

Fyzikálně-chemické hodnocení vybraných vzorků včelích medů

Bc. Lenka Šifaldová

Diplomová práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Lenka Šifaldová
Osobní číslo: T23475
Studijní program: N0721A210004 Technologie potravin
Forma studia: Kombinovaná
Téma práce: Fyzikálně-chemické hodnocení vybraných vzorků včelích medů.

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část:
Včelí med
Chemické složení medu
Výroba medu
Kvalitativní parametry medu
II. Praktická část:
Charakterizace vybraných druhů medu
Postupy stanovení
Senzorické hodnocení medů
Vyhodnocení a diskuze výsledků
Formulace závěrů

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

- [1] ČERMÁKOVÁ, Tatiana, Róbert CHLEBO a Milena HUSÁRIKOVÁ. *Kniha o medu: historie, léčitelství, kosmetika, gastronomie, tradice, produkty*. Bratislava: Eastone, 2010, 278 s. ISBN 978-80-8109-132-2
- [2] PASCUAL-MATÉ, Ana, Sandra M OSÉS, Miguel A FERNÁNDEZ-MUINO a M Teresa SANCHO. *Methods of analysis of honey*. Journal of Agricultural Research 2017, 57(1), 38-74
- [3] *Harmonised Methods of the International Honey Commission (IHC)*. Dostupné z: <http://www.beehexagon.net/en/network.htm>
- [4] OREY, Cal. *Zázračná síla medu*. Praha: Ikar, 2012. ISBN 9788024919324.
- [5] PHAM-DELEGUE, M.-H., & DEVILLERS, J. (Eds.). (2002). *Honey Bees: Estimating the Environmental Impact of Chemicals* (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203218655>
- [6] BUŇKA, František, Jan HRABĚ a Bohumír VOSPĚL. *Senzorická analýza potravin I.: František Buňka, Jan Hrabě, Bohumír Vospěl*. Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, 157 s. ISBN 978-80-7318-887-0

Vedoucí diplomové práce: **doc. Mgr. Barbora Lapčíková, Ph.D.**
Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce: **1. ledna 2025**
Termín odevzdání diplomové práce: **9. května 2025**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 14. února 2025

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení diplomové práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Med je přírodní produkt s komplexním složením a jedinečnými fyzikálně-chemickými vlastnostmi, které ovlivňují jeho kvalitu, stabilitu a využití. Cílem této práce je analyzovat fyzikálně-chemické parametry medu, jako jsou obsah vody, pH, elektrická vodivost, fluorescenční excitačně-emisní spektra, barevnost medů (CIE L*a*b* parametry) a podíl glukosy a fruktosy. Tyto vlastnosti úzce souvisejí se složením medu, jeho původem a podmínkami skladování. Diplomová práce se zaměřuje na kontrolu kvality medů, analýzu druhů medu, botanický a geografický původ. Vzorky medu pocházely z různých oblastí České republiky a zahrnovaly květové, smíšené a pastové medy. Tato studie přispívá k hlubšímu porozumění vlastnostem medu a jejich významu pro využití medu v potravinářství, medicíně a dalších oblastech.

Klíčová slova: vlastnosti medu, obsah vody, pH, elektrická vodivost, fluorescenční analýza

ABSTRACT

Honey is a natural product with a complex composition and unique physicochemical properties that affect its quality, stability and use. The aim of this work is to analyze the physicochemical parameters of honey such as water content, pH, electrical conductivity, fluorescence excitation-emission spectra, honey colour (CIE L*a*b* parameters), and the proportion of glucose and fructose. These properties are closely related to the composition of honey, its origin and storage conditions. The Diploma Thesis focuses on the quality control of honeys, analysis of honey types, botanical and geographical origin. Honey samples were obtained from different regions of the Czech Republic, and included flower, mixed and paste types. This study contributes to a deeper understanding of the properties of honey and their relevance to the use of honey in food industry, medicine and other fields.

Keywords: properties of honey, water content, pH, electrical conductivity, fluorescence analysis

Ráda bych zde poděkovala vedoucí mé diplomové práce, paní doc. Mgr. Barboře Lapčíkové, Ph.D. a panu Ing. Tomáši Valentovi, Ph.D. za jejich odborné vedení, cenné rady a ochotnou milou spolupráci při práci na DP nejen v laboratoři a v neposlední řadě za čas, který mi věnovali.

Ráda bych také poděkovala všem pracovníkům v laboratořích, včetně senzorické, kteří mi nezištně a ochotně poradili i pomohli, když bylo potřeba při analyzování, zpracovávání a hodnocení mých vzorků medů.

Samozřejmě děkuji mým příbuzným, přátelům a známým, ze všech koutů naší republiky, kteří mi dodali nejen všechny vzorky medů, ale také portfolio svých sousedů, tatínků, strýců a dědečků-včelařů, kteří se se mnou ochotně podělili o své úžasné zkušenosti a moudré rady. Bez nich by tato práce nevznikla.

Největší dík však patří z celého srdce mému manželovi a mým dětem za podporu a obrovskou trpělivost a že to se mnou zkrátka zvládli.

OBSAH

ÚVOD.....	13
I TEORETICKÁ ČÁST	14
1 VČELÍ MED	15
1.1 DEFINICE MEDU	15
1.2 ROZDĚLENÍ MEDŮ	15
1.2.1 Podle rostlinného původu.....	15
1.2.2 Podle druhu rostlin	16
1.2.3 Podle způsobu získávání	17
2 VÝROBA MEDU	20
2.1 Z NEKTARU	20
2.2 Z MEDOVICE	20
2.3 TVORBA MEDU V ÚLE	21
2.3.1 Sběr nektaru nebo medovice	21
2.3.2 Ukládání a zpracovávání snůšky	21
2.3.3 Zhušťování medu, odpařování vody	22
2.3.4 Zrání medu	22
2.3.5 Péče o včelstvo	22
2.4 ZÍSKÁVÁNÍ MEDU – MEDOBRANÍ	23
2.4.1 Odebírání plástů	23
2.4.2 Vytáčení medu	23
2.4.3 Plnění medu do spotřebitelských obalů.....	23
2.4.4 Uskladnění medu.....	23
3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ MEDU	24
3.1 VODA	24
3.2 CUKRY	24
3.2.1 Monosacharidy	24
3.2.2 Oligosacharidy	25
3.3 ORGANICKÉ KYSELINY	25
3.3.1 Laktony	25
3.3.2 Ostatní organické kyseliny	25
3.4 LÁTKY BÍLKOVINNÉ POVAHY	26
3.4.1 Enzymy	26
3.4.2 Látky hormonálního charakteru	26
3.5 MINERÁLNÍ LÁTKY	27
3.6 BARVIVA	27
3.7 HYDROXYMETHYLFURFURAL (HMF).....	27
3.8 VITAMINY A AROMATICKÉ LÁTKY	27

3.9	TUKOVÉ LÁTKY	28
3.10	PŘÍRODNÍ TOXICKÉ LÁTKY	28
3.11	MIKROORGANISMY	28
4	KVALITATIVNÍ PARAMETRY MEDU	30
4.1	FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI MEDU	30
4.1.1	Specifická hmotnost	30
4.1.2	Viskozita.....	30
4.1.3	Index lomu světla	31
4.1.4	Optická otáčivost.....	31
4.1.5	Tepelné vlastnosti medu.....	31
4.1.6	Hygroskopicita	31
4.1.7	Krystalizace medu	31
4.1.8	Elektrická vodivost.....	32
4.2	ODBĚR VZORKŮ.....	32
4.2.1	Úprava vzorku	32
4.2.2	Smyslové posouzení medu	33
4.2.3	Fyzikálně-chemické požadavky na med.....	33
5	CÍLE PRÁCE.....	36
5.1	HLAVNÍ CÍL	36
5.2	DÍLČÍ CÍLE	36
5.2.1	Hodnocení kvality medů	36
5.2.2	Posouzení botanického původu medu	36
5.3	HYPOTÉZY.....	36
II	PRAKTICKÁ ČÁST	37
6	CHARAKTERIZACE VYBRANÝCH VZORKŮ MEDŮ.....	38
6.1	ŘEPKOVÝ MED.....	40
6.2	VŘESOVÝ MED.....	41
6.3	LIPOVÝ MED	42
6.4	AKÁTOVÝ MED	42
6.5	OSTATNÍ MEDY	43
7	METODIKA PRÁCE.....	45
7.1	UPŘESNĚNÍ CÍLŮ PRÁCE.....	45
7.2	ÚPRAVA VZORKŮ	45
7.3	LABORATORNÍ PŘÍSTROJE	45
8	POSTUPY STANOVENÍ.....	47
8.1	MĚŘENÍ PH.....	47
8.2	MĚŘENÍ TITRAČNÍ KYSELOSTI.....	47
8.2.1	Princip stanovení:	47

8.2.2	Pracovní postup:	47
8.3	MĚŘENÍ VODIVOSTI	47
8.3.1	Princip stanovení:	47
8.3.2	Postup stanovení:	48
8.4	STANOVENÍ OBSAHU VODY V MEDU REFRAKTOMETRICKY	48
8.4.1	Princip stanovení:	48
8.4.2	Postup stanovení:	49
8.5	MĚŘENÍ SPECIFICKÉ OPTICKÉ OTÁČIVOSTI SACHARIDŮ V MEDU	49
8.5.1	Princip stanovení:	49
8.5.2	Postup stanovení:	49
8.6	MĚŘENÍ BARVY MEDU	50
8.6.1	Princip stanovení:	50
8.6.2	Postup stanovení:	51
8.7	STANOVENÍ EXCITAČNĚ-EMISNÍHO PROFILU MEDŮ	52
8.7.1	Princip stanovení	52
8.7.2	Postup měření	52
8.7.3	Postup stanovení	52
9	VÝSLEDKY A DISKUZE VÝSLEDKŮ	53
9.1	MĚŘENÍ PH	53
9.2	MĚŘENÍ TITRAČNÍ KYSELOSTI	54
9.2.1	Výsledky měření:	54
9.3	MĚŘENÍ VODIVOSTI	57
9.3.1	Výsledky měření:	57
9.4	STANOVENÍ OBSAHU VODY V MEDU REFRAKTOMETRICKY	59
9.4.1	Výsledky měření:	59
9.5	MĚŘENÍ OPTICKÉ OTÁČIVOSTI MEDU	61
9.5.1	Výsledky měření:	61
9.6	MĚŘENÍ BARVY MEDU	62
9.6.1	Výsledky měření:	62
9.7	STANOVENÍ EXCITAČNĚ-EMISNÍHO PROFILU MEDŮ	63
9.7.1	Výsledky měření:	64
10	ZÁVĚR	67
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	69
	SEZNAM OBRÁZKŮ	73
	SEZNAM TABULEK	74
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	75

ÚVOD

Med je nutričně hodnotný produkt živočišného původu, který se vyznačuje komplexním složením a unikátními fyzikálně-chemickými vlastnostmi, jež ovlivňují jeho kvalitu, stabilitu a využití. V České republice je definice medu upravena vyhláškou č. 76/2003 Sb. Ministerstva zemědělství ČR, která specifikuje požadavky na med. Med se jako potravina sacharidické povahy skládá převážně z fruktosy, glukosy, organických kyselin, enzymů, minerálních a aromatických látek a dalších složek. Může být tvořen včelami z nektaru nebo medovice. Chemické složení a objem nektaru jsou ovlivněny typem rostliny, teplotními a kultivačními podmínkami, při nichž včely sbírají nektar z rostlin. Medovice, která je produktem drobného hmyzu parazitujícího na vegetaci, představuje další významný zdroj medu.

V teoretické části diplomové práce byl charakterizován med z hlediska původu a produkce a byly definovány různé typy medů. Byla popsána tvorba medu ve včelím úle a způsob získávání medu-medobraní. Bylo definováno chemické složení medu z hlediska obsahu a funkce rozmanitých látek přítomných v medu. Dále byly charakterizovány kvalitativní vlastnosti medu, zahrnující specifickou hmotnost, viskozitu, optickou otáčivost, hygroskopicitu, krystalizaci, tepelné a vodivostní vlastnosti aj.

Cílem této diplomové práce bylo analyzovat fyzikálně-chemické parametry medu, jako jsou obsah vody, pH, titrační kyselost, elektrická vodivost (konduktivita) a vzájemný podíl cukrů (glukosy a fruktosy). Testované vzorky zahrnovaly květové, smíšené a pastové typy medů. Zkoumané vlastnosti úzce souvisely se složením medů, jejich původem a podmínkami skladování.

Praktická část diplomové práce byla zaměřena na zhodnocení kvality medů získaných od malých producentů-včelařů z České republiky. Bylo analyzováno 17 vzorků různých medů, převážně květových nebo směsných, a také jeden med vřesový. Medy pocházely z odlišných oblastí, což umožnilo posoudit variabilitu fyzikálně-chemických vlastností v závislosti na původu a typu medu.

I TEORETICKÁ ČÁST

1 VČELÍ MED

Med je nejznámější a nejdůležitější včelí produkt. Kromě medu řadíme mezi významné včelí produkty ještě pyl, vosk, propolis, mateří kašičku a včelí jed.

1.1 Definice medu

Je to cukerná hmota, kterou vytvářejí včely v úlu z nasbíraného nektaru z rostlin nebo z medovice. V Evropě, i u nás v České republice, mluvíme o živočišném produktu včely medonosné, lat. *Apis mellifera*.

Dle vyhlášky č.76/2003 Sb. je med potravinu přírodního sacharidového charakteru, složená převážně z glukosy, fruktosy, 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 (Vyhl.č.76/2003 Sb.).

Označování medu podle země nebo oblasti původu je také důležité. Pro spotřebitele je tato informace žádoucí. Na etiketě musí být uvedena země, kde byl med získán. Na území naší republiky naše včelaře sdružuje Český svaz včelařů a máme pro náš med označení a registrovanou ochrannou známku Český med (samozřejmě platí i jako moravský i slezský). Pokud med splňuje požadavky na normu kvality pro Český med ČSV 1/1999 v aktuálním znění, mohou včelaři-členové svazu tuto známku užívat. Normativní požadavky jsou přísnější než legislativa EU. Pokud je vyráběný med určen na evropský trh, musí být patřičně označen a musí být uvedeno, že se jedná o med nebo směs medů pocházející ze země EU, nebo ze země mimo EU, nebo ze země obojího původu (Titěra, 2006).

1.2 Rozdělení medů

1.2.1 Podle rostlinného původu

můžeme a také dělíme medy podle původu na nektarové-květové a medovicové – často označované jako lesní.

Nelze vysledovat, kdy a kam která včela letí, kde a jaké květy si právě vybere jako zdroj sladké šťávy, kterou budou sbírat. Podle umístění úlu a akčního rádiu včely (tj. pomyslné

kružnice okolo včelína o poloměru max. 5 km) však můžeme ovlivnit typ produkovaného medu. Abychom určili, která ze složek ve vyrobeném medu převažuje, zda nektar nebo medovice, je potřeba u výsledného produktu změřit hodnotu elektrické vodivosti, která nám toto základní rozdělení jednoznačně určuje podle legislativních parametrů. Květové medy musejí mít vodivost nejvýše 80 mS/m a medovicové nejméně 80 mS/m (Veselý a kol., 2003), (Vyhl.č.76/2003 Sb.).

Květové medy

Tyto mívají světlejší barevné odstíny, barva bývá vodojasná až s nazelenalým nádechem, slabě žlutá, až zlatavě žlutá, některé velmi rychle krystalizují.

Medovicové medy

Tyto mívají tmavší barevné odstíny, tmavohnědé, i s nádechem do červenohněda, většinou pomaleji krystalizují a některé mohou mít i polotuhou konzistenci.

(Titěra, 2006), (Vyhl.č.76/2003 Sb.)

Včelař může správným postupem ovlivnit to, jaký med budou včely tvořit. A to dvěma důležitými kroky, umístěním včelínu – úlů do dané lokality a poskládáním správné, resp. požadované sestavy medníků v úle. Velikostí rámků s plásty-medníků zkušený včelař jasně včelám vymezí prostor určený ke sběru právě kvetoucího druhu rostlin, ze kterého by včely měly vyrobit med, více nektaru se tam po několika týdnech kvetení dané nektarodárné rostliny a sběru jejího nektaru zkrátka nevejde. Takže jakmile začne kvést další druh nektarodárné (medonosné) rostliny, již ho budou sbírat do dalšího jiného medníku. Tyto medníky se pak ve správný okamžik z úlu odeberou a med z nich se zpracuje odděleně (Kim Flottum, 2015). Výše uvedeným způsobem můžeme získat buď medy jednodruhové, nebo vícedruhové smíšené.

1.2.2 Podle druhu rostlin

Jednodruhové

V tomto je vždy převažující med vytvořený z nektaru určité rostliny. Jeho množství je vždy samozřejmě dáno, mnohdy omezeno, objemem snůšky daného nektaru nebo medovice a vlastně i velikostí prostoru sběru, na kterém se dané rostliny vyskytují. V našich podmínkách se nejčastěji setkáváme s jednodruhovými medy z těchto rostlin nebo plodin. (Titěra, 2006)

Řepkový med

Je zřejmě nejčastější, neboť máme obrovské lány řepky olejné, je krásně žlutý, nejrychleji krystalizuje, už několik dní po vytočení. V krystalické konzistenci vypadá jako sádlo, je až skoro bílé barvy.

Akátový med

Je krásně žlutý s jemně nazelenalým nádechem, zůstává řadu let tekutý, téměř nekrystalizuje.

Malinový med

Je také světle žlutý, specifické vůně a lahodné chuti.

Jetelový nebo vojtěškový

Je také světlý, rychle krystalizující v celém objemu.

Lipový med

Je také spíše žlutý, se zeleným nádechem, je vzácný, objevuje se jednou za několik let.

Vřesový med

Je také vzácný, velmi netypický, červenohnědý, připomínající spíše džem nebo želé s drobnými krystalky, paradoxně je spíše málo sladké chuti, výrazně aromatický a lahodný.

Vícedruhové, smíšené

Jsou všechny medy, které včelaři neoddělují systémem sestavení medníků a veškerý vyrobený med se za nějaké dané období vytočí a mohou ho označit jako květový nebo medovicový podle doby květu daných rostlin nebo daného stanoviště. Takže můžeme mít med s označením na etiketě třeba i luční nebo lesní (Titěra, 2006).

Podle vyhlášky medy ještě rozdělujeme i podle způsobu zpracování nebo nakládání s medem během jeho výroby a balení pro spotřebitele.

1.2.3 Podle způsobu získávání

Vytáčený med

Nejběžnější způsob zpracování medu je odstředováním z odvíčkových bezplodových plástů v mednících v medometech, podle druhu po naplnění do sklenic – spotřebitelských obalů, zkrystalizuje v celém objemu, částečně, nebo vůbec.

Plástečkový med

Med uložený a zavíčkovaný včelami do bezplodových plástů čerstvě postavených na mezistěnách vyrobených výhradně ze včelího vosku nebo bez nich, prodává se v uzavřených celých plástech nebo dílech takových plástů. Většinou se dodává na trh rovnou asi v decimetrových rámečcích se zabudovaným plástem a ten je plný medu.

Lisovaný med

Med se získává lisováním bezplodových plástů za použití mírného ohřevu do 45 °C nebo bez použití tepla. Dnes se již nepoužívá.

Vykapaný med

Med získaný vykapáním odvíčkovaných bezplodových plástů.

Med s plástečky

Med, který obsahuje jeden nebo více kusů plástečkového medu. K jeho výrobě využíváme med akátový, jde o výrobek, které má spotřebitelům prezentovat včelí svět, do středu sklenice s tekutým medem vkládáme kousek voskového plástu.

Filtrovaný med

Znamená med filtrovaný, nejen přelitý přes síto s otvory dané velikosti (nad 200 µm), pro zachycení hrubých nečistot, většinou kousků vosku a případně částí odumřelých těl včel. Med se filtrovat nesmí, síto po stáčení a přečerpávání medu do spotřebitelských balení nesmí zachytit pylová zrna, tyto slouží jako velmi důležitý parametr pro posouzení kvality, pravosti a geografického původu medu. Je-li filtrovaný a má tedy odstraněna pylová zrnka, musí být tato skutečnost na výrobku uvedena, musí být takto označen; naše legislativa to umožňuje pouze k získání medu bez některých anorganických i organických látek, vč. pylu, např. u výrobku pro alergiky.

Pastový med

Je po vytočení upravovaný speciálním způsobem míchání, kterým získáme med, který má velmi jemně krystalizovanou strukturu v celém objemu, má pastovitou konzistenci, neteče, a přesto se velmi dobře roztírá, vypadá jako našlehaný a dál už nekrystalizuje.

Pekařský neboli průmyslový

Je určený výhradně pro průmyslové použití nebo jako složka do jiných potravin. Může mít i cizí příchuť nebo pach, může vykazovat počínající kvašení, mohl být zahřát. Znamená med

zahřátý, med se nepasteruje, není to potřeba. Název pasterizovaný je spíše obchodní tah, směřující k nezávadnosti medu. Je to špatné označení pro med ztekucený rozehrátím, zahřejeme-li ho na vyšší teplotu, v podstatě snížíme jeho kvalitu mimo jiné i zvýšením povoleným obsahu vody, v důsledku zahřátí snížíme i jeho enzymovou aktivitu, ovlivníme i chuť a vůni, má využití v pekařském průmyslu (Titěra, 2006), (Vyhl.č.76/2003 Sb.).

Titěra (2006) uvádí, že je potřeba zmínit i pojmy, kterými bývají medy také často označovány, i když se v podstatě nejedná o druhy medů. Jako například:

Cementový med

Tento pojem souvisí s medy medovicovými, které svým velmi specifickým složením (je dáno složením té konkrétní medovice) extrémně rychle krystalizují, a to už v plástech přímo v úlu, včelařům to způsobuje velké komplikace, bývá to v některých letech a v některých lokalitách (Urban, 2018).

Panenský med

Je med, který byl vytočený výhradně z panenských plástů, tedy z plástů, ve kterých nebyla odchována ani jedna generace plodu včelstva, byl v nich pouze med.

Bio, popř. Organic med

Pokud producent medu v ČR dodržuje veškeré zásady správného chovu včel, je jeho produkováný med v podstatě ve stejné kvalitě jako Bio.

2 VÝROBA MEDU

Základní podmínku pro vznik medu představuje sluneční energie, kterou rostliny využívají procesem fotosyntézy k získávání energie pro svůj metabolismus a výstavbu organismu v podobě jednoduchých cukrů z vody a CO₂. Z jednoduchých cukrů mohou tvořit řetězce celulózy jako stavební látku nebo škroby jako zásobní látku. Jednoduché cukry jako vodné roztoky proudí rostlinnými pletivy jako míza v cévních svazcích (Titěra, 2006).

2.1 Z nektaru

Sladké proudící roztoky nektaru mohou mimo jiné rostliny využívat i ke svému rozmnožování, jako sladké lákadlo a odměna pro opylující hmyz právě ve sbíraném nektaru u hmyzosnubných rostlin. Je žádoucí, aby hmyz přenesl pylová zrnka jako zárodečné buňky z jednoho květu na druhý a tím došlo k opylení. Opylování květů je 90 % úkolu včel, jen 10 % je tvorba medu. Bez nich by se květiny a plodiny nerozmnožovaly. Nektar produkují speciální skupiny buněk nazvané nektária uložené většinou právě v květu rostlin, a to rostlin nektarotvorných (medonosných). Každý takovýto rostlinný druh produkuje nektar v jinou část dne, některé ráno, některé odpoledne, včelaři tomuto jevu říkají, že rostliny medují. Včely, které chtějí a mají vyrobit med se cíleným organizovaným sběrem tomu svou aktivitou v celém včelstvu plně přizpůsobují (Titěra, 2006).

V nektaru se nacházejí velmi cenné látky jako jsou cukry, pryskyřičné a léčivé látky, enzymy a silice. Včely vyhledávají nektar o cukernatosti 40 – 60hm.%, šťávy s vyšším obsahem cukru jsou pro ně obtížné na sběr (Přidal, 2003).

2.2 Z medovice

I medovice je také zdroj sladké šťávy jako roztok složený převážně z cukerných, ale i jiných látek. Medovici vylučují na povrch rostlin svým metabolismem některé speciální druhy hmyzu – obecně laicky mšice. Producenti medovice jsou mšice, červci a mry z řádu hmyzu stejnokřídlých (*Homoptera*). Samozřejmě hmyz je druhově vázaný na určitý druh hostitelské dřeviny, keře nebo byliny. Tvorba a vylučování medovice souvisí s rozmnožovacím cyklem právě zmíněného druhu hmyzu. Zjednodušeně samičky mšic před naklazením vajíček potřebují hodně potravy – k tomu využívají mizu proudící pletivem té dané rostliny, nabodnou v podstatě ten cévní svazek a sají. V této tekutině na rozdíl od nektaru jsou rozpuštěny nejen jednoduché cukry, ale i minerální látky, bílkoviny a AK. Mšice ve svém

organismu mízu přefiltrují a využijí z ní především bílkoviny a AK. A přebytečné cukry, nejen jednoduché, i složité, obohacené o další látky, jako třeba minerály nebo barviva a již enzymaticky ovlivněné trávicím traktem mšic vyloučí z těla ven zpět na rostlinu právě jako medovici. Tuto sladkou šťávu pak ještě před zaschnutím sbírají včely a přinášejí do úlu ke tvorbě medu (Veselý a kol., 2003).

Medovici mohou tvořit dokonce i některé parazitické houby, např. paličkovice nachová na žitě (Stoklasa, 1975).

2.3 Tvorba medu v úle

2.3.1 Sběr nektaru nebo medovice

Včely, které chtějí a mají vyrobit med, cíleným organizovaným sběrem tomu svou aktivitu v celém včelstvu plně přizpůsobují. Sběr nektaru nebo medovice je pro včely životně důležitý, je to základ pro vytvoření potravy pro celé včelstvo. Je to velmi dokonale zorganizovaný proces, do kterého je zapojeno celé včelstvo. Vše začíná včelami pátračkami, které vyletí z úlu na průzkum a hledají zdroj potravy. Jakmile ho najdou, např. rozkvetlý lán jetele, vrací se zpět do úlu a zjednodušeně svým způsobem tanečnickými kreacemi vysvětlí ostatním včelám, kde se nachází tento zdroj potravy. Tam létavky, včely - dělnice z úlu, které mají na starost přinášení sladké šťávy, létají, sbírají a přinášejí nektar v medových váčcích, dokud nevyčerpají zdroj tohoto rostlinného druhu, po dobu, kdy tyto rostliny kvetou a medují (Titěra, 2006).

2.3.2 Ukládání a zpracovávání snůšky

Jakmile včely během sběru do svých medových váčků nasbírají nektar, letí do úlu, kde vyvrhují tekutinu z váčku, předávají ji třem až čtyřem dalším včelám, a ty pak ukládají nektar (nebo medovici) do předem přesně určených buněk v plástech nebo tekutinu předávají jiným včelám v úle, které si ho převezmou a jdou ho uložit. Při vzájemném předávání z tekutiny odpařují vodu, zahušťují ji (Kareš, 2004).

Medný váček je fyziologicky rozšířený jícen a je tedy součástí trávicího ústrojí včely, takže k nektaru se přimísí vždy od každé včely její hltanové výměšky, plné enzymů, antioxidantů a jiných důležitých látek pro zpracování sladké šťávy. Medný váček pojme asi 50 μ l tekutiny. V úlu žije desetitisíce včel, které ve svých váčcích přinášejí tuto drahocennou tekutinu i několikrát denně, i na vzdálenost několika kilometrů. Na 1 litr nektaru je potřeba asi 20 tisíc dodávek nektaru. Včelař si může zaznamenávat váhový přírůstek úlu ve dnech,

týdnech. Vědci naměřili asi 100 tisíc odletů a přiletů včel v jednom úlu za jeden den (Titěra, 2006).

2.3.3 Zhušťování medu, odpařování vody

Sladký roztok z nektaru nebo medovice má asi 30–40 % obsah cukerné sušiny. Při včelím přemísťování sladkých zásob v úlu z buňky do buňky a z plástu do plástu dochází enzymatickou aktivitou ze slinných výměšků včel k řadě biochemických reakcí, kterými vlastně vzniká med. Tento je ale potřeba zahustit, musí se z něj odpařit voda, a to se děje aktivní výměnou vzduchu v úle. Včelstvo má stejně jako samotnou snůšku takto dokonale zorganizovanou a energeticky vyváženou i péči o fungování celého úlu. Včely si vytvářejí vlastní klima, jsou schopné z medu odpařit vodu i na 15 % obsahu. Před zavíčkováním je potřeba mít obsah vody nejvýše 18 hm. %. Do jednotlivých buněk v plástech je nektar neustále doplňován, větrán, vysušován, je-li buňka plná a má správný obsah vody, tak ji včely uzavrou – zavíčkují voskem a med může začít zrát (Urban, 2018).

2.3.4 Zrání medu

Nektar včely ukládají do nástavků medníků, ty jsou poskládány z jednotlivých pláství v řadě do každého nástavku, v každém úlu můžeme mít několik pater nástavků. Jedny slouží jako medníky a některé jako plodiště. Délka tvorby a zrání medu je velmi ovlivněna počasím, typem kvetoucích nektarodárných rostlin, i časovým vegetačním obdobím v roce. Může být 3–4 týdny (Urban, 2018).

2.3.5 Péče o včelstvo

Včely ukládají nebo přemísťují rozpracovaný med nebo i přinesený sladký roztok nejen do zásob, ale také do nástavků do pláství určených pro plodiště, kde z něj včely spolu s pylem a vodou vytvářejí mateří kašičku jako potravu pro plod, pro vyvíjející se larvy. Sběr nektaru a medovice slouží jako potravu pro celé včelstvo. Životní cyklus včel a obnova včelstva v úlu je vlastně nepřetržitý koloběh. Obyčejná včelí dělnice žije 6–8 týdnů (Urban, 2018).

Med je v první řadě vlastně produkt, které si celé včelstvo tvoří sobě jako potravu a její zásoby. Tudíž, pokud se včelař o své včely dobře stará, pečuje o ně, pomáhá jim, může si odebrat část této medové úrody jako odměnu pro sebe (Urban, 2018).

Za sezónu nám mohou včely z jednoho včelstva poskytnout za ideálních podmínek i 20 kg medu, ze 2 i 3 medobraní (Titěra, 2006).

2.4 Získávání medu – medobraní

Jakmile včelař prohlídkou medníku zjistí, že je med správně zralý, musí být zavíčkovaná vždy alespoň horní třetina plástu, může se med odebrat. V medníku musíme však ponechat vždy alespoň 2 plásty plné zásob (Veselý a kol., 2003).

2.4.1 Odebírání plástů

Plásty se zavíčkovanými buňkami se odeberou ze středu v řadě těch několika i třeba 10 plástů v daném nástavku, nejbližší prázdnější plásty se posunou blíže ke středu řady, vlastně znovu do středu medníku a ty původní prázdné vytočené a očištěné vrátíme včelám zpět na okraj medníku. Včely zaplňují plásty v medníku v tom nástavku v řadě vždy od středových pozic (Urban, 2018).

2.4.2 Vytáčení medu

Zavíčkované plásty ometeme od včel a odneseme do medárny, to je speciální včelotěsná bezpečná místnost. Plásty s medem odvíčkujeme, umístíme do koše medometu a pomocí odstředivé síly med vytočíme, ten při vytáčení stéká po stěnách nádoby s kónickým dnem dolů. Med, který stočíme nemusí být vždy úplně čistý a čirý. Vespod nádoby můžeme mít síto, na kterém se zachytí hrubé nečistoty jako jsou úlomky voskových buněk z plástů, nebo možná i zbytky těl mrtvých včel, které při ometání a odvíčkování do medu mohou spadnout. Může obsahovat i drobné vzduchové bublinky. Med se musí přecherpáním do skladovací nádoby vyčeřit. Nesmí se filtrovat (Urban, 2018).

2.4.3 Plnění medu do spotřebitelských obalů

Takto zpracovaný med můžeme plnit do obalů, ve kterých ho můžeme dodat spotřebitelům nebo uskladnit. Používáme hliníkové konve nebo skleněné nádoby, dobře uzavíratelné (Veselý a kol., 2003).

2.4.4 Uskladnění medu

Vzhledem k tomu, že med je hygroskopický, musí být uskladněn v dobře uzavíratelných nádobách. Spotřebitelsky nejvhodnější jsou sklenice, které můžeme důkladně uzavřít. Musí se skladovat v suchých a čistých prostorách. Navíc, máme možnost sledovat, jak med mění konzistenci, když krystalizuje. Včely vyrobí naprosto čistý, dokonalý produkt. Pokud by nebyly obaly dobře uzavřené, med by nabral vzdušnou vlhkost, mohly by se začít množit mikroorganismy a způsobit kvašení medu (Veselý a kol., 2003).

3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ MEDU

Med je složen asi z 80 % převážně z různých sacharidů v určitých poměrech, ze 14 –19% vody a pak z mnoha stovek dalších důležitých organických biologicky aktivních látek s různým specifickým složením, ale ve velmi malém množství, patří sem enzymy, kyseliny, antioxidanty, barviva, stopové prvky a další. V posledních letech došlo k velkému rozvoji analytických metod na stanovení mnoha z těchto specifických látek. O mnohých ale naopak nevíme zatím vůbec nic. Velmi často se jedná o složité organické struktury, které původně produkují ony nektarodárné rostliny, některé jsou produkty vzájemných biochemických reakcí vzniklých při interakci světa rostlin se světem hmyzu, ať už máme na mysli včely nebo mšice. Rozhodně však z medu dělají naprosto unikátní potravinu (Titěra, 2006).

3.1 Voda

Med je hustá sladká tekutina, přesto obsahuje od 14 do 19 % vody. V podstatě, čím méně vody obsahuje, tím je považován za kvalitnější. Je i mikrobiálně velmi stabilní potravina, je-li správně uchováván, vydrží i desítky let. Obsah vody v medu zjišťujeme přepočtem z naměřené hodnoty indexu lomu, nebo přepočtem ze stanovení hustoty, pomocí zvážení přesného objemu medu. Dle vyhlášky nesmí med obsahovat více než 20 hm. % vody, výjimku má med vřesový do 23 % hmot. Také u průmyslového-pekařského je povolena tato vyšší hodnota, je-li pekařský med vyroben z vřesového může obsahovat až 25 hm. %. Ideální hodnota kvalitního medu je do 18 % hmot. Podle vyhlášky sledujeme také obsah ve vodě nerozpustných látek, ty mají být do 0,1 % hmot (Titěra, 2006), (Veselý a kol., 2003), (Vyhl.č.76/2003 Sb.).

3.2 Cukry

Asi 95 % sušiny medu tvoří skutečně cukry, převážně monosacharidy (Veselý a kol., 2003).

3.2.1 Monosacharidy

Nejvíce zastoupená je **fruktosa** jako ovocný cukr a **glukosa** jako hroznový cukr. Poměr těchto dvou monosacharidů hraje důležitou roli při posuzování charakteru jednodruhových medů a ovlivňuje krystalizaci jednotlivých druhů medů. Základem pro tvorbu krystalů je monohydrát glukosy. Součet obsahů fruktosy a glukosy musí být dle vyhlášky, nejméně 60 % hmot. u medů květových a 45 % u medů medovicových (Vyhl.č.76/2003 Sb.).

3.2.2 Oligosacharidy

Složitější cukry jsou v medu také obsaženy, nicméně opravdu ve velmi malých množstvích. Podle obsahu některých vyšších cukrů se dá odlišit zdroj snůšky – nektar, či medovice. Z disacharidů je důležitá sacharóza, její obsah bývá v medu kolem 1 hm. %, může být součástí dokrmování včel v zimním období. (Veselý a kol. 2003) Dle vyhlášky nesmí obsah sacharózy překročit 5 % hmot. Existují výjimky u některých jednodruhových medů (akátový, vojtěškový, eukalyptový, citrusový do 10 hm. %, levandulový nebo brutnákový do 15 hm. %) (Vyhl.č.76/2003 Sb.).

Patří sem i disacharidy maltóza, turanóza. Z trisacharidů je potřeba sledovat melecitózu – není pro včely stravitelná, vyskytuje se v některých medovicích a způsobuje právě tzv. cementový med, tvrdnutí medu již v plástech. Dále erlózu, nebo dextriny. Zjistíme-li v medu přítomnost vyšších cukrů ve větším množství, většinou jde o komerčně upravené napodobeniny medu, které obsahují směsi se sirupy a i škroby (Titěra, 2006), (Urban, 2018), (Veselý a kol., 2003).

3.3 Organické kyseliny

Ovlivňují z velké části chuť a stabilitu medu. Jsou velmi důležité, poněvadž některé z nich jsou přirozené antioxidanty. Obsah kyselin poukazuje na zralost medu. Je-li nezralý, obsah kyselin je vyšší. Bývá kolem 30 mval / kg medu. Vyhláška udává nejvýše 50 mekv/kg medu. U průmyslových-pekařských medů do 80 mekv/kg (Titěra, 2006), (Vyhl.č.76/2003 Sb.).

Přítomnost organických kyselin v medu je znakem jeho pravosti. Zajímá nás zejména množství kyseliny glukonové, která se tvoří oxidací glukózy. Med, který je porušený, nebo falšovaný, mívá množství kyselin snižené, nebo v něm vůbec nejsou (Frank, 2010).

3.3.1 Laktony

Tvoří asi 1/3 kyselosti medu, jsou významné antioxidanty, kyselina glukonová právě ve formě laktonu vzniká enzymatickou oxidací z glukosy (Veselý a kol., 2003).

3.3.2 Ostatní organické kyseliny

Více zastoupené citronová, jablečná, jantarová, méně octová, mravenčí, máselná, šťavelová a další, hlavně jejich methylestery a hydroxyderiváty. V medu je jich opravdu široké spektrum. Nektarové (květové) medy bývají kyselejší než medovicové, ty totiž obsahují více minerálních látek, které kyselost tlumí (Veselý a kol., 2003).

3.4 Látky bílkovinné povahy

V medu můžeme najít aminokyseliny, nízkomolekulární dusíkaté látky-peptidy, enzymy, látky hormonálního charakteru. Všechny mají v medu velký biologický význam.

Ve smíšených květových medech jsou zastoupeny různé aminokyseliny právě podle rostlinného původu medu, můžeme je i geograficky odlišit. Výrazně ovlivňují chuťové vlastnosti medu, nejčastější aminokyselinou je prolin. Při skladování za vyšší teploty se může rozkládat reakcí s cukry nebo s hydroxymethylfurfurem (Veselý a kol., 2003).

3.4.1 Enzymy

Jsou nejsložitějšími bílkovinnými strukturami medu. Podle jejich aktivity se posuzuje jakost medu. Funkčně katalyzují různé biochemické reakce, jsou tím pádem citlivé na změnu teploty a nevhodné skladování. Je-li med kvalitní, sledované enzymy vykazují vysokou aktivitu (Titěra, 2006).

Invertáza z hltanových žláz včel.

Štěpí sacharózu na glukózu a fruktózu na rovnocennou směs, tvorbou jejich monohydrátu pomáhá k zabudování vody do nektaru a tím k zahuštění medu, ale obráceně také tvoří z jednoduchých cukrů oligosacharidy. Sníží tím pádem množství glukosy – nejméně rozpustného cukru. Takže se snižuje krystalizační schopnost medu.

Diastáza také z hltanových žláz včel, je to skupina enzymů štěpících škrob.

Glukózooxidáza katalyzuje tvorbu kyseliny glukonové a peroxidu vodíku z glukosy, vlastně se tím podílí na obsahu kyselin v medu.

Kataláza štěpí peroxid vodíku na kyslík a vodu.

Kyselá fosfatáza a další.

Dle vyhlášky sledujeme aktivitu *diastázy*, musí být nejméně 8 stupňů dle Schadeho. U medů s přirozeně nízkým obsahem enzymů (citrusové) a s obsahem HMF do 15 mg/kg může být aktivita do 3 stupňů (Vyhl.č.76/2003 Sb.), (Veselý a kol., 2003).

3.4.2 Látky hormonálního charakteru

Acetylcholin až 45 mg /kg medu a adrenalin až 60 µg/kg medu jsou vázané v pylu (Veselý a kol., 2003).

3.5 Minerální látky

Jsou v medu až do koncentrace 1 hm. %, více jich bývá v medovicových medech. Nejvíce obsažen je draslík, pak sodík, vápník, hořčík, síra a fosfor. Ze stopových prvků jsou zde zastoupeny: železo, měď, zinek a mangan, v českých zemích nikl. Obsah minerálů a kyselin ovlivňují barvu medu. Obsah minerálních látek též významně ovlivňuje vodivost medu (Veselý a kol., 2003).

3.6 Barviva

Většina barviv v medech jsou rostlinného původu, ale najdou se zde i takové, které různě přecházejí z medu a pylu do vosku a zase zpět. Je známo, že rostlinná barviva tvoří s kovy (železo, mangan, měď) barevné komplexy, a tak vnímáme medovicové medy jako tmavší a intenzivnější. V medech bývají flavonoidy a antokyany, samozřejmě mají také antioxidační účinky. Nacházejí se zde také barviva ze zbytků po včelím plodu, třeba melanoidní barviva tvořené z aminokyselin tyrozinu. Hnědá barviva vznikají reakcí fruktosy s aromatickými aminokyselinami (Veselý a kol., 2003).

3.7 Hydroxymethylfurfural (HMF)

Je chemicky 5-hydroxymethyl-2-furfaldehyd, který vzniká reakcí kyselin a cukrů při vyšší teplotě a pH nižším než 5, kdy se cukry rozloží. Reakce způsobuje žlutohnědé zbarvení a jemnou ovocnou vůni. Přítomnost této látky je tedy jedním z důležitých kritérií při posuzování kvality medu. Jeho obsah je nejnižší v čerstvém a v chladu skladovaném medu a to do 10 mg/kg. Obsah stoupá při několikanásobném nešetrném rozehřívání medu, při skladování v nevhodných podmínkách, při rozpouštění zkrystalizovaného medu. Biologicky je med tímto hodně znehodnocen, klesá i aktivita enzymů, teplo ničí i obsah jiných látek, třeba vitamínů a aroma. Dle svazové normy na Český med je maximální přípustná hodnota do 30 mg/kg, ve vyhlášce do 40 mg/kg (Titěra, 2006), (Veselý a kol., 2003).

3.8 Vitaminy a aromatické látky

Většina vitamínů a aromatických látek v medu pochází z pylových zrn, zvláště vitaminy skupiny B - thiamin (vitamin B1), riboflavin (vitamin B2) a kyselina pantothenová (vitamin B5). V medu bylo identifikováno více než 150 různých aromatických látek. I když ve stopových množstvích, přesto zásadně ovlivňují vůni a chuť medu (Veselý a kol., 2003). Mnohé z těchto látek lze zařadit mezi antioxidanty, konzumací medu tak můžeme snížit

riziko civilizačních onemocnění. Účinkem antioxidantů se redukuje i množství tělesného tuku. Lžička medu má pouze 21 kalorií (řepný cukr téměř dvojnásobek) a řadíme ho proto do zdravého jídelníčku (Orey, 2012).

3.9 Tukové látky

V medu je obsaženo asi 0,015 % lipidů různé povahy, estery cholesterolu, triglyceridy, i volné mastné kyseliny a jejich estery (Veselý a kol., 2003).

3.10 Přírodní toxické látky

Toxické látky samozřejmě pocházejí z jedovatých rostlin. V našich podmínkách se medy s obsahem toxických látek v množství ovlivňující naše zdraví nevyskytují, protože u nás tyto jedovaté rostliny v tak velkém objemu nerostou. Hlavním zdrojem mohou být některé vřesovité rostliny, pěnišníky, azalky, některé rhododendrony, také rulík zlomocný nebo durman. Pak keře *Coriaria* nebo liány *Gelsemium* rostoucí na jiných kontinentech, nebo v tropických oblastech (Veselý a kol., 2003).

3.11 Mikroorganismy

I když nepatří mezi chemické látky, je potřeba se v této kapitole o nich zmínit, neboť právě ty chemické látky vyskytující se v medu ke svému životu potřebují za určitých podmínek jako substrát. V medu bychom s výjimkou některých druhů kvasinek neměli najít žádné jiné mikroby, nejsou schopné růst v osmofilním prostředí. U kvalitních medů je jejich počet do 1000, přestože norma je daleko benevolentnější. Přítomnost většího množství kvasinek a popř. i některých bakterií nebo spor mikroskopických hub znamená kontaminaci medu z okolního prostředí následkem nedodržení hygieny při péči o včelstvo, čištění a sanitaci zařízení, zpracování včelích produktů a v neposlední řadě i při nedodržení správných podmínek při balení a skladování. Typické je právě zkvašení medu přemnožením kvasinek *Saccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Schizosaccharomyces* aj., jakmile je med uložen ve špatně uzavřených nádobách, nasaje vzdušnou vlhkost, zvýší se obsah vody a kvasinky mají možnost se množit a růst (Veselý a kol., 2003).

Za zmínku stojí také nežádoucí možnost nákazy morem včelího plodu, *Paenibacillus larvae larvae*, jehož spory by se v medu vyrobeném nakaženým včelstvem mohly vyskytnout a takto přenést do jiného včelstva. V naší republice se ohniska moru svědomitě likvidují,

takovýto med by mohl být předmětem importu ze zahraničí. Navíc může obsahovat i rezidua antibiotik používaných v zahraničí k jeho likvidaci. U nás to není možné (Titěra, 2006).

4 KVALITATIVNÍ PARAMETRY MEDU

Souvisejí velmi úzce za prvé s chemickým složením medu a za druhé s fyzikálními vlastnostmi medu, které jsou paradoxně dány právě jeho specifickým složením. Med je svými jedinečnými vlastnostmi řazen mezi naprosto unikátní potraviny živočišného původu. I když je med velmi složitý a složením rozličný produkt ovlivněný vším v okolním prostředí, zachovává si soubor svých typických vlastností, i když mírně proměnlivých, tak přece jen udržovaných v nějakých rozmezech (Titěra, 2006).

Po analýzách mnoha tisíců vzorků medu se ustálil jakýsi soubor několika parametrů, který dal vznik limitním hodnotám sepsaných do normy kvality medu. A tak můžeme kontrolovat kvalitu našimi včelami vyráběných medů (Titěra, 2006).

Samozřejmě při kontrole a hodnocení kvality medu je žádoucí se nejprve zaměřit na senzorické vlastnosti medu, a pak teprve na stanovení parametrů, ať už fyzikálních nebo chemických, které nám toto základní a důležité zhodnocení potvrdí nebo vyvrátí, ale rozhodně doplní (Veselý a kol., 2003).

Tady narážíme na to, že med má specifické fyzikální vlastnosti, které jsou dány samozřejmě jeho specifickým chemickým složením. Od toho se odvíjí vše ostatní. Každá z metod stanovení některého z parametrů využívá právě určitých fyzikálních vlastností medu. Takže na začátku jen stručně zmíním několik důležitých fyzikálních vlastností medu (Veselý a kol., 2003).

4.1 Fyzikální vlastnosti medu

4.1.1 Specifická hmotnost

Souvisí samozřejmě s obsahem vody v medu. Můžeme ji změřit pyknometricky, tedy zvážením obsahu nádoby o známém objemu, máme k dispozici tabulky, v nichž máme vyjádřenou závislost specifické hmotnosti medu na obsahu vody v něm. Tímto způsobem zjišťujeme obsah vody v medu. Dle vyhlášky nesmí med obsahovat více než 20 hm. % vody, průmyslový – pekařský má výjimku do 23 % hmot. Ideální hodnota kvalitního medu je do 18 % obsahu vody (Titěra, 2006), (Veselý a kol., 2003).

4.1.2 Viskozita

Závisí na obsahu vody v medu, teplotě a specifickém chemickém složení, resp. na obsahu některých důležitých látek. Při teplotě 20 °C je viskozita přibližně 10 000 x vyšší než u vody.

Jakmile med zahřejeme jen o 10 °C, viskozita klesne asi 5–10x (Titěra, 2006). U medu má na viskozitu vliv také mechanické namáhání, tudíž po zamíchání je jejich viskozita jiná, toho včelaři využívají při zpracování medu. Vřesové medy se svým specifickým složením po zamíchání řádnou, medy z exotických eukalyptů naopak tuhnou (Veselý a kol., 2003).

4.1.3 Index lomu světla

Index lomu je určujícím parametrem pro obsah vody v medu. Stanovujeme jej při 20 °C a při 40 °C, protože mnohé medy jsou vlivem svého složení při pokojové teplotě krystalické (Bogdanov, 2009).

4.1.4 Optická otáčivost

Medy stáčejí rovinu polarizovaného světla právě podle převažujícího druhu monosacharidu. Většina medů obsahuje více fruktosy, která je levotočivá, pravotočivé jsou ty, které obsahují více glukosy. Jsou to výjimky, pravotočivé mohou být např. medy z pínin – jetel, vojtěška. Ale jednoznačně odlišíme tyto pravotočivé od medů „falšovaných“ (Veselý a kol., 2003).

4.1.5 Tepelné vlastnosti medu

Měrná tepelná vodivost medu při 20 °C je asi 10x nižší než vody (Titěra, 2006).

4.1.6 Hygroskopicitá

Vysoký obsah cukru v medu vytváří silný osmotický tlak, který přitahuje molekuly vody. Med tak váže vodu z okolního prostředí a řídne. Je-li skladován v suchu, obsah vody klesá. Hodnota rovnovážné relativní vlhkosti vzduchu, při které med vodu ani nevydává, ani nepřijímá, je 56–59 %. Proto je důležité dodržovat správné podmínky skladování (Veselý a kol., 2003).

4.1.7 Krystalizace medu

Je přirozená vlastnost medu související s jeho složením, resp. s obsahem jednotlivých jednoduchých cukrů. Med je přesycený cukerný roztok a proces krystalizace dle Veselého a kol. (2003) má dvě fáze:

1. nukleace, kdy dojde k vytvoření zárodečných krystalů – souvisí s podmínkami tvorby medu a pak s jeho skladováním. Základ krystalické struktury jsou krystaly monohydrátu glukosy. Je-li v medu více glukosy, stupeň přesycení nám udává, že med obsahuje více

zárodečných krystalů nerozpustné glukosy. Mohou zde být také primárně pylová nebo prachová zrnka.

2. vlastní krystalizace, kdy zárodečné krystaly rostou – až jsou viditelné pouhým okem, med se zakalí, postupně houstne, až ztuhne v celém objemu. Rychlost krystalizace medu i vzhled medu se liší podle rostlinného původu. Rychlost krystalizace je závislá na viskozitě medu a ta je logaritmičtě závislá na teplotě. V prostředí o teplotě vyšší než 25 °C a nižší než 5 °C krystalizace téměř neprobíhá. Nejrychlejší krystalizaci pozorujeme při 14°C. Toho včelaři využívají při **pastování medu**. Proces pastování zahrnuje jemné pomalé míchání medu při nízké teplotě, cca 15 °C, což zabrání jeho krystalizaci do velkých krystalů a zůstanou mu při tomto procesu zachovány všechny důležité přírodní látky a enzymy, neovlivní to chuť medu, získá lahodnou jemnou pastovitou konzistenci, která se už po celou dobu skladování nezmění. Med lze krásně rozetřít a nabrat a přitom neteče. Při tuhnutí medu se jeho chemické složení nijak nemění. Někdy hovoříme o zcukernatění medu, protože krystalky připomínají řepný cukr.

4.1.8 Elektrická vodivost

U medů je vodivost téměř nulová, nedá se změřit. Proto ji měříme u ředěných 20 hm. % roztoků medu, ionty a ostatní látky je potřeba nejprve rozpustit ve vodě. Zde se projevuje důležitý rozdíl v chemickém složení medů podle zdrojů sladkého roztoku, tj. medovice nebo nektaru, který sbírají včely. Medy mohou být i směsné, a zde je právě důležitá limitní hodnota, jako hranice, podle které určujeme, do které skupiny medy patří. Květové medy musejí mít vodivost nejvýše 80 mS/m a medovicové nejméně 80 mS/m (Veselý a kol., 2003), (Vyhl.č.76/2003 Sb.).

4.2 Odběr vzorků

Je velmi zásadní pro následné celkové posouzení kvality medu. Důležité je, aby med byl před odběrem vzorku homogenní, nejlépe v celém svém objemu. Nesmíme odebírat med jen z vrchní části nádoby. Předejdeme tak chybně stanoveným parametrům jako je obsah vody a sušiny a dalších látek. Odebíráme 250 g vzorku (Veselý a kol., 2003).

4.2.1 Úprava vzorku

Tekutý med opatrně rozmícháme.

Tuhý med je potřeba před odběrem ztekutit, pak také rozmíchat (Veselý a kol., 2003).

4.2.2 Smyslové posouzení medu

Senzorická analýza potravin (surovin i hotových výrobků) v potravinářských závodech včetně statistického vyhodnocení výsledků je nedílnou součástí procesu kontroly jakosti a bezpečnosti potravin (Buňka a kol.,2010).

Med vždy posuzujeme nejprve smyslově. Hodnotíme konzistenci, přítomné krystalky, barvu u tekutých nebo ztekucených vzorků, pak chuť a vůni.

Konzistence – tekutá u medů akátových, některých květových, jemně krystalická u řepkového medu, velmi hrubé krystalky mívají uměle připravené.

Barva – vodojasný, světlý je akátový, velmi tmavé medy jsou medovicové, znehodnocené přítomností kovů z nevhodných nádob.

Chuť – málo výrazné, méně sladké jsou medovicové, harmonická medově sladká, mírně škrablavá na patře je chuť většiny medů, pak moučná ta znamená přítomnost rouskovaného pylu, výrazně až ostře kyselá bývá u umělých invertů, kovová z nevhodné nádoby.

Vůně – správné je medové aroma různé intenzity a příp. vůně typická pro daný druh rostliny, velmi výrazné bývá např. u vřesového, pohankového nebo lipového, prázdné bývají cukerné roztoky, ovocné vůně připomínající svařený cukr jsou u přehřátého medu s HMF.

Můžeme posoudit i původ medu, nejlépe u jednodruhových medů mikroskopickým vyšetřením z filtrovaných pylových zrn. Pylovou analýzou musíme prokázat např. u akátového medu, že minimálně 35 % pylových zrn pochází z akátu.

(Veselý a kol., 2003)

4.2.3 Fyzikálně-chemické požadavky na med

Dle vyhlášky č.76/2003 Sb.

Součet obsahů fruktosy a glukosy (% hm.nejméně)

- Květový med 60 %
- Medovicový med 45 %, podle evropské legislativy i u směsí medovicového a květového medu také 45 %

Obsah sacharózy (% hmot.nejvýše)

- Květový i medovicový do 5 %, výjimka do 10 % je u jednodruhových medů: z trnovníku akátu, z tolice vojtěšky, z banksie, z kopyšníku, z blahovičnicku,

z *Eucryphia lucida* *Eucryphia milliganii*, z citrusů, do 15 % u medu z levandule a z brutnáku

Obsah vody (% hm. nejvýše)

- Květový i medovicový do 20 %, průmyslový-pekařský do 23 %, výjimka je u vřesového medu do 23 % a z něj vyrobeného průmyslového do 25 %
- Zde je zpřísnění pro Český med podle naší svazové normy ČSV 1/1999 na obsah vody do 18 %

Kyselost medu (mekv /kg medu nejvýše)

- Květový i medovicový do 50 mekv/kg, průmyslový-pekařský do 80 mekv/kg

Hydroxymethylfurfural (mg/kg nejvýše)

- Květový i medovicový do 40 mg/kg, průmyslový-pekařský do 80 mg/kg a výjimka je u medů tropických také do 80 mg/kg
- Zde je zpřísnění pro Český med podle naší svazové normy ČSV 1/1999 na obsah HMF do 20 mg/kg

Obsah ve vodě nerozpustných látek (% hmot. nejvýše)

- Květový i medovicový do 0,1 %, výjimka do 0,5 % je u medu lisovaného

Elektrická vodivost (mS/m)

- Květový med nejvýše 80 mS/m
- Medovicový med nejméně 80mS/m
- Výjimky jsou opět u jednodruhových medů: z planiky, vřesovce, blahovičnicku, lípy, vřesu, manuky a kajeputu

Aktivita diastázy (stupňů podle Schadeho nejméně)

- Květový i medovicový nad 8, výjimka je u medů s přirozeně nízkým obsahem enzymů (citrusové medy) a obsahem HMF nižším než 15 mg/kg, zde může být aktivita diastázy nejméně 3 stupně

Doplňující kritéria požadavků na Český med: med musí mít geografický původ na území České republiky a je bez jakékoli příměsi jiného medu; medovicový med může být

označen jako Český med pouze pokud vykazuje kladnou polarizaci *před* i *po* inverzi (ČSV 1/1999).

5 CÍLE PRÁCE

5.1 Hlavní cíl

Hlavním cílem mé diplomové práce bylo zjistit, zda všechny dodané vzorky medů z různých míst České republiky odpovídají svou kvalitou současně platné legislativě. Nedílnou součástí hodnocení medů bylo zjištění základních senzorických odlišností u jednotlivých vzorků z různých míst produkce medů a v podstatě potvrzení nebo vyloučení těchto odlišností příslušnými analytickými metodami.

5.2 Dílčí cíle

5.2.1 Hodnocení kvality medů

Kvalitu medů danou fyzikálně chemickými vlastnostmi medů jsme prověřovali následujícími metodami:

Měření pH

Měření titrační kyselosti

Měření vodivosti

Stanovení obsahu vody refraktometricky

Stanovení specifické otáčivosti sacharidů v medu

Měření barvy medu

5.2.2 Posouzení botanického původu medu

Posouzení botanického původu jednotlivých medů jsme prověřovali pomocí metody:

Stanovení excitačně emisních profilů různých fluoroforů v medu.

5.3 Hypotézy

1. Předpokládám, že všechny medy získané od malých včelařů budou kvalitou odpovídat normě, že žádný z nich by nechtěl šdít zákazníka ani poškodit sebe a své dobré jméno.
2. Předpokládám, že budou patrné rozdíly v některých měřených parametrech právě u medů s velmi odlišnými senzorickými vlastnostmi.

II PRAKTICKÁ ČÁST

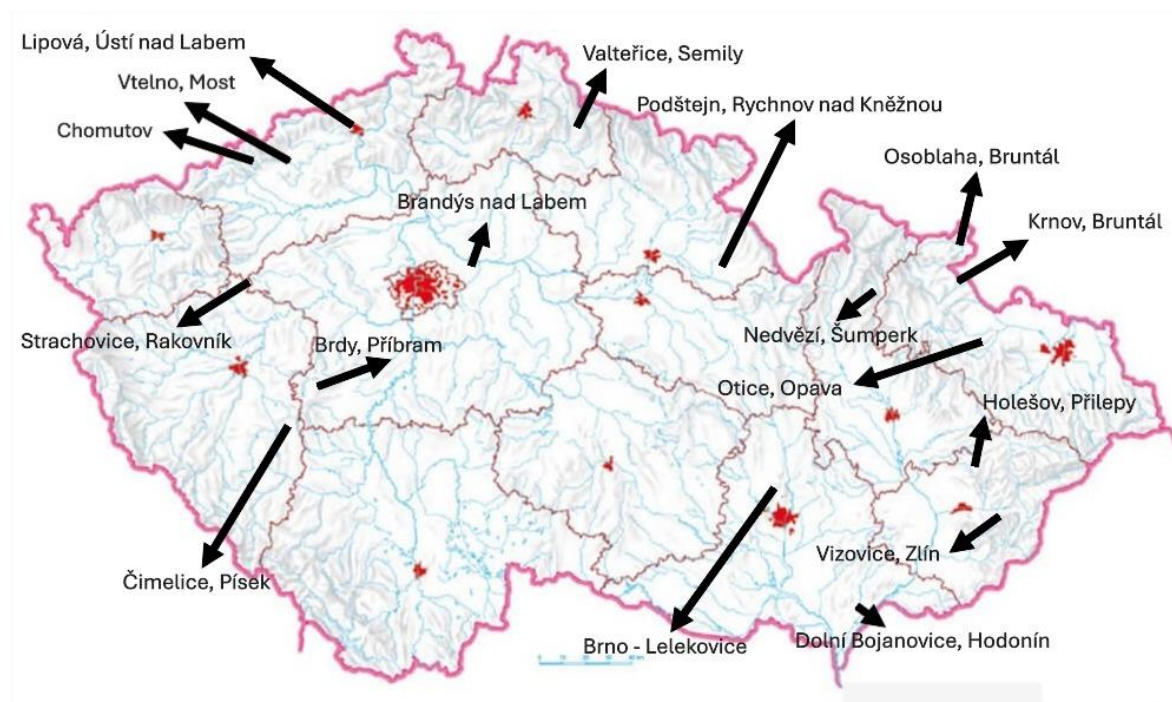
6 CHARAKTERIZACE VYBRANÝCH VZORKŮ MEDŮ

Bylo analyzováno 17 vzorků různých druhů medů, z větší části květových nebo směsných. Medy pocházely z různých částí České republiky. Po vytemperování a promíchání před zahájením fyzikálně-chemických analýz bylo provedeno základní posouzení některých senzorických parametrů medů. Vzhledem k velkému počtu vzorků různých druhů medů, v podstatě bohužel vzájemně neporovnatelných, nebylo možné provést klasickou senzorickou analýzu tak, aby mohla být součástí této práce.

Tabulka 1: Charakterizace vzorků medů

Vzorky medů					
Označení pro analýzy		Lokalita	Druh medu	Barva	Konzistence
A	1	Dolní Bojanovice	květový, lipový	světleoranžový	tekutý
B	2	Ústí nad Labem	květový, směšený	světlehnědý	tekutý
C	3	Brandýs nad Labem	květový, akátový	světleoranžový	částečně krystalický
N	4	Vtelno	květový, směšený	světleoranžový	tekutý
P	5	Potštejn	květový, lipový	světleoranžový	tekutý
D	6	Orlická přehrada	květový, lesní	tmavěhnědý	tekutý
F	7	Strachovice	květový, luční	světlý, smetanový	pastový
M	8	Krnov	květový, směšený	světležlutý	pastový
G	9	Jilemnice	květový, luční	tmavěhnědý	tekutý
I	10	Šumperk	květový, směšený	tmavěoranžový	částečně krystalický
E	11	Otice	květový, směšený	světlý, do bíla	pastový
L	12	Chomutov	květový, směšený	oranžový	tekutý
H	13	Vizovice	květový, směšený	světlehnědý	částečně krystalický
Q	14	Holešov	květový, směšený	oranžový	tekutý
O	15	Brno	květový, směšený	světlehnědý	tekutý
J	16	Brdy CHKO	vřesový	červenohnědý	krystalická
K	17	Osoblaha	květový, lesní	tmavěhnědý	tekutý

(zdroj: vlastní)



Obrázek 1 : Mapka dodaných vzorků medů

(zdroj:vlastní)

Na základě botanické rozmanitosti nektarodárných rostlin včely produkují medy různého původu, nejčastěji smíšeného charakteru. Včelaři v praxi získávají přibližně jednodruhové medy pouze z tak vydatné snůšky, kterou u nás poskytuje řepka, akát, maliník, jetel a medovice. Je tomu tak proto, že včelař vytáčí med až po určité době a zároveň je malá pravděpodobnost, že by v této době poskytoval snůšku jen jeden rostlinný druh (Veselý a kol., 2003).

6.1 Řepkový med

Řepka neprávem patří k těm nejméně oblíbeným rostlinám, které se v létě objevují na polích. Včely z jejího nektaru ale dokáží vykouzlit dokonalý med, který má blahodárné účinky na naše zdraví. A to i přesto, že ho často už na pultech obchodů najdeme v tuhém, krystalickém stavu. Díky většímu podílu glukosy krystalizuje během několika dnů po vytočení a z toho důvodu se u něho většinou provádí pastování. Pod pojmem med si většina z nás představí zlatavou vazkou tekutinu ve sklenici. Řepkový med je ale přesným opakem tohoto zažitého dogma. Protože obsahuje jiný podíl cukrů než ostatní druhy medu (nízká hodnota poměru fruktosa / glukosa, vysoké procento glukosy a tím také vysoký obsah obou monosacharidů) (Titěra, 2006), krystalizuje velmi rychle, často už pouhé dva dny poté, co je stočen. **Z tohoto důvodu je s oblibou zpracován na pastový med a spotřebitelům nabízen v bílé krémové konzistenci.** Má charakteristickou žlutou až citronově žlutou barvu, po ztuhnutí téměř bílou. Řepkový med má lahodnou, jemně aromatickou chuť lišící se i podle konkrétní odrůdy řepky. Je to oblíbený druh pro výrobu medoviny.

Řepkový med obsahuje vysoký podíl glukosy, díky kterému rychle krystalizuje do podoby poměrně tvrdé bílé hmoty. Ve zkrystalizovaném stavu má téměř bílou barvu (při následných krystalizacích je po zahřátí světle žlutá), v tekutém stavu je med jasně žlutý. Nejčistější druhové medy z řepky pocházejí z Francie a České republiky. Na světových trzích je často k mání druhový med z rostliny brukev řepák (*Brassica rapa*) pocházející z Indie. Bylo prokázáno, že řepka obsahuje látky zvané brassinosteroidy. Ty byly poprvé popsány v roce 1970 a po podrobení výzkumu bylo zjištěno, že mají významný vliv na zastavování tvorby nádorových buněk. Přirozeně jsou tyto látky přeneseny i do řepkového medu. Nelze samozřejmě zaručit, že díky jeho konzumaci nikdy nedostaneme rakovinu, ale samozřejmě může toto riziko opravdu významně snížit. Vysoká energetická hodnota produktu: Včelí řepkový med je důležitá, obsahuje průměrně 78,7 g jednoduchých cukrů na 100 g medu (Titěra, 2006), zejména pak velkou porci glukosy. I proto je jeho krystalizace tak rychlá. Především je to ale důvod, proč je řepkový med opravdovou energetickou bombou, která vás spolehlivě povzbudí. Proto je vhodný pro všechny, kteří prochází větší fyzickou zátěží, nebo mají problémy s dlouhodobou únavou. Klidně si ho můžete dopřávat každý den, protože se jedná o zdravý přírodní produkt se snadnou stravitelností, který vaše tělo nijak nezatíží (DOMÁCÍ MED [cit. 2025]).

Zde považuji za důležité zmínit, že kvalitu řepkového medu neovlivňuje ani chemické ošetřování řepkových polí, může se jednat o insekticidy, fungicidy i výživu rostlin. Pokud

byly v době aplikace dodrženy předpisy a návod k aplikaci přípravku, nemělo by dojít k ohrožení včel, ani kvality a nezávadnosti medu. Technologie pěstování řepky neohrožuje kvalitu medu. Ve specializovaných laboratořích byly odebrané vzorky vyšetřeny moderními analytickými metodami (plynová chromatografie s elektrochemickou detekcí a kapalinová chromatografie s hmotnostní spektrometrií) na analýzu přítomnosti 18 pesticidů, které se dnes používají k ošetřování řepky. Citlivost těchto metod je v řádu 1 mikrogramu na kilogram, což znamená citlivost stokrát lepší, než jsou hygienické limity. Ani v jednom vzorku nebyly nalezeny žádné zbytky analyzovaných pesticidů, které by překračovaly hygienický limit, nebo představovaly sebemenší zdravotní riziko (BEEDOL.cz. [cit. 2025]), (Pham-Delegue a kol., 2002).

Mezi všemi našimi vzorky byly 3 vzorky medů pastových, všechny velmi lahodné jemné chuti, medové vůně a světlého odstínu barvy. Jednalo se o vzorky č.11 med z Otice v okrese Opava, vzorek č. 7 med květový luční ze Strachovic v okrese Rakovník a vzorek č. 8 med květový z Krnova z okresu Bruntál.

6.2 Vřesový med

Ten patří nejen svým složením, ale i způsobem zpracování k výjimečným medům. Často bývá označován králem mezi medy. Řadí se mezi jednodruhové medy, je tužší konzistence a téměř vždy obsahuje bubliny vzduchu. Má nejvyšší obsah prolinu, až 1,85 hm.%. Je tixotropní, tzn., že po zamíchání na krátkou chvíli zkapalní, ale brzy opět zgelovatí. Včelky ho sbírají v pozdním létě na vřesovištích, v případě našeho medu na krásně fialově kvetoucím vřesovišti v CHKO Brdy (odtud pochází také náš vz.č.16). Podle druhu vřesu kolísá jeho barva mezi světle až tmavě jantarovou někdy až po červenou. Tužší konzistence tohoto medu značně ztěžuje jeho vytáčení, které není v tomto případě takřka možné. My jsme v našem včelařství pro jeho zpracování zvolili metodu lisování za studena. Vřesový med se vyznačuje nízkým obsahem sacharózy, vysokým obsahem kalcia, kyseliny křemičité a také nejvyšším obsahem biologicky aktivních látek ze všech jinak běžně u nás dostupných medů. Pro tyto vlastnosti, mimo jiné srovnatelné s medem manukovým (jednodruhový, velmi vzácný a drahý med z Nového Zélandu) (pro srovnání také ve studii Bong a kol. 2012), byl zaznamenán léčivý účinek tohoto medu při některých onemocněních močových cest, trávicího traktu a dutiny ústní. Dále se jeho pozitivního účinku využívá na podporu detoxikace organismu, vysoký obsah železa má pozitivní vliv na srdce a krevní oběh jakož i

krvetvorbu. Svým lehce močopudným účinkem odlehčuje přetíženému srdci. Oblíbený léčitel Sebastian Kneipp doporučoval „Heidehonig“, tedy vřesový med při problémech s prostatou, močových a ledvinových kamenech, při dně, revmatických potížích a v neposlední řadě jako prostředek k čištění krve (VCELAŘSTVÍ VYSOKÁ [cit. 2025]). Vřesový med (ale také med z balbínu) má velmi značnou viskozitu, tím je téměř rosolovitý, nazýváme jej thixotropický. Viskozita medu je vysoká, ale povrchové napětí nízké, výborně proniká třeba i póry pokožky, toho využíváme nejen v léčení ale také v kosmetice (Čermáková a kol., 2010). Jeden vzorek medu mezi našimi byl diametrálně odlišný od všech ostatních vzorků medů jak vůní a barvou, tak konzistencí i chutí, posléze jsme si odlišnost samozřejmě potvrdili i analyticky, a to v našem případě: vzorek č.16 med vřesový z CHKO Brdy. Většina hodnotitelů hodnotila tento vzorek jako barevně nejtmavší, rosolovité konzistence, málo sladké chuti a velmi zvláštní až kořeněné vůně.

6.3 Lipový med

Kvěťový med z lipové oblasti, je charakteristický nejenom svou typickou vůní, která připomíná jaro a léto, ale také velmi zvláštní a výraznou chutí. Ta může být lehce nahořklá, a dokonce v něm můžete pocítit i lehký náznak mentolové chuti. Nektar pro lipový med je včelami sbírán během léta a je to opravdu poznat. Jeho chuť je plnější než u jarních medů (DOMÁCÍ MED [cit. 2025]).

Při hodnocení má harmonickou a nepatrně škrablavou chuť na patře (Veselý a kol., 2003). V našem případě se jedná se o tyto: vzorek č. 1 med kvěťový, lipový z Dolních Bojanovic v okrese Hodonín a vzorek č.5 med kvěťový z lipové oblasti z Potštejna v okrese Rychnov nad Kněžnou. Hodnotiteli byly posouzeny jako hodně světlé a velmi plné chuti s četnými pylovými zrnky.

6.4 Akátový med

Ten je do jisté míry velká vzácnost, protože ne vždy se povede ho v daný rok sesbírat. Záleží na klimatických podmínkách. Jak vyplývá z názvu, pro akátový med je potřeba květů akátu, který kvete jen zhruba dva týdny na přelomu května a června. A z toho pouze jeden týden produkuje nektar. Pokud se v tomto období něco pokazí, akátový med se ten rok zkrátka neurodí. A stačí opravdu maličkost. Pokud v takovém období zaprší, máte smůlu. Stejně jako

v případě, kdy je chladnější počasí, a akátové květy zmrznou. I z toho důvodu může být akátový med o něco dražší. Vyznačuje se tím, že oproti běžnému medu jinak chutná a také jinak voní a vypadá. Jeho chuť je mnohem výraznější, a tak je i lepším sladidlem. Také jeho barva je úplně jiná, akátový med je světle žlutý až nazelenalý a čistě průzračný. Od běžného medu ho poznáte i se zavřenýma očima, stačí k němu přivonět – ucítíte typickou vůni akátového květu. V porovnání s jinými medy má nejnižší enzymovou aktivitu a také nejnižší známé hodnoty elektrické vodivosti. Proč vám akátový med neztuhne? Je to dáno poměrem cukrů v tomto druhu medu. Zatímco běžný květový nebo lesní med obsahuje více glukosy, v tom akátovém najdeme více ovocného cukru, tedy fruktosy. Pokud se jedná o opravdu čistý akátový med, pak je obsah fruktosy velmi vysoký a můžete se spolehnout na to, že vám vydrží v tekutém stavu klidně i více než rok. Změna nastane jen v případě, že je do akátového nektaru přimíchána ještě jiná složka z odlišné rostliny. V takovém případě med krystalizovat bude, ale i tak mu to bude trvat o dost pomaleji. Díky tomu se využívá tam, kde je krystalizace na závalu, jako je například výroba porcovaného medu nebo k výrobě medových delikates – například ořechy v medu, chilli, sezamová semínka, lanýže v medu atd. S vysokým podílem fruktosy se pojí ještě další benefit – na rozdíl od běžných druhů má akátový med velice nízký glykemický index (okolo 32) (DOMÁCÍ MED [cit. 2025]). V našem případě byl jako květový akátový označen vzorek č. 3 med z Brandýsa nad Labem, nicméně nebyl pouze čistě akátový, měl zřejmě i velký obsah medu vyrobeného s příměsí z jiných rostlin, byl barevně tmavší a jen částečně zkrystalizoval. Sensoricky dle hodnotitelů nebyl nijak výjimečný.

6.5 Ostatní medy

Několik medů bylo označeno jako směs květového a lesního medu, barevně patřily kromě vřesového medu k nejtmavším odstínům, což přisuzuji skladbě rostlin na místě sběru nektaru nebo medovice. V našem případě šlo o tyto: vzorek č.17 med květový lesní z Osoblahy z okr. Bruntál a vzorek č.6 med květový lesní od Orlické přehrady z obce Čimelice v okr. Písek. Tmavší odstíny a příjemnou květinovou vůni lučních květů vykazovaly také medy: vzorek č.9 med květový luční z obce Jilemnice – Valteřice z okr. Semily. Krásně voněl po lučních květech vzorek č.7 med z obce Strachovice. Světlejší odstíny vykazovaly květové smíšené medy: vzorek č.8 med z Krnova, vzorek č.10 med ze Šumperka, vzorek č.11 med z Otic,

vzorek č.12 med z Chomutova, vzorek č.13 med z Vizovic, vzorek č.14 med z Holešova a vzorek č.15 med z Brna.

7 METODIKA PRÁCE

7.1 Upřesnění cílů práce

Rozhodli jsme se zhodnotit kvalitu medů od malých včelařů z různých míst naší republiky a posoudit některé jejich fyzikálně chemické parametry, zpracovat a vyhodnotit výsledky daných analýz v korelaci s některými senzorickými vlastnostmi vzorků medů.

Bylo analyzováno 17 vzorků různých medů, druhově z větší části květových nebo směsných. Medy pocházely z různých míst České republiky, viz. Tabulka 1: Charakterizace vzorků medů.

7.2 Úprava vzorků

Před měřením byly vzorky skladovány v temnu při teplotě 23 °C. Analýzy byly prováděny v laboratořích Ústavu technologie potravin Fakulty technologické Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. Před zahájením analýz byly všechny vzorky vytemperovány ve vodní lázni o teplotě 45 °C a důkladně promíchány. Částečně zkrystalizované vzorky bylo nejprve potřeba rozpustit.

7.3 Laboratorní přístroje

Použité laboratorní přístroje a zařízení a případné chemikálie jsou zmíněny u jednotlivých postupů stanovení.

Seznam laboratorních přístrojů:

pH metr Hanna Instruments HI 99161 (Hanna Instruments, USA)

konduktometr Mettler Toledo FEP30 FiveEasy Plus (Mettler Toledo, Švýcarsko)

polarimetr Krüss P3001 RS (A. KRÜSS Optronic GmbH., Německo)

UltraScan PRO VIS HunterLab (HunterLab, USA)

spektrofluorofotometr Shimadzu RF – 1501 (Shimadzu, Japonsko)

Seznam chemikálií:

destilovaná voda

0,1 M roztok hydroxidu sodného

roztok fenoftaleinu

0,005 M roztoku kyseliny sírové

0,05 M roztoku kyseliny šťávelové

čínidlo Carrez I. (octan zinečnatý dihydrát 10 – 25 %, kyselina octová 1 -5 %)

čínidlo Carrez II. (hexakynoželeznatan draselný trihydrát 5 -10 %)

8 POSTUPY STANOVENÍ

8.1 Měření pH

Bylo provedeno měření ponořením sondy pH metru přímo do jednotlivých vzorků medů při průměrné teplotě vzorků okolo 23,5 °C vpichovým pH metrem Hanna Instrument HI 99161 (Klouda, 2016).

8.2 Měření titrační kyselosti

8.2.1 Princip stanovení:

Titrační kyselost se stanovuje titrací vzorku odměrným roztokem hydroxidu sodného do bodu ekvivalence ($\text{pH} = 8,3$).

8.2.2 Pracovní postup:

- 1/ Byly připraveny vzorky medů navážením 10 g medu a rozpuštěním v 75 ml destilované vody. U velmi tmavých – červeně zbarvených – medů bylo naváženo 5 g vzorku, přičemž spotřeba hydroxidu byla posléze násobena dvěma.
- 2/ Připravené roztoky byly převedeny do titračních baňek, přidáno 5 kapek fenolftaleinu.
- 3/ Roztoky byly titrovány odměrným roztokem 0,1 M NaOH do stálého růžového zbarvení, které vydrželo po dobu 10 sekund.
- 4/ Byla odečtena výsledná spotřeba roztoku NaOH na desetiny mililitru.
- 5/ Pro výpočet titrační kyselosti při navážce 10 g medu bylo vynásobeno deseti, při 5 g vynásobeno dvaceti.

8.3 Měření vodivosti

8.3.1 Princip stanovení:

Elektrická vodivost medu je velmi nízká, srovnatelná s vodivostí destilované vody. Protože je ale závislá na obsahu minerálních látek, organických kyselin a proteinů, měříme u vzorků medů elektrickou vodivost u jejich 20 % vodných roztoků. U takto zředěných medovicových medů je výrazně odlišná vodivost než u stejně naředěných medů květových. Je to dáno vyšším obsahem minerálních látek a dalších iontů v medovicových medech (Veselý a kol., 2003), (Bogdanov, 2009).

Minerální látky mají původ primárně v pylu a jejich obsah závisí na jeho přítomnosti v medu. Obsah minerálních látek je 0,04 – 0,2 % v závislosti na typu medu. Tmavé medy obsahují vždy vyšší hladinu minerálních látek. Konduktometrické stanovení medu je dobrým kritériem pro označení botanického původu medu a indikuje enviromentální znečištění půdy, protože obsah minerálních látek závisí na půdě, ze které rostliny vyrůstají a z nichž je pak sbírán nektar nebo medovice. Metoda se běžně používá jako rutinní stanovení kontroly kvality medu (Veselý a kol., 2003), (Bogdanov, 2009). Za zmínku stojí také metodiky analytických metod aplikovaných při měření fyzikálních parametrů medů (Pascual-Maté, 2017). Hodnoty elektrické vodivosti dle Vyhl.č. 76/2003 Sb. jsou pro květový med, nejvýše 80 mS/m a medovicový med nejméně 80mS/m, výjimky jsou opět u jednodruhových medů: z planiky, vřesovce, blahovičnicku, lípy, vřesu, manuky a kajeputu.

8.3.2 Postup stanovení:

1/ Byly připraveny 20 % hmot. roztoky jednotlivých vzorků medů v destilované vodě a vytemperovány na 20 °C.

2/ U takto standardizovaných roztoků byly proměřeny na konduktometru Mettler Toledo FEP30 FiveEasy Plus (Mettler Toledo, Švýcarsko) hodnoty elektrické vodivosti.

8.4 Stanovení obsahu vody v medu refraktometricky

8.4.1 Princip stanovení:

Nejdůležitějším znakem kvality medu je obsah vody v medu. Je indikátorem stárnutí a stability během skladování medu. Čím vyšší je obsah vody, tím vyšší je riziko fermentace a znehodnocení medu. Pravý Český med by měl obsahovat vodu do 18 % hmot. dle ČSV 1/1999. Obsah vody v medu můžeme stanovit dvěma způsoby: 1/změřením hustoty, resp. specifické hmotnosti pyknometricky anebo 2/ refraktometricky pomocí změření indexu lomu světla při dané teplotě (Vyhl.č. 76/2003 Sb.) a (Bogdanov, 2009). Index lomu světla je poměr průniku světelného paprsku prvním prostředím k průniku paprsku světla v druhém prostředí. Hodnota indexu lomu podle Snellova zákona závisí na několika faktorech, a to na vlnové délce procházejícího použitého světla a na teplotě dané kapaliny. S rostoucí vlnovou délkou daného paprsku světla se hodnota indexu lomu zmenšuje. U kapalin hodnota indexu lomu klesá se zvýšením teploty. U medů měříme index lomu refraktometrem při 20 °C a při

40 °C a porovnáváme s tabelovanými hodnotami, každé hodnotě odpovídá daný obsah vody v medu (Bicudo a kol., 2020).

8.4.2 Postup stanovení:

1/ Kapka čistého (neředěného) vzorku medu byla nanесena na měřicí plochu digitálního refraktometru.

2/ Byly změřeny a zaznamenány hodnoty refraktometrického indexu lomu, abychom je mohli přepočítat na hodnoty obsahu vody v medu (Bogdanov, 2009).

8.5 Měření specifické optické otáčivosti sacharidů v medu

8.5.1 Princip stanovení:

Polarimetrie je metoda měřící úhel rotace polarizovaného světla při průchodu světla opticky aktivní látkou. Mezi opticky aktivní látky řadíme organické látky, např. monosacharidy, mající chirální uhlík, na který jsou připojeny různé substituenty. Úhel rotace čisté, filtrované vodné substance obsahující tuto látku je měřený polarimetrem (Bogdanov, 2009).

8.5.2 Postup stanovení:

1/ Vzorky medů byly připraveny dle následujícího postupu: do kádinek bylo naváženo 12 g vzorku medu a rozpuštěno v 50 ml destilované vody, poté bylo přidáno 10 ml činidla Carrez I a mícháno po dobu 30 s. Následně bylo přidáno 10 ml činidla Carrez II, každý vzorek byl promíchán (30 s) a kvantitativně převeden do odměrné baňky o objemu 100 ml a doplněn destilovanou vodou po rysku.

2/ Po 24 hodinách stání byly roztoky promíchány a přefiltrovány.

3/ Poté byla roztokem medu naplněna polarimetrické trubice (o optické délce 20 cm) a byl měřen úhel rotace.

4/ Medy s převahou fruktosy stáčely rovinu polarizovaného světla doleva (záporný úhel rotace), zatímco medy s převahou glukosy doprava (kladný úhel rotace).

5/ Pro výpočet procentuálního obsahu (poměru) glukosy a fruktosy v medech byly použity následující vztahy:

$$x + y = 100\%$$

$x - y$ = hodnota stanovená na základě polarimetrického měření

x ...obsah fruktosy (hm. %)

y ...obsah glukosy (hm. %)

Hodnota z polarimetrického měření = stanovený úhel rotace / úhel rotace čistého enantiomeru (tabelovaná hodnota).

Jako úhel rotace čistého enantiomeru byla využita tabelovaná hodnota specifické optické otáčivosti (-93,78) pro D-fruktosu (Milde a Skopalová, 2015; Bogdanov a kol., 2000).

8.6 Měření barvy medu

8.6.1 Princip stanovení:

Přístroj HunterLab UltraScan VIS (Hunter Associates Laboratory, Inc., Reston, VA, USA) využívá tři různé hodnoty měření barevnosti roztoků, parametry CIE L^* = světlost (lightness); a^* = chromatografická koordináta pro zelenou (-) až červenou (+) barvu; b^* = chromatografická koordináta pro modrou (-) až žlutou (+) barvu. Další důležité parametry představují sytost barvy C^* (chroma) a úhel odstínu barvy (h°), které vypočítáme z parametrů a^* a b^* dle následujících vzorců:

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

$$h^\circ = \arctg(b^*/a^*)$$

Barevné difference ΔE^* bylo použito k vyhodnocení rozdílů mezi barevnými profily medů a standardu (destilované vody) na základě jednotlivých odchylek jasu a chromatických souřadnic. Byla vypočítána podle následujícího vztahu:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

kde: ΔL^* je odchylka jasu, Δa^* a Δb^* jsou odchylky chromatických souřadnic

Rozdíl barev tedy představuje důležitou hodnotící metodu barevného profilu (White, 202); (Zmeškal a kol., 2002). Standardní pozorovatel vidí rozdíl v barvě takto:

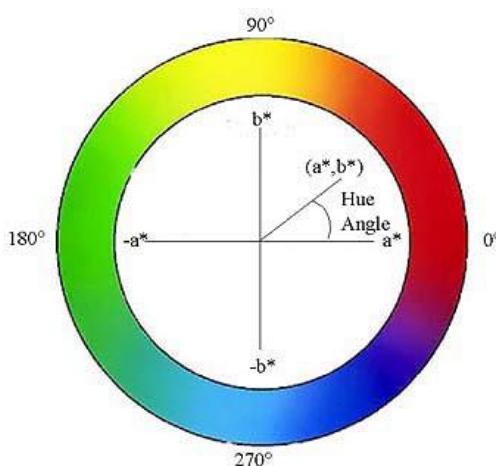
$0 < \Delta E^* < 1$: Pozorovatel si nevšimne rozdílu

$1 < \Delta E^* < 2$: Rozdílu si všimne jenom zkušený posuzovatel

$2 < \Delta E^* < 3,5$: Rozdílu si všimne i nezkušený pozorovatel

$3,5 < \Delta E^* < 5$: Je patrný rozdíl v barvě

$5 < \Delta E^*$: Pozorovatel si všimne dvou různých barev



Obrázek 2: CIE-LAB sekvence barevného odstínu a orientace úhlů odstínu

(White 2023)

8.6.2 Postup stanovení:

1/ Před měřením byly vzorky medu zředěny destilovanou vodou na 10 hm. % koncentraci a vytemperovány na 21,5 °C.

2/ Vzorky byly měřeny v režimu TTRAN (total transmission mode) v 10 mm kyvetě a jako světelný zdroj byl využit Illuminant D65. Tento zdroj reprezentuje průměrné denní světlo v poledním čase s teplotou chromatičnosti cca 6500 K, umožňující analýzu barevnosti na základě spektrálního rozložení světla (Gordon, 2016).

3/ Parametry CIE $L^*a^*b^*$ barevného modelu byly vyhodnoceny oproti standardu, tj. destilované vodě a výsledky zaznamenány do Tabulka 7: Výsledky barevnosti medů ($L^*a^*b^*$), sytosti barvy (C^*), úhlu odstínu barvy (h°) a barevné difference (ΔE^*).

8.7 Stanovení excitačně-emisního profilu medů

8.7.1 Princip stanovení

Med je potravinou biologického původu na sacharidové bázi, v níž přítomnost fluoroforů (tj. látek schopných fluorescence), což mohou být především fenolické sloučeniny, flavonoidy, aromatické aminokyseliny, produkty Maillardovy reakce a vitaminy, lze stanovit botanický původ medu na základě zjištění excitačně-emisních párů vlnových délek typických pro daný druh medu (Milde a Skopalová, 2015), (Bogdanov a kol., 2000).

8.7.2 Postup měření

Fluorescenční spektroskopie byla provedena. Výsledky měření jsou zaznamenány v Tabulka 8: Excitačně-emisní spektra medů s detekovanými fluorofory a odpovídajícími excitačně-emisními páry. jako excitační a emisní vlnové délky, které souvisí s botanickým druh medu. Tato metoda se využívá pro zjištění pravosti a botanického původu medu (Milde a Skopalová, 2015), (Bogdanov a kol., 2000).

8.7.3 Postup stanovení

- 1/ Před měřením byly vzorky medu pro fluorescenční spektroskopii zředěny na koncentraci 1 hm. % v destilované vodě.
- 2/ Vzorky byly měřeny v 10 mm kyvetě v oblasti vlnových délek 220–800 nm a jako standard byla použita destilovaná voda.
- 3/ Naměřené hodnoty excitace a emise daného vzorku byly zaznamenány do tabulky.
- 4/ Výsledky byly porovnány s tabelovanými hodnotami a určeny typické fluorofory obsažené v jednotlivých vzorcích, charakteristické pro jednotlivé druhy medů (Ruoff a kol., 2006), (Lenhardt a kol., 2015).

9 VÝSLEDKY A DISKUZE VÝSLEDKŮ

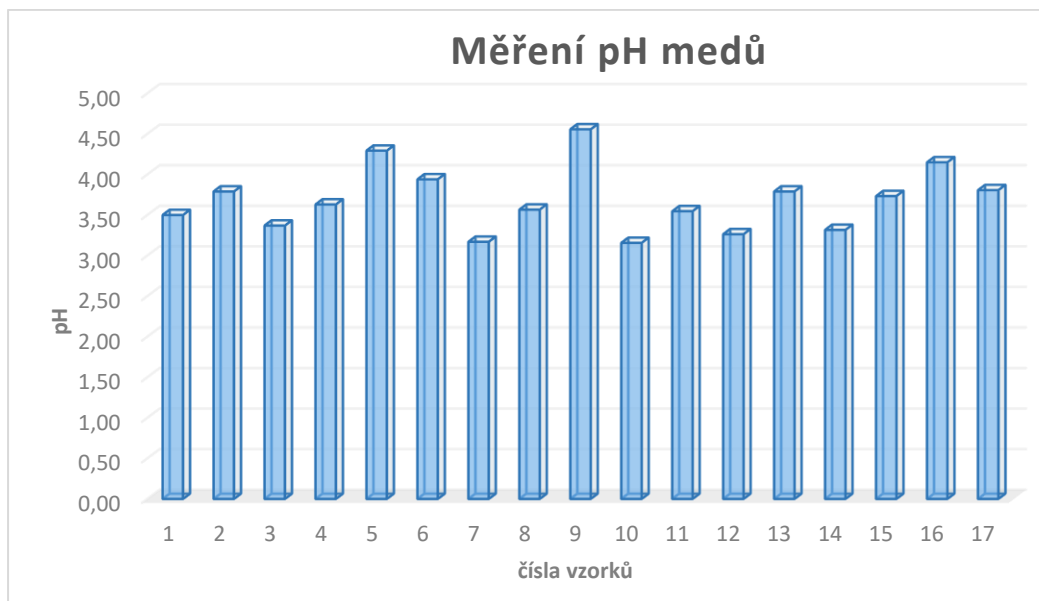
9.1 Měření pH

Byly změřeny vzorky 17 druhů medů a jsou uvedeny v tabulce č. 2. pH se pohybovalo v rozmezí hodnot od 3,16 do 4,56.

Tabulka 2: Hodnoty pH medů

číslo vzorku	naměřená hodnota
1	3,50
2	3,79
3	3,37
4	3,63
5	4,29
6	3,94
7	3,17
8	3,57
9	4,56
10	3,16
11	3,55
12	3,26
13	3,79
14	3,32
15	3,73
16	4,15
17	3,81

(zdroj: vlastní)



Obrázek 3: Graf měření pH

(zdroj: vlastní)

Hodnota pH ukazuje aktivní kyselost, která může být odlišná od titrační kyselosti medu, patrně díky pufrací schopnosti medu. Jak je patrné na Obrázek 3: Graf měření pH, nejnižší aktivní kyselost vykazovaly: vzorek č.10 (pH 3,16 med ze Šumperka) a vzorek č. 7 (pH 3,17 med ze Strachovic). Ze senzorického hlediska je nízká hodnota pH vnímána jako velmi výrazná medová chuť. Relativně vysokou hodnotu pH u medu č. 9 je možné vztáhnout ke specifické až netypické chuti, kterou tento med vykazoval.

9.2 Měření titrační kyselosti

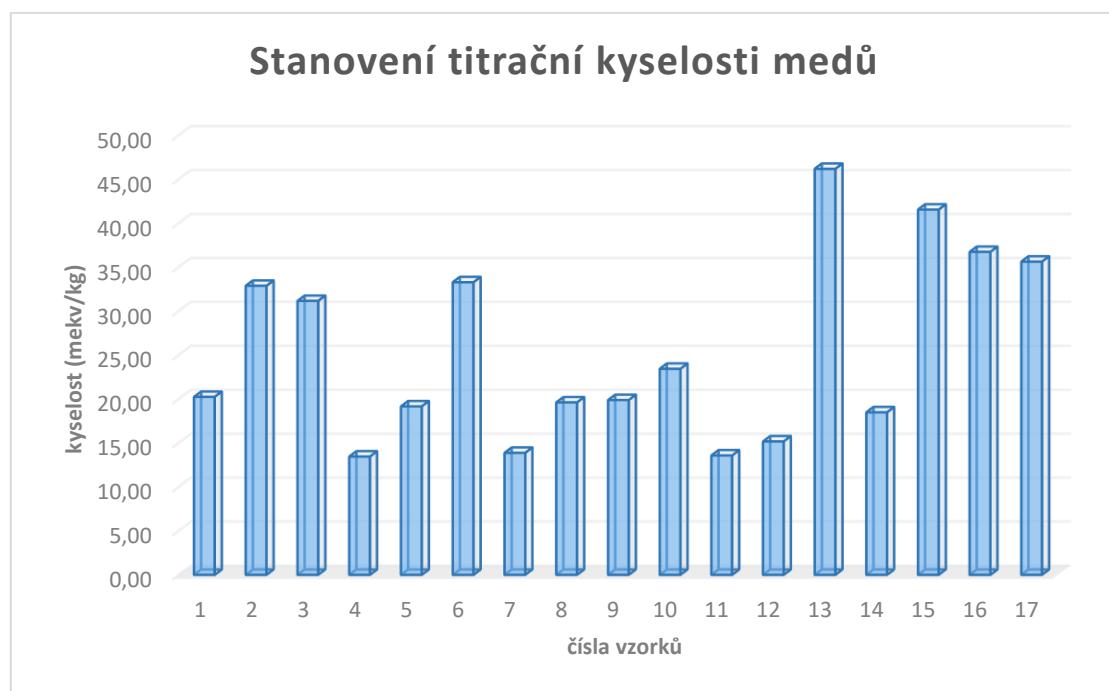
9.2.1 Výsledky měření:

Výsledky titrační kyselosti jsou uvedeny v Tabulka 3 a jsou vyjádřeny v miliekvivalentech kyseliny na kg medu. Titrační kyselost může být odlišná od aktivní kyselosti medu, vyjádřené jako pH.

Tabulka 3: Stanovení titrační kyselosti medů

číslo vzorku	naměřená hodnota
jednotka	mekv/kg
1	20,25
2	32,90
3	31,18
4	13,46
5	19,17
6	33,30
7	13,88
8	19,63
9	19,89
10	23,45
11	13,59
12	15,19
13	46,21
14	18,50
15	41,57
16	36,76
17	35,65

(zdroj: vlastní)



Obrázek 4: Graf stanovení titrační kyselosti medů

(zdroj: vlastní)

Dle vyhlášky 76/2003 Sb. má titrační kyselost medu dosahovat maximálně 50 mekv/kg pro květový a medovicový med a pro pekařský max. 80 mekv/kg. Žádný z testovaných medů nepřekračoval limitní hodnoty dané vyhláškou. Nejvíce se této hodnotě z našich vzorků blížil vzorek č.13 (med květový z Vizovic) a vzorek č.15 (med květový smíšený z Brna), které byly sensoricky vnímány jako medy spíše mírně kořeněné až netypické chuti. Vyšší titrační kyselost těchto vzorků pravděpodobně ovlivnila jejich specifický chuťový profil. Vyšší hodnoty kyselosti mohou naznačovat přítomnost organických kyselin, které jsou produktem fermentace cukrů v medu (přeměna cukrů na kyseliny působením mikroorganismů). Med s příliš vysokou kyselostí je považován za méně kvalitní nebo nevhodně skladovaný. Naopak nízká kyselost (pod 15 mekv/kg) byla stanovena pro vzorky medů č.4, 7 a 11, které obsahovaly nejméně titrovatelných kyselin.

9.3 Měření vodivosti

Hodnoty elektrické vodivosti dle Vyhl.č. 76/2003 Sb. jsou pro květový med, nejvýše 80 mS/m a medovicový med nejméně 80mS/m, výjimky jsou opět u jednodruhových medů: z planiky, vřesovce, blahovičnicku, lípy, vřesu, manuky a kajeputu.

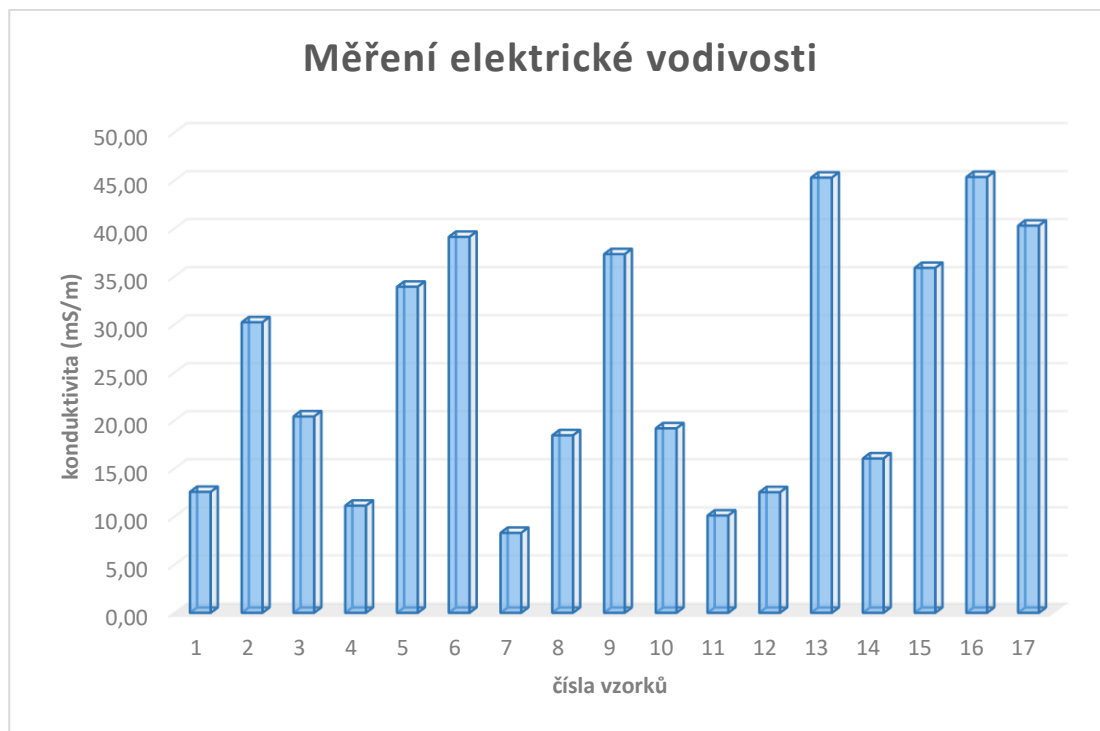
9.3.1 Výsledky měření:

Výsledky měření vodivosti jsou uvedeny níže v Tabulce 4. Žádná z naměřených hodnot nepřekračuje 80mS/m, takže žádný ze vzorků není med medovicový.

Tabulka 4: Hodnoty měrné elektrické vodivosti (konduktivity)

číslo vzorku	naměřená hodnota	převedená hodnota
jednotka	$\mu\text{S/cm}$	mS/m
1	125,80	12,58
2	302,33	30,23
3	204,33	20,43
4	111,47	11,15
5	339,33	33,93
6	391,33	39,13
7	83,20	8,32
8	184,70	18,47
9	373,33	37,33
10	191,97	19,20
11	101,20	10,12
12	125,50	12,55
13	453,00	45,30
14	160,63	16,06
15	359,00	35,90
16	453,67	45,37
17	403,00	40,30

(zdroj: vlastní)



Obrázek 5: Graf měření elektrické vodivosti

(zdroj: vlastní)

Na základě námi naměřených hodnot vodivosti jsme prokázali, že žádný ze vzorků nemá charakter čistě medovicového medu. Jedná se o medy květové anebo smíšené s menším podílem medu medovicového. Nejvyšší hodnoty vodivosti měly vzorky č. 13 (med květový z Vizovic) a č. 16 (vřesový med). Medy označené jako lesní a luční mají viditelně vyšší hodnoty vodivosti, tím jednoznačně i větší obsah minerálních látek. Námi naměřené hodnoty vodivosti, pH i kyselosti medů jsou porovnatelné s hodnotami ze zahraničních studií (Ratiu a kol., 2020).

9.4 Stanovení obsahu vody v medu refraktometricky

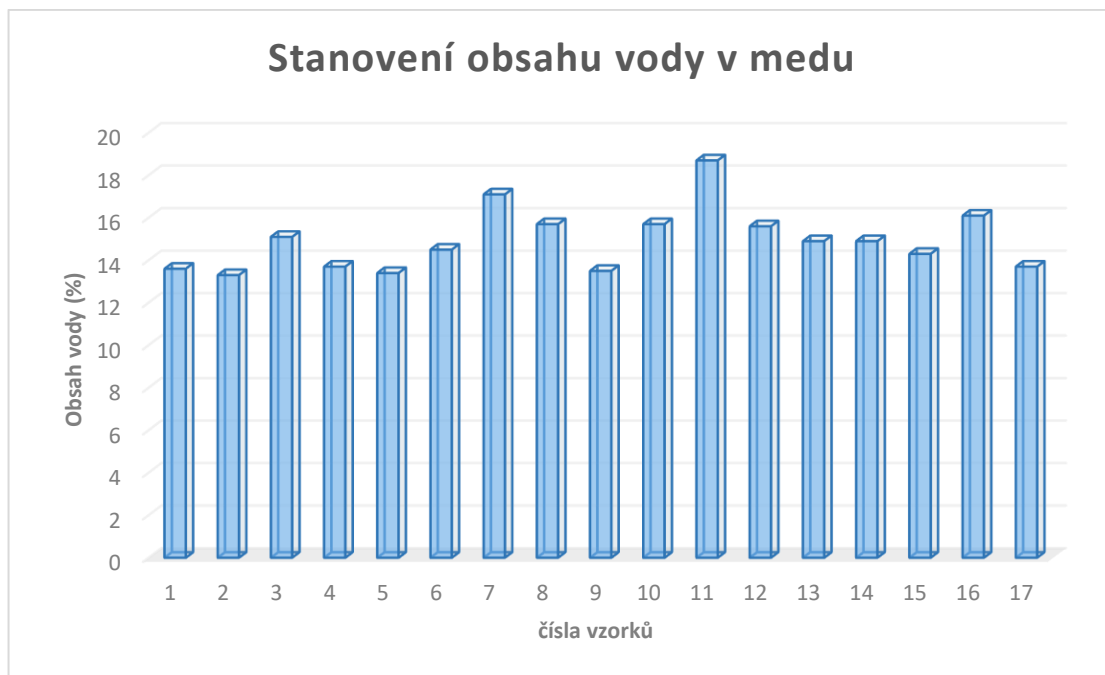
9.4.1 Výsledky měření:

Obsah vody v medu je klíčovým parametrem určující kvalitu medu a výsledky měření při 20 °C jsou uvedeny v tabulce č. 5.

Tabulka 5: Měření indexu lomu s odpovídajícím obsahem vody

číslo vzorku	naměřená hodnota	odpovídající hodnota
jednotka	$n_{D_{20}}$	% vody v medu
1	1,5028	13,6
2	1,5037	13,3
3	1,4990	15,1
4	1,5025	13,7
5	1,5033	13,4
6	1,5005	14,5
7	1,4938	17,1
8	1,4973	15,7
9	1,5037	13,5
10	1,4974	15,7
11	1,4897	18,7
12	1,4976	15,6
13	1,4998	14,9
14	1,4995	14,9
15	1,5009	14,3
16	1,4964	16,1
17	1,5024	13,7

(zdroj: vlastní)



Obrázek 6: Graf stanovení obsahu vody v medu refraktometricky

(zdroj: vlastní)

Ze stanovovaných vzorků jeden med mírně překročil hodnotu 18 % hmot. vody, a to vzorek č. 11 med z Otic z okresu Opava (18,7 hm.%). Příliš vysoký obsah vody znamená, že med byl nevyzrálý nebo nesprávně uskladněný. Nejméně vody jsme naměřili ve vzorku č. 2 (13,3 hm. %) v medu z Lipové v okrese Ústí nad Labem). Požadavkům Vyhlášky č. 76/2003 Sb. ale vyhovují všechny zkoumané medy.

9.5 Měření optické otáčivosti medu

9.5.1 Výsledky měření:

Měřením optické otáčivosti můžeme zjistit pravost a čistotu medu. Pravý včelí květový med má optickou otáčivost mírně zápornou a odchylka od tohoto standardu může značit příměs cukrového sirupu nebo jiné falšování. Výsledky našich měření jsou uvedeny v Tabulce 6.

Tabulka 6: Hodnoty procentuálního zastoupení (poměru) glukosy a fruktosy stanovené polarimetrickým měřením.

číslo vzorku	úhel rotace	Obsah fruktosy (x)	Obsah glukosy (y)
		(%)	(%)
1	-2,997	51,60	48,40
2	-1,338	50,71	49,29
3	-2,020	51,08	48,92
4	-1,983	51,06	48,94
5	-1,863	50,99	49,01
6	-0,807	50,43	49,57
7	-1,923	51,03	48,97
8	-2,038	51,09	48,91
9	-0,603	50,32	49,68
10	-3,123	51,67	48,33
11	-1,865	50,99	49,01
12	-2,815	51,50	48,50
13	-0,920	50,49	49,51
14	-1,850	50,99	49,01
15	-0,290	50,15	49,85
16	0,363	49,81	50,19
17	-0,140	50,07	49,93

(zdroj:vlastní)

Polarimetrie nám poskytla informaci o vzájemném procentuálním poměru glukosy a fruktosy v medu. Všechny vzorky (vyjma vzorku medu č. 16) vykazovaly mírnou převahu levotočivé fruktosy. Nejvýraznější zastoupení fruktosy bylo detekováno u vzorku č.10 (51,67 %, květového medu ze Šumperka). Vřesový med vzorek č. 16 měl naopak jako jediný vzorek převažující zastoupení glukosy (50,19 %).

9.6 Měření barvy medu

9.6.1 Výsledky měření:

Tabulka 7: Výsledky barevnosti medů ($L^*a^*b^*$), sytosti barvy (C^*), úhlu odstínu barvy (h°) a barevné difference (ΔE^*).

Vzorek medu	L^*	a^*	b^*	C^*	$h^\circ (^\circ)$	ΔE^*
1	86,25	-0,06	6,88	6,87	90,50	11,07
2	77,55	0,87	13,87	13,90	86,41	22,31
3	79,61	0,69	12,20	12,22	86,76	19,77
4	84,97	-0,08	7,18	7,18	90,64	12,42
5	85,36	-0,13	9,31	9,31	90,80	13,48
6	79,98	0,45	13,12	13,13	88,04	20,04
7	85,01	-0,01	7,03	7,03	90,08	12,31
8	82,53	0,27	9,34	9,34	88,34	15,69
9	75,19	1,21	15,65	15,70	85,58	25,39
10	80,89	0,66	11,54	11,56	86,73	18,35
11	85,16	-0,04	7,11	7,11	90,32	12,23
12	82,31	0,34	9,14	9,15	87,87	15,75
13	77,94	0,84	14,29	14,31	86,64	22,37
14	82,25	0,21	9,69	9,69	88,76	16,11
15	79,18	0,69	14,83	14,85	87,34	21,79
16	49,16	2,09	21,23	21,33	84,38	50,68
17	78,40	0,48	13,25	13,26	87,93	21,34

(zdroj: vlastní)

Vzorky medů (Tabulka 7) vykazovaly poměrně vysokou světlost, vyjma vzorku č. 16 (vřesového medu), který byl tmavší ($L^* = 49,16$). Med č. 16 měl relativně vysoký červený nádech (a^*), což koresponduje s tmavě jantarovou barvou. Mírně nižší světlost měly také medy s obsahem pylových částic, které odrážely světlo a snižovaly transmitanci. Převažující barevnou komponentou byla žlutá ($b^* > 6$), většina medů také vykazovala lehce červený nádech ($a^* > 0$). Vzorky o vysoké hodnotě světlosti L^* (č. 1, 4, 5, 7 a 11) byly při senzorickém posouzení nejčastěji charakterizovány jako medy bílé či extra světle jantarové barvy. Výsledky senzorického hodnocení světlosti tedy korespondují s instrumentálně stanoveným profilem CIE $L^*a^*b^*$ daných medů. Více světlé vzorky (č. 1, 4, 5, 7 a 11) současně vykazovaly mírně zelený nádech ($a^* > 0$) ve srovnání s ostatními typy medů.

Úhel odstínu (h°) medů byl stanoven v úzkém rozmezí 84,38 (vzorek č. 16 vřesový) až 90,80 (vzorek č. 5 lipový z Potštejna). To značí, že převažující barevný odstín medů byl sytě žlutý. Sytost barvy (C^*) se více lišila v závislosti na typu medu. Jak je patrné z Tabulky 7, medy o vyšší světlosti (L^*) měly současně nižší sytost barvy, kdežto více tmavé medy (o nižší hodnotě L^*) měly vyšší sytost barvy C^* . To je zvláště zjevné u nejtmašího medu vzorku č. 16, který vykazoval nejvyšší sytost barvy (21,33). Podobný trend bylo možné pozorovat u barevné difference, tj. rozdílu barevnosti medů vůči standardu (destilované vodě). Vzorky o vysoké světlosti (č. 1, 4, 5, 7 a 11) měly nejnižší hodnoty ΔE^* , stanovené v rozmezí 11,07 až 13,48. Naopak nejvyšší rozdíl barevnosti vůči vodě vykazoval vzorek č. 16 (50,68), jenž byl charakterizován velmi specifickým barevným profilem. Barva každého medu je způsobena pigmenty, jako jsou karotenoidy a flavonoidy, které jsou závislé na botanickém a zeměpisném původu produktu. Intenzitu barvy mohou ovlivnit také podmínky stárnutí a skladování. Barva a konzistence medu závisí také na obsahu vody, sacharidů a pylů (Al-Farsi, 2018).

9.7 Stanovení excitačně-emisního profilu medů

Výsledky měření jsou zaznamenány v Tabulce 8: Excitačně-emisní spektra medů s detekovanými fluorofory a odpovídajícími excitačně-emisními páry. Hodnotíme je jako excitační a emisní vlnové délky, které souvisí s botanickým původem medu. Proto je tato metoda využívána právě pro zjištění zralosti a botanického původu medu.

9.7.1 Výsledky měření:

Tabulka 8: Excitačně-emisní spektra medů s detekovanými fluorofory a odpovídajícími excitačně-emisními páry.

Vzorek	Excitace		Emise	
	λ (nm)	I (-)	λ (nm)	I (-)
1	347	102,04	403	1026,314
	413	1026,314	466	292,138
	684	31,957	793	1026,314
2	280	81,267	405	1026,314
	352	150,921	475	652,653
	698	43,04	724	20,708
3	281	28,643	404	1026,314
	365	73,891	467	362,627
	572	25,683	795	1026,314
4	288	107,483	403	1026,314
	413	1026,314	465	1026,314
	752	8,159	792	1026,314
5	280	26,35	404	1026,314
	363	82,54	485	287,846
	632	10,438	737	14,53
	748	12,462	795	1026,314
6	280	27,933	404	1026,314
	361	92,505	466	433,329
	606	21,105	796	1026,314
7	271	134,366	403	1026,314
	337	107,674	479	151,008
	413	1026,314	428	113,129
	614	28,357	608	11,826
8	288	126,534	404	1026,314
	341	149,314	484	320,126
	688	35,518	793	1026,314
9	333	234,7	405	752,772
	415	1020,711	471	610,38
	682	58,806	795	1026,314
10	333	138,393	404	1026,314
	414	1026,314	468	274,553
	612	43,059	795	1026,314
11	283	165,798	403	1026,314
	339	111,179	473	210,465
	680	32,672	792	1026,314

12	279	146,541	404	1026,314
	414	1026,314	463	320,169
	680	33,36	795	1026,314
13	270	19,273	405	1026,314
	414	1026,314	465	563,276
	670	20,797	793	1026,3
14	277	68,925	404	1026,314
	351	84,388	467	343,57
	413	1026,314	490	267,631
	714	19,376	794	1026,314
15	278	67,984	404	1026,314
	353	138,061	476	469,89
	683	35,22	796	1026,314
16	288	54,36	405	1026,314
	363	79,194	488	1020,429
	414	1026,314	510	805,254
	608	87,692	794	985,8
17	370	75,301	471	477
	414	1026,314	496	1026,314
	701	23,789	796	1026,3

Pozn.: λ – vlnová délka excitačního/emisního píku; I – intenzita fluorescenčního záření.

(zdroj:vlastní)

Botanický původ medu můžeme sledovat pomocí fluorescenční spektrometrie z důvodu obsahu flavonoidů a polyfenolických látek pocházejících z květového nektaru. Hodnoty vlnových délek excitačně-emisních píků a intenzit fluorescenčního záření pro naše vzorky jsou uvedeny v Tabulce č.8. Excitačně-emisní pík s hodnotami **270 – 404 nm** (ex-em) jsme pozorovali u většiny medů a souvisí s obsahem aromatických aminokyselin zejména prolinu a se zralostí medu. Jak uvádí Lenhardt a kol. (2015), excitační píky stanovené v oblasti 260-290 nm a v emisní oblasti kolem 350 nm (v naší studii kolem 400 nm) odpovídají přítomnosti aromatických aminokyselin a jsou využívány k určování botanického původu medu. U vzorků č. 1, 9, 10 a 17 jsme tento ex-em pár nenaměřili. Největší intenzitu excitace při 283 nm vykazoval vzorek č. 11 (květový z Otice). Vřesový med (vzorek č. 16) vykazoval intenzitu ex. 54,36, který by měl obsahovat nejvíce proteinů, až 1,85 hm.%. Excitačně-emisní píky s hodnotami **330 nm – 470 nm** a **414 – 470** (ex-em) jsou charakteristické pro flavonoidy a některé polyfenolické sloučeniny, které se nacházejí v květovém nektaru. V kontextu medu

jsou flavonoidy a polyfenoly důležité pro jeho antioxidační vlastnosti, a jejich fluorescence může sloužit jako nástroj pro analýzu a hodnocení kvality medu (Ruoff a kol., 2006). Vzorky 1, 7, 9, 10, 14, 16, 17 vykazovaly píky při obou vlnových délkách s různou intenzitou, tzn., že mohou obsahovat i polyfenolické sloučeniny, které bývají obsažené v lipovém medu. Píky při excitačně-emisních hodnotách **606 nm – 796 nm** (ex-em) se nachází v oblasti blízké infračervené (NIR) oblasti spektra, což je typické pro fluorescenci některých flavonoidů, polyfenolických sloučenin, chlorofylu a jeho derivátů, popřípadě porfyrinů, které jsou strukturně podobné chlorofylu. Fluorescence v této oblasti je však méně běžná než při kratších vlnových délkách, takže se jedná o specifitější typy látek. Taktéž některé bioaktivní látky nebo třísloviny mohou vykazovat fluorescenci v této oblasti spektra. Všechny testované vzorky vykazovaly pík ex-em při těchto vlnových délkách s různou intenzitou (Ruoff a kol., 2006, Lenhardt a kol., 2015)

Lze konstatovat, že mezi testovanými vzorky č. 4, 7, 9, 10, 12, 14, 16 a 17 nebyly významné rozdíly v jejich excitačně-emisních profilech. Detekované píky (ex-em) z hlediska vlnových délek a intenzity fluorescenčního záření odpovídaly květovým medům a shoda byla i pro vzorky vřesového medu (vz.č. 16) a květových lesních medů (vzorky č.6 a 17). Vzorek č. 3 (květový akátový med) měl specifický ex-em pár 572-795 nm, který se neobjevil v žádných jiných měřených vzorcích. Výsledky naší studie se také shodují s parametry fyzikálně-chemických a botanických charakteristik zahraničních druhů medů (Uçar a kol., 2023). Jsou též porovnatelné s fluorescenční analýzou cizokrajných medů (Bong a kol., 2012), poskytující údaje o specifických fluoroforech přítomných v jednotlivých medech.

10 ZÁVĚR

V předkládané diplomové práci byly zkoumány fyzikální vlastnosti medů pocházejících ze 17 různých oblastí (regionů) České republiky.

Testované medy se lišily nejen svým původem, ale i druhem medu, byly zvoleny medy jednodruhé (květové medy, med vřesový) i medy směsné (květový-lipový, květový-akátový, květový-lesní). Z hlediska základního sensorického posouzení medy vykazovaly různou barvu, od světle bílé (med květový vzorek č. 11) přes světle oranžovou a světle hnědou až po tmavě hnědou (medy květové-lesní, vzorky č. 9 a 17) či červenohnědou (med vřesový vzorek č. 16). Konzistence většiny medů byla tekutá či částečně krystalická, některé medy byly pastové a vřesový med měl specifickou tuhou konzistenci.

Jedním z klíčových parametrů, které byly u medů analyzovány, byl obsah vody. Ze stanovovaných vzorků jeden mírně překročil hodnotu 18 hm. %, a to vzorek č. 11, květový med z Otice (18,1 hm. %). Nejmenší obsah vody byl naměřen ve vzorku č. 2 (květovém medu z Ústí nad Labem) o hodnotě 13,3 hm. %. Všechny vzorky vyhovovaly požadavkům vyhlášky 76/2003 Sb., povolující max. 20 hm. % vody.

V případě titrační kyselosti vykazoval nejvyšší hodnotu 46,21 mekv/kg vzorek med č. 13 (med květový z Vizovic) a vzorek č. 15 (med květový smíšený z Brna) o obsahu kyselin 41,57 mekv/kg, které se nejvíce blížily limitní hodnotě (50 mekv/kg) stanovené vyhláškou. Na základě hodnot vodivosti bylo prokázáno, že žádný ze vzorků nemá charakter čistě medovicového medu, ale jedná se o medy květové nebo smíšené s menším podílem medovicového medu.

Polarimetrie nám poskytla informace o vzájemném poměru glukosy a fruktosy v medech. Všechny vzorky, vyjma vřesového medu, vykazovaly mírnou převahu fruktosy. Nejvýraznější zastoupení fruktosy (51,67 %) bylo stanoveno u vzorku č. 10 (medu květového smíšeného medu z Šumperka). Obecně platí, že nižší obsah vody a nižší volná kyselost jsou indikátory vyšší kvality, zatímco vyšší pH je také preferováno. Z tohoto pohledu se vzorek č. 4 (ze Vtelna v okr. Most), květový smíšený, se jevil jako nejkvalitnější. Většina analyzovaných medů vykazovala vysokou úroveň světlosti L^* , s výjimkou vzorku č. 16 (vřesového medu), který měl nižší hodnotu L^* (49,16). Tento vzorek se vyznačoval výrazným červeným nádechem (a^*), což odpovídá jeho tmavě jantarové barvě. Medy obsahující četné pylové částice měly mírně sníženou světlost, což je způsobeno odrazem světla a sníženou propustností. Převládající barevnou složkou medů byla žlutá ($b^*>6$), přičemž většina vzorků měla lehce červený nádech ($a^*>0$). Jen malá část medů (vzorky č. 1,

4, 5, 7 a 15) měla mírně zelený nádech ($a^* < 0$). Tyto vzorky se zeleným nádechem (č. 1, 4, 5, 7 a 11) měly také vysokou světlost L^* a při sensorickém posouzení byly nejčastěji charakterizovány jako medy bílé či extra světle jantarové barvy. Bylo též pozorováno, že tmavší medy (o nižší hodnotě L^*) měly vyšší sytost barvy (C^*) a vyšší barevnou diferenci (ΔE^*) vůči standardu, což bylo patrné především u vzorku č. 16.

V případě měření fluorescenční spektrometrie testované vzorky č. 4, 7, 9, 10, 12, 14, 16 a 17 vykazovaly podobné vlnové délky excitačně-emisních párů a intenzity a odpovídaly květovým smíšeným medům. Shoda byla i pro vzorek č. 16 (vřesového medu) a vzorků č. 6 a 17 (květových lesních). Vzorek č. 3 (květový akátový med) měl specifický ex-em pár 572-795 nm, který se neobjevil v žádných jiných měřených vzorcích. U vzorků č. 1, 9, 10 a 17 jsme ex-em pár, který odpovídal aromatickým aminokyselinám, nenaměřili.

Výsledky naší studie potvrzují, že fyzikálně-chemické vlastnosti medu lze využít nejen ke kontrole jeho kvality, ale také k identifikaci jeho botanického původu a typu medu. Tato práce přispívá k hlubšímu porozumění vlastnostem medů a jejich významu pro využití v potravinářství, medicíně nebo kosmetice a dalších oblastech.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AL-FARSI, M., AL-AMRI, A., AL-HADHRAMI, A., & AL-BELUSHI, S. Color, flavonoids, phenolics and antioxidants of Omani honey. *Heliyon*, 2018, 4(10), e00874. doi:10.1016/j.heliyon.2018.e00874

BEEDOL.cz. Postřiky a rezidua v medu [online]. [cit. 2025-05-05]. Dostupné z: <https://www.beedol.cz/prispevky/ufoqs/postriky-a-rezidua-v-medu/> (stránky Výzkumného ústavu včelařského)

BICUDO DE ALMEIDA-MURADIAN, L., BARTH, M., DIETEMANN, V., EYER, M., FREITAS, A. DA S. DE, MARTEL, A.-C., ... GASPAROTTO SATTLER, J. A. Standard methods for *Apis mellifera* honey research. *Journal of Apicultural Research*, 2020, 59(3), 1–62. doi: 10.1080/00218839.2020.1738135

BOGDANOV, Stefan, Peter MARTIN a Werner VON DER OHE. *Harmonised Methods of the International Honey Commission* [online]. Bern: International Honey Commission, 2009 [cit. 2025-04-30]. Dostupné z: <https://www.ihc-platform.net/ihcmethods2009.pdf>

BOGDANOV, S., LÜLLMANN, C., MARTIN, P., VON DER OHE, W., RUSSMANN, H., VORWOHL, G., PERSANO ODDO, L., SABATINI, A. G., MARCAZZAN, G. L., PIRO, R., FLAMINI, C., MORLOT, M., LHERETIER, J., BORNECK, R., MARIOLEAS, P., TSIGOURI, A., KERKVLIT, J., ORTIZ, A., IVANOV, T., D'ARCY, B., MOSSEL, B. a VIT, P. Honey quality, methods of analysis and international regulatory standards: Review of the work of the International Honey Commission. *Mitteilungen aus Lebensmitteluntersuchung und Hygiene*, 2000, roč. 90, s. 108–125

BONG, Jessie, Kerry M. LOOMES, Ralf C. SCHLOTHAUER a Jonathan M. STEPHENS. *Fluorescence markers in some New Zealand honeys*. Food Chemistry [online]. 2012, 135(3), 863–867. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.054>

BUŇKA, František, Jan HRABĚ a Bohumír VOSPĚL. *Senzorická analýza potravin I.: František Buňka, Jan Hrabě, Bohumír Vospěl*. Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, 157 s. ISBN 978-80-7318-887-0.

ČERMÁKOVÁ, Tatiana, Róbert CHLEBO a Milena HUSÁRIKOVÁ. *Kniha o medu: historie, léčitelství, kosmetika, gastronomie, tradice, produkty*. Bratislava: Eastone, 2010, 278 s. ISBN 978-80-8109-132-2.

DOMÁCÍ MED [online]. [s.l.]: Domáci med, [neznámý rok] [cit. 25. 4. 2025]. Dostupné z: <https://www.domacimed.cz>

ČESKÝ SVAZ VČELAŘŮ. ČSV 1/1999: *Hygienické zásady pro získávání, zpracování, skladování a uvádění včelích produktů do oběhu*. 1. vyd. Praha: Český svaz včelařů, 1999.

FLOTTUM, Kim. *Průručka včelaře: návod na pěstování včel na dvoře, za domem, na střeše či na zahradě*. [Praha]: Slovart, 2015. ISBN 978-80-7391-985-6.

FRANK, Renate. *Zázračný med*. Přeložil Anna ŠTORKÁNOVÁ. [Líbeznice]: Víkend, 2010. ISBN 978-80-7433-024-7.

GORDON (2016). *Effect of Illuminant/Observer on Calculation of Color Values*. HunterLab. Dostupné z: <https://support.hunterlab.com/hc/en-us/articles/207907516-Effect-of-Illuminant-Observer-on-Calculation-of-Color-Values> [cit. 25.4.2025]

KAREŠ, Jiří. *Med jako lék*. Appetit. Praha: Agentura V.P.K., 2004. ISBN 80-7334-041-0.

KLOUDA, Pavel. *Moderní analytické metody*. Třetí, upravené vydání. Ostrava: Pavel Klouda - nakladatelství Pavko, 2016. ISBN 978-80-86369-22-8.

LENHARDT, L., BRO, R., ZEKOVIĆ, I., DRAMIĆANIN, T. a DRAMIĆANIN, M. D. Fluorescence spectroscopy coupled with PARAFAC and PLS DA for characterization and classification of honey. *Food Chemistry*, 2015, roč. 175, s. 284–291.

MILDE, D. a SKOPALOVÁ, J. *Cvičení z instrumentálních metod*. 1. vyd. Olomouc: Katedra analytické chemie, Univerzita Palackého v Olomouci, 2015.

OREY, Cal. *Zázračná síla medu*. Praha: Ikar, 2012. ISBN 9788024919324.

PASCUAL-MATÉ, Ana, Sandra M OSÉS, Miguel A FERNÁNDEZ-MUINO a M Teresa SANCHO. *Methods of analysis of honey*. *Journal of Agricultural Research* 2017, 57(1), 38-74

PHAM-DELEGUE, M.-H. a DEVILLERS, J., eds. *Honey Bees: Estimating the Environmental Impact of Chemicals*. 1. vyd. Boca Raton: CRC Press, 2002. ISBN 978-0-203-21865-5. Dostupné také z: <https://doi.org/10.1201/9780203218655>

PŘIDAL, Antonín. *Včelí produkty*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 80-7157-717-0.

RATIU, Ileana Andreea, Hossam AL-SUOD, Małgorzata BUKOWSKA, Magdalena LIGOR a Bogusław BUSZEWSKI. *Correlation Study of Honey Regarding Their Physicochemical Properties and Sugars and Cyclitols Content*. *Molecules* [online]. 2020, 25(22), 5486. ISSN 1420-3049. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/molecules25225486>

RUOFF, K., KAROUI, R., DUFOUR, E., LUGINBÜHL, W., BOSSET, J. O., BOGDANOV, S. a AMADO, R. Authentication of the botanical and geographical origin of honey by front-face fluorescence spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2006, roč. 54, s. 6858–6866.

STOKLASA, Jindřich. *Včelí produkty ve výživě, lékařství, farmacii a kosmetice*. Praha: SZN, 1975.

TITĚRA, Dalibor. *Včelí produkty mýtů zbavené: med, vosk, pyl, mateří kašička, propolis, včelí jed*. Praha: Ve spolupráci s Českým svazem včelařů vyd. nakl. Brázda, 2006. ISBN 80-209-0347-X

UÇAR, Meltem, Mehmet KEMAL, Esra DEMIR KANBUR, Yakup KARA, Ali Erdem ÖZCELIK a Sevgi KOLAYLI. *The botanical, physicochemical, and biochemical characteristics of Northern Cyprus honeys*. *European Food Research and Technology* [online]. 2023, 249, 1801–1810. ISSN 1438-2377. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00217-023-04267-7>

URBAN, Miroslav. *Včelaření od jara do zimy*. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-271-0365-2

VČELAŘSTVÍ VYSOKÁ [online]. Vysoká nad Labem: Včelařství Vysoká, [neznámý rok] [cit. 25. 4. 2025]. Dostupné z: <https://www.vcelarstvi-vysoka.cz/med-vresovy/>

VESELÝ, Vladimír. *Včelařství*. Vyd. 2., upr. a dopl., V Nakladatelství Brázda 1. Praha: Brázda, 2003. ISBN 80-209-0320-8

Vyhláška č. 76/2003 Sb., o zařízeních pro chov zvířat. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2003, částka 27, s. 1656–1662.

WHITE, S. (2023). Nutrition and Plant Growth Regulator Rates for High Quality Growth of Containerized Spiderwort (*Tradescantia virginiana* L.). Master's thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University.

ZMEŠKAL, O., ČEPPAN, M. a DZIK, P. Barevné prostory a správa barev. 2002. Dostupné z: <https://docplayer.cz/16462229-Barevne-prostory-a-sprava-barev.html> [cit. 25.4.2025]

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 : Mapka dodaných vzorků medů	39
Obrázek 2: CIE-LAB sekvence barevného odstínu a orientace úhlů odstínu.....	51
Obrázek 3: Graf měření pH	54
Obrázek 4: Graf stanovení titrační kyselosti medů.....	55
Obrázek 5: Graf měření elektrické vodivosti.....	58
Obrázek 6: Graf stanovení obsahu vody v medu refraktometricky	60

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Charakterizace vzorků medu	38
Tabulka 2: Měření pH medů	53
Tabulka 3: Stanovení titrační kyselosti medů	55
Tabulka 4: Hodnoty měrné elektrické vodivosti (konduktivity).....	57
Tabulka 5: Měření indexu lomu s odpovídajícím obsahem vody	59
Tabulka 6: Hodnoty procentuálního zastoupení (poměru) glukosy a fruktosy stanovené polarimetrickým měřením.....	61
Tabulka 7: Výsledky barevnosti medů ($L^*a^*b^*$), sytosti barvy (C^*), úhlu odstínu barvy (h°) a barevné difference (ΔE^*).....	62
Tabulka 8: Excitačně-emisní spektra medů s detekovanými fluorofory a odpovídajícími excitačně-emisními páry.	64

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ex-em excitačně-emisní píky

ČR Česká republika

IHC Mezinárodní komise pro med (International Honey Commission)

NIR Blízké infračervené spektrum (Near-Infrared)

UV Ultrafialové spektrum (Ultra-Violet)

HMF Hydroxymethylfurfural

