	✓	✓	✓			květinové	[37]
italicene ether	25,61	ether					✓	–	*
anetol	25,92	ostatní					✓	anýz	[37]

Tab. 8 Přehled identifikovaných těkavých látek ve vzorcích – pokračování

Název sloučeniny	t_R [min]	Skupina	A01	A02	A03	B01	C01	FEMA	Reference
1,2-cyklopentandion	26,07	keton				✓		–	*
p-cymen-8-ol	26,27	alkohol					✓	–	[37]
α-jonon	26,35	keton	✓	✓				fialky, dřevo	[37]
2-butoxyethoxyethanol	26,38	ether				✓		–	*
nerol	26,48	terpen				✓		květinové, ovoce	[37]
kyselina hexanová	26,68	karboxylová kyselina	✓	✓	✓	✓	✓	sýr, olej, štiplavé, kyselé	[37]
2-tridekanon	26,69	keton				✓		slané	[37]
diosfenol	26,92	terpen				✓		–	[37]
benzylalkohol	26,95	alkohol	✓	✓	✓		✓	vařené třešně, mech, pečený chleba, růže	[37]
geraniol	26,83	terpenoid				✓	✓	pelargónie, citronová slupka, marakuja, broskev, růže	[37]
fenylethylalkohol	27,68	alkohol	✓	✓	✓		✓	ovoce, med, šeřík, růže, víno	[37]
kyselina heptanová	28,99	karboxylová kyselina					✓	meruňka, květinové, kyselé	[37]
butylhydroxytoluen	29,09	alkohol				✓		opečené cereálie	[37]
γ-oktalakton	29,54	lakton				✓		kokos, ovoce	[37]
furylhydroxymethylketon	29,79	keton					✓	–	*
β-jonon	29,84	keton				✓		květinové, fialky	[37]
nerolidol	30,05	alkohol					✓	linoleum, borovice, jedle	[37]
p-anisalaldehyd	30,54	aldehyd	✓	✓	✓	✓	✓	mandle, anýz, máta	[37]
kyselina oktanová	30,69	karboxylová kyselina	✓	✓	✓		✓	sýr, tuk, tráva, olej	[37]
1,2-diacetin	30,83	ostatní	✓	✓	✓			–	*
methylcinnamát	31,09	ester	✓	✓	✓			balsamiko, jahody	[37]

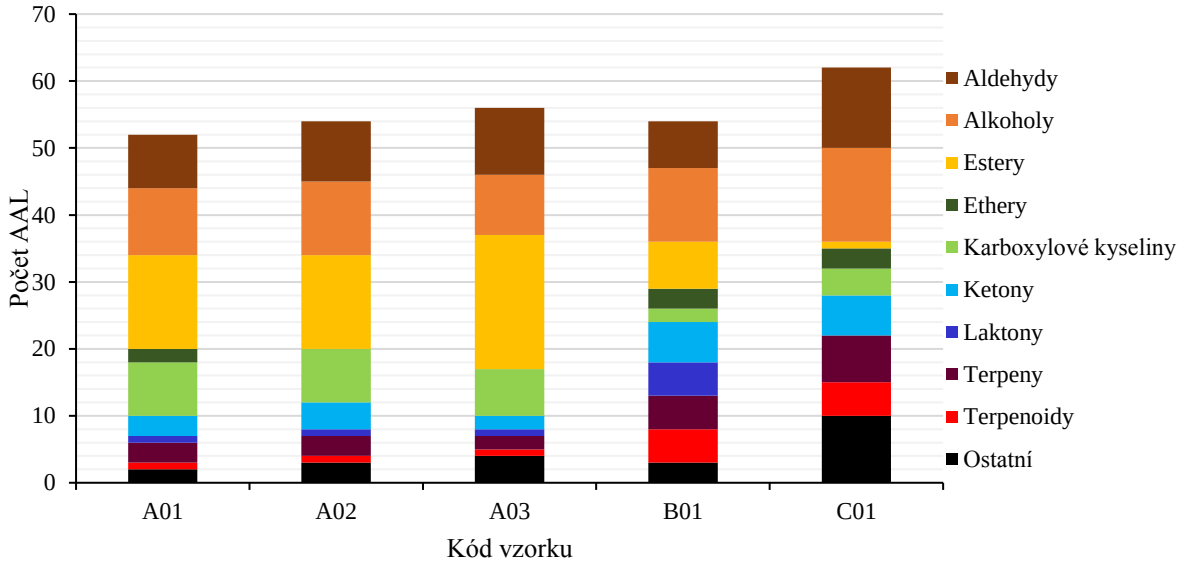
Tab. 8 Přehled identifikovaných těkavých látek ve vzorcích – pokračování

Název sloučeniny	t_R [min]	Skupina	A01	A02	A03	B01	C01	FEMA	Reference
karotol	31,58	terpenoid				✓		–	[37]
eugenol	32,76	ostatní					✓	spálenina, hřebíček, koření	[37]
kyselina nonanová	32,76	karboxylová kyselina	✓	✓	✓			tuk, zelená (nezralá), kyselá	[37]
γ-dekalakton	32,88	lakton	✓	✓	✓	✓		tuk, ovoce, broskev, lakton	[37]
BHT-OH	32,99	keton				✓		–	*
β-eudesmol	33,84	ostatní					✓	–	[37]
piperonal	34,12	aldehyd	✓	✓	✓			anýz	[37]
cyklopropylethylketon	34,40	keton					✓	–	*
kyselina dekanová	34,69	karboxylová kyselina	✓	✓	✓		✓	prach, tuk, tráva	[37]
cedrenol	36,11	ostatní					✓	–	[37]
hexylcinnamal	36,19	aldehyd	✓	✓	✓		✓	květinové	[37]
thymol	35,46	terpen				✓		koření, dřevo	[37]
6-pentyl-5,6-dihydro-2H-pyran-2-on	36,20	keton				✓		broskev	[37]
γ-heptylbutyrolakton	36,59	lakton				✓		meruňky, ovoce	[37]
5-hydroxymethylfurfural	38,86	aldehyd					✓	–	[37]

* - látky, které nebyly nalezeny v literatuře (doposud nebyly prokázány jako aromaticky aktivní)

4.1.1 Srovnání počtu identifikovaných látek ve vzorcích

Srovnání celkového počtu identifikovaných sloučenin ve vzorcích rozdělených podle chemických skupin je uvedeno v grafu 1, podrobnější přehled v Tab. 9.



Graf 1 Celkový počet těkavých látek podle chemických skupin v jednotlivých vzorcích

Tab. 9 Celkový počet těkavých látek podle chemických skupin v jednotlivých vzorcích

	A01	**A02**	**A03**	**B01**	**C01**
aldehydy	8	9	10	7	12
alkoholy	10	11	9	11	14
estery	14	14	20	7	1
ethery	2	0	0	3	3
karboxylové kyseliny	8	8	7	2	4
ketony	3	4	2	6	6
laktony	1	1	1	5	0
terpeny	3	3	2	5	7
terpenoidy	1	1	1	5	5
ostatní	2	3	4	3	10
celkem	52	54	56	54	62

Z grafu i tabulky výše lze pozorovat, že nejvyšší počet aromaticky aktivních látek měl vzorek C01, celkem 62. Zatímco nejméně měl vzorek A01 v počtu 52 látek. Ve vzorcích A02 a A03 se nevyskytovaly ethery a ve vzorku C01 nebyl přítomen žádný lakton.

V množství chemických skupin jsou si velmi podobné vzorky A01 a A02, kde je počet převažujících skupin (aldehydy, alkoholy, estery a karboxylové kyseliny) velmi podobný, lišící se maximálně o 1 látku z každé skupiny. Nejvíce esterů bylo nalezeno ve vzorku A03, přičemž jde i o nejpočetnější skupinu ve vzorku, ve větším množství se zde dále nacházely aldehydy (10), alkoholy (9) a karboxylové kyseliny (7). Ve vzorku B01 převažoval obsah alkoholů (11), zbytek skupin obsahoval 2–7 látek. Vzorek C01 obsahoval ze všech vzorků nejvíce látek zařazených do skupin – aldehydy (12), alkoholy (14), terpeny (7) a ostatní (10).

Z Grafu 1 je dobře patrné, že vzorky A01, A02 a A03 jsou si podle očekávání velmi podobné, jedná se o vzorky téhož výrobce, lišící se pouze barvou a příchutí, která ale na obalu nebyla přesně specifikována. Vzorky B01 uvádí na obalu „přírodní aroma a ovocné koncentráty," u vzorku C01 lze za aromatizující složku považovat pouze „zázvorový prášek," tyto dva vzorky se od předchozích liší, spektrum látek je bohatší.

Ve vzorku C01 se nacházely látky, které nebyly přítomny v ostatních. Byly to – methanol; 2-propanol; 2-pentanon; kamfen; nerolidol; hexanal; 1-methoxy-2-propanol; 2-heptanol; cis-linalool oxid; 2-methyl-6-hepten-1-ol; kuminaldehyd; anetol; 2-formyl-5-methylfuran; 2-undekanon; 4,4-dimethyl-2-buten-4-olid; amorfa-4,11-dien; kyselina isovaletová; borneol; α-zingiberen; β-bisabolen; citronellol; β-seskvifellandren; α-kurkumen; nojigikuacetát; p-mentha-1,5-dien-8-ol; eugenol; italicene ether; p-cymen.8-ol; kyselina heptanová; furylhydroxymethylketon; β-eudesmol; cykopropylethylketon; 5-hydromethylfurfural; cedrenol.

Vzhledem k tomu, že této problematice se zatím věnuje velmi málo publikací, pozornost byla také věnována přítomnosti potenciálně alergenních aromatických látek (viz kapitola 2.3.2).

Celkem bylo v analyzovaných vzorcích nalezeno sedm potenciálních alergenů – limonen, linalool, citronellol, benzylalkohol, geraniol, eugenol a hexylcinnamal. Nejvíce alergenů obsahoval vzorek C01, ve kterém byla detekována přítomnost šesti alergenů výše vypsaných, kromě eugenolu. Limonen a linalool byl obsažen ve všech vzorcích. Benzylalkohol a hexylcinnamal byl ve všech vzorcích kromě vzorku B01. Geraniol byl přítomen ve vzorcích B01 a C01. Citronellol byl přítomen pouze ve vzorku C01 a eugenol pouze ve vzorku B01.

4.1.2 Srovnání obsahu identifikovaných látek ve vzorcích

Obsah identifikovaných sloučenin je vyjádřen semikvantitativně za použití ploch příslušných píků na chromatogramu.

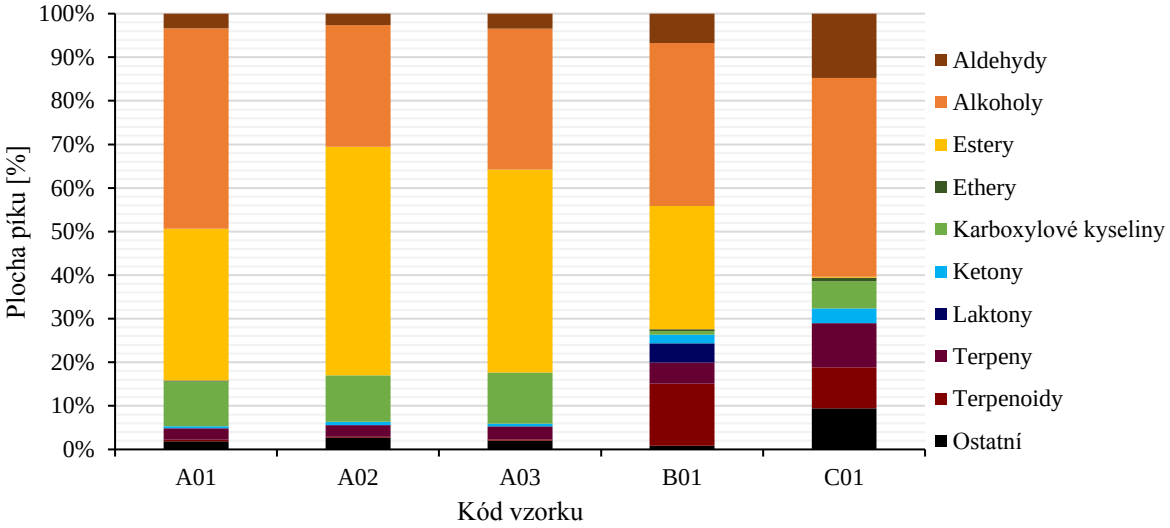
V grafech 1 a 2 je uvedeno srovnání obsahu identifikovaných sloučenin ve vzorcích, opět rozdělené podle chemických skupin. Výsledky jsou vyjádřeny jako „relativních obsah," tj. procento z celkové plochy všech píků na chromatogramu (Graf 2) a pro přehlednost také jednoduše srovnáním ploch píků (Graf 3)

V Grafu 2 lze pozorovat procentuální zastoupení látek přítomných ve vzorcích. Je zde patrné, že množství alkoholů (28–46 %) a esterů (28-52 %) převažovalo prakticky ve všech vzorcích, až na vzorek C01, kde bylo množství esterů překvapivě velmi malé (0,2 %) ve srovnání s ostatními vzorky. Karboxylové kyseliny byly zastoupeny ve větším množství u vzorků A01 (10,3 %), A02 (10,7 %), A03 (11,8 %) a C01 (6,3 %). Dále pak ve větším množství byly terpenoidy u vzorku B01 (14,3 %) a obsah terpenoidů (10,2 %) a terpenů (9,4 %) u vzorku C01 byl velmi podobný. Další chemické skupiny byly v menším zastoupení.

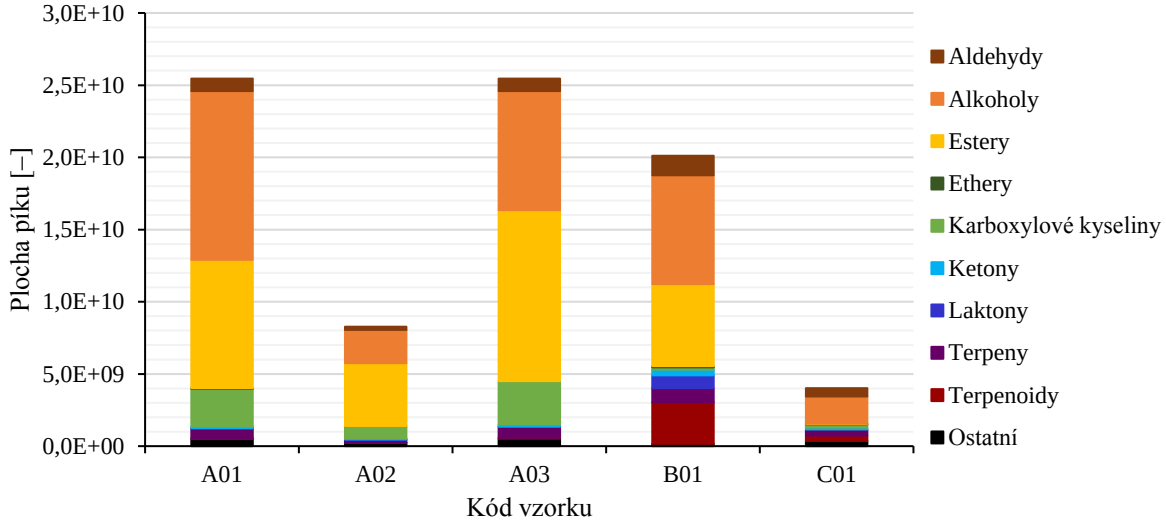
V Grafu 3 jsou velmi dobře patrné výrazné rozdíly v celkovém obsahu identifikovaných sloučenin, nejvyšší obsah aromatických látek měly vzorky A01 a A03. Nejméně aromatických látek poté obsahoval vzorek C01.

Z Grafu 2 je opět dobře patrné obdobné procentuální složení vzorku A01, A02 a A03, nicméně pokud se podíváme na celkovou plochu píků, ve vzorku A02 je výrazně nižší obsah sloučenin. Vzorky B01 a C01 se opět výrazně odlišují, vzorek C01 má překvapivě nejnižší

obsah identifikovaných sloučenin (Graf 3). To bude pravděpodobně způsobeno použitím pouze přírodní aromatizující komponenty (zázvor).



Graf 2: Srovnání množství aromatických látek v jednotlivých vzorcích v %



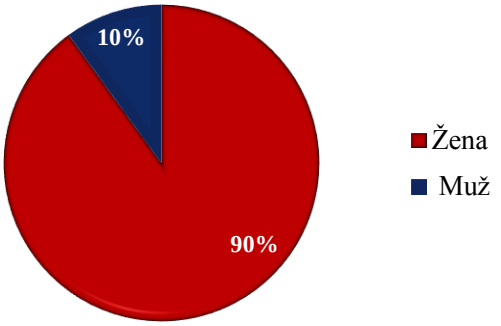
Graf 3 Srovnání množství aromatických látek v jednotlivých vzorcích

4.2 Výsledky senzorického hodnocení

Analyzované vzorky byly zároveň senzoricky hodnoceny. Hlavním cílem senzorického hodnocení bylo popsat senzorickou kvalitu vzorků se zaměřením především na chuť a vůni a posoudit rozdíly mezi jednotlivými příchutěmi a výrobci.

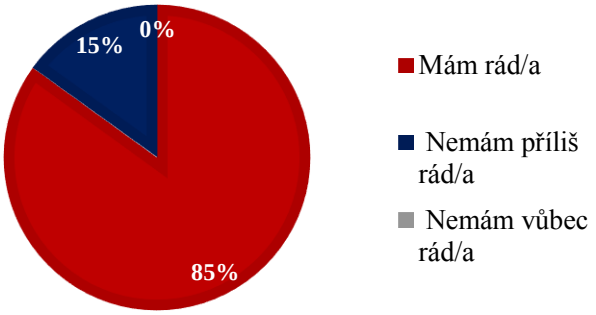
U vzorků byla hodnocena textura, intenzita a příjemnost vůně a chuti (flavour), zároveň byli hodnotitelé požádáni o bližší popis charakteru vůně i chuti. Pomocí profilového testu byla hodnocena intenzita sladkosti a kyselosti vzorků, a příp. přítomnost „umělé“ chuti. Na závěr byla hodnocena celková senzorická kvalita/přijatelnost vzorků. Všechny parametry byly hodnoceny pomocí grafické stupnice (10 cm).

Hodnocení se zúčastnilo celkem 20 posuzovatelů z řad zaměstnanců a studentů Fakulty chemické VUT. V následujících grafech 3-5 lze pozorovat rozložení posuzovatelů z hlediska pohlaví, stanoviska před ochutnáváním vzhledem k želé bonbonům a zda jsou kuřáci/nekuřáci.



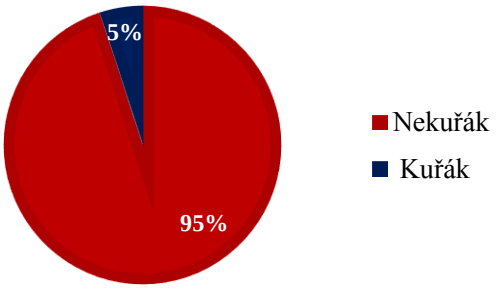
Graf 4 Pohlaví hodnotitelů

Jak jde vidět z Grafu 4, 90 % hodnotitelů tvořily ženy.



Graf 5 Stanovisko hodnotitelů před ochutnáváním vzhledem k oblíbenosti želé bonbonů

Ve stanovisku před ochutnáním (Graf 5) měli hodnotitelé zvolit, zda mají či nemají rádi želé bonbony. Nikdo ze zúčastněných posuzovatelů podle očekávání nezvolil možnost „nemám vůbec rád.“ Tři z hodnotitelů neměli želé bonbony příliš rádi a zbytek posuzovatelů, tedy 17, měli rádi želé bonbony.



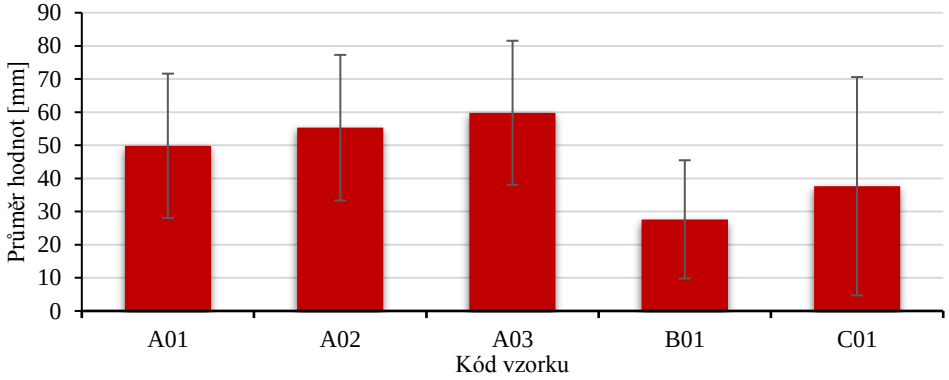
Graf 6 Rozložení kuřáků mezi hodnotiteli

Jeden z hodnotitelů uvedl, že je kuřák. Zbytek hodnotitelů byli nekuřáci (viz Graf 6).

4.2.1 Hodnocení konzistence (textury)

Textura je jeden z důležitých ukazatelů kvality u želé cukrovinek. Spotřebitel očekává konzistenci, která není příliš měkká ani příliš tuhá. Konzistenci hodnotitelé posuzovali zmáčknutím mezi prsty a následně v ústech ukousnutím a žvýkáním.

Z důvodu objektivní preference byla zvolena dvojpolární stupnice (příliš měkká → příliš tuhá), přičemž střední hodnota (50 mm) značí cca optimální tuhost. Výsledky získané ze senzorického hodnocení konzistence lze vidět v Grafu 7.



Graf 7 Porovnání konzistence jednotlivých vzorků

Jako nejměkčí byl v průměru hodnocen vzorek B01. Střední tuhost měly vzorky A01, A02 a A03. Jak již bylo zmíněno, vzorky A01–A03 jsou od téhož výrobce, lišící se pouze barvou a příchutí. Z Grafu 7 je patrné mírně odlišné hodnocení jejich konzistence, což bylo pravděpodobně způsobeno méně zkušenou komisí hodnotitelů (spotřebitelů).

Vzorek C01 byl spíše měkčí, i když, jak je vidět z chybové úsečky v Grafu 7, hodnocení se u tohoto vzorku pohybovalo ve velkém rozmezí. To není v senzorické analýze neobvyklé, zvláště u méně zkušené komise. Rozdíly v konzistenci všech vzorků jsou způsobeny použitím různých želírujících látek: u vzorků A01–A03 byla použita pouze želatina a pektiny, u vzorku B01 karagenan a u vzorku C01 pektin. Želatina je klasická a nejčastěji používána ztužující komponenta, a podle našich výsledků i nejlepší. Vzorky s karagenanem a samotným pektinem se hodnotitelům zdály příliš měkké.

4.2.2 Hodnocení vůně (aroma)

Dalším důležitým faktorem je vůně cukrovinek. Spotřebitel očekává příjemnou vůni, která nebude příliš intenzivní nebo naopak neznatelná. Bonbony měly různé příchutě – ovocná (A01–A03), broskvová (B01) a zázvorová (C01). Hodnoceno bylo z hlediska intenzity (neznatelná → velmi silná) a příjemnosti (nepřijatelná → vynikající) vůně (Graf 8). Jednotlivé vzorky posuzovatelé popsali i slovně (Tab. 10).

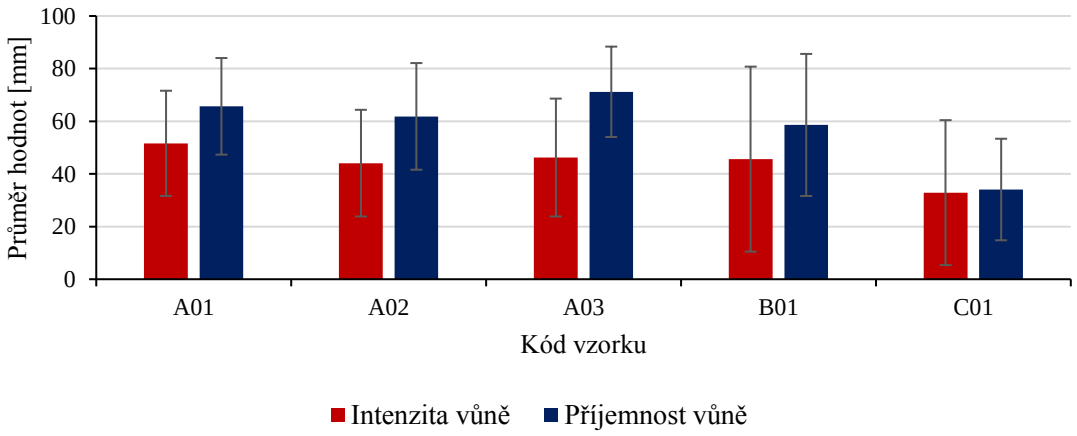
Tab. 10 Slovní hodnocení vůně jednotlivých vzorků

n	A01	A02	A03	B01	C01
1	sladké, lesní ovoce	nevýrazné, lesní ovoce	malina, jahoda, sladké	sladká, jahody a citrusy	citrusy, jablko
2	sladká, připomíná lipo bonbony, lesní plody	sladká, méně výrazné než A01	sladká, méně výrazné než A01	podobné exotickému ovoci, sladká, docela výrazná	zázvor
3	sladká	málo výrazná	citrusová	sladká, vůně bobulových plodů	téměř bez vůně
4	příjemná, výrazná	příjemná, výrazná	příjemná, výrazná	velice sladká, trochu moc intenzivní	slabší, málo intenzivní
5	celkem přijatelná, více umělá	příjemná vůně po ovoci, cítit mírně uměle	po ovoci, mírně umělá	velmi příjemná po broskvi	jemná vůně, cítit bylinkami
6	citrónová	sladká	velmi sladká po ovoci	ovocná, pomerančová, sladká	sladká, skořicová
7	blueberry "šmoulová"	bez výraznější vůně, želatinová	marshmallow	pomerančovo-citrónová	zázvorová
8	citrón	jablko	jablko	broskev	bez aroma
9	cítím z toho trochu citrusu a cukr, nenáročná vůně	cítím z toho hodně cukr, coca cola příchuť	vůně není skoro cítit, je nenápadná	vůbec nic necítím	bez pachu a vůně
10	borůvková	neurčitá	jahodová	ovocná vůně – broskvová	bylinky
11	ovocná	lékořice	ovocná – jahodová	necítím vůni	neutrální
12	sladká, borůvková	stejná jako A01 ale slabší	sladká, borůvková	sladká, nakyslá, ne moc intenzivní	slabá kyselá vůně
13	po ovocných bonbonech	nasládlé	neurčitě sladká	nasládlá, kokosová	zázvor a citrusy
14	tuti-frutti	pendrekové lehce, nedokážu specifikovat	jahodovo-malinová	meruňková, jahodová	bylinková
15	svěží ovocné tóny, lehce umělá vůně	ovocná	ovocná, lehce umělá	ovocná (citron?)	ovocná (citron, pomeranč)

Tab. 10 Slovní hodnocení vůně jednotlivých vzorků – pokračování

n	A01	A02	A03	B01	C01
16	umělá	umělá	jemná, jahodová, příjemná	výraznější, broskvová	nevýrazná
17	cukrová, málo výrazná	výraznější než A01, A03; lehce kyselé tóny (citrónová)	málo výrazná	kokosová? Málo výrazná	lehce nepříjemná
18	výrazná, umělá, sladká	sladká, výrazná, ale méně než A01	sladká	bez vůně	nevýrazná
19	výrazně sladká	bez typické vůně	jemně jahodová vůně	výrazná broskvová vůně	silná bylinková vůně

n – hodnotitelé



Graf 8 Zhodnocení příjemnosti a intenzity vůně jednotlivých vzorků

Z Grafu 8 je patrné, že nejsilnější vůni měl vzorek A01 a neznatelnou měl vzorek C01. Vzorky A01–A03, ale také B01 byly hodnoceny velmi podobně, co se týče intenzity i příjemnosti vůně.

Nejpříjemnější vůni dle hodnotitelů měl vzorek A03. Nepřijatelnou vůni měl naopak vzorek C01, zřejmě proto, že byla velmi málo intenzivní, téměř neznatelná.

Z Tab. 10 je zřejmé, že jen málo hodnotitelů dokázalo určit přesnou vůni vzorků B01 (broskvová) a C01 (zázvorová). Většina posuzovatelů hodnotila vůni vzorku B01 jako ovocnou, sladkou a C01 jako bylinkovou. Vzorky A01 a A02 byly nejčastěji popisovány, že voní po ovoci, lesním ovoci a sladce. Ke vzorku A03 posuzovatelé nejčastěji psali, že voní po jahodách.

4.2.3 Hodnocení chuti

Chuť posuzovatelé hodnotili stejně jako vůni čili popisem a označením intenzity a příjemnosti na obdobných stupnicích. Výsledky slovního popisu shrnuje Tab. 11 a intenzita a příjemnost je srovnána v Grafu 9.

Tab. 11 Slovní hodnocení chuti jednotlivých vzorků

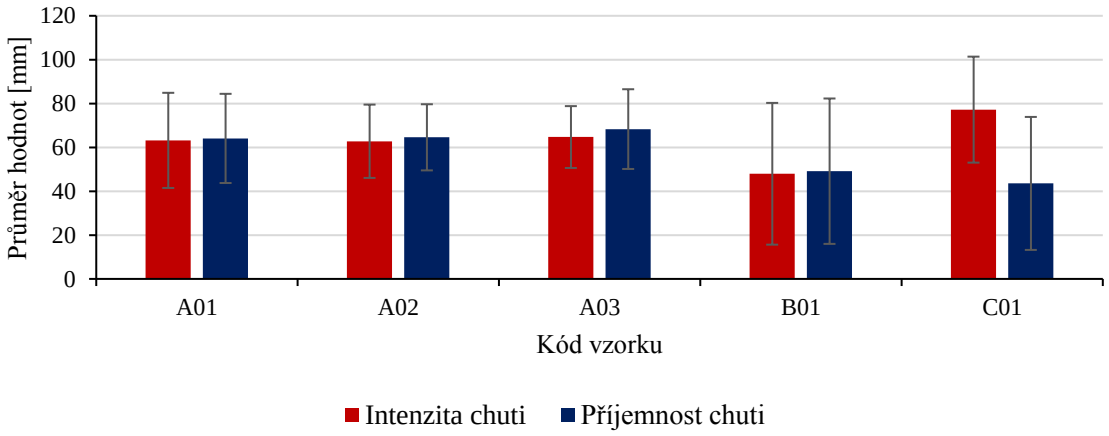
n	A01	A02	A03	B01	C01
1	nevýrazná, trochu kyselá a sladká	sladká	jahodové, podobné s marshmallow	želatinové, není tak výrazné	zázvorová chuť, jemně štiplavé
2	sladká, "umělá"	sladké, umělé, více kyselé než A01	sladké, umělé, jinak kyselé	broskvové, sladké	zázvorové
3	lehce ovocná příchuť	příchuť cola, velmi sladká	mléčná příchuť, lehce jahodová	sladké, ovocné, jahodové	výrazné, kořeněné
4	příjemně sladká	moc sladká	velice dobrá	příjemná	zázvorová, štiplavá
5	mírně nakyslá, dost umělá	příjemně sladká, není přeslazená, mírně nakyslá	mírně nakyslá, jahodová, mírně umělá	hodně sladké, ale dobré	zpočátku příjemné, ke konci mírně štiplavé, sladké, po bylinkách
6	umělá, nakyslá, sladká	sladká, méně než A01	jahodová, sladká (ovocná)	pomerančová, umělá, sladká	štiplavé, skořicové, malé částečky mi vadí, trpké
7	modrá malina (ovocné), jemná	černý rybíz, trpká	umělá, marshmallow	cukerná, želatinová, nevýrazná	výrazná, cukerná, zázvor
8	jablko	jablko	jablko	broskev	zázvor
9	dobrá, sladká, zajímavá, připomínající citrusy	chuť se pomalu rozjíždí, poté je cítit rybíz nebo ovoce	sladká, jahodová, umělá	nevýrazné, pouze cukr, nic moc	hodně výrazná chuť, zázvor, skořice, pálivá
10	sladkokyselá	sladká (bonbónová)	sladká, jahodová	broskvová	hodně sladká
11	sladká	méně sladká až kyselá	sladká	nijaká	bylinková
12	příjemná ovocná, sladká, intenzivní chuť	jemně kyselá a zároveň sladká	kyselá, na konci cítit příchuť jogurtu	sladká	zvláštní pachuť, lékořice
13	sladkokyselá	lesní plody	marshmallow a kyselý želé bonbón	sladká	po zázvoru, mírně štiplavá
14	umělá, nedokážu specifikovat	lehce nakyslá, citrónová, svěží	jahodová, mírně sladká	lahodná, rozplývající se na jazyku	lehce štiplavá, kyselá, svěží

Tab. 11 Slovní hodnocení chuti jednotlivých vzorků – pokračování

n	A01	A02	A03	B01	C01
15	sladká, chutná po ovoci	mírně kyselá, ovocná	připomíná chuť marshmallow	–	výrazná, lehce pálivá, chutná po zázvoru
16	lehce kyselá	kyselejší, sladší, borůvková-rybíz	umělá, sladká	nevýrazná	kořenitá, lehce štiplavá, atypická
17	sladká chuť převažuje, lehce ovocné tóny	sladká	jako mashmallow, sladký, nekyselý	sladká, ovocné (umělé) tóny, šťavnatá	sladká, bylinková, hořká ke konci
18	umělá, sladká, kyselá převažuje	sladkokyselá	kyselá, nějaká umělá pachuť	umělá, slabá chuť-skoro bez chuti	přeslazené, lepí se na zuby
19	sladká, bez příchutě	sladkokyselá chuť	nasládlá, jahodová	slině sladká broskvová příchuť	velmi silně sladká a zázvorová chuť

n – hodnotitelé

Dle Tab. 11 byly vzorky A01, A02 a A03 hodnoceny jako sladké, jemně kyselé s ovocnou chutí a umělou pachutí. Vzorek A02 byl velmi často popsán chutí marshmallow. Broskvovou chuť vzorku B01 poznali pouze čtyři hodnotitelé, zbytek ji popisoval pouze jako sladkou nebo bez výrazné chuti. Chuť zázvoru vzorku C01 rozpoznala většina hodnotitelů

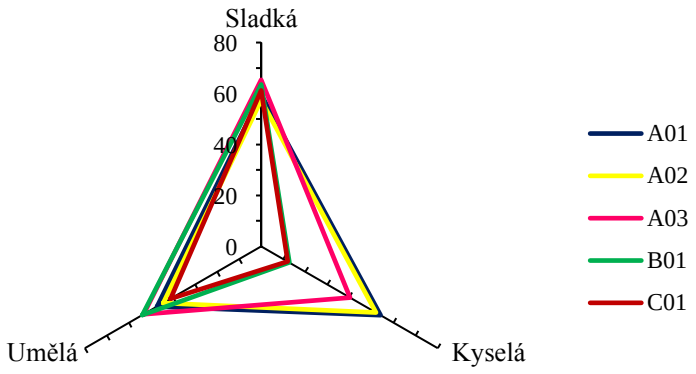


Graf 9 Zhodnocení intenzity a příjemnosti chuti jednotlivých vzorků

Příjemnost a intenzita chuti vzorků A01–A03 byla dle Grafu 9 opět hodnocena velmi podobně. Nejvíce intenzivní chuť měl vzorek C01, jehož chuť byla ale zároveň hodnocena jako nejméně přijatelná. Vzorek B01 měl nejméně znatelnou chuť, zároveň hodnocenou jako nejméně příjemnou.

4.2.4 Profilový test vybraných chutí

Profilový test byl použit jako doplněk pro vyhodnocení chuti. Posuzovatelé hodnotili míru sladkosti, kyselosti a příp. umělé pachuti jednotlivých vzorků. Stupnice pro hodnocení jednotlivých deskriptorů chuti byla neznatelná → velmi silná. Hodnocení vzorků je zobrazeno v Grafu 10.

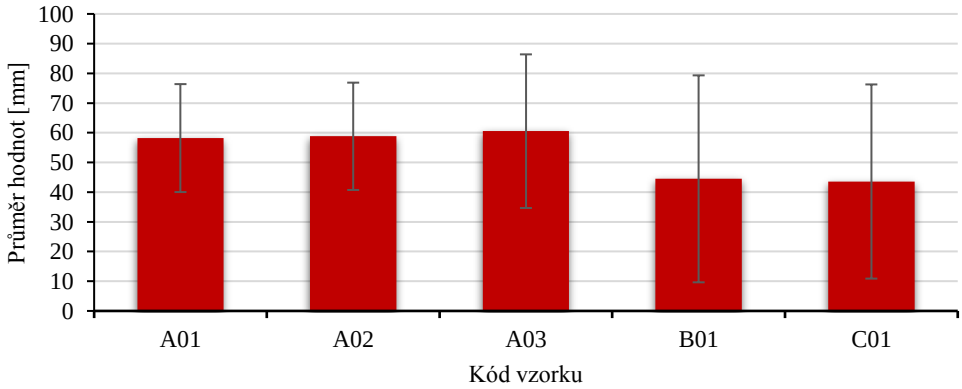


Graf 10 Profilový test vybraných chutí jednotlivých vzorků

Z Grafu 10 je patrné, že vzorky se nejvíce lišily v kyselé chuti. Vzorky B01 a C01 byly výrazně méně kyselé, než vzorky A01–A03. Ve sladké chuti nebyly tak výrazné rozdíly, jako nejsladší byl hodnocen vzorek A03. Sladkost vzorků B01 a C01 byla velmi podobná. Hodnocení umělé pachuti vzorků bylo překvapivě vysoké. Nejméně umělou chuť měl vzorek C01 a nejvíce umělou chuť měl vzorek B01.

4.2.5 Hodnocení celkové přijatelnosti vzorků

Na závěr hodnotitelé posuzovali celkový dojem, resp. celkovou přijatelnost vzorků s důrazem na chuť a vůni. Byla opět použita stupnice (nepřijatelný → vynikající), u které ještě posuzovatelé doplňovali, z jakého důvodu zvolili dané hodnocení. Hodnocení vzorků je zobrazeno v Grafu 11 a slovní vyjádření v Tab. 12.



Graf 11 Zhodnocení celkové přijatelnosti jednotlivých vzorků

Z Grafu 11 je opět patrné podobné hodnocení vzorků A01–A03, vzorky B01 a C01 byly hodnoceny hůře. Z velké chybové úsečky u těchto dvou vzorků, a také z Tab. 12 je patrné, že názory spotřebitelů na tyto dvě méně obvyklé cukrovinky se velmi liší.

Nejlépe hodnocený byl vzorek A03. Dle slovního hodnocení v Tab. 12 byl vzorek A03 hodnocen buď jako sladký a umělý nebo měkký a jemně kyselý. Vzorky A01 a A02 byly popisovány velmi podobně jako příjemně vonící, málo nebo příliš sladké a jemně kyselé cukrovinky. Dále u vzorků od výrobce A, byl kladně hodnocen vzhled (tučňák).

Nejhůře hodnocen byl vzorek C01, ze slovního hodnocení vyplývá, že příčinou byla příliš měkká konzistence lepící se na zuby, a pak dále chuť zázvoru, která pro mnohé posuzovatele nebyla příjemná. Druhý nejhůře hodnocený byl vzorek B01 s příchutí broskve. Nejčastěji zmíněný důvod daného hodnocení byla nevýrazná chuť a přílišná sladkost vzorku.

Tab. 12 Slovní hodnocení celkové přijatelnosti vzorků

n	A01	A02	A03	B01	C01
1	poměrně tuhý, ale i přesto chutný	chuťově lepší jak A01	až na tuhost je podobný jinému výrobku od Jojo	čekala bych více ovocné chuti	poměrně vyvážené, ale ne můj šálek kávy
2	nevadí mi, chuť ujde, ale znám lepší	lepší než A01 (asi lesní plody?), nevadí mi	trošku umělejší chuť než A02 a A01, trochu horší	příjemná konzistence i chuť (ale pořád umělé)	nemám ráda zázvorové bonbony
3	dobrý bonbón, lehká chuť, žádná negativní příchuť	příliš sladké, přebíjí ostatní chuť	příjemné aroma i vůně, chuť	příjemná konzistence, dobrá chuť, výrazná vůně	příliš měkké, hlavně uvnitř, nevýrazná chuť, mdlé
4	dobrý, ale neřekla bych, že vynikající	moc sladký	příjemně kyselá	velice jemný, sladký	vynikající zázvorový bonbón
5	přijatelný, ale nejvýraznější umělá chuť	konzistence lepší než u A01, chuť dobrá, trochu umělá	konzistence dobrá, chuť i vůně trochu umělá	chuť i vůně dobrá, ale příliš sladké	vůně i konzistence v pořádku, trochu mi vadí štiplavost na konci
6	zajímavé spojení chuti a sladkosti s kyselostí, napěněná struktura bonbonu, pěkný vzhled	umělost bonbonu, černá barva, pěkný vzhled	ovocno-jahodová chuť, růžový bonbon, vzhledově pěkný – tučňák	dobrá textura želatiny, intenzivně pomerančová sladká chuť, na povrchu kyselé krystalky – posypka	vadí mi měkká lepkavá konzistence a částečky v bonbonu
7	neagresivní chuť, příjemná vůně	výrazná chuť, neutrální barva	umělá chuť	přeslazený, nevýrazná chuť	výrazná chuť zázvoru a cukru
8	dost sladký, barva	hodně tuhý	tuhý (nejvíce z tučňáků), barva, hodně sladký	textura (cukr na povrchu), nevýrazná chuť, konzistence	trošku umělá chuť, nelíbí se mi vzhledově, spíše nepřijatelné
9	je chuťově vyvážený, chutná mi	chuť se rozjela až ke konci, za začátku příliš umělá chuť	vzorek mi přišel hodně sladký a umělý	hodně sladké, ale bez další chuti, málo kyselé	líbí se mi, že to má přirozenou chuť a hned dokážu identifikovat zázvor, který mám ráda, je tužší, ale má plnou chuť

Tab. 12 Slovní hodnocení celkové přijatelnosti vzorků – pokračování

n	A01	A02	A03	B01	C01
10	příjemná vůně, chuť není příliš sladká	vůně příjemná, chuť trochu umělá	hodně umělá chuť	je hodně sladký, ale vůně příjemná	voní trochu po bylinkách, cítím zvláštní pachuť
11	velmi mi chutnal, mám ráda tak příjemně měkké sladké bonbony	tuhle příchuť nemám moc ráda	ovocný, opět příjemně měkký, mám moc ráda	nemám ráda, tady tu konzistenci konkrétně, chuť mi přijde umělá	tady ta hodně želatinová konzistence mi moc nevyhovuje, ale jinak mi chuť přišla velice zajímavá
12	příjemné spojení sladké a kyselé chuti, vyhovující textura	příjemné spojení sladké a kyselé chuti, vyhovující textura	příjemné spojení sladké a kyselé chuti, vyhovující textura	jednoznačně mi nejvíce chutí, je sladký a má dobrou texturu, pozitivně hodnotím i posypku bonbonu	vadí mi textura bonbonu + má to strašně zvláštní pachuť, moc mi nechutná
13	generická chuť a vůně, která není příjemná, ale není nijak výjimečná	intenzivní chuť, která se trochu podobá chuti konkrétního ovoce	generická chuť a vůně, která není příjemná, ale není nijak výjimečná	slabá vůně, málo intenzivní nezajímavá chuť	intenzivní chuť, která je dobře identifikovatelná a opravdu podobná zázvoru
14	chutná spíše uměle a vůni nemůžu zhodnotit, popsat	mám ráda svěží bonbony (citronové)	vyvážené chutě, ne příliš sladká	akorát sladká, přírodní chuť i aroma	připomíná chutí bonbony z lékárny, mám je ráda
15	příjemná tuhost, sladkost a kyselost akorát	jsou dobré, ale vadí mi mírná kyselost na konci (po konzumaci)	trochu tužší, ale jinak dobré	moc měkké, chuťově neidentifikovatelné, celkově mi moc nechutná	tento vzorek mě velmi překvapil svou výraznou chutí a lehkou pálivostí. Struktura by mohla být lepší – v ruce je bonbon pevný, ale po zakousnutí je velmi měkký (nečekaně)
16	normální, dobře sladkokyselé	normální, netradiční barva, kyselejší	tuhé, umělá chuť	zvláštní měkké, nevýrazná chuť	zvláštní, netypické, ale dobré

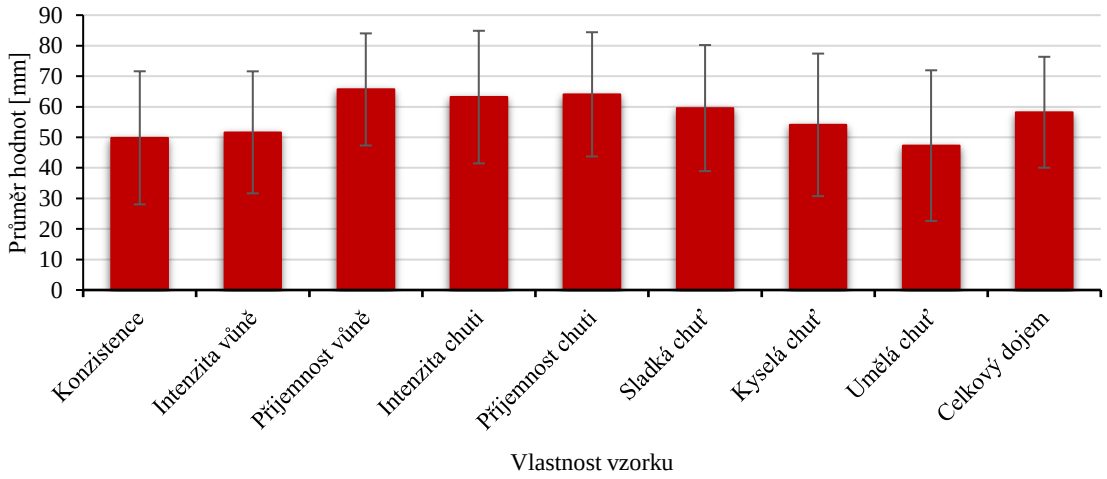
Tab. 12 Slovní hodnocení celkové přijatelnosti vzorků – pokračování

n	A01	A02	A03	B01	C01
17	hezky vypadá, středně výrazná chuť, málo výrazné ovocné chutě, málo šťavnaté	převažuje sladkost, ale jinak takové nijaké po chuťové stránce	převažuje sladkost, ale stejně jako v A01, A02 necítím nic typicky ovocného	sice šťavnaté, ale jak kdybych jedla moučkový cukr, opět chybí ovocná chuť	jiné sladidlo než v předchozích případech, hořkost v krku na konci a ostrost, ale šťavnaté, neobvyklá zvláštní chuť, ne asi vhodné pro děti
18	příliš navoněný vzorek	chuťově dobrý	pachuť po konzumaci	mdlá chuť i vůně	špatná konzistence, co se lepí na zuby
19	nevýrazná chuť, sladká hmota	nasládlá ovocná chuť	jahodová chuť (podobné marshmallow)	broskvová ovocná chuť a aroma	konzistence nepříjemná, velmi sladké
20	není to špatné, ale klidně by to mohlo být víc ovocnější	sladší než A01	vlastnosti odpovídají příchuti	zvláštní konzistence a neurčitá příchuť	zvláštní textura, nepříjemná chuť

n – hodnotitelé

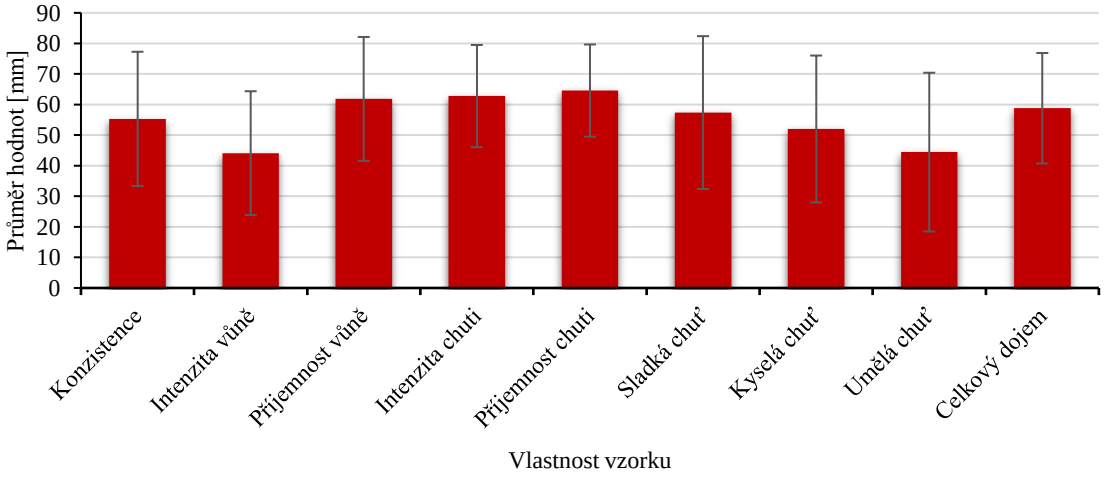
4.2.6 Porovnání jednotlivých vlastností vzorků

Vzhledem k tomu, že jednotlivé vzorky byly hodnoceny z několika hledisek, byly vytvořeny grafy 12–16. Na těchto grafech lze pozorovat, které vlastnosti jednotlivých vzorků byly oblíbené a které nikoliv. Stupnice konzistence byla tvořena krajními body příliš měkká → příliš tuhá. Intenzita chuti, vůně a profilové testy byly hodnoceny na stupnici neznatelná → velmi silná. Příjemnost vůně, chuti a celkový dojem ze vzorku na stupnici – nepřijatelná → vynikající.



Graf 12 Zhodnocení vlastností vzorku A01

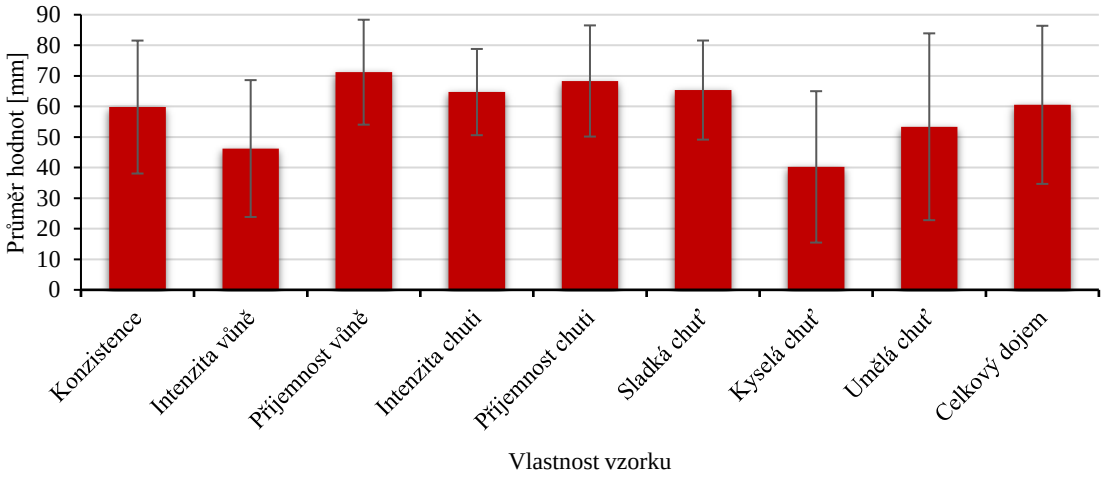
Nejvíce výraznou vlastností vzorku A01 dle Grafu 12 byla příjemnost vůně. Velmi podobně byla dále hodnocena příjemnost chuti a intenzita chuti. Konzistence byla vyhodnocena neutrálně čili ani příliš měkká ani tuhá. Vzorek byl středně kyselý a trochu více sladký. Umělost vzorku však byla znatelná. Celkový dojem vzorku byl přijatelný.



Graf 13 Zhodnocení vlastností vzorku A02

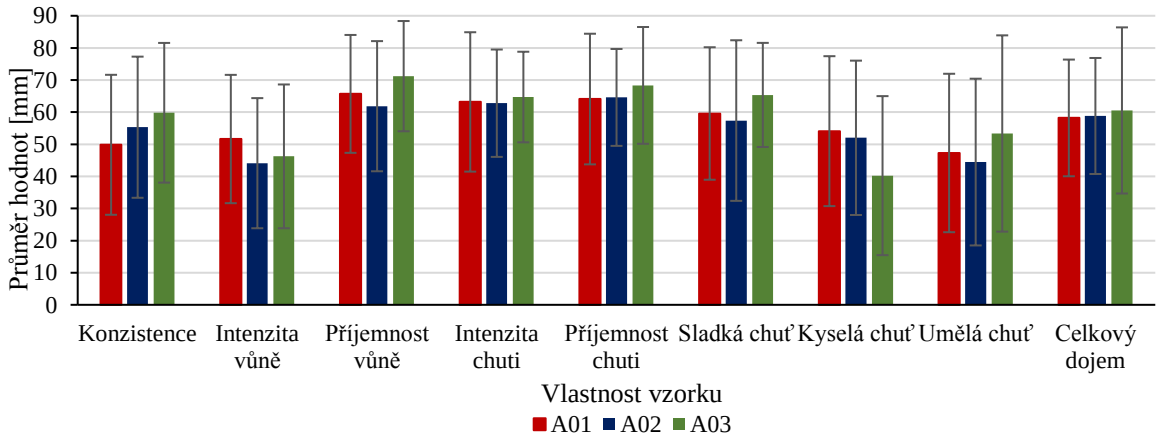
Nejvýraznější vlastností vzorku A02 (Graf 13) je příjemnost chuti. Podobně byly hodnoceny intenzita chuti a příjemnost vůně. Konzistence byla o trochu tužší než vzorek A01. Vzorek byl

hodnocen se znatelnou sladkostí, nebyl ani příliš kyselý a umělost byla hodnocena také relativně kladně. Celkový dojem ze vzorku byl přijatelný.



Graf 14 Zhodnocení vlastností vzorku A03

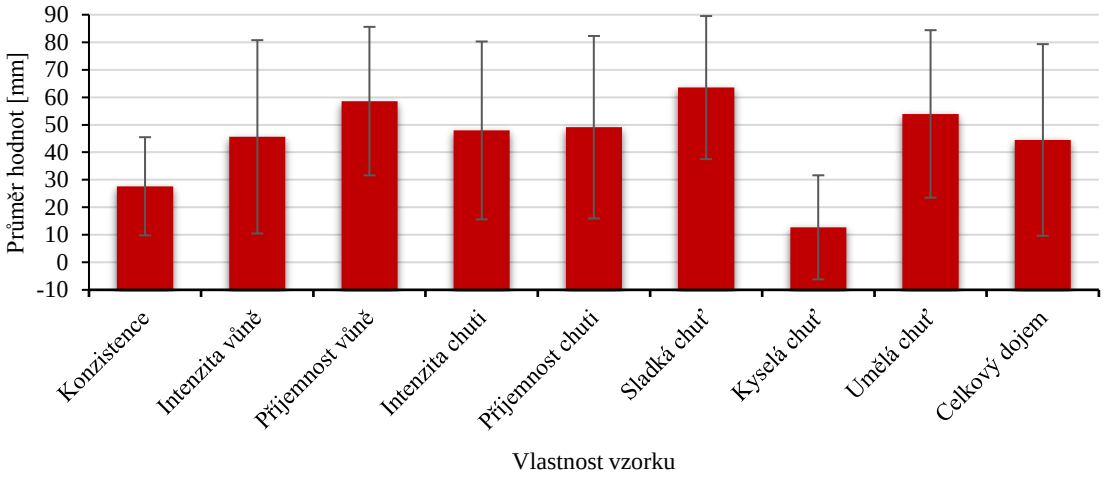
Příjemnost vůně vzorku A03 byla hodnocena nejlépe ze všech vlastností (Graf 14). Příjemnost, kyselost a intenzita chuti byly hodnoceny velmi podobně. Vzorek byl spíše tuhý než měkký. Posuzovatelé zhodnotili vzorek jako méně kyselý se znatelnou umělou chutí. Celkový dojem vzorku byl přijatelný.



Graf 15 Zhodnocení vlastností vzorků A01–A03

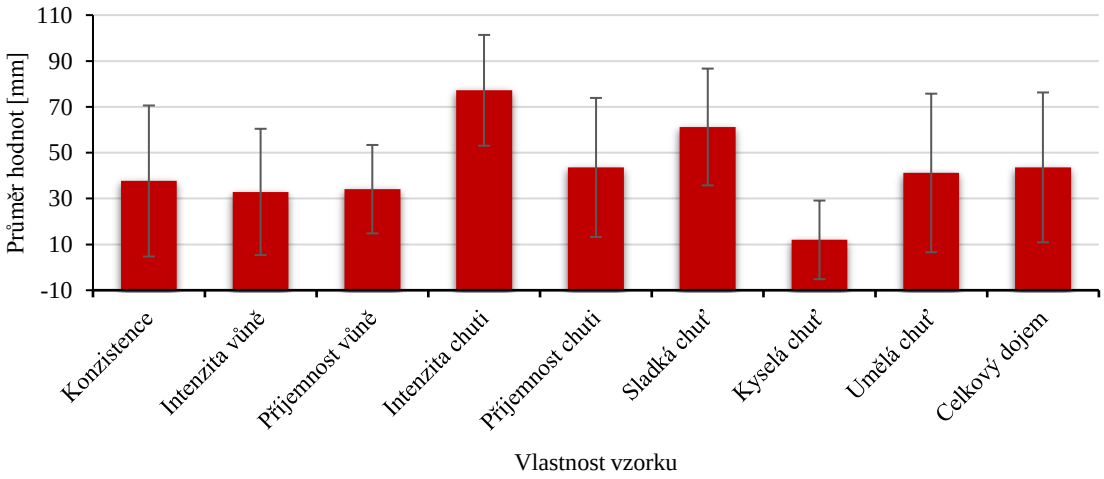
V Grafu 15 lze pozorovat, že hodnocení vzorků A01–A03 bylo velmi podobné. Důvodem je, že se jedná o bonbony od stejného výrobce. Jsou zde drobné rozdíly. Nejměkčí byl vzorek A01 a nejtužší byl vzorek A03. Nejintenzivněji voněl vzorek A01, zatímco vzorek A02 a A03 jsou si hodnocením podobné. V příjemnosti vůně byl naopak vzorek A03 nejpřijatelnější a vzorek A02 nejméně přijatelný. Intenzita příjemnost chuti byly hodnoceny stejně v obou případech. Nejsladší byl vzorek A03 a vzorky A01 a A02 byly podobné, z tohoto se odvíjelo hodnocení kyselé chuti, kde byl vzorek A03 hodnocen jako nejméně kyselý. Umělá pachuť byla u vzorků A01 a A02 hodnocena relativně kladně, ale vzorek A03 ji měl znatelnou. Celkový

dojem byl přijatelný, lze ho označit jako „dobrý“ až „velmi dobrý.“ U všech vlastností lze pozorovat velké odchylky, které byly způsobeny různorodým hodnocením posuzovatelů.



Graf 16 Zhodnocení vlastností vzorku B01

Nejvíce znatelná vlastnost (Graf 16) u vzorku B01 byla sladká chuť. Vzorek byl dále hodnocen jako velmi málo kyselý se znatelnou umělou pachutí. Vůně vzorku byla více příjemná, středně intenzivní. Příjemnost a intenzita chuti byly také hodnoceny jako „střední.“ Vzorek byl dle hodnotitelů velmi měkký. Celkový dojem ze vzorku lze označit jako „méně dobrý“ až „dobrý.“



Graf 17 Zhodnocení vlastností vzorku C01

Oproti ostatním vzorkům byl vzorek C01 hodnocen nejvíce negativně (Graf 17). Nejvýraznější u vzorku C01 byla intenzita chuti, příjemnost chuti však byla „střední.“ Vzorek byl velmi málo kyselý, spíše sladší a znatelně u něj byla cítit umělá pachuť. Konzistence, příjemnost a intenzita vůně byly hodnoceny podobně. Vzorek byl spíše tuhý a měl neznatelnou a málo intenzivní vůni. Celkový dojem lze opět označit jako „méně dobrý“ až „dobrý.“

5 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývá studiem nečokoládových cukrovinek typu „želé," dostupných v běžné tržní síti. Želé cukrovinky mají konzistenci tuhého gelu a vyrábějí se s přídavkem želírujících látek. Pro tuto práci bylo vybráno a analyzováno pět vzorků od tří různých výrobců, vzorky se lišily barvou, příchutí a použitou želírující komponentou.

Pro získání celkové představy o aromatickém profilu vzorků byl sledován obsah přítomných těkavých (vonných) látek v souvislosti s jejich senzorickou kvalitou, resp. chutí/vůní, hlavní pozornost byla věnována přítomnosti potenciálně alergenních vonných látek. Pro stanovení vonných látek byla použita metoda HS-SPME-GC-MS, pro hodnocení senzorické kvality grafické stupnice a profilový test.

Mezi vzorky byly nalezeny rozdíly v počtu i obsahu těkavých sloučenin. Celkem bylo identifikováno 134 různých sloučenin, z čehož bylo 46 aldehydů, 55 alkoholů, 56 esterů, 8 etherů, 29 karboxylových kyselin, 21 ketonů, 8 laktonů, 20 terpenů, 13 terpenoidů a 22 ostatních látek, z toho sedm potenciálních alergenů – limonen, linalool, citronellol, benzylalkohol, geraniol, eugenol a hexylcinnamal.

Nejméně těkavých látek bylo detekováno ve vzorku C01, zatímco nejvyšší obsah měly vzorky A01 a A03. Vzorky A01–A03 pochází od jednoho výrobce, překvapivě vzorek A02 měl výrazně nižší obsah těkavých látek, což mohlo být pravděpodobně způsobeno jinou aromatizující složkou. Přesné složení jednotlivých barev/příchutí bohužel nelze z obalu vyčíst.

Vzorky A01–A03 měly i velmi podobné senzorické hodnocení, celkově byly hodnoceny jako „dobré" až „velmi dobré." Jednalo se o levné cukrovinky, které obsahovaly i nejvíce „éček" (viz Tab. 7) a to hlavně barviv, z čehož byla, kromě přírodních extraktů jako je např. kurkuma, dvě přírodního původu – rostlinná uhlíková čerň (E 153) a košenila (E 120), a jedno syntetického původu – brilantní modř FCF (E 133). Přesto byly hodnoceny jako nejlepší z hlediska chuti (dle výrobce ovocná). To svědčí o konzervativním přístupu českých spotřebitelů. Kladně byl hodnocen vzhled – tučňáci v barvách tyrkysová, růžová a černá, a konzistence – důvodem byla želatina, použitá jako hlavní želírující látka, s přídavkem pektinu. Ve všech třech vzorcích byly detekovány čtyři potenciální alergeny – limonen, linalool, benzylalkohol a hexylcinnamal.

Vzorek B01 (srdíčko) od druhého výrobce měl dle posuzovatelů málo intenzivní chuť, asi proto i nejméně příjemnou, celkově byl hodnocen spíše jako „méně dobrý." Ve vzorku se obecně nenacházelo příliš „éček," bylo použito pouze jedno barvivo, paprikový extrakt, dále pak ovocné barvící koncentráty. Dle výrobce byla příchuť broskvová. Hlavní dominantou u tohoto vzorku byla přílišná sladká chuť. Jednalo se o cukrovinku obalenou v cukru. Konzistence byla hodnocena jako příliš měkká, to bylo pravděpodobně dáno želírující látkou, kterou byl karagenan, ten není v želé cukrovinkách příliš obvyklý a hodnotitelé ho vnímali negativně. Ve vzorku byly detekovány pouze tři potenciálně alergenní látky – limonen, linalool a geraniol.

Vzorek C01 byl dle výrobce označen jako BIO produkt. Jednalo se o gumové medvídky s příchutí zázvoru. Vzorek měl nejméně intenzivní vůni a z toho důvodu byla také pravděpodobně nejméně příjemná. Zato měl ale velmi intenzivní chuť, která byla hodnocena jako méně příjemná. Většina hodnotitelů poznala zázvorovou příchuť, navíc uváděli štiplavou chuť, kterou se zázvor vyznačuje. Celkově byly hodnoceny jako „méně dobré." Tak jako

u vzorku B01 byla negativně hodnocena konzistence vzorku, která byla příliš měkká, lepivá. Tento problém byl zřejmě způsoben želírující látkou, kterou byl pouze pektin. Ve vzorku bylo detekováno nejvíce potenciálních alergenů, celkem sedm – limonen, linalool, citronellol, benzylalkohol, geraniol, eugenol a hexylcinnamal. Toto bylo pravděpodobně způsobeno tím, že většina z těchto látek jsou přirozenou součástí zázvoru.

Umělá pachuť byla u všech vzorků hodnocena podobně, a to středně silně intenzivní. Poměrně dost intenzivní umělou pachuť měl vzorek C01, možná proto, že je méně obvyklý, stejně tak jako vzorek B01.

Výsledky této práce poukazují na rozdílný obsah aromaticky aktivních látek v cukrovinkách typu želé, a také na konzervativnost spotřebitelů, kteří preferovali typické příchutě a vůně oproti těm neobvyklým.

6 SEZNAM LITERÁRNÍCH ZDROJŮ

[1] KADLEC, Pavel, Karel MELZOCH a Michal VOLDŘICH. Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin. Ostrava: Key Publishing, 2009. Monografie (Key Publishing). ISBN isbn978-80-7418-051-4.

[2] ČOPÍKOVÁ, Jana. *Technologie čokolády a cukrovinek*. Praha: VŠCHT, 1999. ISBN isbn80-7080-365-7.

[3] ČESKO. Vyhláška č. 76/2003 Sb. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2019 [cit. 14-12-2019]. Dostupné z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-76

[4] DRDÁK, M., J. STUDNICKÝ, E. MÓŔOVÁ a J. KAROVIČOVÁ. Základy potravinárskych technológií: spracovanie rastlinných a živočíšnych surovín, cereálne a fermentačné technológie, uchovávanie, hygiena a ekológia potravín. Bratislava: Malé centrum, 1996. ISBN isbn80-967064-1-1.

[5] NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 1331/2008 ze dne 16. prosince 2008, kterým se stanoví jednotné povolovací řízení pro potravinářské přídatné látky, potravinářské enzymy a látky určené k aromatizaci potravin: (Text s významem pro EHP). In: . Úřední věstník Evropské unie, L 354. Dostupné také z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:32008R1333

[6] SKOUPIL, Jan. *Suroviny a polotovary pro cukrářskou výrobu*. Brno: Společenstvo cukrářů České republiky, 2005. ISBN 80-239-6061-X.

[7] DELGADO, P. a S. BAÑÓN. Determining the minimum drying time of gummy confections based on their mechanical properties. CyTA - Journal of Food [online]. 2014, 13(3), 329-335 [cit. 2020-04-09]. DOI: 10.1080/19476337.2014.974676. ISSN 1947-6337. Dostupné z: http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19476337.2014.974676

[8] DRDÁK, Milan. Technológia rastlinných neúdržných potravín. Bratislava: Alfa, 1989. ISBN isbn80-05-00121-5.

[9] MILLER, Elizabeth a Richard W. HARTEL. Sucrose crystallization in caramel. *Journal of Food Engineering* [online]. 2015, **153**, 28-38 [cit. 2019-12-14]. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2014.11.028. ISSN 02608774. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877414005172

[10] CONSIDINE, Douglas M. *Foods and food production encyclopedia*. New York: Van Nostrand Reinhold, c1982. ISBN 0442216122.

[11] EDWARDS, W. P. The science of sugar confectionery. Cambridge: Royal Society of Chemistry, c2000. ISBN 978-0-85404-593-8.

[12] BELITZ, Hans-Dieter, Werner GROSCH a Peter SCHIEBERLE. *Food chemistry*. 4th, rev. and extended ed. Berlin: Springer, c2009. ISBN isbn9783540699330.

[13] TUCKER, Arthur O., Thomas DEBAGGIO, Francesco DEBAGGIO a Arthur O. TUCKER. *The encyclopedia of herbs: a comprehensive reference to herbs of flavor and fragrance*. [New ed.]. Portland: Timber Press, 2009. ISBN isbn0881929948.

[14] VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009. ISBN isbn978-80-86659-16-9.

[15] 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 (Text s významem pro EHP). In: . Úřední věstník Evropské unie, 2008, L 354/34. Dostupné také z: http://data.europa.eu/eli/reg/2008/1334/oj

[16] Talbot, Geoff. (2009). Science and Technology of Enrobed and Filled Chocolate, Confectionery and Bakery Products - 7.5.2 Caramels and Toffees. Woodhead Publishing. Retrieved from https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt006M9GU5/science-technology-enrobed/caramels-and-toffees

[17] ZEECE, Michael. Introduction to the chemistry of food. 1. Cambridge: Elsevier, 2019. ISBN isbn:978-0-12-809434-1.

[18] Směrnice evropského parlamentu a rady 2003/15/ES ze dne 27. února 2003, kterou se mění směrnice Rady 76/768/EHS o sbližování právních předpisů členských států týkajících se kosmetických prostředků. Text s významem pro EHP. In: 0026 - 0035. Úřední věstník, 2003, L 066. Dostupné také z: http://data.europa.eu/eli/dir/2003/15/oj

[19] FRANTIŠEK, Kratochvíl. Epikutánní testy [online]. In: . c2007-2020 [cit. 2020-04-10]. Dostupné z: http://www.epitesty.cz/index.php?inc=sez&filtr=A

[20] SCOGNAMIGLIO, J., L. JONES, C.S. LETIZIA a A.M. API. Fragrance material review on anisyl alcohol. *Food and Chemical Toxicology* [online]. 2012, **50**, S134-S139 [cit. 2020-04-10]. DOI: 10.1016/j.fct.2011.10.012. ISSN 02786915. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278691511005163

[21] OZAKI, Hitomi, Kazumi SUGIHARA, Yuki TAMURA, et al. Hydrolytic metabolism of phenyl and benzyl salicylates, fragrances and flavoring agents in foods, by microsomes of rat and human tissues. *Food and Chemical Toxicology* [online]. 2015, **86**, 116-123 [cit. 2020-04-10]. DOI: 10.1016/j.fct.2015.08.024. ISSN 02786915. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278691515300466

[22] BHATIA, S.P., G.A. WELLINGTON, J. COCCHIARA, J. LALKO, C.S. LETIZIA a A.M. API. Fragrance material review on benzyl cinnamate. *Food and Chemical Toxicology* [online]. 2007, **45**(1), S40-S48 [cit. 2020-04-10]. DOI: 10.1016/j.fct.2007.09.027. ISSN 02786915. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278691507003481

[23] LETIZIA, C.S., J. COCCHIARA, J. LALKO, A. LAPCZYNSKI a A.M. API. Fragrance material review on cinnamyl alcohol. *Food and Chemical Toxicology* [online]. 2005, **43**(6), 837-866 [cit. 2020-04-10]. DOI: 10.1016/j.fct.2004.09.012. ISSN 02786915. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278691504003096

[24] KUO, Su-Ching, Shien-Kai CHUANG, Ho-Yang LIN a Lai-Hao WANG. Study of the aerosol fragrances of eugenol derivatives in Cananga odorata using diffuse reflectance infrared Fourier transform spectroscopy and gas chromatography. *Analytica Chimica Acta* [online]. 2009, **653**(1), 91-96 [cit. 2020-04-10]. DOI: 10.1016/j.aca.2009.08.034. ISSN 00032670. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003267009011465

[25] National Center for Biotechnology Information. PubChem Database. Coumarin, CID=323, https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Coumarin (accessed on Apr. 10, 2020)

[26] SCCS (Scientific Committee on Consumer Safety), Opinion on the safety of Butylphenyl methylpropional (p-BMHCA) in cosmetic products - Submission II, preliminary version of 14 December 2017, final version of 10 May 2019, SCCS/1591/2017.

[27] BUENO, Mónica, Virginia C. RESCONI, M. Mar CAMPO, Vicente FERREIRA a Ana ESCUDERO. Development of a robust HS-SPME-GC-MS method for the analysis of solid food samples. Analysis of volatile compounds in fresh raw beef of differing lipid oxidation degrees. Food Chemistry [online]. 2019, 281, 49-56 [cit. 2020-04-15]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.12.082. ISSN 03088146. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814618321861

[28] KATAOKA, Hiroyuki. Sample preparation for liquid chromatography. *Liquid Chromatography* [online]. Elsevier, 2017, 2017, s. 1-37 [cit. 2020-04-15]. DOI: 10.1016/B978-0-12-805392-8.00001-3. ISBN 9780128053928. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128053928000013

[29] OUYANG, Gangfeng. Calibration. Handbook of Solid Phase Microextraction [online]. Elsevier, 2012, 2012, s. 167-199 [cit. 2020-04-15]. DOI: 10.1016/B978-0-12-416017-0.00006-1. ISBN 9780124160170. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780124160170000061

[30] PERTILE, Eva, Vladimír ČABLÍK a Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava. Instrumentální metody analýzy. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2006. ISBN 80-248-1049-2. Dostupné také z: http://www.digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:59c2d320-dce2-11e8-bc37-005056827e51

[31] JANČÁŘOVÁ, Irena, Luděk JANČÁŘ a Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. *Analytická chemie*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 80-7157-647-6. Dostupné také z: http://www.digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:6719bca0-a0de-11e2-9a08-005056827e52

[32] SPARKMAN, O. David, Zelda E. PENTON a Fulton G. KITSON. Introduction and History. *Gas Chromatography and Mass Spectrometry: A Practical Guide* [online]. Elsevier, 2011, 2011, s. 2-13 [cit. 2020-04-16]. DOI: 10.1016/B978-0-12-373628-4.00001-0. ISBN 9780123736284. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123736284000010

[33] YU, Peigen, Mei Yin LOW a Weibiao ZHOU. Design of experiments and regression modelling in food flavour and sensory analysis: A review. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 2018, **71**, 202-215 [cit. 2020-04-16]. DOI: 10.1016/j.tifs.2017.11.013. ISSN 09242244. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924224417300109

[34] DRAKE, M.A. Invited Review: Sensory Analysis of Dairy Foods. *Journal of Dairy Science* [online]. 2007, **90**(11), 4925-4937 [cit. 2020-04-16]. DOI: 10.3168/jds.2007-0332. ISSN 00220302. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030207719604

[35] INGR, Ivo, Jan POKORNÝ a Helena VALENTOVÁ. *Senzorická analýza potravin*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. ISBN 978-80-7375-032-9. Dostupné také z: http://www.digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:5cecab90-f9c4-11e7-b1a1-005056827e52

[36] KŘÍŽ, Oldřich, František BUŇKA, Jan HRABĚ a Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Senzorická analýza potravin II: statistické metody. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2007. ISBN 978-80-7318-494-0. Dostupné také z: http://www.digitalniknihovna.cz/mzk/uuid/uuid:749ce210-cf3e-11e7-9c14-005056827e51

[37] KIM, Sunghwan, Jie CHEN, Tiejun CHENG, et al. PubChem 2019 update: improved access to chemical data. Nucleic Acids Research [online]. 2019, 47(D1), D1102-D1109 [cit. 2020-04-22]. DOI: 10.1093/nar/gky1033. ISSN 0305-1048. Dostupné z: https://academic.oup.com/nar/article/47/D1/D1102/5146201

[38] DA SILVEIRA VASCONCELOS, Mirele, Erika Freitas MOTA, Neuza Felix GOMES-ROCHETTE, Diana Célia Sousa NUNES-PINHEIRO, Seyed Mohammad NABAVI a Dirce Fernandes DE MELO. Ginger (Zingiber officinale Roscoe). Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements [online]. Elsevier, 2019, 2019, s. 235-239 [cit. 2020-04-22]. DOI: 10.1016/B978-0-12-812491-8.00034-5. ISBN 9780128124918. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128124918000345

[39] MUTLU, Ceren, Sultan Arslan TONTUL a Mustafa ERBAŞ. Production of a minimally processed jelly candy for children using honey instead of sugar. *LWT* [online]. 2018, **93**, 499-505 [cit. 2020-04-25]. DOI: 10.1016/j.lwt.2018.03.064. ISSN 00236438. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643818302883

[40] RIVERO, Roy, Diego ARCHAINA, Natalia SOSA, Graciela LEIVA, Bertha BALDI CORONEL a Carolina SCHEBOR. Development of healthy gummy jellies containing honey and propolis. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online]. 2019, **100**(3), 1030-1037 [cit. 2020-04-25]. DOI: 10.1002/jsfa.10107. ISSN 0022-5142. Dostupné z: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.10107

[41] 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* [online]. 2017, **16**(1), 1-10 [cit. 2020-04-25]. DOI: 10.1080/19476337.2017.1327462. ISSN 1947-6337. Dostupné z: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19476337.2017.1327462

[42] BALLEN, 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* [online]. 2020, **13**(1), 3-12 [cit. 2020-04-25]. DOI: 10.1007/s12161-019-01496-6. ISSN 1936-9751. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/s12161-019-01496-6

[43] ZHANG, Yachen a Sheryl BARRINGER. Effect of hydrocolloids, sugar, and citric acid on strawberry volatiles in a gummy candy. *Journal of Food Processing and Preservation* [online]. 2018, **42**(1) [cit. 2020-04-25]. DOI: 10.1111/jfpp.13327. ISSN 01458892. Dostupné z: http://doi.wiley.com/10.1111/jfpp.13327

[44] DELGADO, P. a S. BAÑÓN. Determining the minimum drying time of gummy confections based on their mechanical properties. *CyTA - Journal of Food* [online]. 2014, **13**(3), 329-335 [cit. 2020-04-25]. DOI: 10.1080/19476337.2014.974676. ISSN 1947-6337. Dostupné z: http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19476337.2014.974676

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ES	Evropské společenství
SPME	Mikroextrakce tuhou fází
HS	Headspace
GC-MS	Plynová chromatografie s hmotnostní detekcí
FEMA	Asociace výrobců aromat a extraktů

8 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Protokol pro senzorickou analýzu
Příloha 2: Chromatogram těkavých látek vzorku A01; identifikace sloučenin viz Tab. 8
Příloha 3: Chromatogram těkavých látek vzorku A02; identifikace sloučenin viz Tab. 8
Příloha 4: Chromatogram těkavých látek vzorku A03; identifikace sloučenin viz Tab. 8
Příloha 5: Chromatogram těkavých látek vzorku B01; identifikace sloučenin viz Tab. 8
Příloha 6: Chromatogram těkavých látek vzorku C01; identifikace sloučenin viz Tab. 8

9 PŘÍLOHY

Příloha 1: Protokol pro senzorickou analýzu

DOTAZNÍK PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ NEČOKOLÁDOVÝCH CUKROVINEK

Vážení hodnotitelé, zhodnoťte, prosím, předložené vzorky želatinových bonbonů.
Jméno hodnotitele: .....
Datum: .....
Čas: .....
Zdravotní stav: ..... kuřák/nekuřák muž/žena
Jaké je Vaše stanovisko před ochutnáváním?

a) želatinové bonbony mám velmi rád/a
b) želatinové bonbony nemám příliš rád/a
c) želatinové bonbony nemám vůbec rád/a.

I. Konzistence (textura)
(ohodnoťte zmáčknutím mezi prsty, potom v ústech při kousnutí a žvýkání)

Kód vzorku: A01

Příliš měkká — Příliš tuhá

Kód vzorku: A02

Příliš měkká — Příliš tuhá

Kód vzorku: A03

Příliš měkká — Příliš tuhá

Kód vzorku: B01

Příliš měkká — Příliš tuhá

Kód vzorku: C01

Příliš měkká — Příliš tuhá

II. Vůně (aroma)

Kód vzorku	Popis vůně
A01	
A02	
A03	
B01	
C01	

<u>Intenzita vůně:</u>

Kód vzorku: A01

Neznatelná — Velmi silná

Kód vzorku: A02

Neznatelná Velmi silná

Kód vzorku: A03

Neznatelná Velmi silná

Kód vzorku: B01

Neznatelná Velmi silná

Kód vzorku: C01

Neznatelná Velmi silná

<u>Příjemnost vůně:</u>

Kód vzorku: A01

Nepřijatelná[1] Vynikající[2]

Kód vzorku: A02

Nepřijatelná[1] Vynikající[2]

Kód vzorku: A03

Nepřijatelná[1] Vynikající[2]

Kód vzorku: B01

Nepřijatelná[1] Vynikající[2]

Kód vzorku: C01

Nepřijatelná[1] Vynikající[2]

Pozn.: 1 – nepříjemná, netypická, výrazně negativní přípach
2 – výrazná, charakteristická, dobře identifikovatelná

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

Kód vzorku	Popis chutě
A01	
A02	
A03	
B01	
C01	

<u>Intenzita chuti:</u>

Kód vzorku: A01

Neznatelná Velmi silná

Kód vzorku: A02

Neznatelná — Velmi silná

Kód vzorku: A03

Neznatelná — Velmi silná

Kód vzorku: B01

Neznatelná — Velmi silná

Kód vzorku: C01

Neznatelná — Velmi silná

Příjemnost chuti:

Kód vzorku: A01

Nepřijatelná[1] — Vynikající[2]

Kód vzorku: A02

Nepřijatelná[1] — Vynikající[2]

Kód vzorku: A03

Nepřijatelná[1] — Vynikající[2]

Kód vzorku: B01

Nepřijatelná[1] — Vynikající[2]

Kód vzorku: C01

Nepřijatelná[1] — Vynikající[2]

Pozn.: 1 – nepříjemná, netypická, výrazně negativní přípach
2 – výrazná, charakteristická, dobře identifikovatelná

IV. Profilový test vybraných chutí

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

Kód vzorku: A01

Sladká:

Neznatelná — Velmi silná

Kyselá:

Neznatelná — Velmi silná

Umělá:

Neznatelná — Velmi silná

Kód vzorku: A02

Sladká:

Neznatelná — Velmi silná

Kyselá:

Neznatelná — Velmi silná

Umělá:

Neznatelná — Velmi silná

Kód vzorku: A03

Sladká:

Neznatelná — Velmi silná

Kyselá:

Neznatelná — Velmi silná

Umělá:

Neznatelná — Velmi silná

Kód vzorku: B01

Sladká:

Neznatelná — Velmi silná

Kyselá:

Neznatelná — Velmi silná

Umělá:

Neznatelná — Velmi silná

Kód vzorku: C01

Sladká:

Neznatelná — Velmi silná

Kyselá:

Neznatelná — Velmi silná

Umělá:

Neznatelná — Velmi silná

V. Hodnocení celkové přijatelnosti vzorku

Celkově byste vzorek hodnotili jako: (berte v úvahu všechny výše zmíněné vlastnosti, s důrazem především na chuť a vůni).

Kód vzorku: A01

Nepřijatelný — Vynikající

Proč? .....

Kód vzorku: A02

Nepřijatelný — Vynikající

Proč? .....

Kód vzorku: A03

Nepřijatelný — Vynikající

Proč? .....

Kód vzorku: B01

Nepřijatelný — Vynikající

Proč? .....

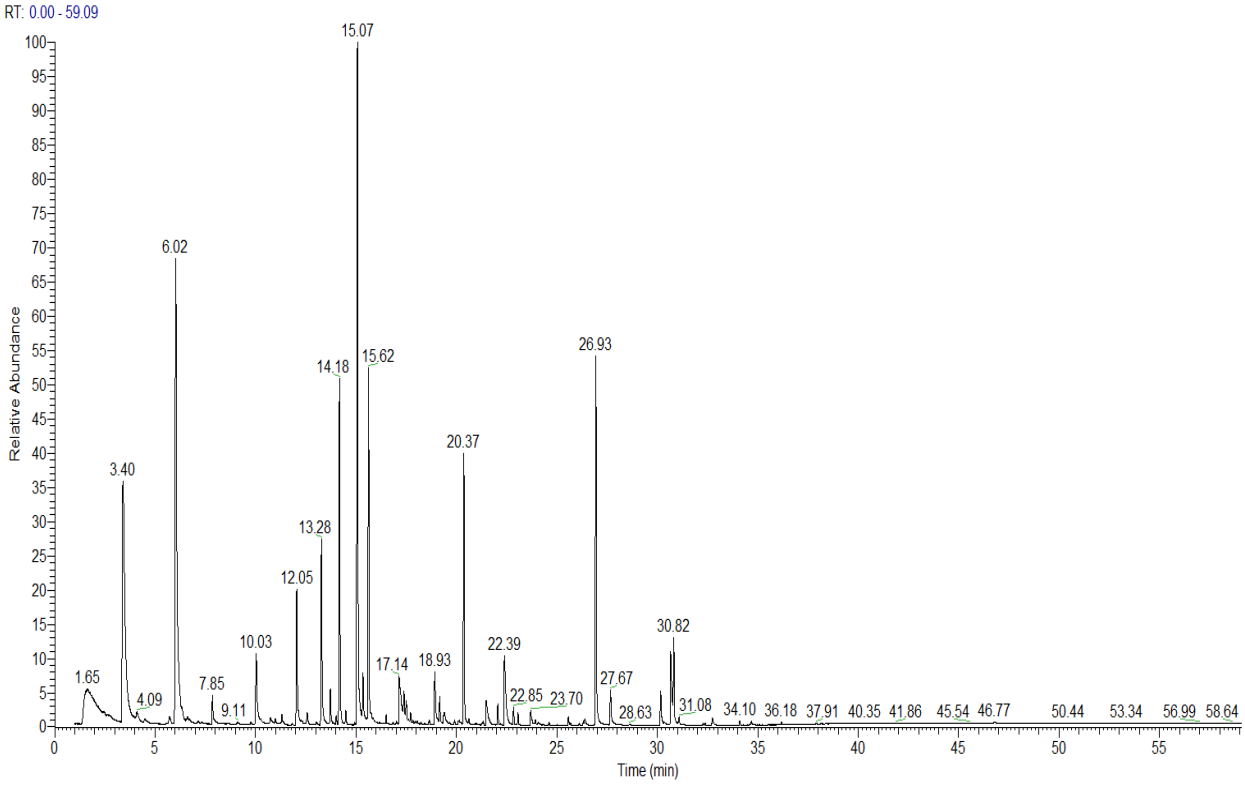
Kód vzorku: C01

Nepřijatelný — Vynikající

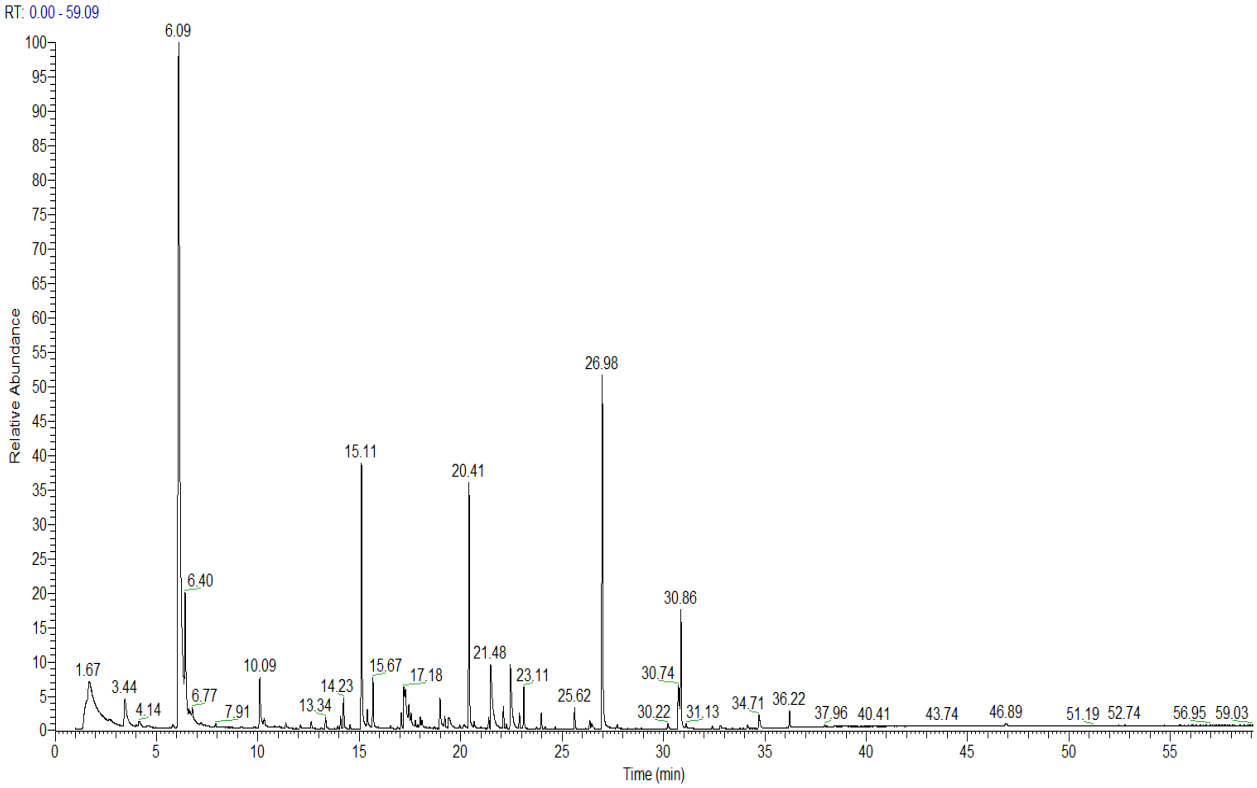
Proč? .....

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

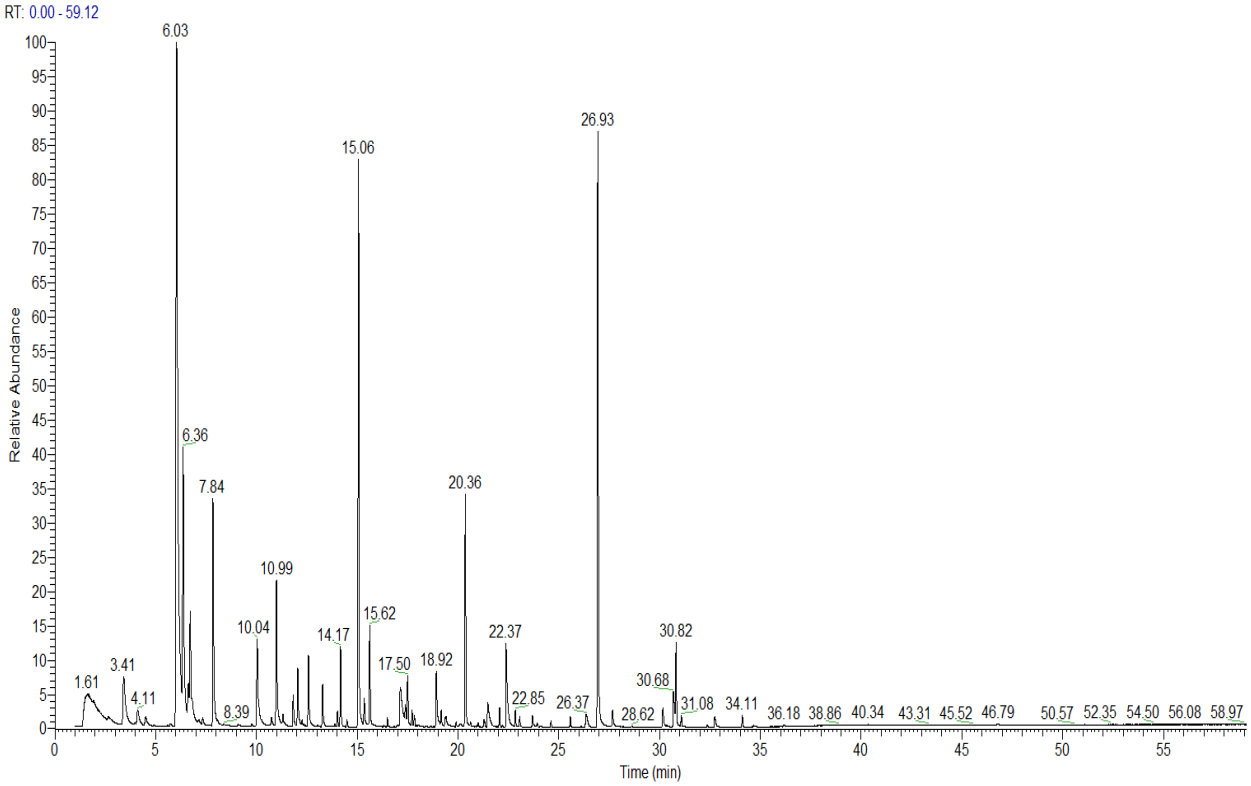
Příloha 2: Chromatogram těkavých látek vzorku A0; identifikace sloučenin viz Tab. 8



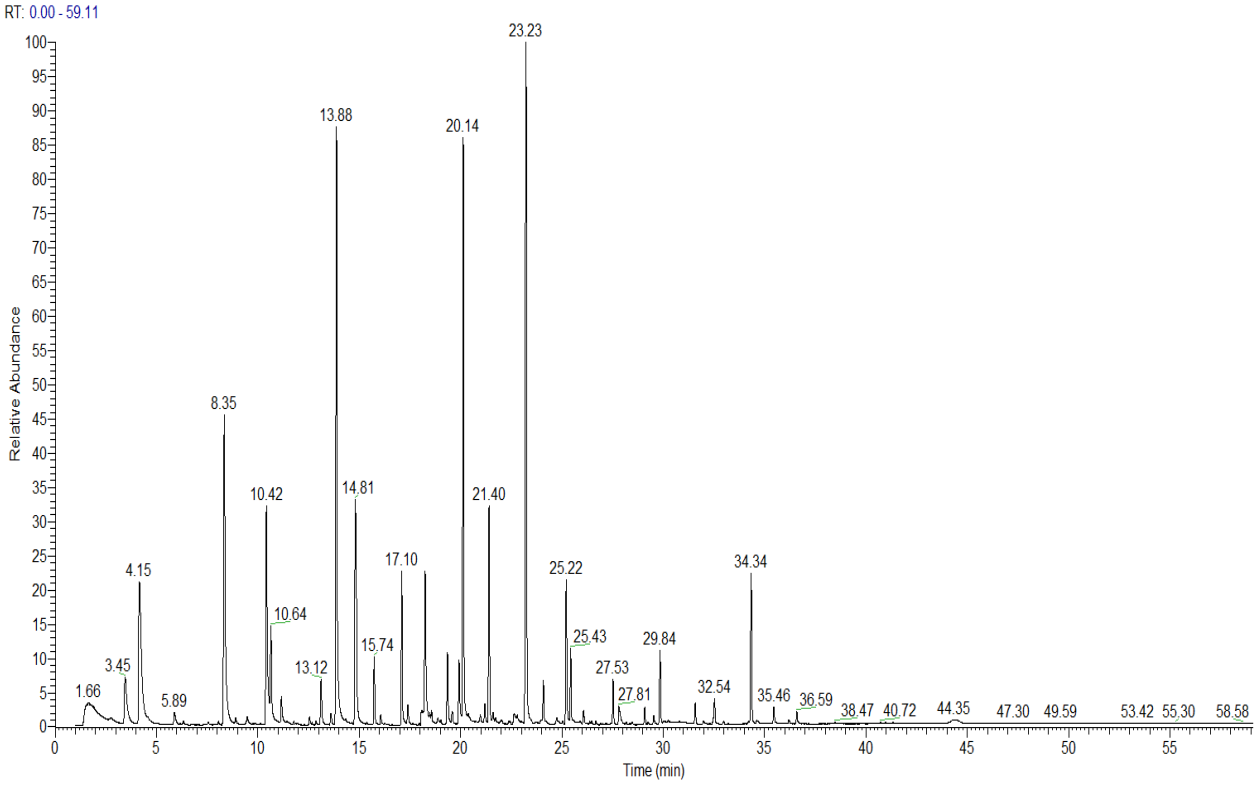
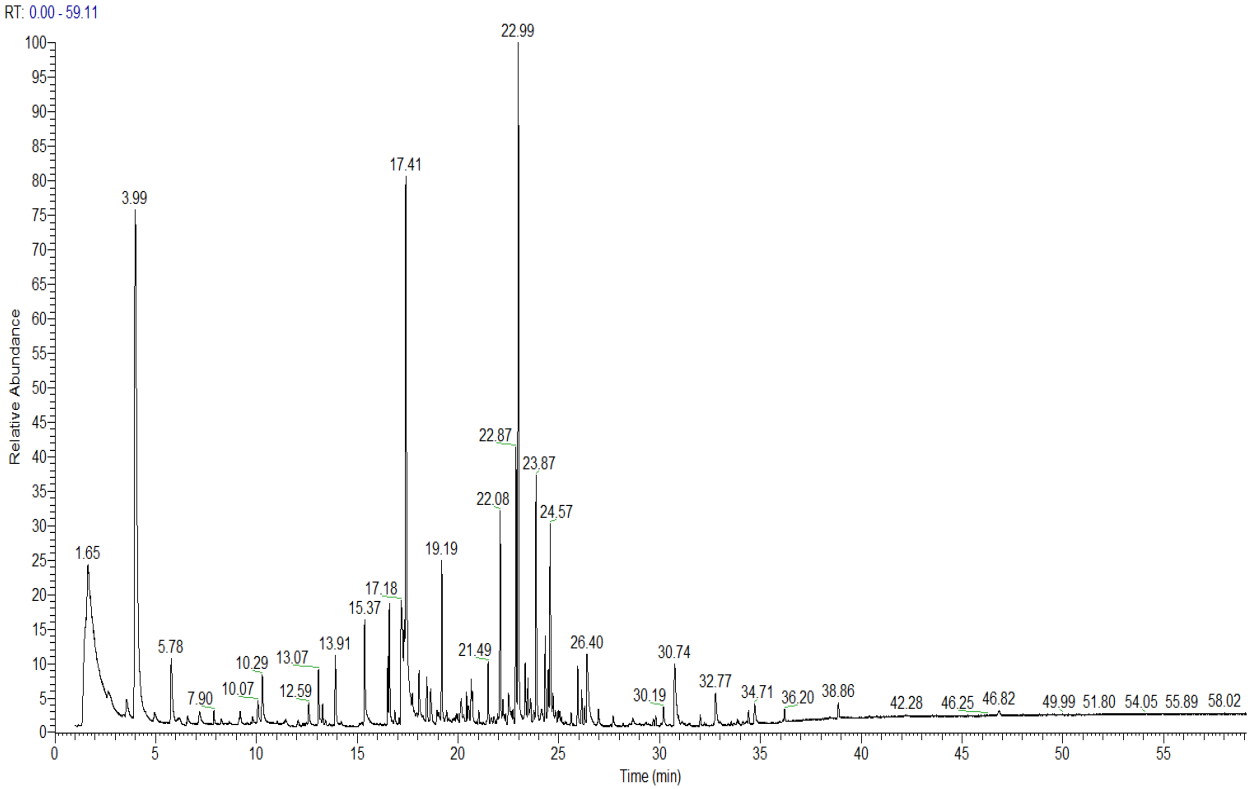
Příloha 3: Chromatogram těkavých látek vzorku A02; identifikace sloučenin viz Tab. 8



Příloha 4: Chromatogram těkavých látek vzorku A03; identifikace sloučenin viz Tab. 8



Příloha 5: Chromatogram těkavých látek vzorku B01; identifikace sloučenin viz Tab. 8



Příloha 6: Chromatogram těkavých látek vzorku C01; identifikace sloučenin viz Tab. 8