

**Česká zemědělská univerzita v Praze**  
**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**  
**Katedra kvality zemědělských produktů**



**Kvalita medu v závislosti na jeho původu**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Mgr. Bc. Alena Třísková**

**Vedoucí práce: Mgr. Petr Maršík, Ph.D.**

© 2017 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Kvalita medu v závislosti na jeho původu" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 13.4.2017

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Mgr. Petru Maršíkovi, Ph.D., za cenné rady, věcné připomínky a čas, který mi věnoval při řešení dané problematiky. Mé poděkování patří též doc. Ing. Lence Kouřimské, Ph.D. za pomoc při přípravě protokolu pro senzorické hodnocení medu a členům hodnotícího panelu pro senzorickou analýzu sestaveného Katedrou kvality zemědělských produktů.

# Kvalita medu v závislosti na jeho původu

## Souhrn

Práce se zabývá problematikou včelího medu, který hraje významnou roli ve výživě, s cílem zhodnotit vliv původu, zpracování a skladování na jakost medu.

V teoretické části byla popsána historie jeho použití, současná právní úprava, druhy medu na českém a evropském trhu a charakteristika základních složek medu a jejich vliv na jeho fyzikálně-chemické vlastnosti. Řešen je zde také problém falšování medu a diskutovány metody jeho autentifikace.

V experimentální části byla provedena chemická analýza vzorků medu metodou hmotnostní spektrometrie (MALDI-TOF) a kapalinové chromatografie spojené s hmotnostní spektrometrií (LC-MS). Metoda hmotnostní spektrometrie (MALDI-TOF) prokázala, že není rozhodující zdroj (tržní síť, včelař), ale jeho původ. Naproti tomu kapalinovou chromatografií spojenou s hmotnostní spektrometrií (LC-MS) byla zjištěna výrazně větší vzájemná podobnost medů zakoupených v tržní síti v porovnání s medy od včelařů.

Dále bylo provedeno senzoričné hodnocení vzhledu, barvy, konzistence, vůně a chuti vzorků medu senzoričnou analýzou.

**Klíčová slova:** původ medu, chemické vlastnosti, necílená analýza, hmotnostní spektrometrie, senzoričný profil

# Honey quality depending on its origin

## Summary

This thesis deals with bee honey which plays an important role in nutrition aiming to assess the influence of its origin, processing and storage on honey quality.

In the theoretical part, there is a description of its use, current legislation, honey kinds available on the Czech and European market and a basic characteristic of honey components and its effect on physical-chemical characteristics of honey. The thesis deals with adulteration of honey and methods of its authentication as well.

In the experimental part, a chemical analysis of honey samples has been done using the Mass Spectrometry (MALDI-TOF) and Liquid chromatography – Mass spectrometry method.

Mass Spectrometry proved that the source of honey (market, beekeeper) is not so important as the origin (kind) of honey. On the other hand, Liquid chromatography – Mass spectrometry proved that the mutual similarity of honeys bought on the market is higher in comparison with honeys from beekeepers.

The sensory analysis was made to evaluate overall appearance, colour, consistency, scent and taste of honey samples.

**Keywords:** origin of honey, chemical properties, fingerprinting, mass spectrometry, sensorial profile

## Obsah

<b>1. Úvod</b>	9
<b>2. Cíl práce</b>	10
<b>3. Přehled literatury</b>	11
<b>3.1 Včelí produkty</b>	11
<b>3.2 Med a historie jeho použití</b>	12
<b>3.3 Legislativa týkající se jakosti a zdravotní nezávadnosti medu</b>	14
<b>3.4 Fyzikální vlastnosti a chemické složení medu</b>	17
<b>3.4.1 Fyzikální vlastnosti medu</b>	17
<b>3.4.2 Chemické složení medu</b>	18
3.4.2.1 Obsah vody v medu	19
3.4.2.2 Sacharidy v medu	19
3.4.2.3 Enzymy v medu	20
3.4.2.4 Minoritní složky medu	21
3.4.2.5 Nežádoucí komponenty v medu	22
<b>3.5 Druhy medu na českém a evropském trhu</b>	22
<b>3.6 Způsoby a důvody falšování medu, jeho zjišťování a důsledky</b>	31
<b>3.7 Analýza medu</b>	33
<b>3.7.1 Senzorická analýza</b>	33
<b>3.7.2 Fyzikálně-chemická analýza</b>	37
<b>3.7.3 Pylová analýza medu</b>	40
<b>3.7.4 Pokročilé metody chemické analýzy medu</b>	41
3.7.4.1 Hmotnostní spektrometrie (MALDI)	41
3.7.4.2 Kapalinová chromatografie spojená s hmotnostní spektrometrií (LC-MS)	41
3.7.4.3 Plynová chromatografie spojená s hmotnostní spektrometrií (GC-MS)	42
3.7.4.4 Nukleární magnetická rezonance (Nuclear Magnetic Resonance, NMR)	42
<b>4. Experimentální část</b>	44
<b>4.1. Materiál a metody</b>	44
<b>4.1.1 Pokročilé metody chemické analýzy medu</b>	44
4.1.1.1 MALDI (profil velkých molekul)	44
4.1.1.2 LC/MS	46
<b>4.1.2 Senzorická analýza</b>	47
<b>5. Výsledky</b>	50

<b>5.1 Chemická analýza</b>	50
<b>5.2 Senzorická analýza</b>	57
<b>6. Diskuze</b>	74
<b>7. Závěr</b>	80
<b>8. Seznam literatury</b>	82
<b>9. Přílohy</b>	86

*„Pokud by na Zemi vymřely včely, zůstaly by lidem jen čtyři roky života. Nebude včel, nebude opylování...nebude ani lidí!“*

*Albert Einstein*



# 1. Úvod

Med je potravinou přírodního sacharidového charakteru vytvořenou společenstvím včel medonosných (*Apis mellifera*) z nektaru nebo medovice ze živých částí rostlin, kterou včely sbírají, přetvářejí, kombinují se svými látkami, uskladňují a nechávají zrát v plástech. Hlavní rolí včely medonosné je její funkce opylovače v ekosystému, nicméně pro včelaře rozhodujícím faktorem ekonomiky jeho provozu zůstává produkce medu a jeho tržní uplatnění. S tím je spjata kvalita medu, jejíž kvalitativní kritéria stanovuje vyhláška č. 76/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony.

Tato diplomová práce se zabývá problematikou jakosti medu v závislosti na původu, zpracování, případně skladování medu.

Med je odnepaměti nejen hodnotnou potravinou, ale také biologicky vysoce hodnotným produktem, který je pro své specifické vlastnosti využíván také v potravinářství, farmacii, kosmetickém průmyslu a v neposlední řadě k výrobě alkoholických nápojů.

Med je však pro svoji hodnotu často předmětem falšování, v poslední době zejména nákupem medu z různých, často zahraničních, zdrojů a jeho vydávání za vlastní. Proto je více než v minulosti nutné hledat účinné způsoby odhalování těchto praktik.

## 2. Cíl práce

Cílem diplomové práce je zhodnotit vliv původu, zpracování, ev. skladování na jakost medu.

Hypotéza: Původ (např. region, zpracovatel) ovlivňuje jakostní hodnocení medu.

Teoretická část této práce obsahuje rešerši odborných informací souvisejících s jakostí medu v závislosti na jeho původu, složení, způsoby falšování medu a identifikace takto upraveného medu.

Experimentální část práce se věnuje porovnání chemických a senzorických jakostních znaků medů získaných z různých zdrojů. Chemická analýza bude prováděna formou necíleného screeningu, a to zejména pomocí metod hmotnostní spektrometrie (MALDI, LC/MS) u 8 vzorků pocházejících od malovýrobce a u 7 vzorků pocházejících z tržní sítě.

## 3. Přehled literatury

### 3.1 Včelí produkty

Včelími produkty jsou med, včelí vosk, propolis, pyl, mateří kašička a včelí jed.

**Včelí med** je nejznámější a nejdůležitější včelí produkt (viz níže). Je lehce stravitelnou, energeticky hodnotnou potravinou. Používá se i při fermentaci tabáku a úpravě dřeva na výrobu dýmek. Používá se při výrobě různých sirupů proti kašli a v kosmetice.

Veselý a kol. (2003) uvádí, že **včelí vosk** je metabolický produkt včely, který se tvoří ve voskotvorné žláze čely dělnice, jejímž vnějším zakončením jsou vosková zrcadélka na třetím, čtvrtém, pátém a šestém zadečkovém článku. Z vosku včely stavějí plásty, do nichž ukládají zásoby a v nichž odchovávají plod.

**Propolis (smoluška, dluž, včelí tmel)** patří také mezi tradiční včelí produkty. Jedná se o pryskyřičnatou látku příjemné aromatické vůně, jejíž barva se mění podle původu a stáří od zelenožluté až k temně hnědé. V chladu je propolis tvrdý a křehký, při úlové teplotě se stává měkký a tvárný. Včely sbírají suroviny na jeho výrobu na rostlinách vylučujících pryskyřičnaté látky (topol, bříza, olše, jilm, jehličnany a jírovec maďal) a samy se aktivně podílejí na tvorbě propolisu výměšky svých žláz. Včelám slouží jako stavební a ochranná látka k vystýlání a vyztužení buněk plástů, k zatmělení otvorů a trhlin, o opravě plástů. Slouží jim i k balzamování vetřelců, které usmrtí v úlu, ale nemohou je z úlu odstranit. Propolis má také ochrannou funkci (vytváří vhodnou ochrannou atmosféru v úlu) a tepelně izolační vlastnosti.

#### **Pyl**

Pylová zrna jsou samčí pohlavní buňky vyšších rostlin, které včely donášejí jako svou základní potravu v rouskách na zadním páru noh. Z hlediska výživných vlastností jsou ceněny zejména pyly z vrby, jetele, kaštanovníku setého, hořčice, máku a ovocných stromů.

**Mateří kašička** je podle Dupala a kol. (2015) „sesterským mlékem“, které se funkcí a složením podobá mateřskému mléku savců. Je to hustá smetanově žlutá krmná šťáva typické vůně a kyselé chuti, produkovaná hltanovými žlázami včel dělnic. Dostává ji matka

během larválního vývoje i po vylíhnutí – na rozdíl od larev dělnic, které jsou jí krmeny pouze do třetího dne, a proto se pohlavně zcela nevyvinou.

**Včelí jed** je bezbarvá kapalina charakteristické vůně a kyselé chuti. Je vylučován jedovou žlázou, která je součástí jedového aparátu umístěného v zakončení zadečku dělnic, které zajišťují obranu včelstva před vetřelci. Včelí jed při vpichu žihadla do těla způsobuje popraskání buněčných membrán, stimuluje syntézu prostaglandinů a vyvolá v místě vpichu zánětlivý proces. Vyšší počet žihadel má vliv i na dýchání a nervový systém.

### **3.2 Med a historie jeho použití**

Co je vlastně med? Definici můžeme najít v dokumentu Codex Alimentarius vypracovaném Potravinovou a zemědělskou organizací OSN (Food and Agriculture Organization – FAO, která med definuje jako *„přirozenou sladkou substanci produkovanou včelami medonosnými z nektaru rostlin nebo ze sekretu živých částí rostlin nebo exkrecí hmyzu sajícího šťávu ze živých částí rostlin; včely tyto látky sbírají a přeměňují pomocí slučování se svými vlastními specifickými substancemi, načež je ukládají, dehydrují, skladují a nechávají zrát a vyzrávat v medových plástvích.* (Codex Standard for Honey, 1981)

Již velmi dávno člověk zjistil, že mu včela může poskytnout chutnou a vydatnou součást potravy – med. Nejstarší kreslený doklad, který se nachází v Pavoučí jeskyni (Cauveas de la Arana) u španělské vesnice Bicrop, pochází z doby před 15 000 lety (doba paleolitická). Podle Altmana (2014) byl med od nepaměti považován za pokrm bohů, studnici mládí, moudrosti a nesmrtelnosti (u Řeků dávala ambrózie - pokrm bohů, kterou někteří autoři ztotožňují s medem, nesmrtelnost). Rovněž včely byly v mnoha dávných kulturách považovány za posvátné. Ve starověkém Egyptě se věřilo, že včely se zrodily z boha Slunce, když plakal a jeho slzy dopadaly na zem.

Podle Bible izraelský národ hledal zemi nabízející manu, mléko a med. Podle Koránu (The Quran, 2009), 16: 68-69, je med *„prvním požehnáním, které dal Bůh zemi“* a *„léčí lidstvo“*. Podle řecké mytologie vchovaly Apollonova syna Aristaia, ochránce včel, nymfy, které mu svěřily tajemství včelařství.

Průkopníky chovu včel však byli starověcí Egyptané, kteří vytvořili první úly pro získávání medu z pláství. Egyptané med používali ke konzervování potravin a pro přípravu kráslicích

mastí a léků. Dupal a kol. (2015) uvádí, že rituální a lékařské využití medu je zmiňováno i v Chammurapiho zákoníku Babyloňanů, jejichž kultura se rozvíjela rovněž v oblasti Mezopotámie, „mezi dvěma řekami“. Egypťané med chovávali v chrámech jako oběť bohům. V tamních pyramidách byl nalezen vykrystalizovaný, nicméně hygienicky nezávadný med, jehož stáří se odhaduje na 3 000 let. Med byl spojován s narozením (věřili, že podporuje plodnost) i se smrtí – podle Přídala (2015) se med používal při mumifikaci. Byl považován za velmi vzácnou potravinu, býval součástí svatebního věna a jako součást přídělů spojených s funkcí ho dostávali vysoce postavení hodnostáři. Podle Altmana (2014) Egypťané objevili možnost výroby medu z nektaru po celý rok, a to sezónním přemísťováním včelstev, kdy úly vozili na lodích po Nilu.

Výroba medu se stala jedním z hlavních řemesel také ve starověkém Římě. Nejvýše ceněno bylo v Hispánii a ve formě medu byly dokonce vybírány některé daně. Když Římané v 1. století našeho letopočtu pronikli do Anglie, zjistili, že tamní venkované pijí medovinu – kvašený nápoj z medu a vody. Titěra (2013) uvádí, že medovina je považována za nejstarší alkoholický nápoj. Získala si oblibu u Římanů, Řeků, Keltů i Sasů, ale jejími nejnámějšími konzumenty byli Vikingové, kteří si jí posilovali v drsných podmínkách severního Atlantiku. K chovu včelu a používání medu významně přispěli Arabové, protože podle Koránu se jedná o rituálně čistou potravinu. Med se tak stal základní přísadou arabské kuchyně.

Včelařství mělo velký význam i ve středověku, a to vzhledem k rostoucí spotřebě vosku na výrobu svíček pro bohoslužebné účely. Tato činnost byla vyhrazena klášterům, jejichž mniši významně přispěli k rozvoji postupů ve včelařství. Ve středověké Evropě se med používal jako sladidlo, medicína a konzervační prostředek.

Po objevení Ameriky si osadníci do Nového světa přivezli i úly plné včel, jejichž med používali nejen do receptů, ale také k uchování potravin a pro přípravu laků.

Chudší vrstvy obyvatelstva používaly med jako sladidlo do poloviny 17. století, protože cukr byl vyhrazen pro šlechtu.

Med byl hlavním zdrojem cukru až do počátku 18. století, kdy se do Evropy dostala cukrová třtina (nejprve z Bengálského zálivu prostřednictvím výpravy Alexandra Velikého a následně z rozsáhlých plantáží Střední Ameriky).

Následně však byla objevena možnost získávat cukr z cukrové řepy, kterou bylo možné pěstovat i v mírném evropském podnebí. Titěra (2013) uvádí, že v době blokády francouzských obchodních přístavů za napoleonských válek proto Napoleon přikázal osázet cukrovou řepou 32 000 ha a nechal vybudovat několik cukrovarů.

Jako sladidlo tak med ztratil své postavení ve prospěch cukrové třtiny (70 % světové produkce cukru) a cukrové řepy (30 % světové produkce cukru), přesto je však pro svoje výživové a léčivé vlastnosti neopomenutelnou surovinou.

V současnosti existuje několik set druhů včel, které produkují med, a o dalších druzích včel a vos je známo, že různé druhy medu uskladňují jako zdroje potravy. Původcem většiny dnes konzumovaného medu je včelí druh *Apis mellifera*.

Veselý a kol. (2003) uvádí, že v České republice se včelařstvím zabývá 53 000 lidí všech věkových skupin, kteří ošetřují 518 000 včelstev (97 % z nich je členem Českého svazu včelařů).

Podle TIC Stálého zastoupení České republiky při Evropské unii ze dne 12.5.2015, čj. 1451/2015-SZEU, Rada pro zemědělství a rybnářství na svém 3386. zasedání vzala na vědomí požadavek Slovinska vyhlásit **20. květen Světovým dnem včel**. Ve svých vystoupeních delegace podtrhly úlohu včel a včelařů, jako hlavní prvky biodiverzity a ochrany krajiny, podobně jako element socioekonomické stability sektoru produkce potravin.

### **3.3 Legislativa týkající se jakosti a zdravotní nezávadnosti medu**

Právní úprava týkající se medu je obsažena v následujících normách:

#### **Mezinárodní normy a standardy**

Codex Alimentarius Standard for Honey (1981, rev. 2001)

Harmonised Methods of the European Honey Commission (1997)

Harmonised Methods of the International Honey Commission (2002)

#### **Evropská legislativa**

Nařízení (ES) 178/2002, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva, zřizuje se Evropský úřad pro bezpečnost potravin a stanoví postupy týkající se bezpečnosti

Nařízení (ES) č. 852/2004, o hygieně potravin

Nařízení č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu

Nařízení (EU) č. 1169/2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům

Cílem nařízení (EU) č. 1169/2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům je poskytnout konečnému spotřebiteli základ, aby mohl učinit informovaný výběr (konečný spotřebitel by měl snadno porozumět informacím uvedeným na označení, údaje mají být jednoduché a srozumitelné). V případě medu je uvádění země původu povinné.

Směrnice Rady č. 2001/110/ES o medu (transponována ve vyhlášce č. 76/2003 Sb.)

Evropská komise vydala „Vysvětlivky k provedení směrnice Rady č. 2001/110/ES o medu“ (Úřední věstník, řada L 10, 12. 1. 2002, str. 47), která objasňuje určité rámcové vztahy mezi označením a kvalitou a/nebo geografickým původem medu. Některé státy využily tento dokument a rozpracovaly pravidla do vnitřních předpisů. ČR tato pravidla nemá v předpisech, proto se při provádění Koordinovaného plánu kontrol pro med a ryby jimi nemohla řídit např. při závazném posouzení, zda se jedná o jednodruhové medy nebo medy označené jako medy lesní nebo luční. Koordinovaný plán kontrol pro med a ryby byl SZPI a SVS proveden podle požadavků uvedených v doporučení Evropské komise C(2015) 1558 final ze dne 12. 3. 2015 o koordinovaném plánu kontrol s cílem posoudit rozšíření podvodných praktik při uvádění některých potravin na trh Komise přistoupila k vydání tohoto doporučení ve smyslu článku 53 nařízení (ES) č. 884/2004 z důvodu podezření na výskyt potenciálně značného množství medu nesplňujícího požadavky směrnice 2001/110/ES na označování ohledně zeměpisného nebo botanického původu a na výrobky deklarované jako med, i když obsahují cukry a cukerné produkty jiného původu. Cílem Koordinovaného plánu kontrol pro med a ryby bylo úředními kontrolami zjistit rozšíření chybně označeného medu (s ohledem na původ nebo složení) na trhu Evropské unie. Testováno bylo 90 vzorků medu (110 analýz) – 21 vzorků původem z ČR, 31 vzorků původem mimo ČR a 38 vzorků „směs medů z ...“. Zeměpisný nesoulad byl zjištěn u 1 vzorku původem ČR a u 2 vzorků původem mimo ČR (bez deklarace „směs medů z...“), nesoulad z důvodu přítomnosti cizích cukrů byl zjištěn u 3 vzorků typu „směs medů z ...“.

### **Národní legislativa**

Zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích

Vyhláška č. 76/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony

Zákon č. 166/1999 Sb., o veterinární péči

Podle § 27a odst. 1 písm. d) zákona č. 166/1999 Sb., o veterinární péči může chovatel konečnému spotřebiteli prodávat malé množství medu pocházející z vlastního chovu včel.

Vyhláška č. 289/2009 Sb., o veterinárních a hygienických požadavcích na živočišné produkty, které nejsou upraveny přímo použitelnými předpisy Evropských společenství.

Podle vyhlášky č. 76/2003 Sb. se medem rozumí „*potravina přírodního sacharidového charakteru, složená převážně z glukózy, fruktózy, organických kyselin, enzymů a pevných částic zachycených při sběru sladkých šťáv květů rostlin (nektar), výměšků hmyzu na povrchu rostlin (medovice), nebo na živých částech rostlin včelami (Apis mellifera), které sbírají, přetvářejí, kombinují se svými specifickými látkami, uskladňují a nechávají dehydratovat a zrát v plástech.*“

Členění medu do skupin je ošetřeno ve vyhlášce č. 76/2003 Sb. Med se člení podle:

#### **A) původu**

na med **nektarový** (květový, luční) pocházející z nektaru rostlin nebo mimokvětních nektarií, med **medovicový** (lesní), který podle Dobrovody (1986) vzniká z mízy, která proudí rostlinnými pletivy a následně je zpracována a obohacena výměšky slin stejnokřídlého hmyzu, a med **smíšený**, který je podle Kintla (2009) pomaleji krystalizujícím medem tmavší až tmavé barvy, který pochází ze snůšky nektarového a medovicového původu bez výrazné převahy jednoho druhu (především med z malin a ostružin, z lípy, z později kvetoucích bylin a květin, z lesních bylin a medovice).

#### **B) podle způsobu získávání nebo obchodní úpravy**

na a) **med vytočený**,

b) **plástečkový**,

c) **lisovaný** (viz kap. 3.5.),

d) **vykapaný**, který se získává vykapáváním odvíčkovaných plástů bez plodu,

e) **med s plástečky**, což je med zavíčkovaný a uložený včelami do čerstvě postavených bezplodých plástů a podle Přidala (2003) je možné jej konzumovat i s plástem,

d) **filtrovaný**, který se získává cezením ne hrubších sítích, následně na tkaninových fitrech,



e) **pastový**, což je podle Dupala a kol. (2015) med úmyslně vykrystalizovaný do velmi malých krystalků, jehož výhodou je snadná roztíratelnost a manipulace bez nutnosti med opakovaně zahřívat při ztekucování,

f) **pekařský**, který je podle vyhlášky č. 76/2003 Sb. určený výhradně pro průmyslové použití nebo jako složka do jiných potravin; může mít cizí příchuť nebo pach, vykazovat počínající kvašení nebo mohl být zahřátý.

Z hlediska požadavků na jakost je třeba zmínit zejména:

zákaz přidávání jiných látek včetně přídatných látek (s výjimkou jiného druhu medu)

zákaz odstraňovat z medu pyl nebo jinou specifickou součást medu, s výjimkou případů, kdy tomu při odstraňování cizorodých anorganických a organických látek, zejména filtrací, nelze zabránit.

Med, s výjimkou pekařského (průmyslového) medu, nesmí mít jakékoliv cizí příchutě a pachy, začít kvasit nebo pěnit, být zahřát do takové míry, že jeho přirozené enzymy jsou zničeny nebo významně inaktivovány, být u něj uměle změněna kyselost.

### 3.4 Fyzikální vlastnosti a chemické složení medu

#### 3.4.1 Fyzikální vlastnosti medu

**Viskozita medu** je poměrně vysoká vlivem vysokého obsahu sacharidů (při 20 °C je zhruba 10 000krát větší než viskozita vody). U většiny medů je viskozita konstantní. Některé medy (pohankový, vřesový) mají thixotropní vlastnosti, tj. gel přechází v sol i pouhým zamícháním. Podle Veselého a kol. (2003) je tato vlastnost je způsobena vyšším množstvím proteinů s vyšší molární hmotností. Opakem jsou medy s dilatačními vlastnostmi zapříčiněnými vysokomolekulárním cukrem podobným škrobu (např. u medu opuncie nebo medů z afrických eukalyptovníků).

**Specifická hmotnost** je závislá na obsahu vody v medu. Je měřena pyknometricky (vážením obsahu nádoby o známém objemu).

**Index lomu světla  $n^D$**  u medu závisí především na obsahu vody a teplotě.

**Optická otáčivost.** Medy otáčejí rovinu polarizovaného světla zpravidla doleva, protože ve většině medů převažuje fruktóza. Pravotočivé medy jsou výjimečné (zejména medy medovicového původu nebo v pozdní snůšce z vojtěšky nebo jetele, které velmi jemně krystalizují (tím se liší od poškozených medů).

**Barva medu** je závislá především na botanickém původu medu, způsobu zpracování a délce skladování. Z rostlinných barviv barvu medu ovlivňují výrazně flavonoidy, antokyany, karotenoidy, xantofyly a chlorofyly. Většina nektarových medů patří mezi světlé medy, zatímco většina medovicových medů patří mezi medy tmavé.

**Tepelné vlastnosti medu.** Specifické teplo medu při obsahu vody 17 % se pohybuje okolo  $2,26 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$  a s teplotou se mění jen minimálně. Měrná tepelná vodivost medu je přibližně desetkrát menší než v případě vody, což způsobuje potíže s rozpouštěním medu.

**Hygroskopicitu medu** je schopnost látek pohlcovat a udržovat vlhkost způsobená zejména přítomností fruktózy. Rovnovážná relativní vzdušná vlhkost (tzv. aktivita vody), kdy med nepřijímá ani nevydává vodu, je podle Veselého a kol. (2003) 56-59 %. Podle Vorlové (2002) absorpce vlhkosti ze vzduchu rapidně stoupá již při relativní vlhkosti kolem 60 %.

**Krystalizace medů** je dána tím, že med je přesyceným roztokem cukrů. Stupeň přesycení je nejvíce závislý na glukóze. Podle Veselého a kol. (2003) krystalizaci urychluje přítomnost krystalů, pylových nebo prachových zrněk, mechanický šok při odstředování a tepelný šok při zpracování medu.

Vlastní krystalizace má dvě fáze: a) nukleace, tj. vytvoření zárodečných krystalů (závisí na podmínkách získávání a skladování medu), b) vlastní krystalizace, při níž zárodečné krystaly rostou až do velikosti viditelné pouhým okem, proto med ztuhne v celé hmotě. Rychlost krystalizace je mj. silně závislá na viskozitě medu.

**Elektrická vodivost** nezředěného medu je velmi nízká (srovnatelná s vodivostí destilované vody). Pro účely obchodní klasifikace medu se jako hranice mezi nektarovými a medovicovými medy používá hodnota  $80 \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1}$ .

### 3.4.2 Chemické složení medu

Med je koncentrovaný přesycený roztok sacharidů s řadou nutričně cenných komponent. V medu bylo doposud popsáno více než 200 organických sloučenin. Početně nejvýznamnější skupinu tvoří aromatické látky dodávající medu charakteristickou vůni a chuť. Dále jsou zastoupeny cukry (tvoří více než 80 % hmotnosti medu) a aminokyseliny. Haragsim (2013) uvádí, že zatímco člověk pozná sladkost u více než 30 látek, včelám chutná sladce jen 9 druhů cukrů a některé cukry včely nelákají (rafinóza) a jiné jsou pro ně dokonce jedovaté (galaktóza).

Do 1 % je med tvořen minerálními látkami (soli draselné, vápenaté, sodné, hořečnaté, železité, manganaté a borité), vitamíny (pod 0,3 %), aminokyseliny (pod 0,2 %) a aromatické

látky pod 20 ppm. Významnou složkou medu jsou enzymy (zejména invertáza, diastáza a glukooxidáza), z nichž některým jsou přisuzovány antibakteriální účinky medu.

#### 3.4.2.1 Obsah vody v medu

Celkové množství vody v medu se pohybuje v rozmezí 15-21 % v závislosti na zralosti (vyšší procentu u nevyzrálých medů, které jsou náchylné ke kvašení) a původu medu. Haragsim (2005) uvádí, že medovicové medy jsou hustší a proto snadněji absorbují vzdušnou vlhkost a mají tak na povrchu sklon ke kvašení. Je základním kritériem kvality medu. Obsah vody se zjišťuje refraktometricky nebo ze specifické hmotnosti. Optimální obsah je 17-18 %, protože med s hodnotou vyšší než 22 % je nezralý a nad 25 % již podléhá fermentaci.

Během skladování medu může působením osmofilních kvasinek dojít k fermentaci medu (limitujícími parametry jsou obsah vody a teplota). Med má být uskladněn v chladu a suchu, jinak může horní vrstva medu dosáhnout obsahu vody vhodného pro růst kvasinek a mikroorganismů obsažených v medu.

#### 3.4.2.2 Sacharidy v medu

Z jednotlivých nutrientů medu zaujímají sacharidy největší podíl (průměrně nad 80 %) a podle Přidala (2005) zaujímají 95-99 % sušiny medu.

Převažujícími sacharidy v medu jsou fruktóza (ovocný cukr, levulosa) a glukóza (hroznový cukr). Tyto sacharidy vznikají enzymatickou hydrolýzou (inverzí) sacharózy, která je obsažena v nektaru nebo medovici. Vzniká při ní primárně ekvimolární směs D-fruktózy a D-glukózy zvaná invertní cukr. Podle Vorlové (2002) med dále obsahuje více než 20 oligosacharidů, zejména disacharidy maltózu (cca 29 %) a kojibiosu (cca 8 %), trisacharidy erlosu (4,5 %) a theanderosu (2,7 %) a vyšší oligosacharidy isomaltotetrosu a isomaltopentosu.

### **Krystalizace medu**

V případě medů s velmi vysokým obsahem glukózy (med pampeliškový, řepkový) probíhá krystalizace již po několika dnech po vytočení, naproti tomu u druhů s vysokým obsahem fruktózy (akátový med) mohou medy zůstat tekuté i několik let. Rychlost krystalizace závisí kromě teploty, klimatických podmínek a způsobu získávání, zejména na chemickém složení, a to především na poměru fruktózy k jiným druhům cukrů, poměru cukrů k necukrům a k minerálním látkám, obsahu koloidů a obsahu vody. Hajdušková (2013) uvádí, že nezávisle na původu by měl každý med zhruba do jednoho roku ztuhnout (zkrystalizovat), jinak existuje

vážné podezření, že byl proces zrání medu násilně zastaven a kvalita medu proto utrpěla (nejčastěji vystavením medu vysokým teplotám nebo po drastické filtraci medu, při které byla odstraněna pylová zrna (krystalizační centra).

### **Sladkost medu**

Sladká chuť medu je u různých druhů medu variabilní a závisí zejména na obsahu jednotlivých sacharidů (nejvyšší sladkost má fruktóza). Celkový chuťový vjem však může zásadním způsobem ovlivnit i řada dalších látek obsažených v medu v často v nepatrném množství (např. kuchyňská sůl zvyšující sladkost). Sladkost je rovněž ovlivněna teplotou a přítomností kyselin.

#### 3.4.2.3 Enzymy v medu

Enzymy jsou termolabilní sloučeniny nezbytné pro tvorbu medu z nektaru a medovice, jejichž snížený obsah může indikovat nevhodné a nežádoucí tepelné ošetření medu.

V medu přítomné enzymy se rozdělují podle původu do 3 skupin:

#### **Enzymy včelího původu**

**Invertasa** ( $\alpha$  – glukosidasa, sacharasa), která štěpí sacharózu obsaženou v nektaru na fruktózu a glukózu. Veselý a kol. (2003) uvádí, že skladováním medu při 20 °C klesá měsíčně aktivita invertasy o 4 – 7 % a na polovinu její aktivita klesne po cca 820 dnech,

**Glukosooxidasa**, která oxiduje glukózu na kyselinu glukonovou a  $H_2O_2$ ,

**Amylasy** (diastasy), která štěpí škroby obsažené v medu a jehož nízká aktivita může indikovat zahřátí medu.

**Enzymy pocházející z jiného sociálního hmyzu** (zejména mravenci, čmeláci, vosy),

#### **Enzymy rostlinného původu**

Med může obsahovat enzymy přítomné v nektaru, medovici nebo v pylu.

#### **Katalasa**

Medy, které jí obsahují malé množství, mají poměrně vysokou úroveň  $H_2O_2$  (např. medy z nektaru jetele plazivého, z medovice skotské borovice), vyšší úroveň katalasy má vřesový a borůvkový med.

**Kyselá fosfatasa** pochází převážně z pylu a její význam v procesu zrání medu prozatím není znám.

#### 3.4.2.4 Minoritní složky medu

##### **Aromatické látky**

Tyto těkavé látky s nízkým bodem varu, které dodávají medu příslušné aroma, tvoří v medu široké spektrum sloučenin. V medu jsou stanovovány plynovou chromatografií od 60. let. Vorlová (2002) uvádí, že doposud bylo identifikováno více než 200 z celkově více než 300 sloučenin (zejména estery aromatických kyselin, aldehydy, ketony a alkoholy). Významné jsou zejména  $\beta$  – damascenon a fenylacetaldehyd dodávající medu charakteristickou vůni a chuť.

##### **Barviva**

Mezi látky, které se podílí na barvě medu, patří fenolické sloučeniny a produkty Maillardových reakcí mezi aminokyselinami a fruktózou v kyselém prostředí. Dále je barva medu ovlivněna množstvím minerálních látek a organických kyselin.

##### **Organické kyseliny**

Přestože jsou v medu obsaženy v malé množství (19 sloučenin, 0,5 %), představují podle Vorlové (2002) velmi významnou složku ovlivňující barvu, pH a vodní aktivitu medu. Hlavní kyselinou v medu je kyselina glukonová vznikající při oxidaci glukózy glukosooxidázou a kyselina jablečná. Med dále obsahuje kyselinu máselnou, citronovou, mravenčí, fumarovou,  $\alpha$ -ketoglutarovou, mléčnou, maleinovou, šťavelovou, glutamovou, jantarovou a vinnou.

##### **Minerální látky v medu**

Největší množství minerálních látek je obsaženo v pylu. Celkový obsah minerálních látek je v rozmezí 0,02 % - 1,0 % (nejvíce u medovicových medů a medu vřesového).

##### **Vitamíny**

I přes svůj minoritní obsah jsou významnou složkou medu. Med obsahuje zejména vitamin C (2,2-2,4 mg ve 100 g medu), dále pak thiamin, riboflavin, niacin, pyridoxal a kyselinu pantothenovou.

##### **Proteiny**

Proteiny obsažené v medu jsou jak rostlinného, tak včelího původu. Jejich obsah se pohybuje kolem 0,2 %, vřesový med však může obsahovat až 1,5 % proteinů, což způsobuje jeho thixotropní vlastnosti.

##### **Aminokyseliny v medu**

Med obsahuje cca 100 mg volných aminokyselin ve 100 g sušiny (zejména prolin, asparagin, kyselina asparagová, glycin alanin, cystin atd.). Aminokyseliny mohou být obsaženy v nektaru nebo v medovici, avšak důležitým zdrojem je pyl. Aminokyselinové spektrum může být použito k prokázání botanického nebo geografického původu medu – jako indikátor

falšování medu se používá nejvíce zastoupená aminokyselina prolin. Přidal (2005) uvádí, že vyšší obsah prolinu je charakteristický pro med slunečnicový, menší množství je pak v medu akátovém a eukalyptovém.

Pravý med by měl obsahovat více než 180 mg/kg prolinu. Podle Suhaje a Kováče (2007) může jeho nižší obsah indikovat falšování medu sacharidy.

### **Obsah pylu v medu**

Pylová analýza (viz kapitola 3.7.3.) je v současnosti nejčastěji používanou metodou pro stanovení geografického původu medu. Pylová zrna obsahují sacharidy (zejména polysacharidy), 10 % lipidů, bílkoviny a flavonoidní a karotenoidní barviva.

### **Ostatní**

Med dále obsahuje acetylcholin, adrenalin a 0,015% lipidů.

#### 3.4.2.5 Nežádoucí komponenty v medu

##### **Toxiny**

Případy otrav jsou doloženy již z dob před naším letopočtem (např. pontský med). Toxické medy vznikají především v oblastech, v nichž včely sbírají nektar z rododendronů (Malá Asie, Kavkaz) a z dalších rostlin čeledi *Ericaceae* nebo *Euphorbiaceae*, z rulíku, případně sbírají medovou rosou vylučovanou cikádami.

##### **Jiné**

V medu se mohou vyskytovat také původci včelích patogenů, např. *Paenibacillus larvae larvae*, *Paenibacillus alvei*, *Aspergillus spp.*, *Ascospaera apis*, *Nosema apis*. Med může také obsahovat rezidua látek používaných k ošetření a léčbě včelstev (např. akaricidní prostředky, antibiotika) a pesticidy.

##### **Obsah hydroxymethylfurfuralu (HMF)**

Obsah 5-hydroxymethyl-2-furankarbaldehydu je jedním z nejdůležitějších parametrů jakosti medu zakotveným v národní i mezinárodní legislativě. Vzniká jako výsledný produkt monosacharidů glukózy a fruktózy. Vorlová (2002) uvádí, že se jeho koncentrace v medu zvyšuje během skladování, v závislosti na pH, teplotě, době skladování a důsledkem zahřátí medu, znehodnocením medu přísadkou invertního cukru.

### **3.5 Druhy medu na českém a evropském trhu**

Základní druhy medu, které uznává Codex Alimentarius jako norma FAO, jsou **podle způsobu získávání vytáčený med, plástečkový (plástový) med a lisovaný med.**

Podle Švamberka (2003) **vytáčeným medem** rozumíme „*med odebraný ze včelstva ve zralém stavu a získaný po odvíčkování z plástů odstředivou silou v čistém medometu bez působení tepla. Výhodou této metody je minimální narušení přírodních znaků medu, nepoškození nebo jen minimální poškození včelího díla a jeho opětovným použitím možnost dosažení podstatně vyšší produktivity včelstev v medné snůšce.*“ Získávání medu **lisováním** je již zanikající technologie.

Dalším tržním druhem medu je **med plástečkový (plástový)**, který se nevytáčí – na trh přichází i s voskovým plástem. Z množství hlediska má tento med okrajové postavení a v podmínkách Evropy se jedná pouze o plástečkový med akátový (příp. plástečkový med koriandrový, který je dodáván z některých oblastí jihovýchodní Evropy).

Existuje i **med s plástečky**, tj. klasický med (obvykle akátový) ve sklenici, do kterého se ponoří úhledný kousek plného medového plástu.

Zejména ze zemí Afriky a Asie pochází **medy lisované nebo medy vytahované**, které mají přirozeně vyšší podíl znečištění způsobeného částicemi vosku a vysoké hodnoty HMF.

Rozhodujícím faktorem pro aroma, chuť a vzhled medu jsou zejména snůškové rostliny. Světlejší druhy medu mají obecně vyšší obsah hroznového cukru, naproti tomu tmavší druhy medu a pozdě krystalizující druhy světlých medů obsahují více fruktózy.

**Podle doby produkce** rozlišujeme jarní (první) med, který se získává na konci května, a druhý neboli hlavní med (získává se v červenci), výjimečně pozdní med získávaný koncem léta.

**Podle oblasti původu** se medy dělí na různé typy, jejichž rozmanitost je dána faktory, které se podílejí na jejich charakteristických vlastnostech (místem původu, typem vegetace a klimatu nebo obdobím sklizně).

Označování zeměpisného původu medu má hlavně obchodní význam. Český svaz včelařů má registrovanou ochrannou známku Český med v několika variantách. Ochrannou známku mohou používat členové svazu pro jejich med splňující Svazovou normu ČESKÝ MED, Norma jakosti č. ČSV 1/1999, v aktuálním znění.

Vzhledem k tomu, že vzrůstá požadavek na kvalitu potravinářských produktů a s přihlédnutím k dominantnímu postavení vytáčeného medu je rozhodujícím členění podle botanického původu medu, nikoli podle způsobu jeho získávání.

Hlavními zdroji výživy včelstva jsou nektar a medovice. Podle rostlinného původu se proto medy rozlišují na **medy květové neboli nektarové** (tyto medy se dále člení podle hlavních snůškových rostlin) a **medovicové**.

Med květový pochází převážně z nektaru. Nektar je 30 – 40 % roztok obsahující především cukry pocházející z květních nektarií. Pokud med květový pochází z jediného druhu rostliny, jedná se med jednodruhový (např. levandulový, eukalyptový, rozmarýnový, lipový med), pokud pochází ze směsi více rostlin, označuje se jako vícedruhový med.

Pokud včelstva v době medné snůšky sbírají převážně medovici, vzniká medovicový med. Med z medovice (lesní med) pochází ze sladkého cukerného výměšku několika druhů parazitického hmyzu žijícího na borovici, jedli, dubu cesmínovitém nebo dubu korkovém. Nejvýznamnějším producentem medovice jsou v současné době mšice z čeledi medovnicovitých (*Lachnidae*), které nabodávají vodivá pletiva (sítkovité svazky cévních) a živí se rostlinnými šťávami, jejichž přebytek vyměšují v podobě medovice, která podle Haragsima (2005) stéká po kapkách na rostlinách, čímž se vytvářejí lepkavé povlaky. Medovicový med má tmavou barvu a bývá méně sladký (většinou chutná a voní po pryskyřici) a téměř nekystalizuje.

Jednotlivé druhy medovicových medů se výrazně liší barvou, chutí a vodivostí. Typicky tmavé medovicové medy pocházejí ze snůšek z jehličnatých lesů (**medovicový med smrkový, borovicový, jedlový a modřínový**). Medovicová snůška na listnatých stromech je obvykle méně vydatná a tento med je méně kvalitní.

Podle Švamberka (2003) je na evropském trhu z medovicových medů nejvíce ceněn jedlový medovicový med, „*který svým tmavě hnědým až černým zbarvením s nazelenalým odstínem, sladovou příchutí a dlouhou dobou tekutosti nejvíce vyhovuje vžitým představám o lesním medu...*“.

Z jihovýchodní Evropy a zejména Turecka se dováží velké množství **medovicových piniových medů** pocházejících z teplomilných borovic. Tyto medy mají výraznou kořeněnou chuť a aroma, jsou červenohnědé barvy (avšak světlejší než medy z České republiky).



Ve srovnání s medy květovými je pro medovicové medy typický vyšší obsah minerálních látek. Jejich barva je obvykle tmavší a chuť výraznější. Je pro ně typická vysoká enzymová aktivita a kladná polarizace při polarimetrické analýze.

V hlavních oblastech výskytu medovicových medů (tj. lesních komplexech) jsou tyto medy často smíšeny s medy květovými, protože včely kromě medovice současně přinášejí do úlů nektar z tzv. lesní buřeně (maliníky, vrbky, starčeky aj.).

Vznikají tak **smíšené medy**. Jejich vlastnosti jsou rozdílné a závisí na druzích rostlin, z nichž pochází nektar. Stanoviště a druh rostlin má velký vliv na chuť a celkový vzhled medů. Specifický charakter těchto druhů medu tak souhrnně vystihuje obecné označení **lesní smíšený med**.

Protikladem smíšených medů jsou **smíšené květové medy** označované jako **med polyflorální**, který pochází převážně jen z nektaru různých druhů rostlin. V České republice tvoří tyto medy významnou část medné produkce v letním období.

Z oblastí s tropickou vegetací se do Evropy přiváží polyflorální med krémové konzistence z poloostrova Yucatan. Do Evropy jsou vyváženy tmavší druhy medu, o které je v USA menší zájem, dováží se i pampový med z Argentiny.

Naproti tomu květové druhové medy musí pocházet z jediné výrazně převažující nektarové snůšky. Musí splnit normativně určené vlastnosti, aby bylo možné je obchodovat jako jednodruhové. V podmínkách České republiky se jedná především o med řepkový, akátový a slunečnicový (v malém množství také o med lipový, jetelový, svazenkový, vojtěškový nebo vikvový).

Na světovém a evropském trhu jsou obchodovány desítky různých druhových květových medů.

Hlavním druhovým květovým medem v České republice je **med řepkový**, který obvykle obsahuje příměs nektaru ovocných stromů, trnky a na jaře kvetoucích bylin.

Je světlý a rychle krystalizuje (způsobeno vysokým podílem glukózy), po ztuhnutí je téměř bílý. Je vhodný pro pastování. Chuť je jemně aromatická (i podle odrůdy řepky). Přidal (2015) uvádí, že tento med obsahuje fytohormony steroidního typu tzv. brassiny.

Podle Švamberka (2003) „*chuťové kvality řepkových medů doznaly v uplynulých 20 letech významného zlepšení právě zavedením nových tzv. bezerukových odrůd řepky olejky.*“ Nejčistější řepkové medy na evropském trhu pocházejí z Francie a České republiky.

V teplých oblastech Čech a jihovýchodní Moravy vzniká **med akátový**, který tvoří až 20 % celkové medné produkce v České republice (jeho hlavními zdroji však zůstávají státy jihovýchodní Evropy, zejména Maďarsko, Bulharsko a Rumunsko. V čistém stavu je vodojasný s nazelenalým nádechem. Je vhodný pro slazení nápojů. Mimořádně vysoký obsah fruktózy způsobuje výrazně sladkou chuť s jemným typickým aromatem a dlouhou dobu tekutosti medu – podle Hajduškové (2013) podléhá čistý akátový med krystalizaci až po několika měsících. Akátové medy jsou typické nejnižšími hodnotami elektrické vodivosti a nejnižší enzymovou aktivitou. Na trhu je tento med poměrně častý, ale často se vyskytují i medy pouze označené jako akátové, které jsou však ve skutečnosti smíšené.

Okrajově je v České republice obchodován také **slunečnicový med**. Slunečnicový med má jasně žlutou barvu, krémovitou konzistenci a výraznou chuť. Často je používán do směsí různých typů medu. Obsahuje velké množství vitamínu E, rychle tuhne a dá se i pastovat. Přirozená krystalizace rychlá díky velkému množství glukózy v nektaru. Je běžným medem konce včelařské sezony.

Producentem slunečnicového medu je zejména Francie, dále pak Bulharsko, Rumunsko, Ukrajina, Maďarsko a Mexiko.

**Lipový med** pochází z nektaru lipových květů. Lípa poskytuje nektar i medovici. Vyskytuje se vzácně, protože není mnoho míst s převahou rostoucích lip a Přidal (2005) zdůrazňuje, že lípy jsou poměrně náročné na specifické počasí v době květu. Med je výrazně příjemně aromatický, má vysokou enzymovou aktivitu. Jeho barva kolísá mezi zelenou a téměř černou. Je viskózní a má vůni i chuť po mentolu. Lipový květový med, který pochází výhradně z nektaru lípy, má světle žlutou barvu s lehce nazelenalým odstínem, je typičtější a má jemnější chuť a aroma než smíšený lipový med s lipovou medovicí, který je až oranžově žlutý. Má uklidňující účinky, zmírňuje migrénu a bolesti žaludku, pomáhá předcházet srdečním chorobám.

Ve světě má uplatnění také **med jetelový, vikvový a vojtěškový**. Jetelový med rychle tuhne, ve srovnání s řepkovým medem má výraznější nakyslou chuť. Často obsahuje zvýšené

množství vody. V čisté podobě se získává ze včelstev přisunutých k semenným porostům (stejně jako vojtěškový med, který je typický svou nádhernou zlatou barvou a příjemnou chutí).

Krátce po vytočení může být v těchto medech vyšší obsah sacharózy. Tyto medy jsou charakteristické velmi vysokým obsahem glukózy a jsou výborným zdrojem energie. Evropa neprodukuje dostatečné množství těchto medů, proto je jetelový med dovážen (zejména z Kanady). Rychle krystalizuje, proto je často mísen s medem řepkovým.

Z nektaru ovocných stromů a trnky s příměsí nektaru jírovců, jeřábu a hlohu je získáván **med z ovocných stromů**. Má velmi jemné aroma s výraznou ovocnou příchutí a v tekutém stavu je jasně žlutý až hnědožlutý. Velmi rychle krystalizuje ve světle hnědou krystalickou hmotu. Většinou se vytáčí s ostatními zdroji jako smíšený jarní med. Někdy se vyskytuje ve směsi s pampeliškovým medem.

**Pampeliškový med** je typický výraznou barvou i chutí. Pokud je v medu větší podíl nektaru z hlohu, příchutí a aroma hlohu se v medu projeví zvláštní příchutí a aromatem. Rychle tuhne ve velkých krystalech a je velmi vhodný pro pastování. V čisté podobě je vzácný. Druhový pampeliškový med může být zaměněn s tradičním domácím sirupem vařeným z cukru a naložených pampeliškových květů.

V podmínkách České republiky je poměrně vzácný **med pohankový** pocházející z východní Evropy. Má tmavou načervenalou barvu, je krystalický a podle Švamberka (2003) je charakteristický výraznou, nepříliš příjemnou chutí a vůní (aroma medu připomíná nezkušeným konzumentům naftu nebo myšinu, nepříjemný pocit však rychle vymizí). Podle Haragsima (2004) má tento tzv. „med sovětský“ „močůvkovitou“ vůni. V minulosti se dovážel z Polska a Ruska, kde je velmi ceněn pro své léčivé účinky. V současnosti je běžnější v i České republice. Přidal (2005) uvádí, že často vytváří tekutou a krystalickou fázi, což jej činí dosti nevzhledným. Uplatnění najde při pečení (zejména perníků), protože pečivo s jeho přidávkem zůstane dlouho vláčné. V Polsku se používá k výrobě medoviny.

Vzácný je rovněž **med svazenkový**, který není běžný, ale v některých oblastech se plochy svazenky rozšiřují. Je to žlutohnědý med výrazné chuti, který zůstává dlouhou dobu tekutý. Spotřebiteli je ceněn, ale na trhu v České republice má pouze okrajové postavení, obdobně jako **med maliníkový**. Jedná se o lesní med, ale nektarový. Má světlou barvu, je chutný

a aromatický. Rychle krystalizuje do bílé máslovité konzistence a je možné ho pastovat. V některých místech představuje jednu z hlavních snůšek. Zůstává specialitou trhu. Je dovážen z Kanady.

Na trhu v České republice je možné výjimečně najít i tixotropní **med vřesový**, který mícháním řídne. Získává se z květů vřesu (*Calluna vulgaris*) a z vřesovců (*Erica sp.*). Má mahagonovou barvu a viskózní konzistenci. Aroma připomíná santalové dřevo, chuť medu je výrazná, lehce nahořklá. Haragsim (2004) uvádí, že má nízký obsah sacharózy a vyšší obsah enzymů. Doporučuje se při kardiovaskulárních problémech, působí preventivně proti tvorbě žlučových kamenů a zánětů žlučníků a ledvin. Působí protirevmaticky. Obsahuje vysoké množství minerálů, čímž pomáhá při chudokrevnosti, nechutenství a únavě.

Pylová zrna jsou nezaměnitelná (tvoří čtveřice). Med je typický vysokým obsahem enzymů. Med je získáván z pozdní snůšky z velmi vysokých poloh, vzácně i v České republice. Získává se obtížně pomocí speciálních lisů. Produkce je významná na atlantickém pobřeží Evropy (zejména ve Španělsku, Portugalsku a Bretani).

Haragsim (2004) dále připomíná **med ze svahů hory Hymetu**, který byl věhlasný již v antickém Řecku. Tento tmavý, jemně aromatický med pochází z tymiánu, majoránky a dalších suchomilných bylinek.

**Levandulový med** je výrazně aromatický (pro některé konzumenty až nepříjemně. Podle Švamberka (2003) se jedná se o „suvénýrový“ med z jihu Francie a dalších jižních zemí. Je to med jemné krémové konzistence (barva kolísá mezi zlatavou a bílou) s jemným aroma zvýrazněným éterickou vůní levandulových květů. Má svěží, lehce nakyslou chuť a může obsahovat přes 5 % sacharózy. Je výborný při nachlazení, astmatu a bronchitidě. Má antibakteriální a antiseptické účinky.

V subtropických oblastech (v Evropě zejména ve Španělsku) je produkován **med citrusový**. Pomerančový med se získává z květů pomerančovníku. Má světle jantarovou barvu a jemnou chuť. Vzhledem k jeho spasmolytickým účinkům je vhodný při bolestech břicha nebo svalů, doporučuje se pro uklidnění a při nespavosti. Krystalizuje jako jemná krémová hmota. Pro své aroma je vhodný pro přípravu dezertů a perníků.

Ve směsi s medem citrusovým se chuťově doplňuje **med kávovníkovitý** pocházející ze subtropických a tropických oblastí Mexika a střední Ameriky.

Z Mexika pochází také **med mimóзовý**. Jedná se o med velmi světlé barvy a jemné vůně, který zůstává dlouhou dobu tekutý.

V subtropickém klimatu na Floridě (v oblastech periodicky zaplavovaných mangrovových porostů gumovníků) vzniká **med Tupelo** pocházející z květů stromu tupela (*Nyssa aquatica*), med jantarově nazelenalé barvy a výrazné vůně, který díky vysokému podílu fruktózy dlouhou dobu nekrystalizuje. Haragsim (2004) uvádí, že v USA se využívá především ve farmacii.

Na evropském trhu je možné koupit i jemně krémovitý **med mydlokorový (quilajový)**, typický výrazným aroma, který pochází z růžovitých stromů rostoucích v chilských Andách, a dále **med ulmový** pocházející z nektaru jihoamerické dřeviny *Eucryphia cordifolia* rostoucí v chilských Andách až do nadmořské výšky 700 metrů.

Evropský trh je zásobován také **medem meskytovým**, který vzniká z nektaru stromů *Prosopis glandulosa* invazně rostoucích v polopouštích Mexika a Argentiny. Jedná se o jasně žlutý nebo světle krémový med charakteristický méně sladkou chutí s jemným ovocným aroma. Z této oblasti pochází i **med bavlníkový**, který se však uplatňuje zejména na americkém trhu. Na severoamerický trh míří také většina produkce **medu komonicového**, který se na evropském trhu objevuje zřídka, obdobně jako **med čistcový**, který byl v minulosti v České republice sklízen z nepodmínutých ploch po sklizni obilovin.

Jako specialita se na evropský trh z jižní Francie, Itálie a pobřeží Jadranu importuje **med z kaštanovníku jedlého**, který často obsahuje větší podíl medovice, je bohatý na enzymy a má vysoké hodnoty vodivosti.

V jižní Evropě je produkován **tymiánový med** typický svou výraznou vůní a chutí po éterických olejích mateřídoušky.

Ve Středomoří a na jihu Spojených států je produkován jasně žlutý **med kopyšníkovaný**.

V oblasti Středomoří se produkuje **rozmarýnový med**. Je to světlý, téměř bílý med s lehkým rostlinným aroma snůškové rostliny krystalizující v krémové šedodobílé konzistenci. Již staří Římané znali jeho čistící účinky pro játra. Bývá doporučován jako povzbuzující prostředek při stresu vyčerpání, napomáhá hojení při žaludečních a dvanácterníkových vředech. Upravuje menstruační cyklus. Jeho hlavním dodavatelem na evropský trh je Španělsko.

Na evropský trh jsou kromě medů polyflorních, horských čínských a mexických dováženy zejména druhové medy (např. med eukalyptový a planikový).

**Eukalyptové medy** jsou tradičně importovány zejména z Austrálie, ale produkovány jsou i v jiných oblastech, např. v nejteplejších částech Evropy. Často obsahují velké množství medovice. Barva medu může být okrová až tmavě jantarová. Jedná se o velmi aromatický med s charakteristickou chutí po dřevu, který působí antisepticky při bolestech v krku, onemocnění dýchacího ústrojí a močových cest.

**Planikový med** je charakteristický svým hořce nasládlým aromatem. Planika je strom typický pro oblast Středomoří a západní Francie, z jehož květů se získává tento med jantarové barvy. Med má močopudné účinky, pomáhá při astmatu.

Vysoce je ceněno také charakteristické aroma **medu manukového** pocházejícího z vždyzeleného keře manuka (*manukamaori*), který je na Novém Zélandu uznávanou léčivou rostlinou. Z Nového Zélandu se do Evropy dováží i med ze zplanělých porostů brutnáku (**brutnákový med**).

Z jižních Karpat se do Evropy exportuje **med koriandrový** s výrazným kořenitým aroma a lehkou mátovou příchutí. V České republice se vzácně nabízí obdobný, ale zvláště aromatický nevýrazné barvy - **med kmínový**, který se v čisté podobě získává ze včelstev přisunutých k semenným porostům.

Ze severozápadu USA se do Evropy dováží **med mátový**. Jak bylo zmíněno výše, v USA převládá zájem o medy světlé barvy, proto ho jeho tmavě jantarová barva předurčuje pro vývoz. Podle Švamberka (2003) má typicky výraznou vůni a aroma, proto je v Evropě velmi žádaným druhem medu.

Z Maďarska je do Evropy dovážen silně aromatický **med klejichový**. Vzácnými na trhu jsou medy pocházející z polních plevelných druhů rostlin, zejména jemně aromatický **med chrpový**. Tento med obsahuje fluorescenční barviva, která způsobují barevné změny podle úhlu pohledu na sklenici medu.

V Evropě se ve směsi s lipovým medem vyskytuje vysoce aromatický **pajasanový med**, med žluté až nazelenalé barvy pocházející z pajasanu žláznatého.

Z výše uvedeného vyplývá, že spotřebitel v Evropské unii má poměrně široký výběr medů. Za vyšší cenu medu zákazník požaduje garanci vysoké kvality. Dupal a kol. (2015) uvádí, že geografický původ je často úzce svázán s cenou medu, protože v některých zemích klima umožňuje celoroční produkci medu, snůšky jsou ve srovnání s Českou republikou obrovské a cena lidské práce nízká.

Mimořádný význam má kvalita medu z hlediska reziduí léčiv, zejména antibiotik a výrobce by měl být schopen doložit rozbor medu na rezidua z mezinárodně uznávané laboratoře.

### 3.6 Způsoby a důvody falšování medu, jeho zjišťování a důsledky

Altman (2014) uvádí, že dr. Peter C. Molan, ředitel Katedry výzkumu medu na Waikatské univerzitě z Nového Zélandu pokládá ředění medu za „*velký problém*“ a říká, že: „*Míra, v jaké se to děje, je natolik rozsáhlá, že vyvolává vážné obavy včelařů a nutí je podnikat akce, aby této praxi zabránili.*“ Hlavním zdrojem ředěného medu je v současnosti Čína, kde tento problém trvá už desítky let. Medy z Číny jsou na evropském trhu od roku asi 1984.

Problémem čínského medu byl obsah neaktivních („mrtvých“) kvasinek, známky „ušpinění“ stopami humusu z podlahy z ušlapané hlíny ve venkovních prostorách, kde dochází k vytáčení, časté anomálie, přítomnost oxidů železa, obsah reziduí chemických produktů (zejména chlordimeformu) a skladování medu v plechových sudech.

Nejčastějšími způsoby falšování je prodej nepravého medu, uvádění nekorektních údajů týkajících se botanického a geografického původu medu, klamání o zařazení medu aj.

Úplné **náhražky** mohou být ojediněle nabízeny na trhu jako např. tzv. pampeliškový med (viz výše), který je někdy nabízen jako včelí med.

Primitivním způsobem, jak falšovat med, je **krmení včelstev v létě cukerným sirupem** a tyto včelami přepracované cukerné produkty jsou pak vydávány za pravý med. Zisk je však menší, protože včely při krmení část cukru spotřebují. Ashurst a Dennis (1996) uvádějí, že zde dochází i ke změně fyzikálně-chemických vlastností, např. vůně, chuti, viskozity a ke krystalizaci.

Podle Titěry (2013) se „*přesto v zahraničí objevují i komerční výrobky založené na tomto principu a byly zaznamenány i pokusy o jejich dovoz do České republiky.*“ Uvádí, že tyto „bylinné medy“ se získávají krmením včelstva značným množstvím cukerných sirupů (často s přísadkou ovocných nebo zeleninových šťáv), které včely zahustí, zpracují a uloží

do plástů. Po vytočení získáme produkt, který není medem, ale je mu částečně podobný. Včely však krmení velkým množstvím cukru vyčerpává.

Některé produkty jsou legálně prodávány jako „analog medu“, avšak v průběhu obchodování však tyto produkty mohou být „falšované“ tím, že se v názvu **vynechá označení „analog“**, případně je do produktu pro zajištění větší věrohodnosti přidáno určité množství kvalitního medu. Přestože zdravotní riziko spotřebiteli zpravidla nehrozí, je klamán koupí umělého výrobku na bázi sacharózy nebo škrobu namísto přírodního medu nabízejícího příznivé vlastnosti.

Podle Titěry (2013) je med nejčastěji falšován **přidáváním cukerných sirupů z cukrové třtiny nebo kukuřice** přímo do medu. Některé z těchto sirupů se velmi podobají medu (HFCS – high fructose corn syrup). Přidání cukerných sirupů na bázi enzymů je obtížné prokázat, zvláště v případě směsi medu a sirupu, čímž se zachovávají organoleptické vlastnosti. Chemicky je možné zjistit v medu cizí látky, které pocházejí ze sirupů (dextriny, oligosacharidy z řepných cukrů aj.) nebo jiné substance s proměnlivým obsahem v závislosti na množství příměsi. Existuje metoda, kterou může být odhalena příměs HFCS v množství 7 %.

Med může být falšován i **přidáním vody do medu** (zejména v případech, kdy je procento vody v medu menší než povoluje norma). V těchto případech však hrozí, že med nebude dokonale promíchán a v místech většího lokálního zředění začne kvasit.

V případě nedostatku tmavých medů dochází k pokusům **uměle med obarvit na hnědo** (obvykle karamellem nebo potravinářským barvivem).

Nejčastější vadou medu v obchodní síti je **vysoký obsah hydroxymetylfurfuralu (HMF)**, a to dlouhým skladováním nebo opakovaným a nešetrným zahříváním medu.

Vadou medu je také **přítomnost spor bakterií původce moru včelího plodu *Paenibacillus larvae***. V některých zemích jsou včelám při výskytu moru podávána léčiva (zejména antibiotika a sulfonamidy), a proto tento med není vhodný ke konzumu.

Pokud je med tuhý, krystalický, nejedná se o vadu, avšak nehomogenní krystalizace obvykle snižuje zájem potenciálního kupujícího.



Kontrolní akce jsou prováděny Státní zemědělskou a potravinářskou inspekcí (dále jen „SZPI“) a Státní veterinární správou. Kontrolní laboratoře spolupracují v celosvětovém měřítku, zastřešující organizací výzkumu je International Honey Commission (IHC).

Na zasedání Rady Evropské unie (Zemědělství a rybolov) konaném v Bruselu dne 15. 12. 2015 vzala Rada na vědomí obavy řady delegací týkající se produkce medu v EU. Produkce medu v EU nedostačuje k pokrytí poptávky, přičemž značná část spotřebovávaného medu pochází z dovozu. Snížení počtu včel v EU má bezprostřední hospodářské důsledky, ale vzhledem k nezbytnosti opylování rostlin má dopady i na plodiny na orné půdě, zeleninu a ovoce, které se v Evropě pěstují. Je zapotřebí aktualizovat metody analýzy jakosti medu a zajistit přísnost kontroly a větší přesnost při určování původu medu, a to jak v případě medů vyprodukovaných v Unii, tak v případě medů dovážených.

### 3.7 Analýza medu

Kvalitativní kontrola medů se provádí senzoricou zkouškou, chemicko-fyzikálním posouzením a mikroskopickou pylovou analýzou.

#### 3.7.1 Senzorická analýza

Senzorická analýza je po desetiletí používána ke kontrole jakosti a bezpečnosti potravin. Jejimi výhodami jsou zejména rychlost získání informací a nízké náklady.

Senzorickými vlastnostmi jsou konzistence, barva, chuť, vůně a vzhled. Prodejnost medu v maloobchodní síti je ovlivněna zejména vzhledem produktu (např. krystalizace).

Podle Přidala (2013) se vzhled (po rozehrátí), konzistence a barva medu zjišťuje v kádinkách z bezbarvého skla.

Základem senzorických metod je na základě subjektivního názoru jednotlivých senzorických posuzovatelů získat objektivní výsledky o zkoumaných vzorcích. Nejpoužívanějšími metodami senzorické analýzy jsou párová porovnávací zkouška a pořadová zkouška.

U vzorků se pořadovou zkouškou hodnotí konzistence, barva, vzhled, chuť a vůně.

Podle **konzistence** se medy dělí na tekuté, krystalické a rosolovité. Podle konzistence lze orientačně určit původ medu. Tekutá konzistence je charakteristická pro akátové medy, květové medy a cukerné zásoby. Jemné krystaly mají řepkové a jetelové medy, u většiny pravých medů je běžná tekutá až krystalická konzistence. Vorlová (2002) uvádí, že některé medovicové medy navíc opalizují do zelena. Uměle připravené cukerné sirupy a inverty mají

velmi hrubě krystalickou konzistenci. Přidal (2013) upozorňuje, že medy, které by vzhledem ke svému botanickému původu měly rychle zkrystalizovat a přesto nekystalizují, jsou podezřelé z porušení.

Podle **barvy** se dělí na škálu od bílých průsvitných nebo jemně krystalických, přes žluté a jantarové, světle hnědé až ke hnědé. Přidal (2003) uvádí, že medovicové medy jsou tmavé barvy, hnědé až hnědočerné, popřípadě s tmavě zeleným odleskem. Pro některé medy je barva charakteristická:

vodnaté, bledé až velmi světlé medy: vojtěškový (*Medicago sativa*), řepkový (*Brassica oleifera*), akátový (*Robinia pseudoacacia*), vičencový (*Onobrychis viciifolia*),  
světlé a světle jantarové medy: medy z některých ovocných stromů (mandloně/hrušeň, tj. *Prunus/Pyrus*), jetelový (*Trifolium repens*), rozmarýnový (*Rosmarinus officinalis*),  
tmavé medy: pohankový (*Fagopyrum esculentum*), medovicové medy, medy znehodnocené železem z nádob nebo jinými kovy, sirupy z melasy, přehřáté medy.

Nejen barva, ale také chuť a vůně medu je velmi rozdílná (od jemné až k pronikavě štiplavé nebo nahořklé).

**Vzhled medu** je čirý s mírnou opalescencí (pokud nedošlo ke krystalizaci).

Chuť medu umožňuje zjištění závad vzniklých nevhodným skladováním nebo technologií zpracování. Vorlová (2002) uvádí, že podle **chuti** se medy dělí na medy s chutí:

málo výraznou: cukerné zásoby, medovicové medy,  
výrazně až ostře kyselou: umělý invert získaný kyselou hydrolýzou,  
harmonickou až nepatrně škrablavou na patře: většina medů,  
moučnou: v případě, kdy byl k cukerným zásobám dodatečně přidán rouskovaný pyl,  
kovově svíravá: v případě, kdy byl med v styku s některými kovy.

Podle **vůně (aroma)** rozlišujeme medy na:

nevýrazné až prázdné: cukerné zásoby,  
ovocná vůně připomínající svařený roztok cukru,  
medové aroma různé intenzity: většina pravých medů,  
vůně po kvasnicích: invert připravený pomocí kvasnic,

velmi výrazné aroma: pohankový, vřesový med, jihoevropské medy z aromatických rostlin. Přidal (2013) uvádí, že při zahřátí medu na cca 50 °C vůně vystoupí intenzivněji.

Důležitým kritériem kvality medu je **obsah vody**. Jeden litr zralého medu váží více než 1,40 kg (má méně než 20 % vody).

Pro stanovení dalších fyzikálních a chemických parametrů medu jsou nezbytné laboratorní přístroje.

Podle Gonneta (1997) smyslová analýza představuje základ pro stanovení kvality potravin. Jedná se o nepostradatelnou a doplňkovou část tradiční laboratorní fyzikálně-chemické analýzy. Smyslová analýza přispívá k lepšímu vymezení a charakterizaci srovnávacího parametru medu (honey grader), může zpřesnit objektivní hodnocení testovaného produktu. Montenegro a kol. (2008) se zabývali zavedením panelu pro sensorické hodnocení medů v Chile. Členové expertního panelu byli vyškoleni v průběhu 14 sezení s cílem rozvíjet rozpoznání aromatických standardů, aby byli schopni rozlišovat mezi vzorky medu za použití aromatických deskriptorů (aromatic descriptors). Na konci tohoto vzdělávacího období byl panel schopen provést formální zhodnocení za použití kvantitativní popisné analýzy (QDA).

Vit a kol. (2011) ověřovali schopnost neškoleného panelu hodnotitelů rozeznat pravý med od falešného použitím „Free-choice profile“. Tato sensorická metoda umožnila spotřebitelům použít jejich vlastní slova k popisu a hodnocení smyslových atributů produktu.

Hodnotitelé rozeznali pět druhů medu, pokud jde o vnímaných sensorických vlastností. Kvalitativně byly posuzovány smyslové atributy spojené s **vzhledem, barvou, vůní, chutí a pocitem v ústech, a to za použití nestrukturovaných 10 cm lineárních orientovaných stupnic na jednotlivých výsledkových listinách**. Data byla analyzována pomocí Generalized Procrustes Analysis (GPA).

Podle Popov-Raljic a kol. (2015) korelační koeficient mezi umístěním úlů a kolorimetrickými, sensorickými a chemickými vlastnostmi vzorků medu naznačuje, že klima, stejně jako nadmořská výška, hrají důležitou roli v kvalitě medu.

V roce 2011 byla provedena studie "Characteristics of Polish unifloral honeys. II. Lime honey (Tilia spp.)", Was a kol. (2011), jejímž cílem bylo charakterizovat polský lipový med sklizený

v místních klimatických podmínkách (celkem 53 vzorků lipového medu odebraných z vybraných včelínů v průběhu let 2007-2010). Charakterizace byla založena na senzoričké analýze (hodnocení vůně, chuti, barvy, konzistence) a také analýze pylu, jakož i na fyzikálně-chemických parametrech (elektrická vodivost, aktivita enzymu alfa-amylázy, pH a volné kyseliny, obsah vody, cukrů, 5- hydroxymethylfurfuralu a prolinu). Byly stanoveny organoleptické vlastnosti typické pro lipový med: silná vůně, která je podobná té z květů lípy, a sladké, lehce palčivá chuť - často s nádechem hořkosti. Před krystalizací má lipový med konzistenci husté kapaliny. Zkrystalizovaná forma je jemnozrná.

Některé vzorky lipového medu mají (pro nektarové medy) relativně vysokou elektrickou vodivost a nižší obsah monosacharidů způsobený přidáním medovice.

Vzorky byly charakterizovány vysokou variabilitou většiny stanovených parametrů (barva, číslo diastase, elektrická vodivost, volné kyseliny, obsah prolinu a disacharidů: turanóza, maltóza a trehalóza).

Rovněž byla provedena obdobná studie (Was a kol., 2011), jejímž cílem bylo charakterizovat polský vřesový med - 26 vzorků vřesového medu odebraných z vybraných včelínů v průběhu let 2008-2010. Byly stanoveny organoleptické vlastnosti typické pro vřesový med: silné aroma, blíží se aroma vřesu a chuť - nepřiliš sladká, kořeněná a mírně hořká. Rysem typickým pouze pro tento druh medu je jeho želatinová konzistence. Kromě toho zkoušky fyzikálně-chemických parametrů prokázaly, že vřesový med se vyznačuje vysokým obsahem vody, zvýšeným poměrem fruktózy ku glukóze, elektrickou vodivostí, která je relativně vysoká (pro druhy nektarového medu), vysoký obsah prolinu a vysokou aktivitou enzymu alfa-amylázy.

S cílem stanovit kritéria pro budoucí chráněné označení původu pro citrusový květový med z oblasti pohorí Sierra Morena v jižní části Španělska provedli Rodriguez a kol. (2010) fyzikálně-chemickou a senzoričkou analýzu. Ze senzoričké studie byl na základě vyhodnocení atributů na pětistupňové škále získán následující profil: barva bílá až světle žlutá, tekutost (4,22), intenzita vůně (3,55), aroma citrusových květů/ intenzita zápachu (3,6/3,8), sladkost (3,14), kyselost (2,36), čerstvost (61,5%) a stálost (persistence) (2,9).

Výsledky senzoričké analýzy mohou být ovlivněny také teplotou, při které je med uskladněn. Castro-Vazquez a kol. (2012) srovnávací studií týkající se vlivu teploty na fyzikálně-chemické parametry, těkavé složení a senzoričkou kvalitu vřesového medu uloženého po dobu 1 roku zjistili výhody uskladnění v chladu. Vřesový med skladovaný při pokojové

teplotě ukázal výrazné zvýšení hladiny 2-furanmethanolu, furaneolu, 2-methyl furankarboxylátu a maltolu. Tyto sloučeniny, jejichž koncentrace byly extrémně vysoké v medech skladovaných při 40 stupních, byly navrženy jako užitečné ukazatele nevhodné skladovací teploty. U medů vystavených teplotě 40 stupňů Celsia byly zjištěny pachutě, zatímco vřesový med chlazený (10 ° C) si zachoval svůj organoleptický profil a kvalitu podobnou čerstvému vřesovému medu.

Inan a kol. (2014) zjistili, že důležitý vliv na některé fyzikálně-chemické vlastnosti a sensorické vlastnosti vzorků borovicového a květového medu mají teplota ohřevu a čas, zejména na obsah hydroxymethylfurfuralu ve vzorcích.

### **3.7.2 Fyzikálně - chemická analýza**

Fyzikálně – chemické parametry jsou pro posouzení jakosti medu stěžejní. Jejich výčet včetně limitních hodnot je zahrnut ve vyhlášce č. 76/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony, v platném znění, kterou se provádí § 18 písm. a), d), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, ve znění zákona č. 119/200 Sb., zákona č. 306/2000 Sb. a zákona č. 146/2002 Sb.

Fyzikálně-chemické vyšetřování medu je prováděno podle Harmonised methods of European Honey Commission, 1997.

#### **Příprava vzorků medů**

Vzorek určený k analýze pomocí fyzikálně – chemických metod musí být reprezentativní. Podle Vorlové a kol. (2002) je před samotnou analýzou třeba vzorky připravit za dodržení základních pravidel:

U tekutých nebo zkrystalizovaných medů bez pevných částic je potřeba laboratorní vzorek dobře promíchat (min. 3 minuty). Neměly by vzniknout malé vzduchové bubliny v medu (zejména pokud bude následně stanovováno HMF). Vzorek by neměl být zahříván nad 40 °C.

U tekutých nebo zkrystalizovaných medů s pevnými částicemi se odstraní hrubé částice, med se promíchá a přecedí přes síto s oky (0,5 mm), krystalický med se propasíruje přes síto. Vzorek by také neměl být zahříván nad 40 °C.

U plástečkového medu se med nechá odkapat přes síto s oky (0,5 mm) bez zahřátí.

#### **Stanovení popela**

Metoda je založená na gravimetrickém stanovení anorganických zbytků po spálení vzorku medu za podmínek stanovených vyšetřovací metodou.

Postup (Vorlová, 2002): Naváží se 5-10 g vzorku s přesností na 0,001g do křemenné nebo platinové misky a označí se jako  $m_0$ . Křemenná, resp. platinová miska se vyžihá na teplotu stanovení popela v muflové peci a nechá vychladit v exsikátoru, poté se zváží s přesností na 0,001 g a označí  $m_2$ . Následně se přidají 2 kapky bezpopelného olivového oleje, hmota se zahřeje na teplotu 350 – 400 °C nad plynovým kahanem, pak se miska vloží do muflové pece předehřáté na 600 °C nejméně na 1 hodinu. Potom se miska ochladí v exsikátoru a zváží ( $m_1$ ). Postup se opakuje do konstantní hmotnosti.

Množství popela v g na 100 g medu se vypočítá podle vzorce

$$W_A = ((m_1 - m_2) / m_0) * 100,$$

kde  $m_1$  je váha misky s popelem,  $m_2$  je váha misky a  $m_0$  je navážka medu.

### **Stanovení obsahu pevných látek ve vodě nerozpustných**

V rámci této metody se ve vzorku medu vážkově stanovuje obsah pevných látek nerozpustných ve vodě.

Postup (Vorlová, 2002): 20 g medu se odváží s přesností na 0,1 mg a rozpustí v přiměřeném množství destilované vody a dobře se promíchá. Přefiltruje se předem vysušeným a zváženým skleněným kelímkem s fritou ( $S_3$ ,  $G_3$ , velikost pórů 15-40 um) a promyje se důkladně horkou vodou (80 °C), až se zbaví veškerých cukrů. Kelímek se pak suší 1 hodinu při 135 °C, vychladí se v exsikátoru a zváží se s přesností na 0,1 mg. Rozdíl kelímku s fritou před a po filtraci vyjadřuje množství pevných, ve vodě nerozpustných látek ve 20 g medu.

Obsah pevných ve vodě nerozpuštěných látek v % (x) se vypočte podle vzorce:

$$x = (n * 100) / m,$$

kde n je hmotnost pevných ve vodě nerozpuštěných látek v g  
a m je med navážený k rozboru v g.

### **Stanovení vody v medu metodou Chatawayovou revidovanou Wedmorem**

Refraktometrem se zjistí index lomu s přesností na 4 desetinná místa a k němu se vyhledá v tabulce odpovídající obsah vody. Měření se provádí při teplotě 20 °C, příp. je třeba na každý 1°C u teplot nad 20 °C přičíst (u teplot pod 20 °C odečíst) od indexu lomu 0,00023. Index lomu 1,5044 představuje obsah vody 13 %, při indexu lomu 1,4740 je obsah vody 25%.

### **Stanovení vodivosti medu**

Vodivost medu se stanovuje u roztoku medu, který obsahuje 20 % sušiny medu ve 100 ml destilované vody a měří se pomocí vodivostní cely. Vodivost se stanovuje na základě měření elektrického odporu.

### **Stanovení kyselosti medu**

Principem metody je rozpuštění medu v destilované vodě prosté CO<sub>2</sub> a okamžitá titrace roztokem NaOH na fenolftalein do růžového zabarvení, které vydrží 10 sekund. Kyselost je následně vyjádřena jako miliekvivalent kyseliny na 100 g medu.

### **Stanovení hydroxymethylfurfuralu podle Winklera**

Podle Winklera (1955) se měří absorbance vzorků medů po reakci s p-toluidinem při vlnové délce 550 nm. Roztok posuzovaného medu po této reakci dává vínově červenou sloučeninu, která je použita ke spektrofotometrickému stanovení.

### **Důkaz porušení medu škrobovým sirupem, škrobovým cukrem a sladovými výtažky (Fieheho reakce II)**

Metoda vychází z rozdílu reakce při srážení ethanolem v kyselém prostředí upraveném kyselinou chlorovodíkovou – dextriny obsažené ve škrobovém sirupu, cukru a sladových výtažcích se srážejí, zatímco dextriny přítomné v medu se v těchto podmínkách nesrážejí.

### **Stanovení diastatické aktivity podle Schadeho**

Goethovy jednotky (jednotky diastatické aktivity) jsou definovány jako množství enzymu, které může konvertovat 0,01 g škrobu při konečném bodu v jedné hodině, při 40 °C za podmínek testu. Přidal (2005) uvádí, že pomocí Schadeho čísla je možné odhalit dlouhodobé skladování, nesprávné zahřívání nebo ošetření v mikrovlnách. Výsledky se přepočtou v Goethových jednotkách (nebo Schadeho jednotkách) na gram medu.

### **Stanovení redukujících cukrů podle Lana a Eynona upravené Soxhletem**

Redukující cukry se zjišťují oxidoredukční titrací za použití Fehlingova roztoku a methylenové modři jako indikátoru. Vroucí alkalický roztok měďnaté soli se titruje medovým roztokem (vzniká oxid měďnatého  $\text{Cu}_2\text{O}$ ) až zmizí zabarvení titrovaného roztoku.

### **Stanovení sacharózy dle Lana a Eynona – rozhodčí metoda**

Vorlová (2002) uvádí, že základem metody je Walkerova inverzní metoda. Po zjištění obsahu redukujících cukrů před inverzí a veškerých cukrů po inverzi titrační oxidoredukční metodou na methylenovou modř se z rozdílu vypočítá obsah sacharózy násobením faktorem 0,95.

### **3.7.3 Pylová analýza medu**

Pylová analýza se omezuje pouze na včelí produkty, dříve byla omezena výhradně na med, v současnosti se analýza pylových zrn provádí i v propolisu a mateří kašičce, na základě čehož se odhaduje geografický původ produktu.

Pylová analýza vychází ze základní disciplíny **palynologie** – nauce o poznávání pylových zrn. Přidal (2003) uvádí, že od názvu je odvozen pojem **melissopalynologie** nauka o poznávání pylu v medu. Kromě pylových zrn se v každém medu nachází také řada příměsí rostlinného i živočišného původu (např. spory, hyfy hub, řasy, kvasinky, úlomky chitinu trichomy apod.). Počátky melissopalynologie spadají do 19. století, ale její rozmach nastal až ve 20. století. Vorlová (2002) uvádí, že oficiální metodiku sestavila prof. Maurizio a pylové analýzy československých medů provedla prof. Kubišová.

Na pylovou analýzu v současnosti existují dva názory. První z nich tvrdí, že opakovatelnost výsledků je tak nízká, že pylová analýza není spolehlivou analytickou metodou, druhá skupina tvrdí, že i přes určité nepřesnosti ji je možné řadit mezi analýzy, kterými je podle zastoupení pylových zrn minimálně možné ověřit deklarované údaje o geografickém a botanickém původu medu. Kromě toho může sloužit i k rozpoznání některých porušení medu (např. cukerným sirupem). Přidal (2003) uvádí, že ji však nelze považovat za metodu rozhodčí. Podezření v daném případě však vede k provedení další analýzy.

Pylová analýza patří mezi metody pro stanovení typu medu (květový, medovicový, smíšený).



### 3.7.4 Pokročilé metody chemické analýzy medu

#### 3.7.4.1 Hmotnostní spektrometrie (MALDI)

Hmotnostní spektrometrie je analytická metoda založená na rozdělení nabitých částic podle jejich molekulových hmotností v elektrickém/magnetickém poli, jejíž počátky se datují do roku 1899.

MALDI je rychlou, jednoduchou a spolehlivou metodu určení geografického původu medu, která je založena na fingerprintingu a tzv. „čárových kódech“ (barcoding) bílkovin v medu za použití laserové desorpční hmotnostní spektrometrie (MALDI MS). Podle Wanga (2009) výsledky ověření ukázaly, že charakteristický profil (fingerprint) bílkovin medů je lépe srovnatelný s medy v té srovnávací databázi (library), o které je známo, že pochází ze stejného regionu, oproti databázím zahrnujícím vzorky medu z jiných regionů.

Podle Marvina (2003) se MALDI-TOF-MS (Matrix-assisted laser desorption/ionization time-of flight mass spectrometry) nedávno stala populární a univerzální metodou pro analýzu makromolekul biologického původu a zdůrazňuje, že základem úspěchu MALDI pokusů je výběr matrice.

Jsou-li molekuly vzorku ionizovány laserem přímo, většinou se štěpí nežádoucím způsobem, proto je tato metoda založena právě na použití matrice – látky, jejímž prostřednictvím se ionizační energie laseru přenáší na molekuly vzorku a tím brání jejich štěpení. Ionizace laserem prostřednictvím matrice umožňuje měřit molekulové hmotnosti více látek v tomtéž vzorku. Ke stanovení vyšších molekulových hmotností se používá ionizace laserem za přítomnosti matrice (MALDI, Matrix-Assisted Laser Desorption/Ionization) v kombinaci s detektorem doby letu (TOF, time-of-flight), který umožňuje změřit dobu průletu a z ní lze následně vypočítat rychlost částice a za předpokladu stejné výchozí kinetické energie i její hmotnost.

#### 3.7.4.2 Kapalinová chromatografie spojená s hmotnostní spektrometrií (LC-MS)

Princip separace směsi látek je v kapalinové chromatografii založen na odlišné distribuci látek mezi 2 nemísitelné fáze a to mobilní, pohyblivé a fází stacionární, nepohyblivé. Složky vzorku se opakovaně sorbují do stacionární fáze a poté desorbují pomocí mobilní fáze. Při tomto procesu jsou jednotlivé složky vzorku selektivně brzděny a dochází k dělení složek směsi. Míra retence je dána velikostí a druhem interakce mezi stacionární fází, mobilní fází a danou látkou.

Podle Arese a kol. (2015) byla vypracována nová metoda ke stanovení sulforanu (SFN) v medu za použití kapalinové chromatografie s tandemovou hmotnostní spektrometrií (LC-MS/MS) s ionizací elektrosprejem (ESI).

#### 3.7.4.3 Plynová chromatografie spojená s hmotnostní spektrometrií (GC-MS)

Technika plynové chromatografie (GC) byla zavedena do praxe v roce 1952 A.T. Jamesem a A.J.P. Martinem. Základní princip je založen na těkavosti složek vzorku ve vyhřátém vstupu nebo injektoru plynového chromatografu a následujícím oddělením směsi složek ve speciálně připravené koloně.

Plynová chromatografie ve spojení s hmotnostní spektrometrií je v současnosti běžnou analytickou metodou, která kombinuje vysokou separační schopnost kapilární plynové chromatografie s detekcí vysoce specifickou pro daný analyt a zároveň umožňující získání informace o struktuře neznámých látek. Hmotnostní spektrometr pracuje ve třech v sérii zařazených etapách: a) převedení studované látky do plynného stavu, b) ionizace vzniklé plynné fáze, c) její rozdělení podle hmotnosti iontů.

#### 3.7.4.4 Nukleární magnetická rezonance (Nuclear Magnetic Resonance, NMR)

Podle Spiteriho (2014) se jedná o inovativní analytický přístup, který byl vyvinut s cílem řešit nejčastější falšování a odchylky kvality medu. Použití proton-NMR profilování spojeného s vhodnými postupy a kvantifikací statistických modelů umožňuje ověřit pravost jak jednodruhových, tak vícedruhových medů. Potvrdilo se, že touto metodou je možné zjistit přidání cukru až na hranici 10 %.

Boffo a kol. (2012) hodnotili potenciál NMR spektroskopie rozlišovat medy podle nektaru.

U medů planých rostlin byla zjištěna vyšší koncentrace fenylalaninu a tyrosinu. Citrusové medy vykazovaly vyšší množství sacharózy než jiných složek, zatímco eukalyptové medy měly vyšší obsah kyseliny mléčné než medy ostatní. Medy cukrové třtiny vykazovaly znaky podobné eukalyptovým a citrusovým medům, ale byl prokázán také tyrosin a fenylalanin. Padělané medy vykazovaly kromě 5-hydroxymethylfurfuralu také přítomnost kyseliny citronové a ethanolu.

Tato metoda může být použita při analýze potravin za účelem bližšího vymezení oblasti jejich původu.

Podle Schievano a kol. (2011) byly identifikovány specifické markery pro každý jednodruhový med: dva pro akátový med (chrysin a pinocembrin), jeden pro kaštanový med ( $\gamma$ -LACT-3-PAK), dva pro pomerančový med (8-hydroxylinalool a kofein), jeden pro eukalyptus (dehydrovomifoliol), jeden pro medovici (a diacylglycerilether) a dva pro lipový med (4-(1-hydroxy-1-methylethyl) cyklohexa-1,3-dien-karboxylová kyselina a 4-(1-methylethenyl) cyklohexa-1,3-dien-karboxylová kyselina).

Vysoká přesnost odlišení některých medů ukazuje, že tento přístup by mohl být užitečný pro vytvoření obecně použitelného metabolomického nástroje k rozlišení původu vzorků medu.

Ohmenhaeuser a kol. (2013) provedl v rámci své studie největší vyhodnocení vzorků medu touto metodou. NMR spektra hodnocených vzorků medu mohla být rozdělena na dvě hlavní skupiny: vícedruhové vzorky (s květinovými a medovicovými (lesní květové medy) jako podskupiny) a jednodruhové medy (řepka, lípa, kaštan a jiné).

V minulosti byla tato metoda používána pouze pro stanovení několika sacharidů s C NMR nebo methylglyoxal a aminokyselin s H NMR v matrici medu. Ohmenhaeuser a kol. (2013) rozšířil okruh látek, které mohou být analyzovány NMR spektroskopii bez předchozího oddělení; H NMR je také vhodná pro kvantitativní stanovení několika alifatických a aromatických kyselin, stejně jako aldehydů.

Jeho studie ukázala, že H NMR spektra medů v kombinaci s příslušnou mnohorozměrnou statistikou mohou poskytnout kvalitativní informace o botanickém původu medu a představují dobrý základ pro identifikaci sloučenin typických pro konkrétní typy medu.

Ohmenhaeuser a kol. (2013) závěrem uvádí, že se jedná o rychlou, jednoduchou a nízkonákladovou analytickou metodu.

## 4. Experimentální část

### Cíl

Cílem této diplomové práce je zhodnocení vlivu původu, zpracování, ev. skladování na jakost medu, a to jednak použitím moderních metod pro klasifikaci medu pomocí necílené analýzy („fingerprintingu“), ale také po stránce senzorické.

### 4.1 Metodika práce

Celkem bylo analyzováno 15 vzorků různých druhů medu - 7 vzorků medu z tržní sítě a 8 vzorků od soukromých včelařů. Vzorky z tržní sítě pocházejí: T1-T4 z Čestína (okres Kutná Hora, Středočeský kraj), vzorky T5 a T6 z Nové Vsi u Chotěboře (okres Havlíčkův Brod, kraj Vysočina) a vzorek T7 pochází z Nizozemí. Vzorky včelařů pocházejí: V1 a V2 z Hrušovan nad Jevišovkou (okres Znojmo, Jihomoravský kraj), V3 z Humpolce (okres Pelhřimov, kraj Vysočina), V4 z Břeclavi (okres Břeclav, Jihomoravský kraj), V5 z Nedaniček (okres Klatovy, kraj Plzeňský), V6 z Kostelní Myslové (okres Jihlava, kraj Vysočina) a vzorky V7 a V8 z Velkého Dřevíče – Hronova (okres Jihlava, kraj Vysočina). Analyzovány byly medy květové, květové luční a lesní, luční, lesní, květové smíšené, akátové, lipové a medovicové.

Bližší informace o jednotlivých vzorcích jsou uvedeny v Příloze I.

Vybrané vzorky byly analyzovány v laboratořích MCEV II České zemědělské univerzity v Praze a Akademie věd ČR v temnu při teplotě 23 °C.

#### 4.1.1 Pokročilé metody chemické analýzy medu

Necílenou chemickou analýzou byly sledovány dvě skupiny látek považovaných za charakteristické pro různé typy medů: makromolekuly (zejména proteiny) a středně polární molekuly o nižší molekulové hmotnosti do 1000 Da (především látky fenolického charakteru).

##### 4.1.1.1 MALDI (profil velkých molekul)

###### Použité přístroje a chemikálie:

MALDI BIOTYPER BRUKER, výrobce Bruker Daltonik GmbH, 28359 Bremen, Germany, skládající se z microflex LT/SH mass spectrometer [P/N: 269944], MALDI Biotyper CA System desktop, computer running under Windows® 7 [P/N: 604941], MALDI Biotyper CA

System software [P/N: 604512], Nitrogen Laser with 60Hz repetition rate, Full Spectrum Resolution (FSR) with broadband focusing mode (PANTM) FlashDetectorTM, LxWxH: 510 x 680 x 1093 mm [20.1" x 26.8" x 43"]

Weight: 84 kg (185 lb) net weight, Noise: < 30 dB under normal operating conditions, Temp Range: 10-30°C (50-86°F), Operating Humidity: 15-85% non-condensing @ 30°C

plastová mikrozkušavka (Eppendorf, 1,5 ml), destilovaná voda, centrifuga, ethanol, pipeta, 100 % kyselina mravenčí, 100 % acetonitril, roztok MALDI matrice, MTP 384 target plate polished steel BC (Target plate with transponder technology, Part No.: 8280781), to be mounted on a target frame (# 8074115).

### **Pracovní postup:**

#### Extrakce proteinové frakce pomocí ethanolu a kyseliny mravenčí

Do čisté plastové mikrozkušavky (Eppendorf, 1,5 ml) bylo napipetováno 300 µl destilované vody. Vzorek medu byl přenesen do tubičky s vodou a důkladně promíchán pipetováním a následně vortexováním (minimálně 1 minutu). Bylo přidáno 900 µl ethanolu a vzorek byl důkladně promíchán. Následně byl vzorek centrifugován při maximálních otáčkách po dobu několika minut a slit supernatant. Vzorek byl znovu centrifugován a nakonec odstraněn zbývající ethanol opatrně pipetováním. Pelet byl několik minut nechán schnout při laboratorní teplotě. Byla připravena 70 % kyselina mravenčí: bylo napipetováno 300 µl destilované vody a 700 µl 100 % kyseliny mravenčí do čisté Eppendorfkvy a vortexováno. K peletu bylo přidáno 30 µl 70 % kyseliny a důkladně promícháno pipetováním a vortexováním. Přidáno bylo stejné množství 100 % acetonitrilu (stejně množství jako kyseliny mravenčí v předchozím kroku) a opět důkladně promícháno. Vzorek se centrifuguje při maximálních otáčkách (15 tis. otáček/min) po dobu dvou minut. 1 µl supernatantu se nakape na čistou MALDI destičku a nechá se uschnout při laboratorní teplotě. IHNED po zaschnutí supernatantu se překryje 1 µl roztoku MALDI matrice. Nechá se uschnout při laboratorní teplotě a tím je vzorek připraven k analýze.

### **Zpracování a statistické vyhodnocení dat**

Všechny vzorky byly připraveny vždy ve třech technických opakováních. Výstupy analýzy byly vyhodnoceny nejprve specializovaným software FlexAnalysis 3.4 (Bruker Daltonik, Německo). Statistická analýza byla provedena pomocí software Statistica 7.1, StatSoft, USA).

#### 4.1.1.2 LC/MS

**Použité přístroje a chemikálie:** sestava kapalinového chromatografu Ultimate 3000, Thermo Fisher, USA s hmotnostním spektrometrem s vysokým rozlišením a vysokou přesností určení hmoty Orbitrap Exactive, Thermo Fisher, USA, Centrifuga Universal 320/320 R, Hettich, Německo, automatická pipeta Eppendorf, Německo, SPE kolonky Oasis ® HLB 6cc (200 mg), Waters, Wexford, Ireland. Methanol LC/MS čistota, MeOH.

#### **Pracovní postup:**

Jednotlivé vzorky medu byly rozpuštěny v 10 ml destilované vody a centrifugovány po dobu 10 minut (u vzorků V2 a V6 po dobu 2x10 min.) s frekvencí 4000 otáček/min. za účelem zbavení pevných částic.

SPE (Solid Phase Extraction, extrakce na pevné fázi, viz Obr. D):

Vzorek byl aplikován na předem promytou (5 ml MeOH a 10 ml H<sub>2</sub>O) SPE kolonku, a pomocí sníženého tlaku byly poté vymyty polární látky (především cukry) vodou. Teprve následně byla aplikována pročištěná frakce malých molekul o střední polaritě 2.5 ml MeOH a ta pak vysoušena dusíkem (Obr. E). Poté byly vzorky rozpuštěny v 1 mL mobilní fáze (MeOH/voda, 1:1 v/v) a pomocí autosampleru aplikovány do LC/MS systému.

Analyty byly separovány pomocí chromatografické kolony Kinetex C18 Hydro-RP, 1.7mm, 100x2.1 mm, Phenomenex, USA lineární gradientovou elucí v systému mobilních fází MeOH (roztok A) a H<sub>2</sub>O (roztok B) s přidavkem 5mM mravenčanu amonného (Sigma-Aldrich, Německo). Gradient startoval na 5% fáze A a pokračoval až do 100% A ve 25 min analýzy, poté izokraticky po dobu 10 min a po ukončení analýzy byl systém ekvilibrován po dobu 10 min při výchozím poměru fází (5%A). Kolona byla temperována na 35°C po celou dobu analýzy, nástřík činil 5  $\mu$ m vzorku.

#### **Zpracování a statistické vyhodnocení dat**

Vzorky byly připraveny vždy jako 3 technické replikáty aby bylo možné stanovit chybu extrakčního postupu. Vybrané vzorky byly měřeny opakovaně nejméně 3x a to jak bezprostředně za sebou, tak i po 7 dnech pro stanovené spolehlivosti měřícího systému v rámci jednoho dne i v delším časovém horizontu („intra-day“ a „inter-day variability“). Pro sběr dat a jejich primární zpracování byl použit software Xcalibur (Thermo Fisher Scientific, USA). Data byla poté zpracovávána (alignment, redukce šumu, detekce

předpokládaných analytů, statistické porovnání) pomocí specializovaného software Sieve 2.2, Thermo Fisher Scientific, USA).

#### 4.1.2 Senzorická analýza

Vzorky medů k sensorické analýze mohou pocházet od malých „hobby včelařů“ prodávajících vlastní přebytky, od zemědělců „tzv. prodejem ze dvora“ (max. produkce 2 t ročně) nebo od profesionálních včelařů, kteří jsou schválení a registrovaní jako provozovatelé potravinářského podniku (jako jediní mohou uvádět na trh jak med od vlastních včel, tak med nakoupený, a mohou tento med dále zpracovávat).

K sensorické analýze byly hodnotitelům předloženy vzorky nektarových a medovicových z druhé a třetí skupiny (viz Příloha I a Obr. 1), a to v kádinkách z čirého skla (společně se lžičkou a skleněnou tyčinkou k posouzení konzistence, velkou prázdnou kádinkou, kádinkou s 250 ml vody jako neutralizátorem chuti a ubrousky). Jednotlivé vzorky byly označeny anonymně číselnými kódy. Medy od „hobby“ včelařů analyzovány nebyly, protože ve většině případů takový med není nijak označen a snadno dojde k jeho záměně.

Vzorky medů byly hodnoceny 8 posuzovateli na úrovni "vybraný posuzovatel" ve smyslu ČSN ISO 5492 (Senzorická analýza – Slovník).

Panel hodnotitelů byl proškolen na danou komoditu podle normy ČSN ISO 3972 Senzorická analýza – Metodologie – Metoda zkoumání citlivosti chuti.

Hodnotitelé u jednotlivých vzorků hodnotili vzhled, barvu, konzistenci, vůni, chuť a případně další vady za použití **nestrukturovaných 10 cm lineárních orientovaných stupnic na jednotlivých výsledkových listinách** (viz Příloha II). 10 cm stupnice představuje 100 bodů daného parametru. Byly hodnoceny parametry intenzitní (viz kap. 5.1.2 a Příloha III, označeny "I") a hedonické (tamtéž označeny "H").

Senzorická zkouška byla provedena v souladu s normou ČSN ISO 6658 Senzorická analýza – Metodologie – Všeobecné pokyny a uspořádání zkušební místnosti pro sensorickou analýzu, skládající se ze zkušebního prostoru, přípravného prostoru a kanceláře, odpovídalo požadavkům normy ČSN EN ISO 8589 Senzorická analýza – Obecné pokyny pro uspořádání sensorického pracoviště.

Nejprve byla hodnocena chuť, barva, konzistence a vůně u všech vzorků medu, následně pak chuťová stránka. Pro hodnocení jednoho deskriptoru bylo použito 10 g medu.

Hodnotící panel tvořilo celkem 8 hodnotitelů.

Vzorky byly rozřazeny do skupin podle následujících kritérií:

- a) podle původu (tržní síť, samostatní včelaři)
- b) v rámci jednotlivých skupin byly vzorky rozděleny podle druhu medu (s přihlédnutím vizuální srovnatelnosti).

Vzorky medu byly hodnoceny v následujících skupinách (viz Obr. 1):

- **4.3.2016, 10:30 hod. – vzorky V1, V2, V3 a V4**

V 1: BEE Sapákovi, Med akátový

V2: BEE Sapákovi, Med lesní

V3: Med akátový

V4: Med ze Včelnice Lípa

- **4.3.2016, 14:00 hod. – vzorky V5, V6, V7 a V8**

V5: Med Akátový

V6: Med medovicový

V7: MED lesní květový

V8: MED květový

- **11.3.2016, 13:00 hod. – vzorky T1, T3, T5 a T7**

T1: ČESKÝ MED květový luční

T3: Med luční

T5: Med květový

T7: BASIC FLOWER HONEY

- **11.3.2016, 14:30 hod. – vzorky T2, T6 a T4**

T2: ČESKÝ MED květový lesní

T4: Med lesní

T6: Med květový smíšený





Obr. 1 Senzorické hodnocení medů

## 5. Výsledky

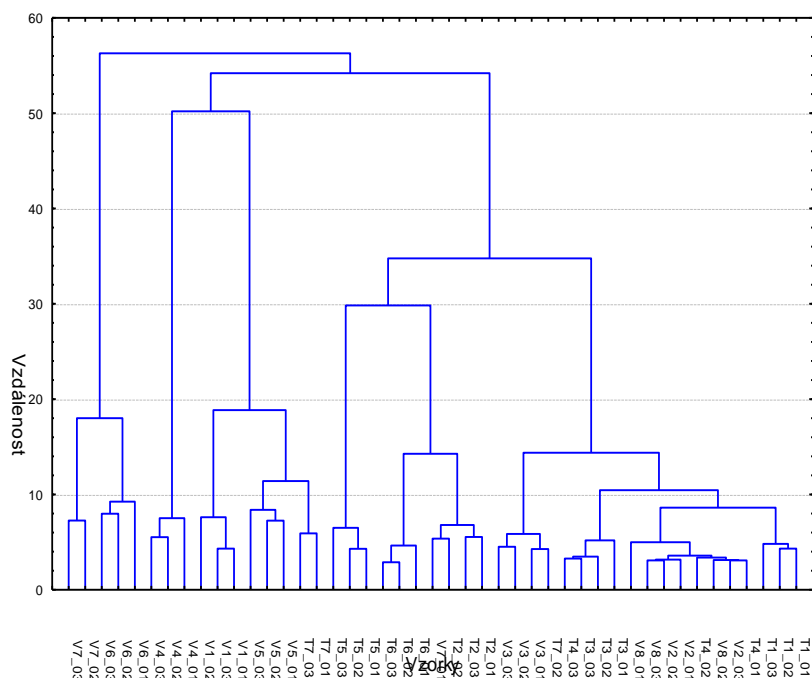
### 5.1 Chemická analýza

#### MALDI-TOF

Výstupy z analýzy MALDI – TOF byly nejprve logaritmicky transformovány (dekadické logaritmy). Následně byly vyhodnoceny hierarchickou klastrovou (shlukovou) analýzou a paralelně i analýzou hlavních komponent (PCA).

#### Dendrogram hierarchické klastrové analýzy

(shlukovací algoritmus: Wardova metoda, euklidovské vzdálenosti)



Na určené hladině spojování 30 (linkage distance) se vytvořilo 5 shluků vzorků medu. První shluk obsahuje vzorky V7 a V6. Druhý shluk obsahuje vzorky V4. Třetí shluk obsahuje vzorky V1, V5 a T7. V tomto shluku jsou si nejpodobnější vzorky V5 a T7. Čtvrtý shluk obsahuje vzorky T5, T6, V7 a T2. V tomto shluku jsou si nejpodobnější vzorky V7 a T2. Pátý shluk obsahuje nejširší spektrum vzorků medu, a to:

- shluk vzorků V8, V2, a T4 se vzorkem T1, přičemž nejpodobnější jsou si vzorky V8 a V2,
- shluk vzorků ad a) se vzorky T4 a T3, které jsou si velmi podobné,
- shluk vzorků ad b) se vzorky V3 a T7, které jsou si také velmi podobné.

Na určené hladině spojování 50 (linkage distance) se vytvořily 3 shluky vzorků medu. První shluk obsahuje dvě skupiny vzorků: a) shluk vzorků 1 (viz dále), b) shluk vzorků 2, tj. shluk vzorků E a F se shlukem G.

Shluk vzorků 1 obsahuje shluk vzorků A, který je shlukem vzorků T1 a vzorků T4, V2 a V8, se shlukem B. Nejpodobnější si jsou vzorky T4 a V2 a V2 a V8.

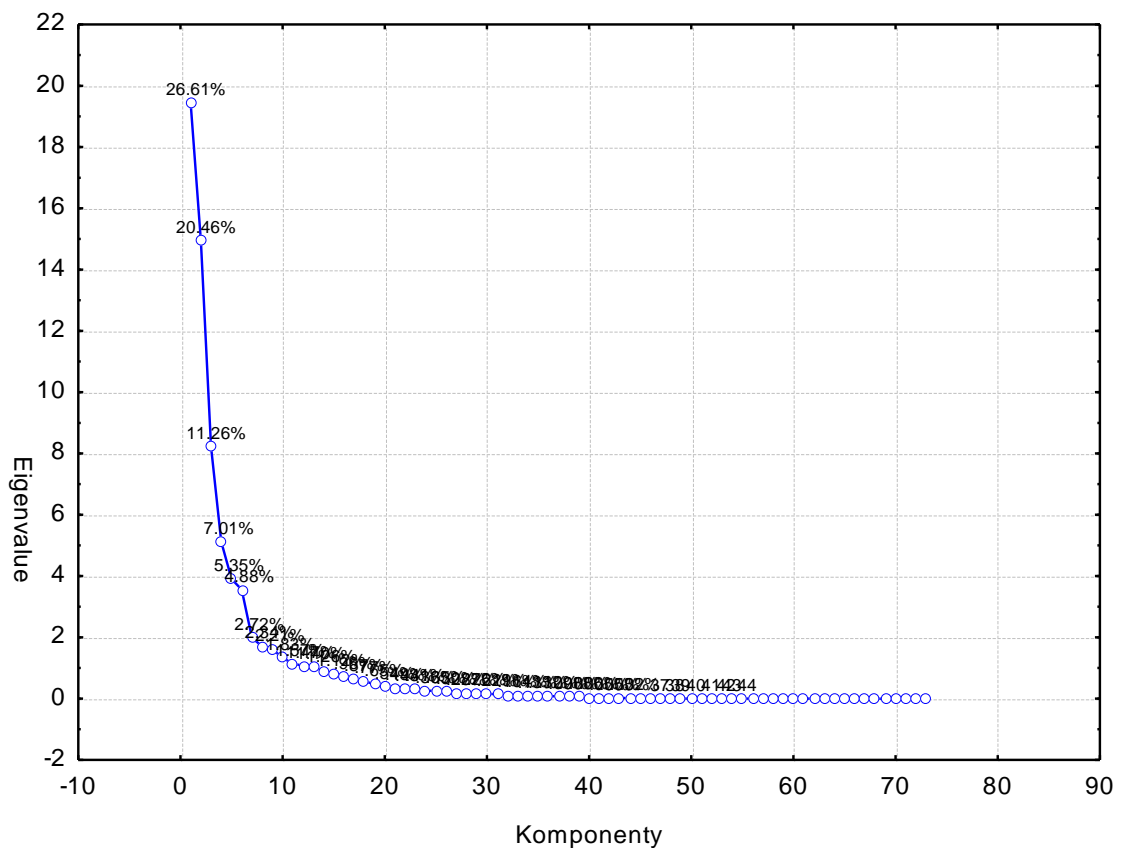
Shluk A a B tvoří shluk C, který společně se shlukem D tvoří shluk 1. V rámci shluku D si jsou podobné vzorky T7 a V3.

První shluk je tvořen výše popsáním shlukem 1 a shlukem 2, který je tvořený shlukem E + F a G. Zde jsou si nejpodobnější vzorky T2 a V7.

Druhý shluk zahrnuje shluk vzorků 1 (zahrnující shluk vzorků T7 a V5 a vzorku V1, z nichž nejpodobnější jsou vzorky V5 a V1) a shluk vzorků 2 (vzorek V4). Nejpodobnější si byly vzorky T7 a V4.

Třetí shluk je tvořen shlukem zahrnujícím vzorky V6 a V7, které jsou si značně podobné.

### PCA, Indexový graf úpatí vlastních čísel (eigenvalues)



Nejvyšší variabilitu (26,61 %) zajišťují 2 komponenty, 20,46 % tři komponenty a 11,26 % čtyři komponenty. Hledaná hodnota indexu je 2.

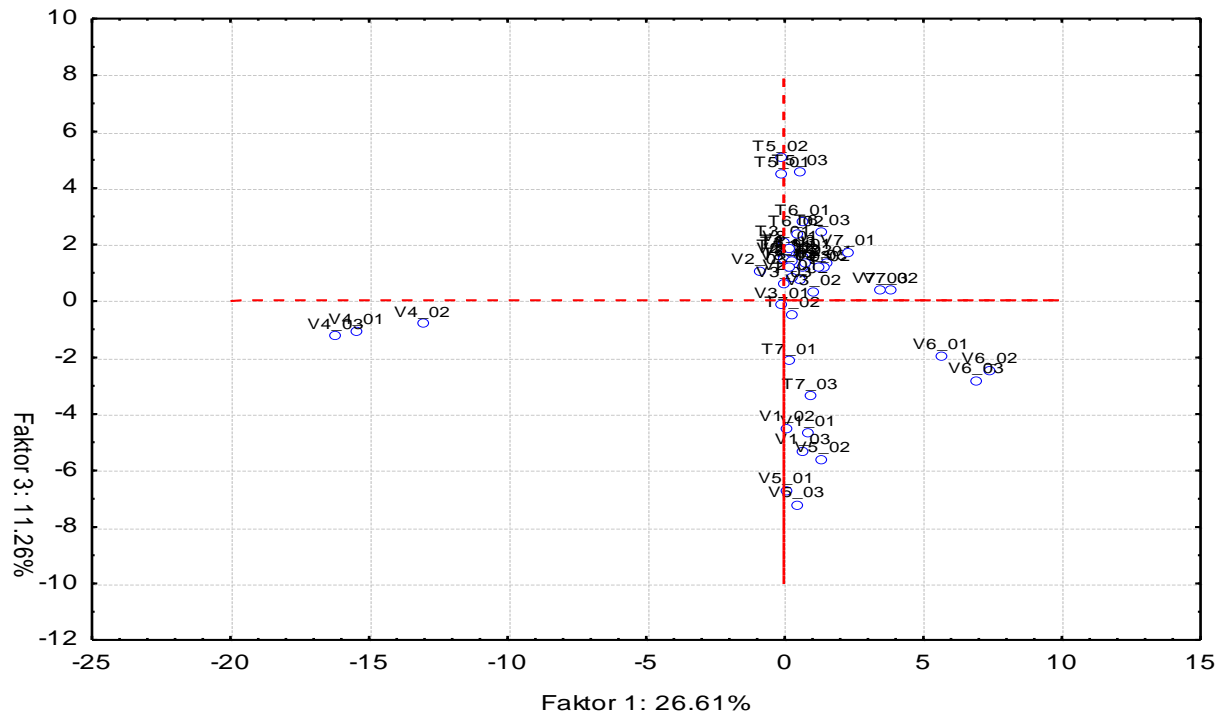
Z indexového grafu úpatí vlastních čísel vyplývá, že většina zkoumaných vzorků medu se pohybovala v prostoru PCA 1 (cca tři čtvrtiny komponent) a 2 (zbývající čtvrtina komponent).





Graf komponentních vah ukazuje vliv sledovaných veličin na distribuci vzorků v předchozím grafu komponentního skóre, tj. které z naměřených iontů/veličin/údajů ve vzorcích mají největší vliv na umístění vzorků a jejich vzájemné blízkosti (tzn. podobnosti).

### PCA komponentního skóre

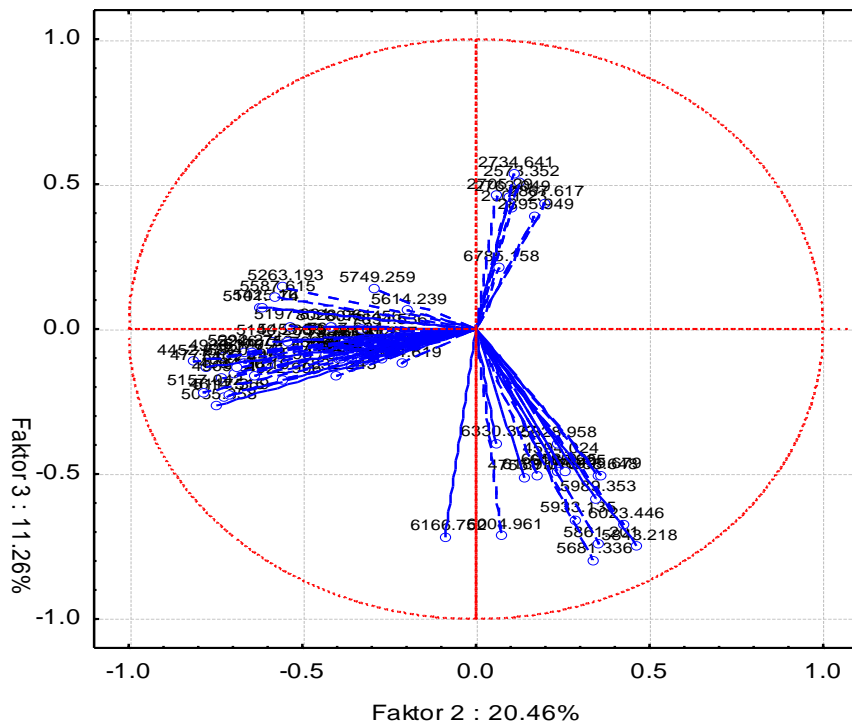


Graf komponentního skóre ukazuje podobnost vzorků podle toho, jak jsou blízko sebe v systému daných hlavních komponent.

Tento typ grafu zobrazuje komponentní skóre pro první dvě hlavní komponenty (faktor 1 a faktor 3).

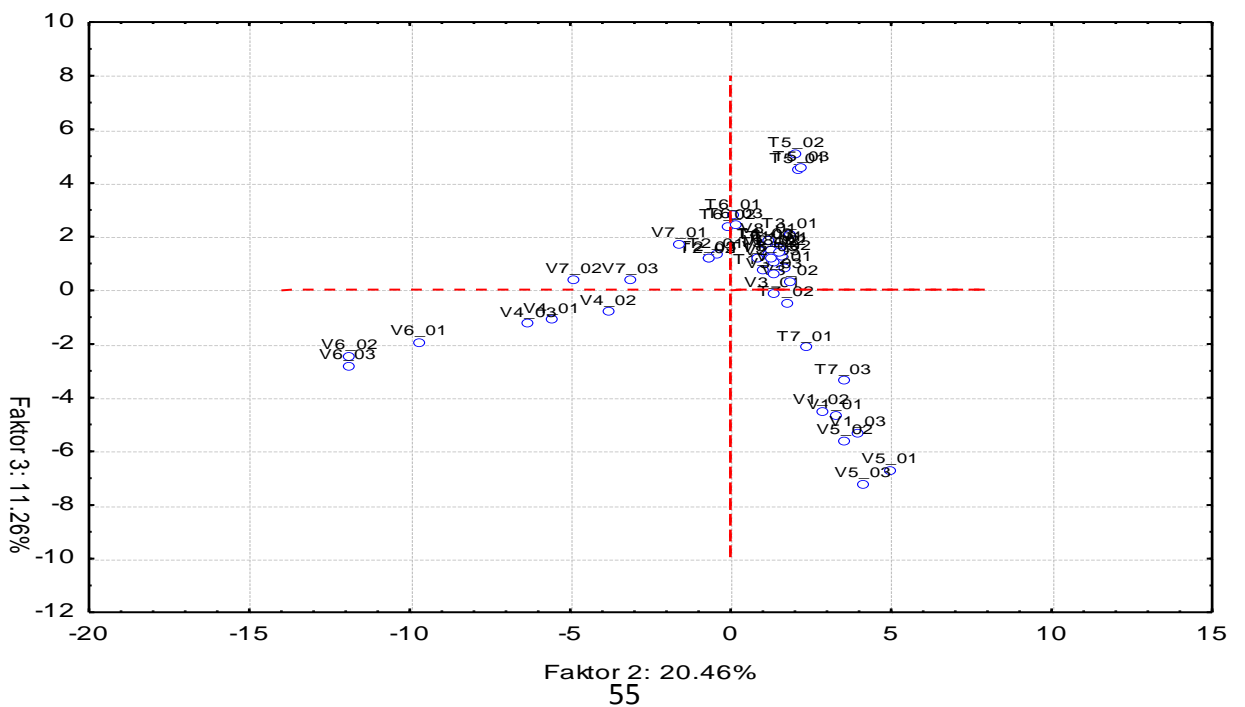
Z grafu je patrná vysoká podobnost většiny zkoumaných vzorků mezi s výjimkou vzorků V1, V4 (nejvýraznější rozdíl), V5, V6, T5 a T7.

## Graf komponentních vah



Graf komponentních vah ukazuje vliv sledovaných veličin na distribuci vzorků v předchozím grafu komponentního skóre, tj. které z naměřených iontů/veličin/údajů ve vzorcích má největší vliv na umístění vzorků a jejich vzájemné blízkosti (tzn. podobnosti).

## PCA, Diagram komponentního skóre



Tento typ grafu ukazuje komponentní skóre pro druhé dvě hlavní komponenty (faktor 2, faktor 3) u všech objektů. Lze zde snadno najít shluk vzájemně podobných objektů - v tomto případě většina vzorků medu tvoří shluk na úrovni 2. U těchto vzorků je možné předpokládat výskyt podobnosti, na rozdíl od vzorků V4, V6, V7, V1, V5 a T5, které můžeme považovat za extrémy (u těchto vzorků lze zároveň předpokládat, že jsou navzájem nepodobné a odlišné). Nejméně podobné jsou vzorky V5 a V6.

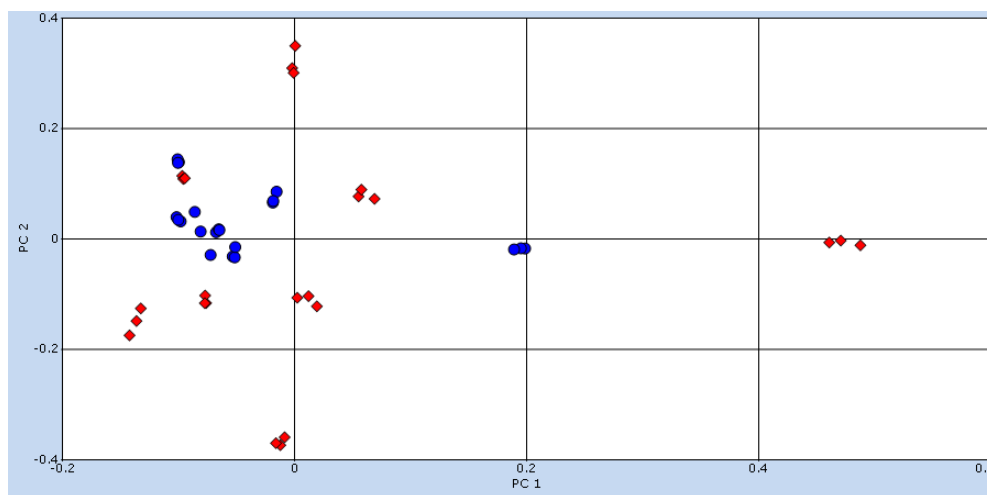
### **Kapalinová chromatografie spojená s hmotnostní spektrometrií (LC-MS)**

Kapalinovou chromatografií spojenou s hmotnostní spektrometrií byly pomocí software detekovány komponenty (celkem 500 – 800 položek).

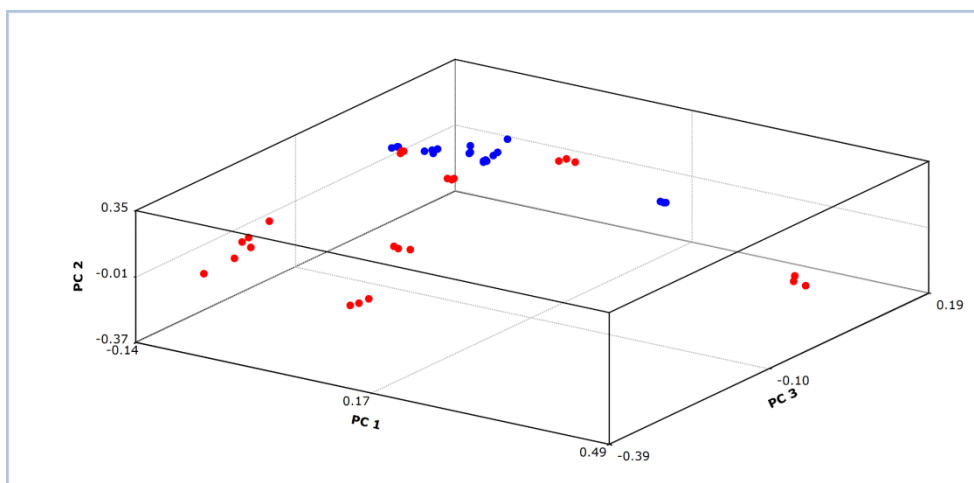
V níže uvedeném grafu jsou červeně znázorněny vzorky medů zakoupených od zemědělců (včelařů), modře medy zakoupené v tržní síti.

Převážná většina medů zakoupených v tržní síti tvoří jediný shluk. Toto vypovídá o vysoké míře jejich vzájemné podobnosti.

Naopak medy od včelařů nevytvářejí větší shluky. Je tak možné pozorovat jejich větší variabilitu, která usnadňuje vzájemnou odlišitelnost jednotlivých medů.







## 5.2 Senzorická analýza

Senzorickou analýzou provedenou v dnech 4. a 11. 3.2016 byly získány výsledky uvedené v Příloze III.

10 cm stupnice v jednotlivých výsledkových listinách představuje 100 bodů daného parametru.

### Příloha III

Seznam parametrů (v bodech):

Vzhled:

1 – celkový vzhled H

Barva:

2 - Celková příjemnost barvy H

3 – Celková intenzita barvy I

Konzistence:

4 – Příjemnost konzistence H

5 – Viskozita I

6 – Stupeň krystalizace I

Vůně:

7 - Celková příjemnost vůně H

8 – Celková intenzita vůně I

Chuť

9 – Příjemnost chuti celkově H

10 – Celková intenzita chuti I

11 – Intenzita sladké chuti I

12 – Intenzita hořké chuti I

13 – Intenzita kyselé chuti I

14 – Intenzita karamelové chuti I

15 – Intenzita zatuchlé chuti I

16 – Intenzita pachutí celkově I

Poznámka – případné nalezené vady vzhledu, konzistence, vůně a chuti

N – nehodnoceno

H – číslo hodnotitele

**Datum: 4.3.2016, 10:30 hod.**

**vzorek: V1**

H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Poznámka
1	37	16	N	52	90	0	93	49	43	14	33	5	7	0	0	0	
2	63	73	7	60	68	1	90	36	79	83	94	18	26	18	21	24	
3	70	52	2	72	37	2	23	56	87	8	84	26	14	94	1	2	Chuť citrusového ovoce
4	16	91	74	66	30	40	32	48	29	78	67	N	2	0	0	N	
5	45	43	2	78	52	0	66	51	72	69	78	1	1	86	1	4	
6	38	21	0	56	36	0	45	9	36	58	54	54	59	9	69	58	
7	46	51	26	84	30	5	83	30	85	50	71	38	13	10	5	47	
8	95	97	2	97	74	0	80	56	95	96	62	0	0	68	0	0	
průměr	51,25	55,50	16,14	70,63	52,13	6,00	64,00	41,88	65,75	57,00	67,88	20,29	15,25	35,63	12,13	19,29	
směrodatná odchylka	22,6149	27,9016	25,0396	14,2560	21,3098	12,9518	25,5049	15,1116	24,0975	29,7532	17,6737	18,9187	18,4238	37,4297	22,5080	22,5687	

Datum: 4. 3. 2016, 10:30 hod.

vzorek: V2

H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Poznámka
1	10	84	N	6	72	100	6	46	11	76	81	15	35	27	0	22	
2	46	60	96	30	100	81	40	2	38	96	78	77	52	56	24	29	
3	25	38	70	21	67	41	9	81	24	64	78	68	23	78	24	50	
4	21	20	0	76	34	0	94	5	58	52	83	0	0	0	0	14	trpká pachuť
5	23	15	87	11	72	72	46	47	56	47	66	1	16	12	6	7	
6	39	31	71	32	60	75	52	45	51	38	33	5	47	74	64	3	Chuť připomínající ovoce (fíky, datle)
7	28	N	71	51	95	49	47	69	68	67	89	9	9	N	8	85	
8	67	59	80	58	68	61	56	73	49	67	60	26	14	46	11	8	
průměr	32,38	43,86	67,86	35,63	71,00	59,88	43,75	46,00	44,38	63,38	71,00	25,13	24,50	41,86	17,13	27,25	
směrodatná odchylka	16,6579	22,9996	29,1176	22,6657	19,1507	28,4888	25,9940	27,6179	17,7267	16,9259	16,7929	28,5282	17,3133	27,8282	19,7575	26,0468	

**Datum: 4.3.2016, 10:30 hod.**

**vzorek: V3**

<b>H</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>Poznámka</b>
1	56	39	N	52	75	0	92	67	71	50	75	0	63	7	0	0	
2	81	81	19	77	55	0	89	37	52	57	72	29	56	18	49	44	
3	92	84	23	69	38	2	53	8	78	89	79	18	5	77	2	2	
4	33	64	13	77	34	0	67	12	28	56	N	0	0	2	0	0	
5	59	66	35	78	41	0	30	58	26	70	81	1	3	17	28	27	
6	60	93	10	67	36	0	45	3	22	55	63	56	6	17	56	64	
7	61	65	32	80	47	5	83	31	30	86	87	31	N	57	7	70	
8	78	79	10	90	45	0	97	89	66	97	65	0	0	71	0	1	
průměr	65,00	71,38	20,29	73,75	46,38	0,88	69,50	38,13	46,63	70,00	74,57	16,88	19,00	33,25	17,75	26,00	
směrodatná odchylka	17,0880	15,6120	9,46750	10,5089	12,5293	1,6910	23,0868	28,9242	21,3245	17,0880	7,9974	19,3160	25,7682	28,1281	21,9474	27,9687	

**Datum: 4.3.2016, 10:30 hod.**

**vzorek: V4**

H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Poznámka
1	84	87	N	53	75	0	14	62	18	46	56	16	45	9	0	0	senzoricky nepříjemný vzorek
2	95	92	84	94	69	2	100	96	95	95	100	14	25	4	4	1	
3	92	94	52	82	55	7	75	64	83	69	67	33	20	78	2	3	
4	96	98	65	90	52	0	98	49	68	78	86	0	3	7	0	0	
5	87	90	50	77	59	1	82	81	89	89	70	2	22	21	1	1	
6	83	73	56	78	39	0	89	70	82	91	37	4	34	67	67	19	chuť modřínového dřeva
7	76	51	55	85	52	7	67	50	59	66	50	23	63	76	11	69	
8	62	80	52	64	65	12	61	73	89	98	98	7	4	86	2	2	
průměr	84,38	83,13	59,14	77,88	58,25	3,63	73,25	68,13	72,88	79,00	70,50	12,38	27,00	43,50	10,88	11,88	
směrodatná odchylka	10,5230	14,2516	11,1154	12,6830	10,6154	4,2112	25,8735	14,6581	23,5130	16,6583	21,3073	10,6881	18,8812	33,9006	21,4735	22,3855	

Datum: 4.3.2016, 14:00 hod.

vzorek: V5

H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Poznámka
1	12	23	11	55	69	0	50	13	51	64	85	0	50	68	0	0	
2	55	62	2	42	41	1	20	6	43	71	73	43	57	50	4	10	
3	76	61	2	76	5	1	58	39	93	94	88	54	18	99	29	11	
4	0	5	0	25	13	0	5	21	0	79	96	0	0	68	0	37	Nechutná po meu, jedná se o cukrový rozvar
5	70	64	6	30	9	1	45	4	31	12	93	0	0	75	78	79	
6	50	72	0	74	5	0	42	3	50	24	60	2	48	26	47	53	
7	46	49	5	31	10	13	48	36	92	67	67	32	21	22	7	30	
8	95	68	3	65	17	1	31	13	5	12	25	5	12	10	8	79	
průměr	50,50	50,50	3,63	49,75	21,13	2,13	37,38	16,88	45,63	52,88	73,38	17,00	25,75	52,25	21,63	37,38	
směrodatná odchylka	29,7574	22,4221	3,42555	19,2078	21,0976	4,1363	16,4616	13,1286	32,3958	30,0018	21,8113	20,9344	21,3819	28,7087	26,2723	28,7356	

**Datum: 4.3.2016, 14:00 hodin**

**vzorek: V7**

<b>H</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>Poznámka</b>
1	77	54	74	52	52	0	47	47	80	81	50	0	62	8	0	0	
2	76	83	80	72	70	3	88	94	74	95	91	36	33	3	5	13	
3	71	73	64	72	66	3	45	24	70	69	74	38	30	34	19	14	
4	93	100	67	82	92	0	81	89	76	89	66	2	0	14	0	0	
5	77	69	81	74	92	0	78	41	70	69	81	1	3	7	1	2	
6	82	81	69	74	71	0	76	51	73	46	35	6	57	38	6	16	
7	78	78	77	60	78	74	39	14	51	45	50	22	6	6	6	6	
8	61	54	61	77	56	80	61	56	65	66	65	78	19	80	9	8	
průměr	76,88	74,00	71,63	70,38	72,13	20,00	64,38	52,00	69,88	70,00	64,00	22,88	26,25	23,75	5,75	7,38	
Směrodatná odchylka	8,4770	14,3527	6,9989	9,0545	13,8423	32,9659	17,6348	26,2774	8,2680	17,0514	17,1610	25,4039	22,2921	24,6006	5,8687	6,0195	



**Datum: 4.3.2016, 14:00 hod.**

**vzorek: V6**

<b>H</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>Poznámka</b>
1	18	47	48	62	78	88	49	0	39	62	74	0	57	0	0	0	
2	70	76	63	64	82	73	59	37	28	64	70	52	60	31	11	29	
3	45	30	41	38	66	51	46	18	71	69	77	58	47	52	64	51	
4	68	51	56	41	66	39	60	41	95	78	90	0	7	18	0	0	
5	29	27	69	44	11	8	51	50	51	52	93	1	2	74	1	4	
6	34	14	50	21	92	61	73	48	36	41	36	5	20	59	69	59	
7	21	20	61	34	89	16	39	14	57	60	73	35	21	20	25	39	
8	66	46	34	59	60	82	41	46	53	85	92	58	6	77	40	34	
průměr	43,88	38,88	52,75	45,38	68,00	52,25	52,25	31,75	53,75	63,88	75,63	26,13	27,50	41,38	26,25	27,00	
směrodatná odchylka	20,2079	18,8311	10,9972	14,1769	24,0676	27,6575	10,5446	17,4123	20,0421	13,0138	17,2839	25,5511	22,1867	26,4099	26,6728	21,7486	

**Datum: 4.3.2016, 14:00 hod.**

**vzorek: V8**

H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Poznámka
1	48	38	41	54	30	0	30	65	46	70	82	0	10	0	0	4	
2	69	79	55	60	48	1	57	68	96	77	94	16	46	4	2	2	
3	33	63	41	65	48	18	75	75	70	66	66	51	40	41	31	6	přítomnost nerozpuštěných kousků
4	28	36	25	63	12	0	23	58	61	71	97	0	0	16	0	50	chuť a vůně řepce olejce
5	46	44	49	63	66	87	69	21	81	89	66	0	27	2	0	0	
6	61	66	25	47	19	0	76	55	78	65	60	7	6	79	66	61	
7	62	60	51	75	64	17	49	49	77	59	76	77	8	9	8	10	
8	83	78	22	65	34	4	78	85	69	83	85	9	3	76	23	8	
průměr	53,75	58,00	38,63	61,50	40,13	15,88	57,13	59,50	72,25	72,50	78,25	20,00	17,50	28,38	16,25	17,63	
Směrodatná odchylka	17,3043	15,8666	12,1854	7,7460	18,5097	27,8004	20,0589	18,0555	13,8180	9,3005	12,7353	26,7301	16,5982	30,8502	21,7988	22,2370	

**Datum: 11.3.2016, 14:30 hod.**

**vzorek: T2**

<b>H</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>Poznámka</b>
1	78	78	78	59	59	0	90	44	79	N	74	0	9	0	0	0	
2	74	78	80	82	62	3	69	60	71	88	76	49	55	36	4	3	
3	78	90	32	79	30	2	67	62	69	61	64	17	28	49	4	5	
4	84	100	56	84	66	0	87	77	75	62	70	N	6	4	0	0	
5	85	85	69	75	74	0	72	69	84	83	62	1	30	23	1	1	
6	41	38	53	47	58	0	57	41	36	48	67	21	64	30	54	65	indispozice hodnotitele
7	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	nepřítomnost hodnotitele
8	69	72	28	68	44	10	79	60	66	70	53	42	3	54	3	7	
průměr	72,71	77,28	56,57	70,57	56,14	2,14	74,43	59,00	68,57	68,67	66,57	21,67	27,86	28,00	9,43	11,57	
směrodatná odchylka	13,9150	18,1637	19,2566	12,5226	13,5902	3,3987	10,7949	11,8563	14,4505	13,6096	7,2478	18,6160	22,3570	19,1610	18,2667	21,9471	

**Datum: 11.3.2016, 14:30 hod.**

**vzorek: T4**

H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Poznámka	
1	90	91	81	82	65	0	100	43	38	71	56	14	0	0	0	5		
2	66	77	87	71	61	8	82	88	64	89	67	52	68	25	3	2		
3	88	92	62	87	24	2	73	9	19	78	83	30	41	66	31	24		
4	94	91	75	96	85	0	14	55	25	87	94	4	17	0	0	4		
5	90	92	74	N	N	N	46	79	69	74	78	1	25	71	1	10		
6	46	40	65	42	34	1	42	13	36	64	34	19	61	55	69	82	indispozice hodnotitele	
7	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	nepřítomnost hodnotitele
8	76	79	64	84	53	5	77	65	50	66	93	28	41	91	23	28		
průměr	78,57	80,29	72,57	77,00	53,67	2,67	62,00	50,29	43,00	75,57	72,14	21,14	36,14	44,00	18,14	22,14		
směrodatná odchylka	16,0967	17,4824	8,6991	17,3013	20,1301	2,9250	27,1241	28,3686	17,4847	8,9898	20,0245	16,1814	22,2866	33,3295	23,7753	26,1776		

**Datum: 11.3.2016, 14:30 hod.**

**vzorek: T6**

<b>H</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>Poznámka</b>	
1	36	46	51	41	50	1	91	64	77	64	82	34	0	0	0	7		
2	74	76	58	72	40	31	53	16	43	86	72	42	80	45	24	12		
3	80	94	46	74	3	1	70	69	56	67	97	28	35	96	4	5		
4	66	100	52	67	25	0	35	9	20	70	93	0	1	9	0	6	„cukrový rozvar“	
5	72	74	50	76	85	2	63	42	67	73	71	0	9	63	1	9		
6	66	58	39	37	45	0	52	4	48	59	53	42	35	60	61	80	Indispozice hodnotitele	
7	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	nepřítomnost hodnotitele
8	71	69	16	76	37	10	65	49	45	49	77	22	20	71	16	20		
průměr	66,43	73,86	44,57	63,29	40,71	6,43	61,29	36,14	50,86	66,86	77,86	24,00	25,71	49,14	15,14	19,86		
směrodatná odchylka	13,2002	17,5045	12,8492	15,6544	23,1437	10,5405	16,1308	24,5847	17,0162	10,7095	13,6949	16,5616	25,9214	31,6834	20,5804	24,9996		

**Datum: 11.3.2016, 13:00 hod.**

**vzorek: T1**

<b>H</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>Poznámka</b>
1	59	43	41	49	41	0	47	38	41	49	56	0	24	9	0	0	
2	91	85	40	67	28	6	89	76	80	77	69	21	41	52	17	9	
3	88	86	41	72	19	3	89	84	40	56	74	42	42	67	7	7	
4	67	96	35	33	29	0	67	31	35	50	75	0	2	0	0	0	
5	78	84	49	65	31	0	89	87	84	83	80	1	5	9	1	1	
6	76	80	53	50	31	0	56	20	76	57	46	9	57	4	36	13	Indispozice hodnotitele
7	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	nepřítomnost hodnotitele
8	73	80	15	60	43	5	75	87	74	64	63	5	4	54	2	6	
průměr	76,00	79,14	39,14	56,57	31,71	2,00	73,14	60,43	61,43	62,29	66,14	11,14	25,00	27,86	9,00	5,14	
směrodatná odchylka	10,3648	15,5695	11,3191	12,4540	7,5350	2,4495	15,9143	27,2913	19,9990	12,2091	11,0767	14,3570	20,4939	26,3354	12,3751	4,6423	

**Datum: 11.3.2016, 13:00 hod.**

**vzorek: T3**

H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Poznámka	
1	65	74	49	50	39	0	17	44	9	72	32	54	11	0	22	47		
2	82	86	70	79	28	5	49	63	41	65	57	48	59	42	10	47		
3	77	73	50	78	40	5	23	80	15	72	73	36	24	74	80	82		
4	87	100	63	43	36	0	53	62	67	82	89	0	0	0	0	3	chut' po pampeliškách	
5	78	86	58	66	37	0	30	80	48	89	92	2	4	69	10	65		
6	44	40	61	49	31	0	21	3	32	61	53	4	55	70	93	87	Indispozice hodnotitele	
7	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	nepřítomnost hodnotitele
8	84	77	35	59	38	0	93	96	94	91	94	32	20	89	6	12		
průměr	73,86	76,57	55,14	60,57	35,57	1,43	40,86	61,14	43,71	76,00	70,00	25,14	24,71	49,14	31,57	49,00		
směrodatná odchylka	13,8299	17,2532	10,6560	13,2542	4,1008	2,2588	24,8793	28,2965	27,4211	10,7437	21,8174	21,16215	21,8548	33,6300	35,4395	29,9571		

**Datum: 11.3.2016, 13:00 hod.**

**vzorek: T5**

H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Poznámka
1	24	25	29	40	52	20	N	22	47	54	59	0	0	0	0	0	
2	60	70	29	79	31	32	73	16	51	94	57	28	56	45	31	39	
3	28	30	24	51	24	54	56	19	55	62	86	48	51	94	11	24	
4	50	87	28	47	49	2	70	14	34	63	95	0	0	10	0	2	chuť po cukrovém rozvaru
5	67	67	41	63	30	17	47	3	48	45	91	1	0	86	1	2	
6	29	26	41	37	26	38	45	3	29	36	64	72	29	67	58	62	Indispozice hodnotitele
7	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	nepřítomnost hodnotitele
8	51	63	45	41	29	32	54	53	54	51	58	38	22	32	15	9	
průměr	44,14	52,57	33,86	51,14	34,43	27,86	57,50	18,57	45,48	57,86	72,86	26,71	22,57	47,71	16,57	19,71	
směrodatná odchylka	15,8153	23,2432	7,6050	13,9430	10,4315	15,4405	10,6262	15,6283	9,3022	17,1333	15,7428	25,9709	22,3470	33,6652	19,8196	21,7434	



**Datum: 11.3.2016, 13:00 hod.**

**vzorek: T7**

H	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Poznámka
1	12	5	8	50	52	0	22	46	21	60	70	34	0	0	20	75	nepříjemná chuť, pampelišková příchut'
2	63	67	3	68	8	6	34	1	9	81	51	71	80	41	78	91	
3	77	70	51	73	22	4	58	25	81	78	81	29	28	68	30	22	
4	5	50	16	49	29	0	82	26	8	52	10	0	0	0	0	5	neidentifikovatelná pachut'
5	64	53	46	71	27	2	48	2	22	75	91	3	2	80	1	3	
6	22	20	48	40	4	0	31	9	18	50	67	65	52	60	74	64	indispozice hodnotitele
7	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	nepřítomnost hodnotitele
8	23	38	22	22	10	8	28	29	5	21	21	60	51	59	28	11	
průměr	38,00	43,29	27,71	53,29	21,71	2,86	43,29	19,71	23,43	59,57	55,86	37,43	30,43	44,00	33,00	38,71	
směrodatná odchylka	26,9073	22,2050	18,7366	17,3346	15,2944	2,9966	19,4988	15,2289	24,3130	19,5438	28,1142	26,9012	29,3056	29,8424	29,3306	34,1204	

## 6. Diskuze

### 1) MALDI-TOF

MALDI lze použít jako rychlou, jednoduchou a spolehlivou metodu určení geografického původu medu. Dendrogram hierarchické klastrové analýzy č. 1 ukázal vzájemnou podobnost následujících vzorků:

- a) V7 (MED lesní květový) a V6 (Med medovicový)
- b) V1 (BEE Sapákovi, Med akátový) a skupiny V5 (Med akátový) a T7 (Med květový, směs medů ze zemí mimo ES), zejména vzorků V5 a T7,
- c) T5 (MED květový), T6 (Med květový smíšený), V7 (MED lesní květový) a T2 (ČESKÝ MED květový lesní), zejména pak podobnost vzorků V7 a T2,
- d) Nejpodobnější si byly vzorky V8 (MED květový), V2 (BEE Sapákovi, Med lesní) a T4 (Med lesní) se vzorkem T1 (ČESKÝ MED květový luční). Podobné si byly zejména vzorky V8 a V2.
- e) Klastrová analýza ukázala také vysokou vzájemnou podobnost vzorků T4 (Med lesní) a T3 (Med luční) a vzorků V3 (Med akátový) a T7 (Med květový, směs medů ze zemí mimo ES).

Wang (2009) ověřil, že charakteristický profil (fingerprint) bílkovin medů je lépe srovnatelný s medy, které pochází ze stejného regionu, oproti medům z jiných regionů. Při vyhodnocení vzorků medu v rámci této práce byl prokazován původu medu touto metodou na základě podobnosti. Vzájemně srovnatelné byly jak medy od včelařů, tak medy od včelařů s medy pocházejícími z tržní sítě. Rozhodující tedy nebyl zdroj medu, ale jeho původ a charakteristické znaky jednotlivých druhů medu (medy lesní, medy akátové, medy květové). Klastrová analýza však ukázala vzájemnou vysokou podobnost vzorků různého druhu (viz písm. d) a zejména e). To může být způsobeno tím, že některé vzorky jsou medem smíšeným, který je podle Kintla (2009) pomaleji krystalizujícím medem tmavší až tmavé barvy, který pochází ze snůšky nektarového a medovicového původu bez výrazné převahy jednoho druhu. Často se jedná o med z lesních bylin a medovice, což způsobuje jeho podobnost s medem lesním.

Dendrogram hierarchické klastrové analýzy ukázal vzájemnou podobnost vzorku T7 (BASIC FLOWER HONEY, Med květový, směs medů ze zemí mimo ES) se vzorky V3 (Med akátový) a T2 (ČESKÝ MED květový lesní). Toto opět ukazuje na to, že se jedná o medy

smíšené – u vzorku V7 je to uvedeno, u květového lesního medu je to způsobeno snůšky tmavší barvy, ve které nepřevažuje jeden druh. U medu akátového však tato podobnost může signalizovat falšování medu. Na trhu je akátový med poměrně častý, ale často se jedná o medy pouze označené jako akátové, které jsou však ve skutečnosti smíšené.

## 2) LC/MS

Kapalinovou chromatografií spojenou s hmotnostní spektrometrií byly pomocí software detekovány komponenty (celkem 500 – 800 položek).

Medy zakoupené v tržní síti se tvoří jediný shluk, který vypovídá o vysoké míře jejich vzájemné podobnosti. Naopak medy od včelařů nevytvářejí větší shluky a je tak možné pozorovat jejich větší variabilitu a tím odlišitelnost jednotlivých medů.

Výrazně větší podobnost medů zakoupených v tržní síti může být způsobena tím, že profesionální včelaři mohou jako jediní uvádět na trh jak med od vlastních včel, tak med nakoupený, a mohou tento med dále zpracovávat. Med před zpracováním tak nejen pochází od různých dodavatelů (často i mimo EU), ale může také pocházet z různých regionů a profesionální včelař musí "standardizovat" jím nabízený sortiment medu. Naopak u hobby včelařů nebo u zemědělců provozujících tzv. prodej ze dvora je variabilita nabízeného sortimentu medů podstatně vyšší, avšak s většími výkyvy v dodávkách, např. u lipového medu v důsledku náročnosti lip na specifické počasí v době květu.

V případě, že by docházelo ke zjištění snížení variability medů pocházejících od hobby včelařů, dalo by se předpokládat, že med nepochází od jejich vlastních včelstev a byl předprodán v rozporu s platnou legislativou.

## 3) Senzorická analýza

K senzorické analýze provedené ve dnech 4. a 11.3.2016 celkem 7 medů dostupných v tržní síti a 8 vzorků od zemědělců (včelařů). Vzorky medů byly hodnoceny 8 hodnotiteli na úrovni "vybraný posuzovatel" ve smyslu ČSN ISO 5492 (Senzorická analýza – Slovník).

Bylo provedeno senzorické hodnocení těchto parametrů: vzhled, barva, konzistence, vůně a chuť.

U jednotlivých zkoumaných parametrů byly statisticky zjištěny tyto závěry:

### Parametr 1 – Vzhled

**1a - Celkový vzhled:** Jako nejlepší byly vyhodnoceny medy V4 (84,36 bodů), T4 (78,57 bodů) a V7 (76,86 bodů) a jako nejhorší vzorky V2 (32,36 bodů), T7 (38,00 bodů) a V6 (43,86 bodů).

Mezi nejlepšími byl vzorek lipového medu od včelaře, medu lesního (směs medů ze zemí EU a ze zemí mimo EU) a MED lesní květový, který podle výrobce "pochází z *lesů a luk v ekologicky unikátní oblasti CHKO Broumovsko*".

Mezi nejhorší vzorky patřil med lesní (V2), med medovicový a med květový - směs medů ze zemí mimo ES.

## **Parametr 2 – Barva**

**2a – Celková příjemnost barvy:** Jako nejlepší byly vyhodnoceny medy V4 (83,16 bodů), T4 (80,26 bodů) a T1 (79,14 bodů) a jako nejhorší vzorky V6 (38,88 bodů), T7 (43,29 bodů) a V2 (43,86).

**2b – Celková intenzita barvy:** Jako nejsvětější byly vyhodnoceny medy akátové – vzorky V5 (3,63 bodu), V1 (16,14 bodů) a V3 (20,29 bodů). Naopak jako nejtmaší byly vyhodnoceny medy T4 (72,57 bodů), V7 (71,66 bodů) a V2 (67,86 bodů). Jedná se o medy lesní, resp. v případě vzorku V7 o med lesní květový.

Pro některé medy je barva charakteristická, jak bylo ověřeno u medu akátového, který patří mezi velmi světlé medy, a u medu lesního patřícího naopak mezi medy tmavé.

## **Parametr 3 – Konzistence**

**3a – Příjemnost konzistence:** Jako vzorky se špatnou konzistencí byly vyhodnoceny vzorky V2 (med lesní, 35,75 bodů), V6 (med medovicový, 45,38 bodů) a V5 (med akátový, 49,75 bodů). V případě vzorku V2 upozornil prodejce na brzkou krystalizaci medu, která ovlivnila hodnocení konzistence. Naproti tomu, jako vzorky s vynikající konzistencí byly vyhodnoceny medy V4 (77,88 bodů), T4 (77,00 bodů) a V3 (73,75 bodů) a dále také vzorek V1 (70,63 bodů). Byla ověřena tekutá konzistence charakteristická pro akátové a květové medy.

**3b – Viskozita:** Jako velmi řídké byly označeny zejména vzorky V5 (med akátový, 21,13 bodů), T7 (med květový směs, 21,71 bodů) a T1 (med květový luční, 31,71 bodů). Nej hustšími byly vzorky V7 (med lesní květový, 72,13 bodů), V2 (med lesní, 71,00 bodů) a medovicový med V6 (68,00 bodů).

**3c – Stupeň krystalizace:** Mezi vzorky téměř neobsahující krystaly patřily zejména vzorky V3 (0,88 bodů), což je vzorek medu akátového, který v důsledku vysokého obsahu fruktózy krystalizuje po dlouhé době, dále pak med luční (T3, 1,43 bodů) a med květový luční (T1, 2,00 body). Podle Hajduškové (2013) podléhá čistý akátový med krystalizaci až po několika měsících, což se u vzorku V3 potvrdilo. Vysoce krystalickými byly vzorky V2 (med lesní, 59,88 bodů), V6 (med medovicový, 52,25 bodů) a med T5 (med květový, 27,86 bodů).

#### **Parametr 4 – Vůně**

**4a – Celková příjemnost vůně:** Jako nejméně příjemné vzorky byly vyhodnoceny medy V5 (med akátový, 37,38 bodů), T3 (med luční, 40,86 bodů) a T7 (med květový směr, 43,43 bodů). Mezi nejpříjemnější vzorky patřily medy T2 (med květový lesní, 74,43 bodů), V4 (med lipový, 73,25 bodů) a med T1 (med květový luční, 73,14 bodů). Podle Přidala (2005) patří lipové medy mezi nejaromatictější medy. Lépe byl hodnocen pouze med květový, u kterého však neznáme jeho přesný původ a podle Haragsima (2005) je jeho vůně ovlivněna také pryskyřicí.

**4b – Celková intenzita vůně:** Nejméně znatelnou vůni měly medy V5 (med akátový, 16,88 bodů), T5 (med květový, 18,57 bodů) a T7 (med květový směr, 19,71 bodů). Velmi silná intenzita vůně byla zjištěna u vzorků V4 (med lipový, 68,13 bodů), T3 (med luční, 61,14 bodů) a T1 (med květový luční, 60,43 bodů).

#### **Parametr 5 – Chuť**

**5a – Příjemnost chuti celkově:** Jako celkově chuťově nejpříjemnější hodnotitelé vyhodnotili med V4 (med lipový, 72,88 bodů), med V8 (med květový, 72,25 bodů) a med V7 (med lesní květový). V této kategorii měla naprostá většina medů pocházejících od včelařů lepší chuť než vzorky nakoupené v tržní síti. Chuťově nejméně příjemnými byly vzorky T7 (med květový směr, 23,43 bodů), T4 (med lesní, 43,00 bodů) a med T3 (med luční, 43,71 bodů).

Jako chuťově příjemný mohl být vzorek lipového medu V4 označen díky své chuti i vůni po mentolu, která ho odlišila od ostatních vzorků. Podle Přidala (2005) má tuto mentolovou chuť lipový med pocházející z nektaru lipových květů oproti smíšenému lipovému medu, který obsahuje také lipovou medovici.

**5b – Celková intenzita chuti:** Neznatelná intenzita chuti byla zjištěna u vzorků V5 (med akátový, 52,88 bodů), V1 (med akátový, 57,00 bodů) a T5 (med květový, 57,86 bodů), naopak nejsilnější byla u vzorků V4 (med lipový, 79,00 bodů), T3 (med luční, 76,00 bodů) a T4 (med lesní, 75,57 bodů).

**5c – Intenzita sladké chuti:** Nejnižší intenzita sladké chuti byla zjištěna u vzorků T7 (med květový směr, 55,86 bodů), V7 (med lesní květový, 64,00 bodů) a T1 (med květový luční, 66,14 bodů). Naopak nejvyšší intenzita byla u vzorků V8 (med květový, 78,25 bodů), T6 (med květový smíšený, 77,86 bodů) a V6 (med medovicový, 75,63 bodů).

**5d – Intenzita hořké chuti:** Hořká chuť byla nejznatelnější u vzorků T7 (med květový směr, 37,43 bodů), T5 (med květový, 26,71 bodů) a V6 (med medovicový, 26,71 bodů). Téměř

neznatelná byla u vzorků T1 (med květový luční, 11,14 bodů), V4 (med lipový, 12,38 bodů) a V3 (med akátový, 16,88 bodů).

**5e – Intenzita kyselé chuti:** Kyselé chuť byla nejméně znatelná u vzorků V1 (med akátový, 15,25 bodů), V8 (med květový, 17,50 bodů) a V3 (med akátový, 19,00 bodů). Kyselé chuť byla patrná u vzorků T4 (med lesní, 36,14 bodů), T7 (med květový směr, 30,43 bodů) a T2 (med květový lesní, 27,86 bodů).

**5f – Intenzita karamelové chuti:** Karamelová chuť medu byla nejméně znatelná u vzorků V7 (med lesní květový, 23,75 bodů), T1 (med květový luční, 27,86 bodů) a T2 (med květový lesní, 28,00 bodů). Naopak nejvíce znatelná byla u vzorků V5 (med akátový, 52,25 bodů), vzorků T6 a T7 (med květový smíšený a med květový směr, oba 49,14 bodů) a T5 (med květový, 47,71 bodů).

**5g – Intenzita zatuchlé chuti:** Zatuchlá chuť medu byla nejméně znatelná u vzorků V7 (med lesní květový, 5,75 bodů), T1 (med květový luční, 9,00 bodů) a T2 (med květový lesní, 9,43 bodů). Naopak znatelná zatuchlá chuť byla indikována u vzorků T7 (med květový směr, 33,00 bodů), T3 (med luční, 31,57 bodů) a V6 (med medovicový, 26,25 bodů).

**5h – Intenzita pachutí celkové:** Nejnižší intenzita pachutí byla zjištěna u vzorků T1 (med květový luční, 5,14 bodů), V7 (med lesní květový, 7,38 bodů) a T2 (med květový lesní, 11,57 bodů). Nejvyšší intenzita byla zjištěna u vzorků T3 (med luční, 49,00 bodů), T7 (med květový smíšený, 38,71 bodů) a V5 (med akátový, 37,28 bodů).

Z výše uvedeného vyplývá, že celkově nejlépe byl hodnocen vzorek V4 – MED ZE VČELNICE Lípa z Břeclavi, a to zejména na základě celkového vzhledu, příjemnosti barvy, intenzivní vůně a chuti a příjemnosti konzistence. Velmi dobře byly hodnoceny také vzorky T1 – ČESKÝ MED květový luční (MEDOKOMERC s.r.o.) a V7 – MED lesní květový (Včelí farma Dřevíč).

Naopak nejhůře byl hodnocen vzorek T7 – BASIC FLOWER HONEY (Nizozemí, směs medů ze zemí mimo EU), a to zejména v parametrech chuti, příjemnosti barvy, vůně a chuti, intenzity sladké, kyselé a zatuchlé chuti a celkové intenzity pachutí.

Negativně byly hodnoceny také vzorky V6 – Med medovicový (Včelí farma Nosek) a T3 – Med luční (MEDOKOMERC s.r.o., směs medů ze zemí EU a ze zemí mimo EU). V případě vzorku V6 bylo celkové hodnocení pravděpodobně velmi negativně ovlivněno konzistencí a celkovým vzhledem vzorku.

Za nejsvětlejší a řidké byly označeny medy akátové, zatímco nejtmavšími a hustými medy byly medy lesní.

Z výše uvedeného vyplývá, že v rámci chemické analýzy byla metodou MALDI-TOF prokázána ověřitelnost původu medu na základě podobnosti vzorků medu. Vzájemně srovnatelné byly jak medy od včelařů, tak medy od včelařů s medy pocházejícími z tržní sítě. Rozhodující nebyl zdroj medu, ale jeho původ a charakteristické znaky jednotlivých druhů medu. Tato metoda může také signalizovat možné falšování medu. Podle Inana (2014) podstatný vliv na některé fyzikálně-chemické vlastnosti, ale i na sensorické vlastnosti především květových medů mají teplota ohřevu a čas, a to zejména přítomností hydroxymethylfurfuralu. Stanovení obsahu hydroxymethylfurfuralu, pro který je legislativně stanoven limit platný v rámci celé Evropské unie, používají dozorové orgány jako jednu z analýz při průkazu falšování medu.

Naproti tomu kapalinovou chromatografií spojenou s hmotnostní spektrometrií byla zjištěna výrazně větší vzájemná podobnost medů zakoupených v tržní síti v porovnání s medy od včelařů.

Senzorickou analýzou bylo provedeno sensorické hodnocení těchto parametrů: vzhled, barva, konzistence, vůně a chuť. Ověřeno bylo zejména rozdělení medů podle celkové intenzity barvy, viskozity a krystalizace.

## 7. ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo zhodnocení vlivu původu, zpracování, ev. skladování na jakost medu. Byly zkoumány vzorky medovicového a nektarového medu, v zastoupení medů jak od zemědělců (včelařů) tzv. "prodejem ze dvora", tak z tržní sítě.

Metodou hmotnostní spektrometrie (MALDI-TOF) byla prokázána vzájemná podobnost vzorků lesních medů, medů akátových a medů květových (zejména lesních květových), tj. ověřitelnost původu medu na základě podobnosti vzorků medu stejného původu. Vzájemně srovnatelné byly jak medy od včelařů, tak medy od včelařů s medy pocházejícími z tržní sítě. Rozhodující tedy nebyl zdroj medu, ale jeho původ a charakteristické znaky jednotlivých druhů medu. Metoda MALDI-TOF může také signalizovat možné falšování medu z hlediska jeho deklarovaného původu.

Naproti tomu kapalinovou chromatografií spojenou s hmotnostní spektrometrií (LC-MS) byla zjištěna výrazně větší vzájemná podobnost medů zakoupených v tržní síti v porovnání s medy od včelařů. V případě, že by docházelo ke zjištění snížení variability medů pocházejících od hobby včelařů, dalo by se předpokládat, že med nepochází od jejich vlastních včelstev a byl předprodán v rozporu s platnou legislativou.

Senzorickou analýzou provedenou hodnotiteli na úrovni "vybraný posuzovatel" ve smyslu ČSN ISO 5492 (Senzorická analýza – Slovník) bylo provedeno senzorické hodnocení vzhledu, barvy, konzistence, vůně a chuti. Senzorickému hodnocení bylo podrobena 7 vzorků medu dostupných v tržní síti České republiky a 8 vzorků medů pocházejících od zemědělců (tzv. prodej ze dvora) a profesionálních včelařů. Jako nejlepší byl vyhodnocen MED ze Včelnice Lípa (Roman Bursík, Břeclav), a dále pak ČESKÝ MED květový luční (MEDOKOMERC s.r.o.) a Med medovicový z Vysočiny (Včelí farma Nosek, Kostelní Myslová). Nejhůře hodnocen byl vzorek BASIC FLOWER HONEY (Med květový, směs medů ze zemí mimo EU). Mezi vzorky hodnocenými pozitivně převažovaly vzorky pocházející od zemědělců a profesionálních včelařů, zatímco mezi nejhůře hodnocenými vzorky převažovaly vzorky z tržní sítě, nicméně není možné paušálně označit jednu z těchto skupin za producenty kvalitního či nekvalitního medu.

Senzorickou analýzou bylo ověřeno zejména rozdělení medů podle celkové intenzity barvy, viskozity a krystalizace.

Bylo tedy zjištěno, že původ medu a podobnost jednotlivých vzorků medu i jeho falšování může být zjištěno jak chemickými metodami, tak senzoricky.



Dlouhodobým problémem je zneužívání postavení malých „hobby“ včelařů, případně zemědělců, nákupem medu z různých zdrojů (často zahraničních) a jeho vydávání za vlastní. Takový med je uváděn na trh, aniž by byl kontrolován Státní veterinární správou. Zatímco dříve se jednalo o okrajovou záležitost, v současnosti se tak děje systematicky záměrně a ve značných množstvích. Jsou tím poškozena práva jak malých „hobby“ včelařů, zemědělců a profesionálních včelařů, tak spotřebitele.

V budoucnu by tedy mělo být cílem úředního dozoru podchytit osoby, které se za malé včelaře pouze vydávají a uvádějí na trh med nepocházející z jejich včelstev.

## 8. Seznam literatury

1. Altman, N. 2014. Med jako lék (Zázračné léčivé vlastnosti včelího produktu). FONTÁNA. Olomouc. 264 s. ISBN 978-80-7336-754-1.
2. Ares, A. M., Valverde, S., Bernal, J. L. et al. 2015. Development and validation of a LC-MS/MS method to determine sulforaphane in honey. Food chemistry. 181. 263 – 269.
3. Ashurst, P. R., Dennis, M. J. 1996. Food Authentication. Blackie Academic & Professional. London, Weinheim, New York, Tokyo, Melbourne, Madras. 399 s. ISBN 0-7514-0426-8.
4. Boffo, E. F., Tavares, L.A., Tobias, C. T., Ferreira, M. M. C., Ferreira, A. G. 2012. Identification of components of Brazilian honey by <sup>1</sup>H NMR and classification of its botanical origin by chemometric methods. LWT – Food Science and Technology. 49. 55 – 63.
5. Castro-Vazquez, L., Elena Alanon, M., Gonzalez -Vinas, M. A. et al. 2012. Changes in the volatile fractions and sensory properties of heather honey during storage under different temperatures. European food research and technology. 235 (2). 185-193.
6. Codex Standard for Honey. 1981 (revision 1987 and 2001). CODEX STAN 12-1981.1.
7. Consonni, R., Cagliani, L. R. 2008. Geographical Characterization of Polyfloral and Acacia Honeys by Nuclear Magnetic Resonance and Chemometrics. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 56. 6873-6880.
8. Dobrovoda, I. 1986. Včelie produkty a zdravie. Bratislava. 307 s.
9. Dupal, L., Kamler, F., Titěra, D., Vořechovská, M., Vinšová, H. 2015. MED, edice Jak poznáme kvalitu? Publikace České technologické platformy pro potraviny. Libertas a.s. 30 s. ISBN 978-80-87719-29-9.

10. Gonnet, M. 1997. Judging the quality of honey by sensory analysis. International Conference on Bee Products - Properties, Applications, and Apitherapy Location, Tel Aviv. Bee products: properties, applications and apitherapy, 247-251.
11. Hajdušková, J. 2013. Krystalizace medu – známka kvality. [online]. [Cit. 2017-04-02]. Český svaz včelařů, o.s. Praha. Dostupné z [http://www.vcelarstvi.cz/files/pdf\\_2013/zkrystalmed-205x290.pdf](http://www.vcelarstvi.cz/files/pdf_2013/zkrystalmed-205x290.pdf)
12. Haragsim, O. 2005. Medovice a včely. Praha: SZN. 176 s. ISBN 80-209-0332-1.
13. Haragsim, O. Některé cizokrajné druhové medy. Moderní včelař. [online]. Únor 2014. 4. [cit. 2017-04-02]. Dostupné z <http://www.modernivcelar.eu/clanky/nektere-cizokrajne-druhove-medy.html>
14. Haragsim, O. 2013. Včelařské dřeviny a byliny. Grada Publishing, a.s. 200. ISBN 978-80-247-4647-0.
15. Kintl, A. 2009. Smíšený med. [online]. [cit. 2017-04-02]. Dostupné z <http://www.kintl.cz/smiseny-med.html>
16. Marvin, L., Roberts, M., Fay, L. 2003. Matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry in clinical chemistry. Clinica Chimica Acta. 337. 11-21
17. Montenegro, G., Gomez, M., Pizarro, R. et al. 2008. Implementation of a sensory panel for Chilean honeys. Ciencia e investigacion agraria. 35 (1). 51-58.
18. Ohmenhaeuser, M., Monakhova, Y. B., Kuballa, T., Lachenmeier. 2013. Qualitative and Quantitative Control of Honeys Using NMR Spectroscopy and Chemometrics. Hindawi Publishing Corporation. ISRN Analytical Chemistry. 2013. Article ID 825318.
19. Popov-Raljić, J., Arsić, N., Zlatković, B. et al. 2015. Evaluation of color, mineral substances and sensory uniqueness of meadow and acacia honey from Serbia. Romanian Biotechnological Letters. 20 (5). 10784-10799.

20. Přidal, A. 2005. Včelí produkty. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno. 95 s. ISBN 80-7157-717-0.
21. Přidal, A. 2003. Včelí produkty – cvičení. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno. 61 s. ISBN 80-7157-711-1.
22. Rodriguez, I., Salud, S., Hortensia, G. et al. 2010. Characterisation of Sierra Morena citrus blossom honey (Citrus sp.). International journal of food science and technology. 45(10). 2008 – 2015.
23. Schievano, E., Stocchero, M., Morelato, E., Facchin, C., Mammi, S. 2011. An NMR - based metabolomic approach to identify the botanical origin of honey. Springer Science + Business Media. LLC 2011.
24. Spiteri, M., Jamin, E., Thomas, F., Rebours, A., Lees, M., Rogers, K. M., Rutledge, D. N. 2014. Fast and global authenticity screening of honey using <sup>1</sup>H-NMR profiling. Food Chemistry. 189. 60 – 66.
25. Stálé zastoupení České republiky při Evropské unii. 2015. TIC Stálého zastoupení České republiky při Evropské unii ze dne 12.5.2015, č.j. 1451/2015-SZEU (Shrnutí 3386. zasedání Rady pro zemědělství a rybnářství).
26. Suhaj, M., Kováč, M. 2007. Metódy identifikácie falšovania a autentifikácie potravín. Metodologická príručka v elektronickej forme (Životné podmienky a zdravie. Zborník vedeckých prác). Bratislava. 409 s. ISBN 978-80-7159-166-5.
27. Švamberg, V. 2003. Druhy medu na českém a evropském trhu, Včelařství. 8.
28. The Quran. 2009. Goodword Books. India. 486 p. ISBN 978-81-7898-653-1.
29. Titěra, D. 2013. Včelí produkty mýtů zbavené (med, vosk, pyl, mateří kašička, propolis, včelí med). nakl. Brázda. Praha. 175 s. ISBN 978-80-209-0398-3.

30. Veselý, V. a kol. 2003. Včelařství. Nakladatelství Brázda první, 284 s. ISBN 80-209-0320-8.
31. Vit, P., Deliza, R., Perez, A. 2011. How a Huottuja (Piaroa) community perceives genuine and false honey from the Venezuelan Amazon, by free-choice profile sensory method. *Revista brasileira de farmacognosia – Brazilian journal of pharmacognosy*. 21(5). 786-792.
32. Vorlová, L., Gálková, H., Přidal, A., Navrátil, S., Karpíšková, R. 2002. Med - Souborná analýza. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. Brno. 67 s. ISBN 80-7305-450-7.
33. Vyhláška č. 76/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony, v platném znění.
34. Wang, J., Kliks, M., Qu, W., Jun, S., Shi, G., Li, Q.X. 2009. Rapid Determination of the Geographical Origin of Honey Based on Protein Fingerprinting and Barcoding Using MALDI TOF MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 10081 – 10088.
35. Was, E., Rybak-Chmielewska, H., Szczesna, T. et al. 2011. Characteristics of Polish unifloral honeys. II. Lime honey (*Tilia* spp.). *Journal of apicultural science*. 55 (1). 121-128.
36. Was, E., Rybak-Chmielewska, H., Szczesna, T. et al. 2011. Characteristics of Polish unifloral honeys. III. Heather honey (*Calluna vulgaris* L.) *Journal of apicultural science*. 55 (1). 129 – 136.
37. Wikler, O. 1955. Beitrag zum Nachweis und zur Bestimmung von Oxymethylfurfural in Honig und Kunsthonig. *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung*. 102 (3). 161-167.