

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



Vybrané fyzikálně-chemické vlastnosti medu

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Jan Kopecký

Obor studia: AMPP

Vedoucí práce: prof. Ing. Karel Voříšek, CSc.

© 2018 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vybrané fyzikálně-chemické vlastnosti medu" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 13. 4 . 2018

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval prof. Ing. Karlu Voříškovi, CSc. za jeho ochotu, pomoc, čas a trpělivost, jež přispěla k vytvoření této diplomové práce. Dále také knihovně Českého svazu včelařů za vypůjčené podklady a milý přístup.

Souhrn

Hlavním cílem diplomové práce „Vybrané fyzikálně-chemické vlastnosti medu“ bylo v první části seznámit čtenáře s obecnými informacemi o medu (co to vlastně med je, jak vzniká, jaké druhy medu se vyskytují a možných příměsí v medu). Tato část práce je sestavena formou literární rešerše, na základě dostupné literatury.

Druhá část diplomové práce je věnována fyzikálně-chemické analýze medu, který byl zakoupen u včelařů na různých místech České republiky. Vzorky byly zastoupeny v druzích řepkový, akátový, lipový, smíšený a medovicový med. Med byl analyzován v laboratoři České zemědělské univerzity v Praze. Zkoumány byly tyto parametry: obsah vody, obsah sušiny, obsah popelovin, elektrická vodivost, titrační kyselost, obsah hydroxymethylfurfuralu a peroxidu vodíku, diastatická aktivita. Výsledky fyzikálně-chemické analýzy jsou zpracovány ve formě tabulek a grafů. Dále jsou statisticky vyhodnoceny.

Na základě těchto zpracovaných výsledků můžeme konstatovat, že typologicky rozdílné medy vykazují v některých stanovovaných parametrech fyzikálně-chemických vlastností určité rozdíly. Jedná se zejména o parametr titrační kyselost (14,03 - 45,19 mekv/kg), obsah popelovin (0,032 – 0,830 g/100g), elektrická vodivost (11,42 – 112,30 mS/m) a obsah peroxidu (< 500 – 2000 mg/kg). Naopak v ukazatelích obsah vody (17,10 – 18,15 %) a sušiny (82,82 – 86,40 %) nebyly shledány významné rozdíly u odlišných typů medů.

Klíčová slova: med, elektrická vodivost, kyselost, hydroxymethylfurfural, diastázová aktivita a peroxid vodíku

Summary

The main aim of the diploma thesis "Some physico-chemical characteristics of honey" was to inform the reader about the general information about honey (what honey is, how it is produced, what kind of honey is available and possible admixtures in honey). This part of the thesis is compiled from available literature.

The second part of the diploma thesis is devoted to physico-chemical analysis of honey, which was purchased from beekeepers in various locations of the Czech Republic. Samples represented rapeseed, acacia, linden, mixed and honeydew honey. Honey was analysed in the laboratory of the Czech University of Life Sciences in Prague. The following parameters were examined: water content, dry matter content, ash content, electrical conductivity, titration acidity, hydroxymethylfurfural and hydrogen peroxide content, diastase activity. The results of the physico-chemical analysis were processed in the form of tables and figures. They are also evaluated statistically.

Based on these processed results, we can state that typologically different honeys have some differences in certain determined parameters of physico-chemical properties. This is mainly the titration acidity parameter (14.03 – 45.19 meq / kg), ash content (0.032 – 0.830 g / 100g), electrical conductivity (11.42 – 112.30 mS / m) and peroxide content (< 500 - 2000 mg / kg). On the contrary, the water content (17.10 – 18.15%) and the dry matter (82.82 – 86.40%) did not shown significant differences in diverse types of honey.

Keywords: honey, electrical conductivity, acidity, hydroxymethylfurfural, diastase activity, hydrogen peroxide

1 Obsah

2 Úvod	1
3 Hypotézy a cíl	2
I. Teoretická část	3
4 Literární řešerše.....	4
4.1 Co je to med	4
4.2 Druhy medů.....	5
4.3 Falšování medu	9
4.4 Pyl	10
5 Fyzikálně–chemicky stanovované parametry.....	12
5.1 Hydroxymethylfurfural (HMF).....	12
5.2 Peroxid vodíku	13
5.3 Diastáza.....	13
5.4 Obsah vody.....	14
5.5 Kyselost	15
5.6 Popeloviny.....	16
5.7 Elektrická vodivost	17
5.8 Cukry.....	17
5.9 Invertáza.....	18
6 Senzorická analýza.....	19
II. Praktická část.....	21
7 Metodika práce.....	22
7.1 Stanovení obsahu vody.....	23
7.2 Stanovení obsahu sušiny	23
7.3 Stanovení titrační kyselosti	24
7.4 Stanovení obsahu popelovin.....	25
7.5 Stanovení elektrické vodivosti	25
7.6 Stanovení obsahu peroxidu vodíku.....	26
7.7 Stanovení obsahu diastázy	26
7.8 Stanovení obsahu HMF dle Whitteho	27
8 Výsledky.....	30
8.1 Obsah vody.....	30
8.2 Obsah sušiny	30
8.3 Titrační kyselost	31
8.4 Obsah popelovin.....	32
8.5 Elektrická vodivost	33
8.6 Peroxid vodíku	33

8.7	<i>Diastázová aktivita</i>	34
8.8	<i>Obsahu HMF</i>	35
9	Diskuze	37
10	Závěr	43
11	Literární zdroje	44
12	Internetové zdroje	49
13	Seznam obrázků	50
14	Seznam tabulek	51
15	Seznam grafů	51
16	Seznam příloh	52

2 Úvod

Med je jedním z mnoha produktů včely medonosné (*Apis mellifera*), která se na naší planetě podle nalezených jantarových otisků objevuje déle než 100 milionů let. Mezi další produkty tohoto sociálně žijícího hmyzu se řadí pyl, vosk, mateří kašička, propolis a také včelí jed. Včela medonosná je však také nesmírně důležitá pro zajištění biodiverzity rostlin. 75 procent flóry střední Evropy je opylováno hmyzem a právě včela medonosná zaujímá mezi opylovači největší podíl.

V současné době dochází vlivem rostoucí lidské populace a zvyšující se životní úrovně obyvatelstva, k narůstající poptávce po sladidlech. Nejčastěji zastoupeným sladidlem je sacharóza. Nicméně zdravý životní styl vede lidstvo k hledání alternativních možností sladidel. Jedná se o různé javorové sirupy, stevii a zejména med. Tento fakt vede ke snaze obchodníků, dodat na trh co největší množství medu. Kvalita a zdravotní nezávadnost tohoto produktu může být snahou o jeho velké množství ovlivněna. Ke změně kvality však může dojít také špatnou manipulací nebo nevyhovujícími podmínkami uskladnění. Pro odhalování medů zdravotně závadných i s nevyhovující kvalitou slouží laboratorní rozbor, prováděné Státní veterinární správou. Tyto rozbor mají zachytit také med, který je do naší republiky importován z cizích zemí, kde často platí jiné veterinární zákony a nařízení, které například umožňují, při léčbě bakteriálních nemocí používat antibiotika. Antibiotika mohou zůstat v medu a distribuce tohoto medu je na trh Evropské unie zakázána.

Med však neslouží pouze jako sladidlo, ale již od počátků byl používán ke zkrášlujícím účelům i jako léčivo. Hankeová a Wegner (1998) udávají, že již královna ze Sáby i Kleopatra (69-39 př. Kr.) si nanášely pleťové masky z medu.

V porovnání s cukrem vyrobeným z řepy cukrové (*Beta vulgaris* varianta *altissima*), představuje med sladidlo s nesporně vyšší nutriční hodnotou, které je dosaženo přítomností minerálních látek, vitamínů, enzymů, organických kyselin, antioxidantů, hormonů a jiných prospěšných látek.

3 Hypotézy a cíl

Hypotéza:

Typologicky rozdílné medy (květový, medovicový, smíšený) mají rozdílné fyzikálně-chemické vlastnosti.

Cílem diplomové práce „Vybrané fyzikálně-chemické vlastnosti medu“ bylo:

- Vytvořit literární rešerši o vzniku a vlastnostech včelího medu, jeho druzích a možných látkách v medu se nacházejících.
- Analyzovat 20 vzorků včelích medů, které byly zakoupeny napříč Českou republikou.
- Získané výsledky zpracovat a statisticky vyhodnotit.

I. Teoretická část

4 Literární rešerše

4.1 Co je to med

Med je považován za jednu z nejstarších potravin. Již po tisíciletí je využíván nejen k jídlu a pití, ale také jako přírodní lék. Ne zřídka bývá pro své vlastnosti nazýván tekutým zlatem či darem bohů (Fleetwood, 2013).

Celosvětově med definuje dokument s názvem Codex standart for honey z roku 1981. Tento dokument je uznáván světovými organizacemi, jakými jsou například Světová zdravotnická organizace (WHO), Organizace pro výživu a zemědělství (FAO) i Evropskou unií.

V medu je obsaženo zhruba 200 druhů různých látek, jako jsou: komplexní směs cukrů, bílkoviny, minerály, vitamíny, organické kyseliny, aromatické látky, flavonoidy, enzymy, vosk a pylová zrna (White, 1979).

V České republice je med definován Vyhláškou č. 76/2003 Sb. (a jejími pozdějšími novelami). Tato vyhláška definuje požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony. Konkrétně med je zmiňován v odstavci 2 § 7-10. V tomto odstavci jsou vymezeny požadavky na dělení, jakost a označení medu.

Medem se pro účely této vyhlášky rozumí:

- a) medem – potravina přírodního sacharidového charakteru, složená převážně z glukózy, fruktózy, organických kyselin, enzymů a pevných částic zachycených při sběru sladkých šťáv květů rostlin (nektar), výměšků hmyzu na povrchu rostlin (medovice), nebo na živých částech rostlin včelami (*Apis mellifera*), které sbírají, přetvářejí, kombinují se svými specifickými látkami, uskladňují a nechávají dehydratovat a zrát v plástech
- b) medem květovým (nektarovým) – med pocházející zejména z nektaru květů
- c) medem medovicovým – med pocházející zejména z výměšků hmyzu (*Hemiptera*) sajícího na živých částech rostlin nebo ze sekretů živých částí rostlin
- d) pastovým medem – med, který byl po získání upraven do pastovité konzistence a je tvořen směsí jemných krystalů
- e) vytočeným medem – med získaný odstředováním odvíčkových bezplodových plástů

- f) plástečkovým medem – med uložený a zavíčkovaný včelami do bezplodových plástů, čerstvě postavených na mezistěnách, vyrobených výhradně ze včelího vosku nebo bez nich a prodávány v uzavřených celých plástech nebo dílech takových plástů
- g) vykapaným medem – med získaný vykapáním odvíčkovaných bezplodových plástů
- h) medem s plástečky – med, který obsahuje jeden nebo více kusů plástečkového medu
- ch) lisovaným medem – med získaný lisováním bezplodových plástů za použití mírného ohřevu do 45 °C nebo bez použití tepla
- i) filtrovaným medem – med, který byl po získání upraven odstraněním cizích anorganických nebo organických látek takovým způsobem, že dochází k významnému odstranění pylu
- j) pekařským medem (průmyslovým medem) – med určený výhradně pro průmyslové použití nebo jako složka do jiných potravin; může mít cizí příchut' nebo pach, může vykazovat počínající kvašení nebo mohl být zahřát.

4.2 Druhy medů

Vyhláška č. 76/2003 Sb. (a její pozdější novelizace) také rozděluje medy dle jejich původu na med květový a med medovicový. U medu květového je výchozí surovinou nektar, produkovaný rostlinami, kterým slouží jako vnadidlo pro opylovací hmyz. Druhou skupinou je med, který pochází z medovice a bývá často označován jako med lesní. Medovice je sladká šťáva produkovaná mšicemi a červci (obrázek číslo 1 a 2). Oproti medu květovému má tento med zastoupený vyšší obsah minerálních látek. Dalším rozdílným parametrem mezi květovými a medovicovými medy je obsah volných aminokyselin. Zatímco v květovém medu je množství fenylalaninu 969 mg/kg, prolinu 548 mg/kg. V medech medovicových je množství prolinu podobné (570 mg/kg) a však množství fenylalaninu je zanedbatelné (30 mg/kg). Pro vznik 1 kg květového medu musí včela navštívit minimálně tři milióny květů a urazí při tom vzdálenost, která odpovídá šesti obletům zeměkoule (Frank, 2010; Kločko et al., 2015).



Obr. č. 1 – původce medovice (*Lachnus roboris*)



Obr. č. 2 – původce medovice (*Physokermes piceae*)

V květovém nektaru je nejvíce zastoupena voda, která umožňuje regulaci jeho objemu. Dalšími obsaženými látkami jsou fruktóza, glukóza a sacharóza. Procentuální složení těchto sacharidů je ovlivněno invertázou nektarií, která hydrolyzuje sacharózu na glukózu a fruktózu (Nicolson, Nepi, Pacina, 2007). Proces přeměny nektaru v med začíná již v době, kdy včely sbírají nektar a vracejí se zpět do úlu. Během letu dochází k mísení nektaru se sekrety slinných a hypofaryngálních žláz a celý proces dále pokračuje v medném váčku včel, kam se nektar (medovice) dostává společně s glukózooxidázou, amylázou a invertázou vyloučenou z hltanových žláz včel a s dalšími enzymy (Winston, 1987; Nicolson a Human, 2008; Oddo at al., 1999). Po přiletu včel do úlu dochází k předání nektaru dalším včelám, které do již vzniklého roztoku přidávají další dávku enzymů. K odpařování vody dochází také při předávání nektaru mezi jednotlivými včelami a následně po uskladnění v buňkách včelího díla do té doby, dokud její obsah neklesne pod 17,2 %. Poté je med v buňce uzavřen voskovým víčkem, aby nedocházelo k opětovnému prostupování vodních par (Tewari, Irudayaraj, 2004).

Procentuální zastoupení jednotlivých látek obsažených v medu dle Franka (2010): fruktóza 38,2 %, glukóza 31,3 %, maltóza 7,3 %, oligosacharidy 1,5 %, sacharóza 1,3 %, voda 17,2 %, enzymy + vitaminy + barviva 2,2 %, kyseliny 0,6 %, bílkoviny 0,3 %, minerální látky 0,2 %. Minerální látky jak udává Pohl (2009) pocházejí z půdy, ze které jsou přes kořenový systém dopravovány do vegetativních částí rostlin a následně do nektaru a poté do medu. Rozdíl mezi složkami zastoupenými v nektarových a medovicových medech je uveden v tabulce číslo 1.

Pohl (2009) také udává, že mimo tyto látky a sloučeniny se v medu mohou objevovat kovové prvky. Je prý tedy nutné věnovat dostatečnou pozornost životnímu prostředí a jiným antropogenním zdrojům kovů. Zejména je třeba se zaměřit na Cd, Cr, Cu, Fe, Ni, Pb a Zn. Tyto kovy ve vysokých koncentracích představují nejen zdravotní riziko pro konzumenta, ale také nepříznivě ovlivňují jakost a kvalitu medu.

Tab.č.1 –průměrné složení medů dle URL. 1

SLOŽKA	PRŮMĚRNÁ HODNOTA (nektarový med)	PRŮMĚRNÁ HODNOTA (medovicový med)
Fruktóza	38,2 %	31,8 %
Glukóza	31,3 %	26,1 %
Sacharóza	0,7 %	0,5 %
Ostatní	9,5 %	22,1 %
Draslík	205 mg/kg	1676 mg/kg
Sodík	18 mg/kg	76 mg/kg
Vápník	49 mg/kg	51 mg/kg
Hořčík	19 mg/kg	35 mg/kg
Železo	2,4 mg/kg	9,4 mg/kg
Mangan	0,3 mg/kg	4,1 mg/kg
Křemík	9 mg/kg	14 mg/kg
Zinek	1,2 mg/kg	2,5 mg/kg
pH	3,4	6,1
Voda	18	18
Aminokyseliny	0,05 %	0,1 %

V Evropě se podle Bogdanova et al. (2014) vyskytuje více než 100 botanických druhů, které jsou schopny poskytnout jednodruhový med. Velká část těchto medů je však jakýsi symbol svých produkčních oblastí, například levandulový med produkovaný v Portugalsku, a proto jsou tyto medy na světový trh dodávány v omezené míře (Silva et al., 2017). V naší republice se nejčastěji setkáváme s medy květovými smíšenými, které obsahují nektar z mnoha druhů rostlin, dále pak s medy květovými jednodruhovými. Tyto medy obsahují převážnou část nektaru konkrétního botanického druhu (například: řepkové, lipové, akátové a slunečnicové). Hojně zastoupeny jsou u nás také medy medovicové.

Popis nejvýznamnějších českých jednodruhových medů dle Veselého et al. (2013)

❖ Řepkový med

U řepkového medu pokud není krátce po vytočení z medných plástů pastován, dochází během několik dní ke krystalizaci, z důvodu vysokého zastoupení glukózy, proto se s ním nejčastěji setkáváme v jeho krystalické podobě. Jeho barva po vytočení je jasně žlutá, krystalizací dochází k jejímu zblednutí. Chuti je nevýrazné a však pro řepkový med typické.

❖ Akátový med

Na rozdíl od medu řepkového vydrží akátový med nekrystalizovat i několik let. Tato skutečnost je způsobena vysokým podílem fruktózy. Lokalitou jeho výskytu jsou teplejší oblasti naší republiky zejména pak jižní a jihovýchodní Morava. Barvy je čiré až žlutavé s nazelenalým nádechem. Vyznačuje se jemným aroma s akátovým zakončením. Jeho chuť může konzumentům připomínat karamel.

❖ Malinový med

Vyznačuje se světle žlutou barvou, lahodnou chutí, příjemným a výrazným aroma.

❖ Jetelový (vojtěškový) med

Jedná se o světlé medy, příjemné chuti i vůně, které krystalizují v jemných krystalech v celém svém objemu. Jejich konzistence je přirozeně pastovitá.

❖ Lipový med

Jednodruhový lipový med lze v České republice vyprodukovat pouze zřídka, jelikož jeho produkce je velmi náročná na klimatické podmínky v době květu lip. Jeho barva je žlutá s nazelenavým nádechem. Jeho chuť je ostrá, pro některé konzumenty až nepříjemně drsná, vůně je příjemná a nezaměnitelná.

❖ Medovicový med

Medovicové medy jsou od medů nektarových rozpoznatelné již pouhým pohledem. Jejich barva je hnědá, často bývá až do černa. Krystaly u těchto medů jsou hrubé a dochází k jejich usazování na dno a stěny skladovacích nádob, zatímco vnitřní část medu zůstává tekutá. Vyšší obsah minerálních látek zajišťuje medovicovým medům harmonickou chuť a nižší kyselost.

Dalším dělením medů jsou medy takzvaně pastované. Pastování medu se nejčastěji provádí u nektarových medů, které rychle krystalizují. Proces pastování spočívá v řízené krystalizaci, během které dochází mechanickým třením, způsobeného včelařem, k zakulacení vznikajících krystalů a tím ke vzniku pastovité konzistence medu, jež se v průběhu skladování nemění. Tyto medy obsahují krystaly o velikosti cca 10 μm. Pro tuto úpravu jsou nevhodné medy jednodruhové akátové (Veselý et al., 2013; Pavlisková, 2013).

Proces pastování lze dle Kamlera et al. 1992 provádět dvěma různými způsoby:

- ❖ První možný způsob procesu pastování využívá již hrubě zkrystalizovaný med, který je na specializovaných strojích (pilírovacích stolicích s hladkými či zubovými mechanismy) rozdrčen. Nevýhodou této metody je potřeba speciálních strojů, proto je vhodná především pro velkozpracovatele medu.
- ❖ Druhým možným způsobem pastování medu je tzv. řízená krystalizace, u které je za dodržení určitých zásad pastován med tekutý. Mezi zásady pastování tekutého medu patří nutnost tekutého medu s obsahem vody do 19 %, nepřehřívání pastovacích nádob, při procesu pastování udržet okolní teplotu pod 20 °C, skladování již pastovaného medu při teplotě do 15 °C, míchání medu dvakrát denně po dobu 5 až 10 minut, je nutné také přidat do tekutého medu již med pastovaný (doporučený poměr 30 : 1).

Alternativní možností úpravy medu je med „tekutý“. Tento med byl po svém vytočení pouze vložen do skladovacích (prodejních) nádob. U těchto medů se v průběhu jejich skladování může vyskytnout jev nazývaný krystalizace medu. Jev je způsoben faktem, že se jedná o přesycený roztok cukrů a skládá se ze dvou částí. V první fázi dochází k nukleaci, jedná se o vytvoření zárodečných krystalů, přičemž délka fáze závisí na podmínkách získávání a skladování medu. V druhé fázi již dochází k vlastní krystalizaci, kdy jsou krystaly vidět pouhým okem. Krystalizace medu je ovlivněna jeho botanickým i zeměpisným původem, teplotou, obsahem vody i zastoupením jednotlivých cukrů (Veselý et al., 2013). Krystalizace medu nikterak nepůsobí na kvalitu medu, může však způsobit technologické potíže při manipulaci či plnění prodejních obalů.

V případě krystalizace tekutého medu můžeme, jak uvádí Kamler et al. (1992) docílit jeho obnovené tekuté konzistence a to zvýšením teploty medu na 45 °C. Doba ztekucování takovýchto medů se pohybuje v rozmezí 48 – 72 hodin a je závislá na množství medu a velikosti skladovacích nádob.

4.3 Falšování medu

Pojem med lze použít pouze pro přírodní sladkou látku, produkovanou včelami (*Apis mellifera*), získanou z nektaru a sekretů živých částí rostlin nebo z látek produkovaných hmyzem, které na takovýchto rostlinách škodí sáním. Tyto látky jsou včelami sbírány a přetvářeny přídatkem charakteristických látek. Následně jsou ponechány v plástech, kde dochází k jejich vyžrání (Směrnice rady 2001/110/ES, 2001).

Jelikož je med ceněným přírodním sladidlem, dochází ke snaze vyprodukovat jej v co největším množství. Děje se tak převážně jeho ředěním s kyselými invertázovými sirupu

(Kukurová et al., 2006). Peroutka při rozhovoru s Horeckým (2011) udává, že není v současnosti prvotní problém v přítomnosti reziduí antibiotik, ale v nastavování medů sirupy, získanými štěpením převážně kukuřičného škrobu, jak bylo řečeno na včelařském kongresu, konaném v Argentině. V takovýchto medech není obsažena fruktóza, což vede k faktu, že med není schopen krystalizace a vyhovuje tak požadavkům mnoha konzumentů. Státní zemědělská a potravinářská inspekce disponuje přístroji, které jsou schopny tento typ falšování odhalit. Kontrolní vzorky jsou však odesílány do specializované laboratoře v německých Brémách, kde jsou rozborovým analýzou poměru uhlíkových izotopů rostlin C3 a C4.

Tato analýza je využívána k prokázání přidání cukerných sirupů (kukuřičný, glukózový, sacharózový). Vzhledem k tomu, že poměr uhlíkových izotopů rostlin C 4 a C 3 se ve fotosyntetických cyklech liší, předpokládá se, že přírodní med má charakteristické vlastnosti rostlin C 3, protože včely shromažďují svůj nektar z rostlin dvouděložných. Zatímco C 4 pochází z jednoděložných druhů, kterými je cukrová třtina a kukuřice. Poměr izotopů přenesený do medu včelami pak může být stanoven hmotnostní spektrometrií izotopového poměru (IRMS), která byla oficiálně přijata Asociací oficiální analytické chemie pro detekci falšování medu (Simsekr et al., 2012). Dále jsou používány metody: kapalinová chromatografie spojená s refraktometrickým detektorem, aniontoměničová chromatografie spojená s pulzní amperometrickou detekcí, plynová chromatografie připojená k plamenově ionizačnímu detektoru nebo hmotnostní spektrometrie (Megherbi et al., 2009).

V případě falšování medu nelze však hovořit pouze o nastavování medu různými sirupy, ale také o nepravdivých údajích, které jsou uváděny na etiketách a souvisejí s původem medu (jako příklad je možné uvést med z Ukrajiny, který byl vydáván za med z České republiky).

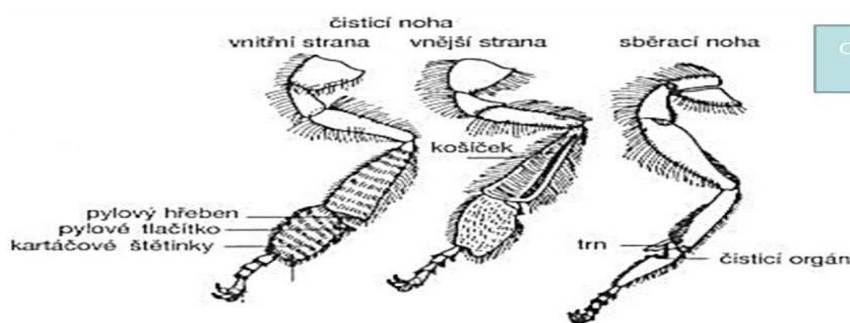
4.4 Pyl

Pylová zrna jsou samčí pohlavní buňky rostlin, obsahující sacharidy (nejvíce jsou zastoupeny polysacharidy), lipidy, enzymy, bílkoviny a dále barviva, ze kterých jsou v nejvyšším zastoupení karotenoidy a flavonoidy. Pylová zrna se uvolňují z prašníků (horní části tyčinky) květu. V okamžiku dozrání pylových zrn v prašníku, dochází k jeho puknutí a k uvolnění těchto zrn. V případě hmyzosnubných rostlin dochází prostřednictvím opylovače, jehož tělo má kladný elektrický náboj, k přenosu pylového zrna, které má záporný elektrický náboj na bliznu květu. Opylovačem nám nejznámějším je včela medonosná, která sbírá pyl

cíleně pro pokrytí dostatku bílkovin v potravě, tak také nevědomě při sběru nektaru (Cramp, 2013). Těto skutečnosti se využívá při analýze pylového zrna, která slouží k určení geografického původu medu tzv. melissopalynologii.

Při analýze pylu je, jak udává Kamler et al. (1992), věnována pozornost morfologii pylových zrn. Pylová zrna různých botanických druhů se liší svojí velikostí, tvarem, počtem a polohou apertur a brázd a přítomností či absencí vzdušných vaků.

Sběr pylu probíhá dle Kubišové a Titěry (1988) u včel samotářských, které patří do skupiny tzv. břichosběrných včel tak, že dochází k jeho ulpívání na spodní straně zadečku v podobě miliónů pylových zrn a takto je dopravován do hnízda. U včely medonosné, která patří do skupiny včel nohosběrných, je pyl po sběru upravován do tzv. rousek a teprve takto je přepraven do úlu. Postup jeho sběru je závislý na typu rostliny, která pyl poskytuje. U rostlin s otevřeným květem (jabloně, růže) pobíhá včela vysokou rychlostí po květu a pyl shromažďuje do svých košíčků. V případě uzavřených květů, které mají akát a jetel, se včela posadí na člunek, čímž aktivuje trubku tyčinek, ty jsou srostlé s pestíky. Pyl z takovýchto květů se včele hromadí na přední části hlavy a nohách, odkud je spojen v rousky způsobem odehrávajícím se bezprostředně na květu a pokračujícím během letu. Na květu dochází k vyčesávání pylu z prašníků pomocí předních končetin včel (obrázek číslo 3) a k jeho zvlhčování obsahem medného váčku. Během tohoto procesu se do pylu dostávají sekrety včelích žláz a cukry, ty následně ovlivňují údržnost a kvalitu rouskového pylu. Při přeletu mezi květy si včela sčesává ulpělý pyl z oblasti hlavy a hrudi prvními dvěma páry končetin. K vyčesání pylu z oblasti zadečku pak využívají včely třetí pár končetin. Shromážděný pyl z prvních dvou párů končetin je přemístěn na třetí pár, kde ulpí na kartáčcích tohoto páru. Následně je umístěn na spodní stranu holeně, kde je stlačován a posunován do košíčků na vnější straně holení. Košíček je malá jamka s mohutným chloupkem, u kterého je rousek nabalován a přidržován dalšími jemnými chloupky, jež obklopují košíček po stranách. Poté co se včela s pylovými rousky vrátí zpět do úlu, vloží je pomocí prostředního páru nohou do buňky.



Obr. č. 3 – anatomie končetin včel

5 Fyzikálně–chemicky stanovované parametry

5.1 Hydroxymethylfurfural (HMF)

Koncentrace hydroxymethylfurfuralu je společně s obsahem diastázy široce používaný indikátor kvality medu. Jedná se o cyklický aldehyd, vznikající Maillardovou (obrázek 3) a karamelizační reakcí rozkladem sacharidů (nejčastěji hexóz). Maximální přípustná hmotnost v 1 kg medu je podle evropské normy stanovena na 40 mg. Po překonání této hranice, by měl být med označen a použit jako med pekařský. Výjimkou jsou medy, které pochází z oblastí s tropickými teplotami, tyto medy mohou obsahovat nejvýše 80 mg HMF / kg medu. K zvýšení množství HMF může dojít při neodborném zahřívání medu, skladováním medu v nevyhovujících podmínkách nebo jeho stárnutím (Burešová, 2012; směrnice 2001/110/ ES). Podle Anama a Darta (1995) mohou obsah hydroxymethylfurfuralu ovlivnit také pH, celková kyselost a obsah minerálních látek. Tyto faktory jsou ovlivněny druhem rostlin, z kterých pochází snůška nektaru. Lee a Nagy (1990) zase udávají, že se tato látka v kyselém prostředí může tvořit již za nízkých teplot.

V současné době je pro člověka HMF považován za potenciálně karcinogenní látku, také může být metabolizován na karcinogenní sloučeniny jako je např. sulfoxymethylfurfural. Dále bylo prokázáno, že vysoká koncentrace HMF vyvolává u člověka dráždění očí, kůže, sliznic a snížení metabolismu granulocytů (Capuano, Fogliano, 2011).

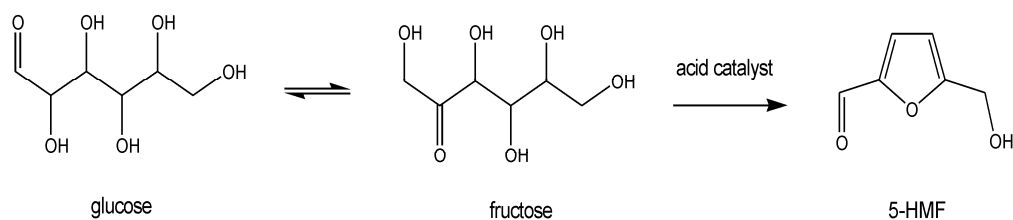
Vznik hydroxymethylfurfuralu je zapříčiněn rozdílnou reaktivností glukózy a fruktózy. Zatímco glukóza reaguje pomaleji, tvoří velmi stabilní strukturu a její enolizace, která určuje rychlost tvorby HMF je pomalá. Fruktóza reaguje velmi rychle a rychlý je i její enolizační proces (Kuster, 1990).

Mezinárodní komise pro med se shodla na vydání tří závazných metod pro stanovení HMF (Bogdanov et al., 2009).

- ❖ **Stanovení spektrofotometricky Whiteovou metodou** – při této analýze jsou navážené vzorky medu rozpuštěny v Carrezových roztocích 1 a 2, poté se roztok rozdělí na dvě části. První vzorek je vystaven reakci s hydrogensířičitanem sodným a do druhého vzorku je přidána destilovaná voda. Následně se vzorky proměřují při vlnových délkách 284 nm (roztok s destilovanou vodou) a 336 nm (roztok s hydrogensířičitanem sodným). Výsledná hodnota je vypočtena jako rozdíl mezi vlnovou délkou 284 a 336 nm vynásobena příslušnými koeficienty.

- ❖ **Stanovení spektrofotometricky dle Winklera** – při této metodě je spektrofotometricky měřeno při vlnové délce 550 nm vínově červené zbarvení, které vzniká reakcí kyseliny barbiturové s p-toluidinem.

HPLC stanovení – dle Jeuringa a Koppersa (1980) je med rozpuštěn v destilované vodě a následně je měřena hladina HMF na sloupci HPLC. Reverzní fází je v tomto případě voda a mobilní fází metanol. Detekce obvykle probíhá v UV rozsahu, při vlnové délce 285 nm.



Obr. č. 4 – vznik hydroxymethylfurfuralu

5.2 Peroxid vodíku

Peroxid vodíku (H_2O_2) je hlavní marker spojený s antibakteriální aktivitou medu. Proto měření endogenního peroxidu vodíku má velký vliv na určení antibakteriální aktivity a tedy působí i při konzervaci medu (Dan Li et al., 2017). Peroxid vodíku se v medu vytváří jako vedlejší produkt oxidace glukózy enzymem glukooxidázou a následně je rozložen na molekuly vodíku a kyslíku. Reakce je zapříčiněna invertázou z hltanových žláz (Gauhe, 1940). Jeho množství je závislé na množství a pestrosti potravy, také však na zdravotním stavu včel a způsobu uskladnění medu (Alaux et al., 2009; Pernal, Currie, 2000).

5.3 Diastáza

Hladiny enzymů jsou v medu poměrně nízké. Přesto hrají velmi důležitou roli v kontrole kvality medu. Hladina diastázy je společně s množstvím hydroxymethylfurfuralu nejčastěji využívaným kritériem čerstvosti medu. Veselý et al. (2013) udává, že se jedná o soubor enzymů, pocházejících z hltanových žláz včel, které se účastní štěpení škrobu ve směsi maltózy a maltotriózy. Diastáza je termolabilní látka, jejíž stabilita je však vyšší, než je tomu v případě invertázy. Její nízká aktivita může vypovídat o faktu, že došlo k nešetrnému zahřátí medu (Vorlová et al., 2002).

Diastatická aktivita je definována jako množství enzymu v 1 g medu, které je schopno hydrolyzovat 0,01 g škrobu za 60 minut a teplotě 40 °C. Výsledek je vyjádřen jako diastázové číslo v jednotkách Göthe nebo Shade (Ahmed et al., 2013). Podle Codex Alimentarius a Evropské unie je hladina diastázy u kvalitního medu 180 mg v kg medu (Bogdanov et al.,

2009). V Evropské unii však dochází k opakovaným stížnostem na med získaný z neporušených lesních oblastí, a to kvůli nižší hladině enzymů. Je však dokázáno, že i med s nízkou enzymatickou hladinou (diastáza a invertáza) < 15 mg / kg může splňovat standard kvality (Fauzi, Farid, 2015). Evropská směrnice 2001/110/ES udává, že pokud dojde k poklesu hladiny diastázy pod hodnotu 8 Göthe jednotek, v případě medů získaných z nektaru necitrusových rostlin a 3 Göthe jednotky v případě medů z nektaru citrusových rostlin, současně s vyšší hodnotou HMF než 15 mg/kg, měl by být med označen jako med pekařský, neboť jeho kvalita je značně degradována (Thrasylvoulou et al., 2018). Ke snížení diastatické aktivity dochází např. při vystavení medu teplotám převyšujících 60 °C (Yücena a Sultanog˘la, 2013).

Pasias et al. (2018) uvádí, že rozdíly v aktivitě diastázy mohou být způsobeny věkem včel, oblastí sběru nektaru, obsahem nektaru v nektariích a obsahem cukrů v nektaru. Ghan et al. (2015) provedl výzkum, při němž dokázal, že rychlý tok koncentrovaného nektaru vede ke snížené aktivitě diastázy. Guler et al. (2014) již před tím prokázali, že také příkrmování včelstev vede k nižší aktivitě diastázy.

Dle Bogdanova et al. (2009) jsou v současné době k dispozici dvě metody, které slouží k určení aktivity diastázy v medu.

- ❖ **Schadeho metoda stanovení diastázy** – Během analýzy dochází k hydrolyzování roztoku škrobu a jódu (tento roztok je modrého zbarvení), je měřen časový úsek, který je potřeba k absorbanci na hodnotu 0,235 nebo jsou Schadeho jednotky vyjádřeny jako množství diastázového enzymu, který je schopen rozložit 0,01 g škrobu za časový úsek 1 hodina a teplotě 40 °C.
- ❖ **Phadebas diastázový test** – diastatická aktivita je úměrná stanovené fotometrické aktivitě při 620 nm.

5.4 Obsah vody

Voda je po cukrech druhá nejvíce zastoupená složka medu. Její množství se může u vyzrálých medů pohybovat v rozmezí 15 – 21 g/100 g medu. Množství je ovlivněno botanickým původem, stupněm zralosti v úle, technikou zpracování a způsobem skladování (Yücel a Sultanog˘lu, 2013). Množství vody v medu se také může zvýšit v oblastech s vysokou relativní vlhkostí a také v souvislosti s ročním obdobím, jelikož produkce nektaru je vyšší v období dešťů a jelikož je med hyroskopická látka, absorbuje vlhkost obsaženou v atmosféře (Karabagias et al., 2014).

Maximální obsah vody, vyjádřený v %, je definován vyhláškou číslo 76/2003 Sb. (a jejími pozdějšími novelami) a je stanoven na 20 %. V případě „Českého medu“ je požadován obsah vody, který nepřevyšuje 18 %. V obchodních sítích se však nejčastěji setkáváme s medy, které obsahují přibližně 19,5 % vody. Jenom nízký obsah vody zajišťuje spotřebiteli vysokou údržnost, mikrobiální i biochemickou stabilitu medu. V případě že obsah vody přesahuje hranici 21 %, stává se med náchylný k nežádoucím kvasným procesům, které jsou urychlovány vyšším obsahem vody. Na povrchu takto zasaženého medu se vytváří bílá pěna a jeho chuť je nakyslá. Tento produkt však není pro člověka zdraví škodlivý a v případě řízeného kvašení bývá využíván k výrobě medovin. Naopak obsah vody pod 17 % urychluje krystalizaci medu (Titěra, 2012).

Bogdanov et al. (2009) pro určení obsahu vody uvádí **refraktometrické stanovení**. Princip této metody vychází z předpokladu, že se zvyšujícím obsahem pevných látek dochází k vyšší schopnosti lomu světla. Tato metoda je velmi snadno a rychle proveditelná, z důvodu komerčně vyráběného přístroje refraktometru (obrázek 4), který slouží pro tuto analýzu. Proto se s touto metodou často setkáváme při výkupu medu.

Dalším možným způsobem jak lze určit obsah vody přítomný v medu, spočívá ve vysušení naváženého vzorku medu v sušárně při teplotě 103 ± 2 °C a následném vypočtení rozdílné hmotnosti vzorku před a po vysušení.



Obr. č. 5 – refraktometr pro určení obsahu vody v medu

5.5 Kyselost

Přestože dosud nebyla stanovena optimální pH hodnota pro kvalitní med, udává se, že hodnota mezi 3,2 – 4, 5 je přirozená kyselost medu, která brání množení a šíření mikroorganismů (Karabagias et al., 2014). Podle Ribeira et al. (2014) může být stanovení pH korelováno s jinými parametry nefalšovaného medu pro ověření jeho pravosti. Například přidáním kukuřičného sirupu, který obsahuje velké množství fruktózy, má za následek významné zvýšení pH.

Volná kyselost je parametr (Moriera et al., 2007), který souvisí se zhoršenou kvalitou medu. Projevuje se přítomností organických kyselin v rovnováze s laktonem, vnitřními estery a anorganickými ionty (fosfáty, sulfáty, chloridy). Podle Codex Alimentarius Committee on Sugars (2001) je maximální přípustná hodnota volné kyselosti 50 miliekvivalentů. Hodnoty nad tuto hranici mohou značit fermentaci cukrů na organické kyseliny, které již nebudou v rovnováze (Codex Standard for Honey, 2001).

Metody určování kyselosti podle Bogdanova et al. (2009):

- ❖ **Stanovení pH a volných kyselin titrací** – vzorek medu je rozpuštěn v destilované vodě a následně titrován 0,1 M hydroxidem sodným na pH roztoku 8,3 (v případě použití fenolftaleinu probíhá titrace do světle růžového zbarvení, jež vydrží 10 sekund). Výsledek je vypočten z množství hydroxidu sodného, spotřebovaného při titraci.
- ❖ **Stanovení celkové kyselosti a laktonů** – stanovení této kyselosti se provádí ve vzorku 10 % roztoku medu s destilovanou vodou. V případě celkové kyselosti dochází k vynesení neutralizační křivky po titraci roztokem hydroxidu draselného. Množství laktonů je zjištěno přesycením roztoku hydroxidem sodným a následnou zpětnou titrací kyselinou sírovou.

5.6 Popeloviny

Obsah popela dokládá přítomnost minerálních látek v medu, je tedy měřítkem jeho kvality. Vysoký obsah některých minerálních látek v medu může značit znečištěné životní prostředí, neboť obsah závisí na jejich výskytu v půdě, na které rostou rostliny poskytující nektar (Karabagias et al., 2014; Suárez- Lague et al., 2005). Obsah popela lze také využít jako parametr nutričních hodnot medu. Nejhojněji je zastoupen draslík (rozpětí 200 – 900 ppm), toto množství odpovídá 45 až 85 % všech obsažených minerálních látek. Dalšími hojně zastoupenými minerály jsou sodík, vápník a hořčík. Tento fakt byl prokázán analýzou portugalských medů a porovnáním získaných výsledků s dostupnou literaturou (Alves et al., 2013).

Codex Alimentarius Committee on Sugar (2001) nestanovuje pro množství popela žádnou doporučenou hodnotu, nejčastěji se však množství popela podle Chakira (2011) pohybuje kolem hranice 0,17 % (0,02 až 1,03 %). Obsah minerálů ovlivňuje barvu a také chuť medu, čím vyšší je obsah minerálů, tím je med tmavší a jeho chuť je výraznější. Existuje také pozitivní korelace mezi obsahem minerálů, barvou a elektrickou vodivostí medu (Silva et al., 2016).

Stanovení popelovin probíhá žíháním naváženého vzorku medu v křemičitém kelímku nad kahanem a jeho následným vložením do spalovací pece, kde dochází při 550 °C k dokonalému zpopelnění. Výsledek je vypočítán jako rozdíl kelímku před spalováním a po spálení (Bogdanov et al., 2009).

5.7 Elektrická vodivost

Elektrická vodivost je podle Yücena a Sultanog˘la (2013) úzce spojena s obsahem minerálních látek a kyselin, jejichž ionty jsou v medu přítomny. Čím více je v medu obsaženo minerálních látek (popelovin) a iontů kyselin, tím vyšší je výsledná elektrická vodivost medu.

Stejně jako v případě předešlých parametrů je i elektrická vodivost využívána ke kontrole kvality medu. Také měřením elektrické vodivosti můžeme rozlišit medy květové od medů medovicových. Na rozdíl od předešlých parametrů nelze z elektrické vodivosti stanovit zeměpisný původ medu, jak prokázal Kaškoniene et al. (2010), který tuto studii ověřoval na vzorcích medů získaných z různých regionů Litvy. Povedlo se mu však prokázat silnou korelaci mezi elektrickou vodivostí jednodruhových medů a obsahem v medu přítomných pylových zrn, přičemž nejnižší elektrickou vodivost 0,27 mS/cm vykazovaly medy řepkové. Stanovení elektrické vodivosti může dle standardů Codex Alimentarius (2001) nahradit stanovení obsahu popela a to právě z důvodu souvislosti s množstvím minerálních látek, které jak je popsáno v parametru popeloviny (kapitola 5.6) ovlivňují množství popelovin. Podle tohoto kodexu je maximální doporučená hodnota elektrické vodivosti stanovena na 800 mS/cm.

Elektrická vodivost v medu je stanovena konduktometrickým měřením v medném roztoku, který obsahuje ekvivalentní množství 20 g sušiny. Tímto roztokem dochází k oplachování vodivostní cely konduktometru.

5.8 Cukry

Cukry medu jsou tvořeny včelami z nektarové sacharózy, která je přetvářena enzymy α - a β - glukosidázou, α - a β - amylázou a β - fruktosidázou. Nejčastěji v medu nacházíme monosacharidy 65 – 80 %, fruktóza tvoří 38,5 %, glukóza pak 31%. Průměrný poměr mezi nimi je 1,2 : 1. Tento poměr je však závislý na zdrojích nektaru. Obsah sacharózy je velmi důležitý parametr pro posouzení zralosti medu. Je analyzován za účelem posouzení nesprávné manipulace s medem či jeho falšování jinými sladidly, jako jsou třtinový nebo rafinovaný cukr (Silva et al., 2016; Escuredo et al., 2014). Kukurová et al. (2008) dokládají: bylo

zjištěno, že poměr glukózy a fruktózy společně s poměrem glukózy a vody je oproti jiným vyhodnocovaným parametrům specifitější a také přesnější ukazatel kvality medu.

V případě určování obsahu cukrů je dle Bogdanova et al. (2009) mezinárodní komisí pro med vydáno několik postupů.

- ❖ **Stanovení zdánlivě redukujejících cukrů a zjevné sacharózy** – ze zdánlivě redukujejících cukrů stojí za zmínku zejména fruktóza a glukóza. Tyto cukry jsou detekovány Fehlingovou metodou. Zdánlivě redukujející cukry mají schopnost redukovat Fehlingovo činidlo, ale pouze za určitých podmínek. Zdánlivá sacharóza je pak definována jako 0,95 rozdíl mezi zdánlivě redukujejícími cukry před a po prodělané hydrolýze. Tato metoda stanovení je přizpůsobena původní metodě stanovení sacharózy podle Lana a Eynona.
- ❖ **HPLC metoda stanovení cukrů** – tato metoda je velmi přesná pro stanovení fruktózy, glukózy, sacharózy a maltózy. Princip této analýzy vychází z metod publikovaných Bogdanovem a Baumanem. Po filtraci medového roztoku dochází k stanovení obsahu cukrů metodou vysokoúčinné kapalinové chromatografie.
- ❖ **Určení cukrů metodou GC** – tato metoda slouží k určení převládajících cukrů obsažených v medu. Sacharidy a jejich oximy silylují a následně se oddělují jejich deriváty a je možné určit jejich množství plynovou chromatografií, s použitím mannitolu jako standardu.
- ❖ **Metoda HPLC s pulzní amperometrickou detekcí** – Principem této metody je: některé cukry se mohou chovat jako slabé kyseliny a také mohou být částečně nebo zcela ionizovány. Proto v těchto případech může dojít k oddělení pomocí mechanismu výměny iontů. Sacharidy jsou následně eluovány roztokem hydroxidu sodného a detekovány pulzním amperometrem.

5.9 Invertáza

Invertáza je, jak uvádí Bogdanov et al. (2009), přední enzym glykoproteinového původu vyskytující se v medu, do kterého se dostává z hltanových žláz včel. Jeho posláním je štěpit sacharózu na glukózu a fruktózu, ty mohou být následně včelami využity. Rozštěpením sacharózy dochází ke zvýšení rozpustnosti vzniklých sacharidů ve vodě a tím i vyšší stabilitě medu. Měření aktivity invertázy je využíváno k ověření čerstvosti medu a jeho jakosti.

Postup používaný mezinárodní komisí pro med využíváný k určení invertázové aktivity je dle Bogdanova et al. (2009) založen na rozkladu p – nitrofenylu – α – D – glukopyranosidu

a následném fotometrickém stanovení produktů při vlnové délce 400 nm. Výsledek je vyjádřen jako množství substrátu v mikromolech, který se rozložil v kg medu.

6 Senzorická analýza

Krom výše uvedených parametrů určujeme jakost a kvalitu medu také pomocí sensorického posouzení jeho znaků. Sensorická analýza je využívána v oblastech napříč potravinářským spektrem a jejím cílem je stanovení organoleptických profilů potravin. Princip této analýzy je založen na hodnocení organoleptických vlastností pomocí zraku, čichu, chuti i hmatu. V případě medu je sensorická analýza využívána jako doplňková součást fyzikálně - chemické a pylové analýzy. Jedná se o analytický nástroj sloužící k hodnocení botanického původu, vady medů, fermentace, přítomnosti nečistot, zakouření nebo kovové chuti medu. Tyto znaky laboratorní fyzikálně - chemická analýza doposud nedokáže diagnostikovat. Nejvýznamnější roli má tato analýza při určování preferencí spotřebitelem (Marcazzan et al. 2018; Piana et al., 2004).

Včelaři si mohou sensorickou analýzu pro své účely provádět již při vytáčení medu. Jedná se tedy o velmi rychlou, nenákladnou a jednoduchou metodu.

V minulosti docházelo k analyzování medů zkušenými odborníky, kteří hodnotili vzorky na základě svých znalostí (tzv. tradiční metoda hodnocení). Nevýhodou tohoto hodnocení bylo jeho vědecké neuplatnění, jelikož se jednalo o subjektivní hodnocení danými hodnotiteli. Proto došlo v roce 1960 Pangbornem k vytvoření nové moderní metody sensorického hodnocení. Tato nová metoda již využívala specifické hodnotící protokoly a výsledky byly zpracovány statistickými programy, které zajišťovaly objektivní vyjádření výsledků (Pangborn, 1964). Roku 1998 došlo mezinárodní komisí pro med (IHC) k vytvoření hormonizovaných podkladů které obsahují vzorník vůní a barev medů, dále navrhla metodu hodnocení vad medu (Piana et al., 2004).

Při sensorické analýze dochází tedy k hodnocení barvy, konzistence, chuti a vůně.

❖ Barva

Barva medu je jeho atraktivním atributem a jako takový je důležitý pro jeho odbyt. Jedná se o důležitý parametr kvality, přijetí a preferencí spotřebitelů (Lilva et al., 2016). Tuberoso et al. (2014) udává: barva medu se může lišit a je zastoupena ve škále od světlých tónů až po tmavé jantarové zbarvení. Codex Alimentarius pro cukry udává barvy medu jako téměř bezbarvé až tmavě hnědé. Nejčastěji jsou zastoupeny jasně žluté, červené nebo zelené odstíny. Právě barva medu v mnoha zemích ovlivňuje jeho cenu, kdy ve většině států je hodnotnější

med světlých barev, najdou se však i země, kde je ceněn med tmavý. Barva medu je ovlivněna jeho botanickým původem, obsahem minerálů, teplotou v úle a délkou skladování (Gámbaro et al. 2007).

❖ Konzistence

Dle konzistence můžeme předběžně určit původ medu. Jak již bylo popsáno výše, akátové medy si zachovávají tekutou konzistenci, naopak u medů řepkových a jetelových se setkáváme s jemnými krystaly. V případě tvorby hrubých krystalů můžeme mít podezření, že se jedná o uměle připravený sirup či cukr invertovaný (Veselý et al., 2013).

❖ Chut'

Chut' medu můžeme dle Veselého et al. (2013) rozdělit do několika kategorií.

- Málo výrazná chut' – je zapříčiněna vysokým zastoupením zimních cukerných zásob nebo se jedná o med medovicový.
- Výrazná až ostře kyselá chut' – jedná se o chut' falšovaného medu, který je získán invertováním cukru kyselou hydrolyzou.
- Moučná chut' – Tato chut' je vyvolána přítomností rouskovaného pylu v medných zásobách

Podle Marcazzana et al. (2018) je konzument schopen rozpoznat ještě chut' kovovou, která je popsána jako pocit mírného brnění v ústech, zapříčiněné přítomností stopového množství železitých nebo jiných kovových iontů. Ty se do medu dostávají ze zařízení, která slouží k získávání a zpracování medu.

❖ Vůně

Veselý et al. (2013) rozděluje vůně medu takto:

- Nevýrazné až prázdňové – způsobena cukernými zásobami.
- Ovocná vůně připomínající svařený roztok cukru – tato vůně je způsobena přehřátím medu, v kterém došlo k vytvoření HMF, další příčinou může být med získaný invertováním cukru kyselou hydrolyzou.
- Medová vůně – typická vůně většiny nefalšovaných medů.
- Vůně kvasnic – med byl připraven invertováním cukru pomocí kvasnic.
- Velmi výrazná vůně – jedná se o vůni, která se vyskytuje u medů získaných z aromatických rostlin, které se vyskytují na jižním území Evropy a dále o medy pohankové a vřesové.

II. Praktická část

7 Metodika práce

V této práci byla provedena fyzikálně - chemická analýza 17. vzorků medů. Jednalo se o medy darované či zakoupené u malých včelařů na různých místech České republiky (tabulka číslo 2), grafické znázornění medů dle jejich původu dokládá příloha číslo 9. Nejednalo se tedy o vzorky zakoupené v síti obchodních řetězců. Vzorky byly analyzovány v laboratoři katedry mikrobiologie, výživy a dietetiky na České zemědělské univerzitě v Praze, modifikovanými metodami, které udává mezinárodní komise pro med. Výjimkou byla metoda stanovení obsahu HMF dle Whitteho, zde byla použita modifikovaná metoda stanovení hydroxymethylfurfuralu (HMF) v medu pomocí spektrofotometru LAMBDA, publikovaná společností PerkinElmer. Druhou výjimkou bylo stanovení obsahu peroxidu vodíku, které bylo provedeno subjektivní metodou pomocí diagnostických papírků Quantofix.

Seznam vzorků		
Evidenční číslo	Lokalita původu	Typ vzorku
1	Suchdol (Praha 6)	Med květový smíšený
2	Suchdol (Praha 6)	Med květový smíšený
3	Neurčeno (prof. Voříšek)	Med květový smíšený
4	Kopeč (okres Mělník)	Med květový smíšený
5	Ktová (okres Semily)	Med květový lípa
6	Ktová (okres Semily)	Med květový řepka
7	Kopeč (okres Mělník)	Med květový akát
8	Chodov (okres Domažlice)	Med květový akát
9	Šanov (okres Rakovník)	Med květový akát
10	Chodov (okres Domažlice)	Med květový lípa
11	Bochov (okres Karlovy Vary)	Med květový lípa
12	Suchdol (Praha 6)	Med květový akát
13	Rudná (okres Praha – západ)	Med medovicový
14	CHKO Blaník (okres Benešov)	Med medovicový
15	Kostelec n. Čl. (okres Praha – východ)	Med medovicový
16	Mokřina (okres Cheb)	Med medovicový
17	Chodov (okres Domažlice)	Med medovicový

Tabulka č. 2 – seznam analyzovaných vzorků

Naměřené výsledky byly zpracovány počítačovým programem Microsoft Office Excel 2007 a statistickým programem Statistica 12.

7.1 Stanovení obsahu vody

Obsah vody v medu patří mezi jeden ze základních ukazatelů, aby mohlo dojít k zachování kvality a vysoké jakosti medu, je zapotřebí udržet obsah vody do 20 %. Pro účel stanovení obsahu vody byl použit refraktometr RHN1 – ATC, který je speciálně navržen pouze pro stanovení obsahu vody v medu.

Pomůcky:

- refraktometr RHN1 - ATC
- kapátko
- kalibrační hranol

Chemikálie:

- kalibrační roztok mannitolu

Pracovní postup:

Malé množství medu (odpovídající hmotnosti 3 g) bylo vloženo do skleněné baňky, uzavřeno a přemístěno do vodní lázně o teplotě 40 °C. Po rozpuštění krystalů a vychlazení vzorku na teplotu místnosti, byly nanесeny 2 kapky na hranol refraktometru a uzavřeny průsvitným víčkem. Po jedné minutě byla odečtena hodnota na stupnici refraktometru s přesností na jedno desetinné místo. Stanovení bylo provedeno ve třech opakováních.

Kalibrace refraktometru:

Na kalibrační hranol byl nanесen kalibrační roztok a refraktometr byl kalibrován na teplotu laboratoře (23 °C).

7.2 Stanovení obsahu sušiny

Stanovení sušiny medu bylo provedeno sušením vzorku společně s křemičitým pískem do konstantní hmotnosti.

Pomůcky:

- hliníková miska
- váhy
- skleněná tyčinka
- sušárna
- exsikátor
- exsikační kleště

Chemikálie:

- křemičitý písek

Pracovní postu:

Do vysušených hliníkových misek bylo naváženo 15 g křemičitého písku, následovalo vložení do sušárny, kde byly vystaveny teplotě 103 °C po dobu 30 minut. Po této době byly misky pomocí exsikačních kleští přemístěny do exsikátoru, kde byly vychlazeny na teplotu 23 °C.

Do takto připravených misek bylo naváženo 7,5 g homogenizovaného medu, který byl pomocí skleněných tyčinek promíchán s křemičitým pískem a vzorek byl opět vložen do sušárny o teplotě 103 °C. Zde byl vzorek ponechán po dobu 2 hodiny a po následném zchlazení v exsikátoru zvážen. Tento proces se opakoval do doby, kdy dvě po sobě jdoucí vážení vzorku vykazovala shodnou hodnotu. Obsah sušiny v procentech byl vypočítán jako: $100 - ((\text{hmotnost misky s navázkou před sušením v g} - \text{hmotnost misky s navázkou po sušení v g}) / (\text{hmotnost misky s navázkou před sušením v g} - \text{hmotnost misky s vysušeným pískem v g}) * 100$.

7.3 Stanovení titrační kyselosti

Titrační kyselost charakterizuje obsah volných kyselin, které jsou v medu obsaženy nejen mikrobiální aktivitou, ale také se v něm vyskytují přirozeně (jsou součástí nektaru). Analýza byla provedena alkalimetrickou titrací, kdy jako odměrný roztok byl použit 0,1 molární roztok NaOH s použitím fenolftaleinu jako indikátoru. Stanovení bylo určeno vizuální detekcí světlerůžového zbarvení, které si roztok uchoval po dobu 10 sekund.

Pomůcky:

- třepačka
- váhy
- stojan s titrační byretou
- laboratorní sklo

Chemikálie:

- 0,1 molární roztok NaOH
- fenolftalein
- demineralizovaná voda

Pracovní postup:

K navážce 10 g nektarového medu (5 g medovicového medu) bylo přidáno 75 ml demineralizované vody a na elektronické třepačce došlo k rozpuštění vzorku. Následně bylo

přidáno 5 kapek fenolftaleinu a za stálého krouživého míchání došlo k titraci 0,1 molárním roztokem NaOH, který byl přidáván do doby vzniku světle růžového zbarvení, které vydrželo 10 sekund. Výsledná hodnota byla vyjádřena v miliekvivalentech přítomných kyselin na 1 kg medu.

7.4 Stanovení obsahu popelovin

Analýza stanovení obsahu popelovin byla provedena spalováním vzorku medu spolu s olivovým olejem při teplotě 550 °C, které předcházelo žíhání vzorku nad kahanem.

Pomůcky:

- keramický kelímek
- váhy
- kahan
- muflová pec
- exsikátor

Chemikálie:

- olivový olej

Pracovní postu:

Kelímek vyžíhaný nad kahanem po vychlazení v exsikátoru zvážíme s přesností na 0,0001 g. Navážíme do něj 5 g sušiny homogenizovaného medu a přidáme 2 kapky olivového oleje pro lepší spalování. Nad kahanem zahájíme předběžné zpopelnění do uhelnatého stádia, poté kelímek vložíme do muflové pece a pokračujeme ve spalování při teplotě 550 °C přes noc. Následně vložíme kelímek do exsikátoru kde jej necháme zchladnout a zvážíme s přesností na čtyři desetinná místa. (Vzniklý popel by měl být světlé až bílé barvy). Obsah popelovin v procentech je vypočítán jako: $(\text{hmotnost kelímku a popela v g} - \text{hmotnost kelímku v g}) / \text{hmotnost medu} * 100$

Pro každý vzorek byla zpracována 2 měření.

7.5 Stanovení elektrické vodivosti

Elektrická vodivost medu byla stanovena pomocí digitálního konduktometru ve 20 % roztoku sušiny medu. Výsledek je vyjádřen v milisiemensch na metr.

Pomůcky:

- konduktometr
- refraktometr

- odměrné baňky o objemu 100 ml
- váhy
- laboratorní sklo

Chemikálie:

- demineralizovaná voda
- kalibrační roztoky

Pracovní postu:

U medu byl nejprve refraktometricky změřen obsah vody a následně pro jednotlivé vzorky naváženo množství, které odpovídá 20 g sušiny jednotlivých medů. Toto množství medu bylo přeneseno do 100 ml banky, kde bylo rozpuštěno a doplněno demineralizovanou vodou na konečný objem 100 ml. 40 ml takto připraveného roztoku bylo odlito do kádinky a zbylým roztokem se provedl oplach vodivostní cely konduktometru, který byl kalibrován na teplotu místnosti (23 °C). Následně byla vodivostní cela ponořena do roztoku v kádince a odečtena naměřená hodnota. V případě každého vzorku došlo k 3 po sobě jdoucím měřením. Po každém vzorku se uskutečnil oplach vodivostní cely demineralizovanou vodou.

7.6 Stanovení obsahu peroxidu vodíku

Obsah peroxidu byl měřen v medném roztoku pomocí diagnostických papírků Quantofix.

Pomůcky:

- diagnostické papírky Quantofix

Chemikálie:

- demineralizovaná voda

Pracovní postup:

1 g sušiny medu byl navážen do kádinky o objemu 25 ml a rozpuštěn v 5 ml demineralizované vody. Do takto připraveného roztoku bylo ponořeno diagnostické pole papírku Quantofix. Dle zobrazené barvy bylo vizuálně stanoveno množství peroxidu v mg a přepočteno na hmotnost obsaženou v 1 kg medu.

7.7 Stanovení obsahu diastázy

Obsah diastázy byl stanoven metodou podle Phadebase. Bylo využito rozdílné fotometrické absorbance blanku a vzorku s medem, při vlnové délce 620 nm.

Pomůcky:

- spektrofotometr
- váhy

- vodní lázeň
- laboratorní sklo
- kyvety s obsahem 1 cm
- filtrační aparatura
- pH metr

Chemikálie:

- trihydrát octanu sodného
- kyselina octová
- Phadebas tablety
- demineralizovaná voda
- hydroxid sodný

Pracovní postu:

1 g sušiny medu byl rozpuštěn v acetátovém pufru v odměrné baňce o objemu 100 ml. 5 ml tohoto roztoku bylo přelito do zkumavky a vloženo do vodní lázně o teplotě 40 °C. Blank připravíme tak, že 5 ml acetátového pufru nalijeme do zkumavky a vložíme do stejné vodní lázně. Do obou zkumavek byla vložena Phadebas tableta a roztok byl protřepán do rozpuštění tablety. K ukončení reakce došlo po 15 minutách přidáním 1 ml 0,5 molárního roztoku hydroxidu sodného a následným promícháním. Poté byla provedena filtrace a spektrofotometrické měření v kyvetách při vlnové délce 620 nm. Následně odečteme absorbanci blanku od absorbance vzorku s medem.

Příprava acetátového pufru - 13,6 g trihydrátu octanu sodného je rozpuštěno v malém množství demineralizované vody a následně kvantitativně převedeno do odměrné baňky 1 l. Úprava pH byla provedena 2 ml kyseliny octové (0,1Ml) na 5,2.

Číslo diastázové aktivity v jednotkách Schade bylo vypočteno dle rovnice:

$$DN = 28,2 * \Delta A_{620} + 2,64$$

DN – číslo diastázové aktivity

28,2 - úsek úsečky s osou x

ΔA_{620} – vypočtený rozdíl absorbance

2,64 – úsek úsečky s osou y

7.8 Stanovení obsahu HMF dle Whitteho

Maximální přípustná hodnota HMF je definován Vyhláškou 76/2003 Sb. (a jejími novelami) hodnotou 40 mg/kg. Chce-li obchodník nazývat med medem českým, musí tento med splňovat hodnotu maximálně 20 mg/kg.

Analýza HMF byla založena na reakci vzorků s roztoky Carrez 1 a Carrez 2, kdy k těmto roztokům byla v případě vzorku jedna přidána demineralizovaná voda a vzorek byl spektrofotometricky stanovován při vlnové délce 284 nm (roztok vzorku). Do druhého roztoku byl dodán hydrogensířičitan sodný a vzorek byl spektrofotometricky stanovován při vlnové délce 336 nm (referenční roztok).

Pomůcky:

- spektrofotometr
- váhy
- laboratorní sklo
- kyvety
- filtrační aparatura
- pipety

Chemikálie:

- hydrogensířičitan sodný
- hexakynoželezatan draselný
- octan zinečnatý
- demineralizovaná voda

Pracovní postu:

Do kádinky s objemem 50 ml bylo naváženo 5 g medu a vzorek byl rozpuštěn v 25 ml demineralizované vody. Následně byl roztok přelit do baňky s objemem 50 ml a došlo k přidání 0,5 ml roztoku Carrez 1, oba roztoky byly promíchány a doplněny 0,5 ml roztoku Carrez 2, po promíchání těchto roztoků došlo k doplnění baňky po rysku. Roztok byl přefiltrován a došlo k odstranění prvních 10 ml filtrátu. Do dvou zkumavek bylo napipetováno 5 ml přefiltrovaného roztoku a do první zkumavky i 5 ml demineralizované vody a následně promícháno. Do druhé zkumavky bylo přidáno 5 ml 0,2 % roztoku hydrogensířičitanu sodného a rovněž byl promíchán. Roztoky byly přelity do kyvet a spektrofotometricky analyzovány při délce vln 284 nm (vzorek s demineralizovanou vodou), 336 nm (vzorek obsahující hydrogensířičitan sodný).

Příprava roztoků:

Hydrogensířičitan sodný - 0,20 g hydrogensířičitanu sodného rozpustíme v demineralizované vodě a doplníme na objem 100 ml

Carrezův roztok 1. - 15 g hexakynoželozatanu draselného trihydrátu ($K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$) rozpustíme v demineralizované vodě a doplníme na objem 100 ml

Carrezův roztok 2. - 30 g octanu zinečnatého rozpustíme v demineralizované vodě a doplníme na objem 100 ml

Množství HMF v mg, které obsahuje 1 kg medu, bylo vypočteno dle rovnice:

$$HMF = ((A_{284} - A_{336}) * 74,87) / W * 10$$

A₂₈₄ – absorbance vzorku při vlnové délce 284 nm

A₃₃₆ – absorbance vzorku při vlnové délce 336 nm

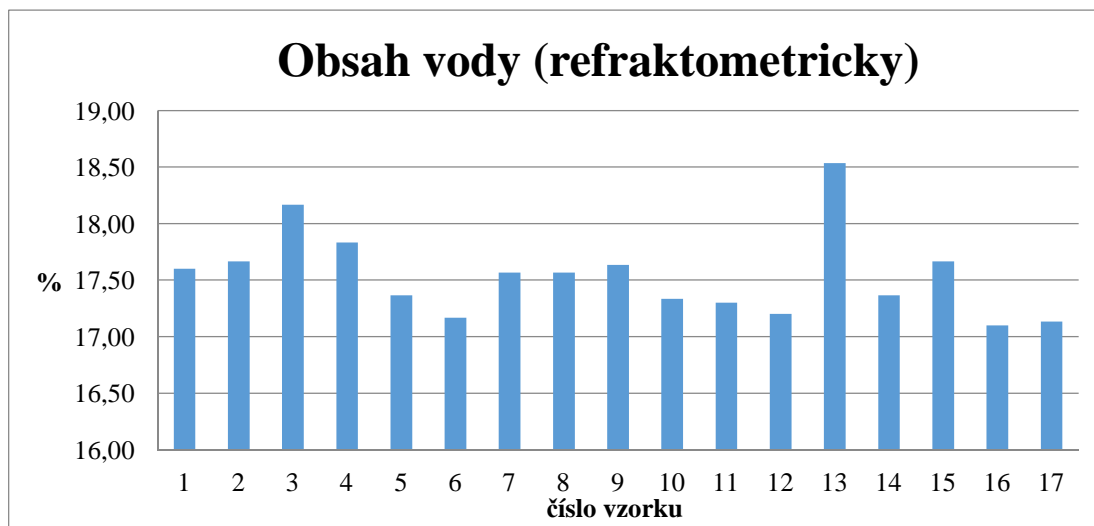
74,87 – deklarovaný faktor

W – hmotnost vzorku v g

8 Výsledky

8.1 Obsah vody

Analýza byla provedena v září roku 2017. Zjištěné výsledky jsou uvedeny v grafu číslo 1. Statistické vyhodnocení zaokrouhlené na dvě desetinná místa dokládá příloha číslo 1. Porovnání obsahu vody mezi jednotlivými druhy medů dokládá příloha číslo 9.

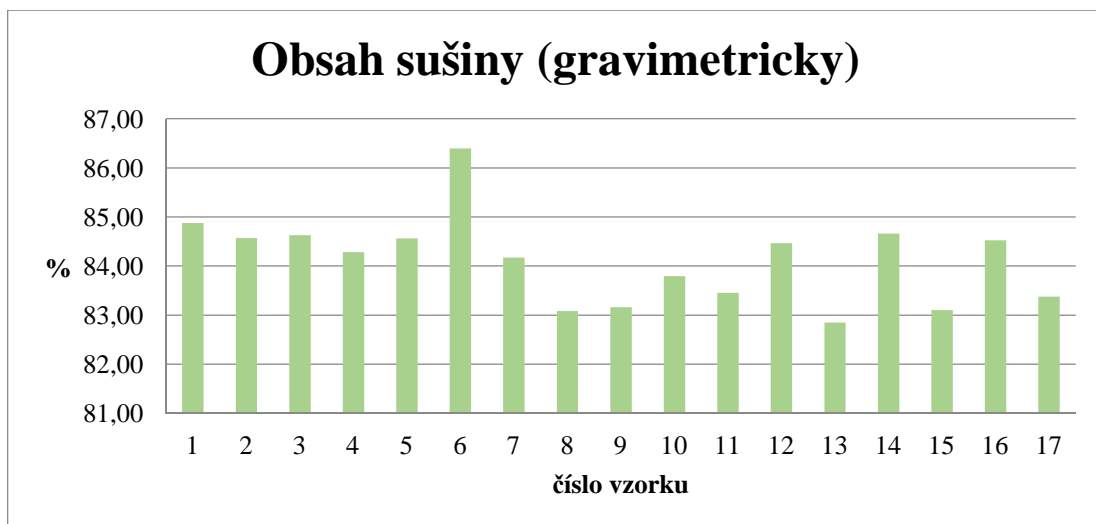


Graf č. 1 – obsah vody (refraktometricky)

Nejvyšší refraktometricky stanovená hodnota vody byla u medovicového medu z obce Rudná 18,53 %. Naopak nejnižší hodnota 17,10 % byla neměřena taktéž u vzorku medovicového medu, ale z obce Mokřina. Z grafu je také patrné, že smíšené nektarové medy obsahují v průměru nejvíce vlhkosti, byla u nich stanovena průměrná hodnota 17,82 %. Medy medovicové obsahovaly 17,54 % vody. Nejnižší průměrný obsah vody vykazovaly medy nektarové jednodruhové, u nichž byla stanovena hodnota 17,39 %. Průměrný obsah vody všech vzorků, které byly refraktometricky změřeny, dosáhl hodnoty 17,54 %.

8.2 Obsah sušiny

Rozbor byl proveden v září roku 2017 a zjištěné výsledky jsou znázorněny v grafu číslo 2. Statistické vyhodnocení analýzy zaokrouhlené na dvě desetinná místa je obsaženo v příloze číslo 2. Vyhodnocení mezidruhových rozdílů dokládá příloha č. 9.



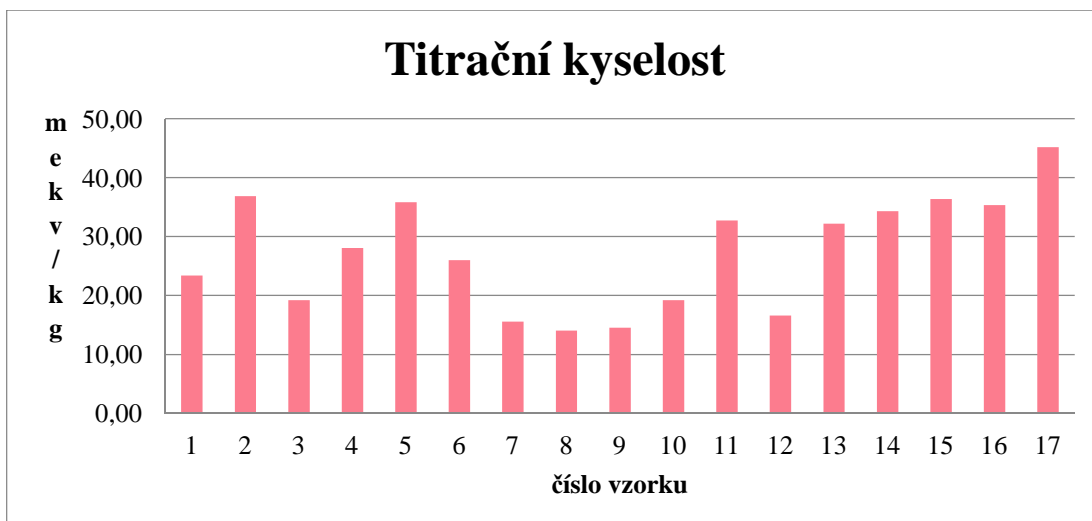
Graf č. 2 – obsah sušiny

Nejnižší obsah sušiny vykazuje medovicový med z obce Rudná, tento fakt vychází také ze skutečnosti, že u tohoto vzorku medu byl v předchozí analýze stanoven nejvyšší obsah vody. Vypočítaný obsah sušiny v tomto vzorku byl 82,82 %. Vzorek medu, u kterého byl zjištěn nejvyšší obsah sušiny konkrétně 86,40 %, byl květový jednodruhový řepkový med získaný v obci Ktová. Nejnižší obsah sušiny v této analýze vykázaly medovicové medy, u nich byla naměřena hodnota 83,70 %. Naopak nejvyšší hodnota 84,59 % byla zjištěna u medů smíšených nektarových. Medy jednodruhové nektarové obsahovaly v průměru 84,14 % sušiny. Průměrný obsah sušiny napříč všemi vzorky byl 84,12 %.

8.3 Titrační kyselost

Přesná koncentrace roztoku NaOH použitého při analýze byla 1,0389 mol/l. výsledky jsou zobrazeny v grafu číslo 3. Statistické vyhodnocení (zaokrouhleno na dvě desetinná místa) dokládá příloha číslo 3. Rozdíly mezi analyzovanými druhy medů jsou uvedeny v příloze číslo 9.

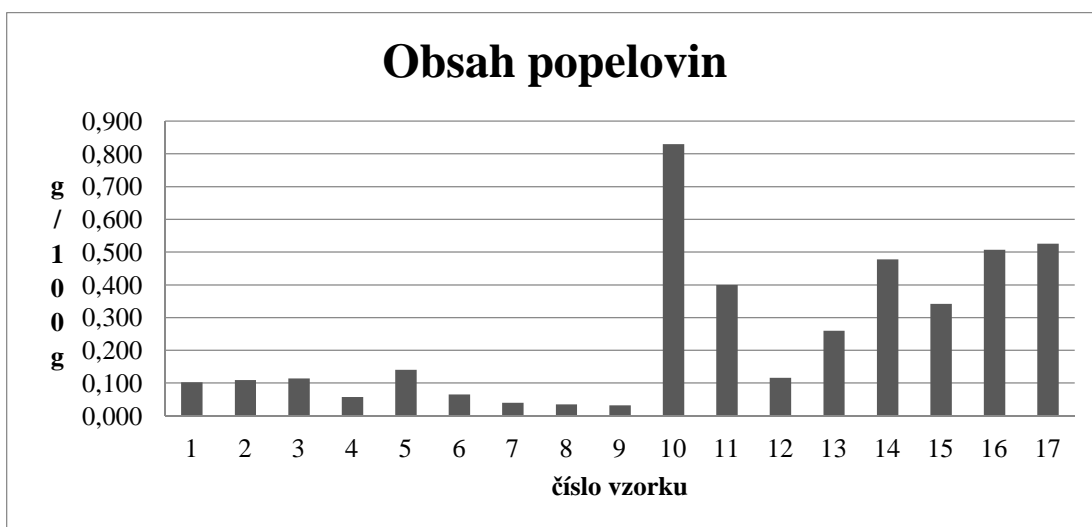
Nejvyšší titrační kyselost, jak je vidět z grafu číslo 3, vykazoval medovicový med z obce Chodov, titrační kyselost byla 45,19 mekv/kg medu. Naopak nejnižší hodnota 14,03 mekv/kg medu byla naměřena u jednodruhového medu z nektaru akátů, který byl získán v téže lokalitě. Při celkovém porovnání titrační kyselosti medů došlo k obdobným závěrům, kdy nejnižší titrační kyselost 21,82 miliekvivalent v kilogramu medu, vykázaly právě medy jednodruhové nektarové, zatímco medovicové medy vykázaly nejvyšší titrační kyselost a to 36,67 mekv/kg. U smíšených nektarových medů byla naměřena hodnota 26,88 mekv/kg. Průměrná titrační kyselost bez přihlédnutí k druhu vzorků byla 27,38 mekv/kg



Graf č. 3 – titrační kyselost

8.4 Obsah popelovin

Výsledky této analýzy dokládá graf číslo 4. Statistické zpracování je k dispozici v příloze číslo 4. Výsledky byly zaokrouhleny na 3 desetinná místa. Příloha číslo 9 dokládá průměrné hodnoty mezi jednotlivými druhy medu.



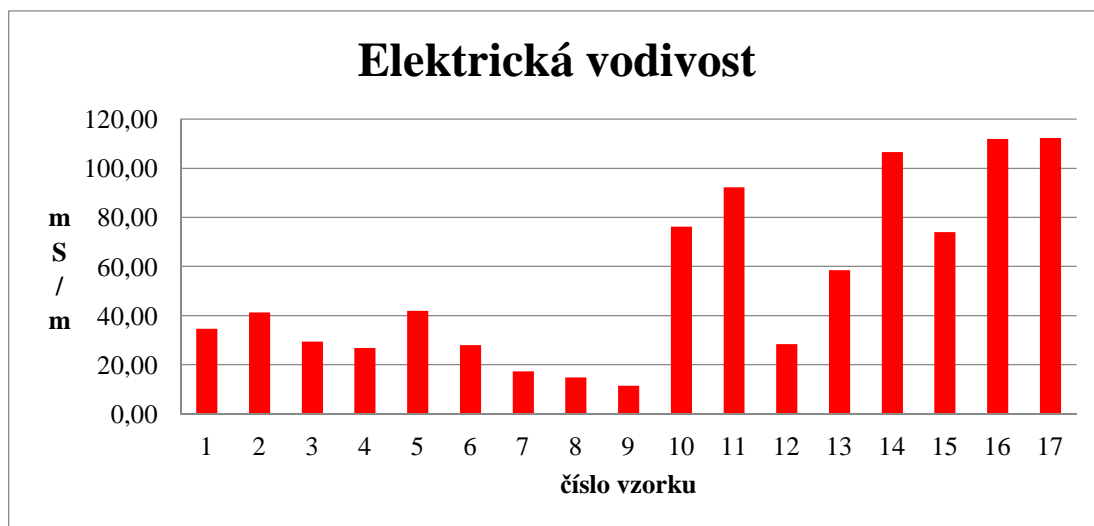
Graf č. 4 – obsah popelovin

Nejvíce popelovin bylo zjištěno v jednodruhovém medu získaném z nektaru lip v lokalitě Chodov. Toto zjištěné množství dosahovalo hodnoty 0,830 g/100 g medu. Naproti tomu nejnižší hodnota byla zjištěna u jednodruhového akátového medu, který byl získán v obci Šanov, zde bylo zjištěno množství 0,032 g v 100g medu. V celkovém porovnání vykazují nejvíce popelovin medy medovicové 0,423 g v 100g medu, zatímco medy smíšené obsahují popelovin nejméně a to 0,096 g/100 g. Z grafu i zpracovaných výsledků je také patrné, že celkově nejméně popelovin obsahují medy akátové, patřící do medů jednodruhových

nektarových, u nichž bylo zjištěno 0,207 g popelovin ve 100 g ramech medu. Průměrný obsah popelovin ve všech vzorcích byl 0,244 g/100 g.

8.5 Elektrická vodivost

Výsledky tohoto stanovení dokládá graf číslo 5 spolu s přílohou číslo 5. Výsledky stanovení byly zaokrouhleny na dvě desetinná místa. Průměrná elektrická vodivost u vzorků rozdělených dle druhů, je zobrazena v příloze číslo 9.



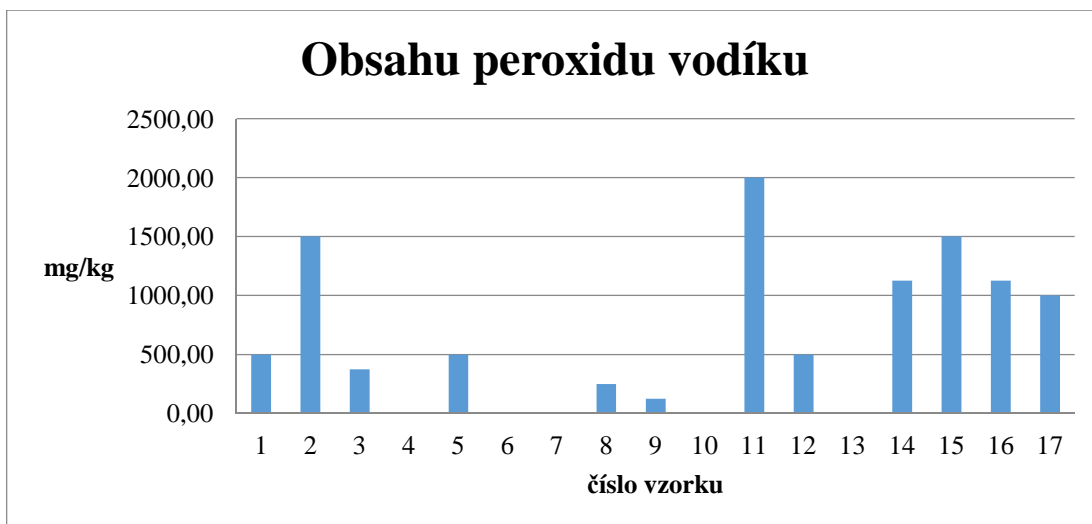
Graf č. 5 – elektrická vodivost

Průměrná elektrická vodivost vzorků medu byla 53,28 mS/m. K naměření nejvyšší elektrické vodivosti došlo u medovicového medu z obce Chodov, vodivost zde byla 112,30 mS/m. S hodnotou 111,90 mS/m skončil medovicový med z obce Mokřina. Naopak nejnižší elektrickou vodivost vykazaly akátové medu z obcí Šanov a Chodov. U prvně jmenovaného došlo k naměření hodnoty 11,42 mS/m, v případě druhého pak k hodnotě 14,78 mS/m.

8.6 Peroxid vodíku

Výsledky této analýzy jsou k dispozici v grafu číslo 6, statistické zpracování dokládá příloha číslo 6. Výsledky byly zaokrouhleny na dvě desetinná místa.

V případě této analýzy se vzorky často rozcházejí např. vzorek jednodruhového řepkového medu z obce Ktová, jednodruhového akátového z obce Kopeč a jednodruhového lipového z obce Chodov vykazují obsah peroxidu pod hranicí detekovatelnosti. Naopak smíšený nektarový med, který byl získán v Suchdole, vykazuje přítomnost peroxidu 1500 mg/kg medu, medovicový med z Kostelce nad Černými Lesy vykazuje také obsah 1500 mg/kg medu. Nejvyšší obsah peroxidu vodíku vykázal jednodruhový lipový med, získaný v obci Bochov, naměřená hodnota byla 2000 mg v 1 kg medu.

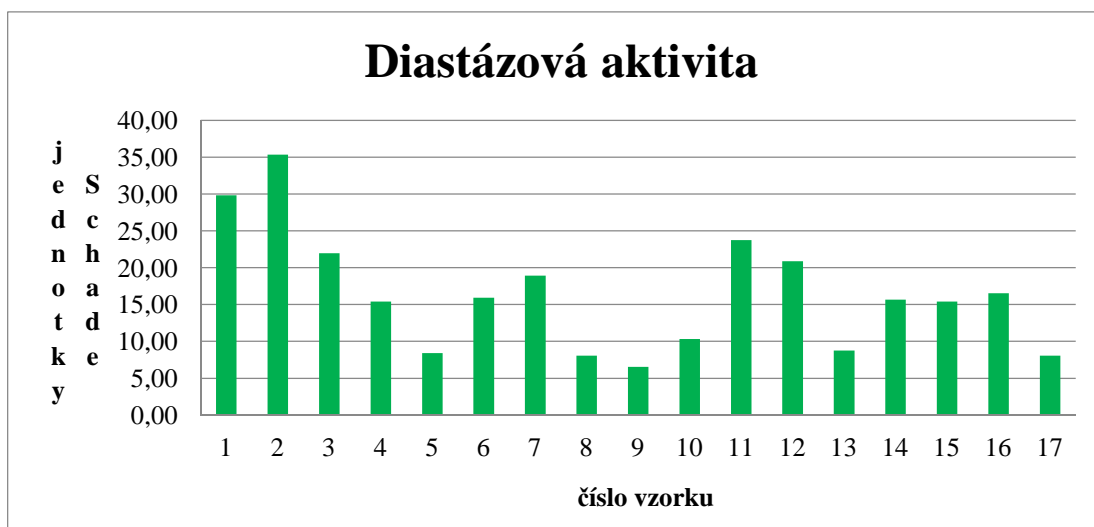


Graf č. 6 – obsah peroxidu vodíku

V celkovém porovnání dle druhové příslušnosti obsahoval 1 kg medovicového medu 950,00 mg peroxidu. V případě medů nektarových smíšených se ve vzorku se stejnou hmotností vyskytlo 593,75 mg. Ve vzorcích nektarového jednodruhového medu došlo k zjištění hodnoty 421,88 mg/kg. Průměrná hodnota peroxidu všech vzorků má hodnotu 617,65 mg v kg medu. Průměrné uváděné hodnoty obsahuje příloha číslo 9.

8.7 Diastázová aktivita

Výsledky rozboru byly zaokrouhleny na dvě desetinná místa a jsou k dispozici v grafu číslo 7 a statisticky vyhodnoceny v příloze číslo 7. Příloha číslo 9 dokládá rozdíl v obsahu diastázy u jednotlivých druhů analyzovaných medů.

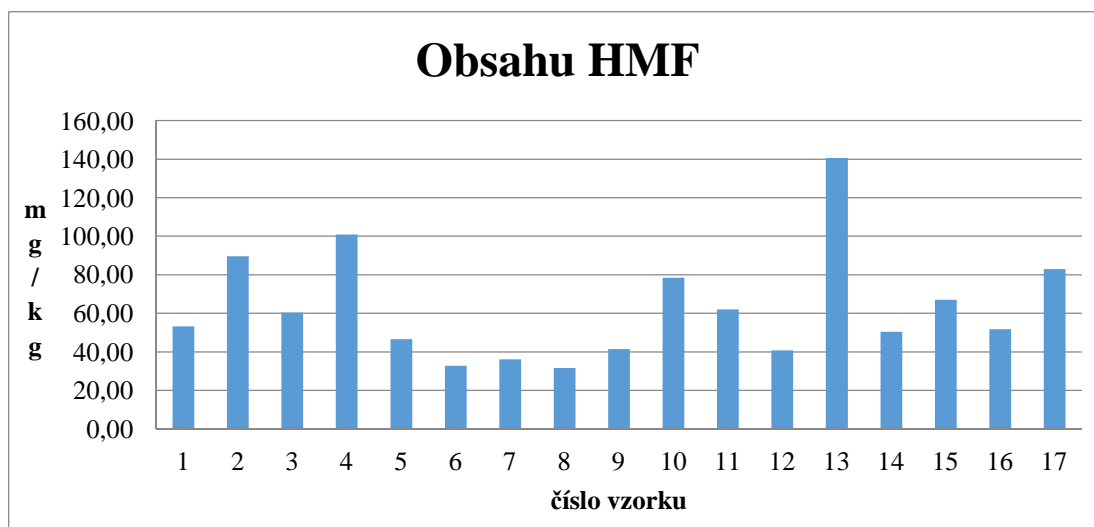


Graf č. 7 – diastázová aktivita

V této analýze jevil nejnižší hodnotu vzorek jednodruhového akátového medu z obce Šanov, který vykázal obsah diastázy 6,56 Schade jednotek. Velmi nízká aktivita diastázy byla také naměřena u vzorků jednodruhového akátového a medovicového medu z obce Chodov. Naměřená hodnota byla u obou vzorků shodná a to 8,08 Schade jednotek. Naopak nejvyšší hodnotu diastázové aktivity vykázal smíšený nektarový med ze Suchdola, kterému byla naměřena hodnota 35,37 Schade. V mezidruhovém porovnání vykázaly nejvyšší obsah diastázy smíšené nektarové medy, u těchto medů se průměrná hodnota rovná číslu 25,65 Schade. Druhá nejvyšší průměrná hodnota jak je patrné v příloze číslo 9, byla zjištěna u medů nektarových jednodruhových, tyto medy obsahovali v průměru 14,11 Schade jednotek. Průměrný obsah diastázy u medovicových medů v této analýze je 12,89 Schade. Souhrnná průměrná hodnota byla 16,47 Schade.

8.8 Obsahu HMF

Výsledky tohoto rozboru byly zaokrouhleny na dvě desetinná místa a jsou vyobrazeny v grafu číslo 8 a statisticky vyhodnoceny v příloze číslo 8. Souhrnné porovnání jednotlivých druhů je zobrazeno v příloze číslo 9.



Graf č. 8 – obsah HMF

Nejvyšší hodnotu hydroxymethylfurfuralu vykázal medovicový med z obce Rudná, u něhož byla naměřena hodnota 140,53 mg v kg medu. Vysoké hodnoty HMF vykazovaly také vzorky smíšeného medu z obce Kopeč a smíšeného medu z obce Suchdol. Tyto medy vykázaly obsah HMF 100,92 mg v kg medu v případě prvně jmenovaného vzorku a 89,62 mg/kg v případě vzorku druhého. Naopak nejnižší stanovená hodnota byla naměřena u akátového medu z obce Chodov, u kterého byla hodnota 31,67 mg v kg medu. Druhou nejnižší zjištěnou hodnotu vykázal vzorek řepkového jednodruhového medu z obce Ktová

a to konkrétně 32,87 mg/kg. Průměrný obsah HMF v analyzovaném souboru medů činil 62,76 mg/kg. Nejnižší obsah HMF byl zjištěn u jednodruhových nektarových medů, kterým byla naměřena průměrná hodnota 46,26 mg/kg. Další v pořadí se umístily medy nektarové smíšené s hodnotou 76,01 mg/kg. Medy medovicové vykazaly obsah HMF nejvyšší, jelikož u nich došlo k naměření hodnoty 78,55 mg v jednom kg medu.

9 Diskuze

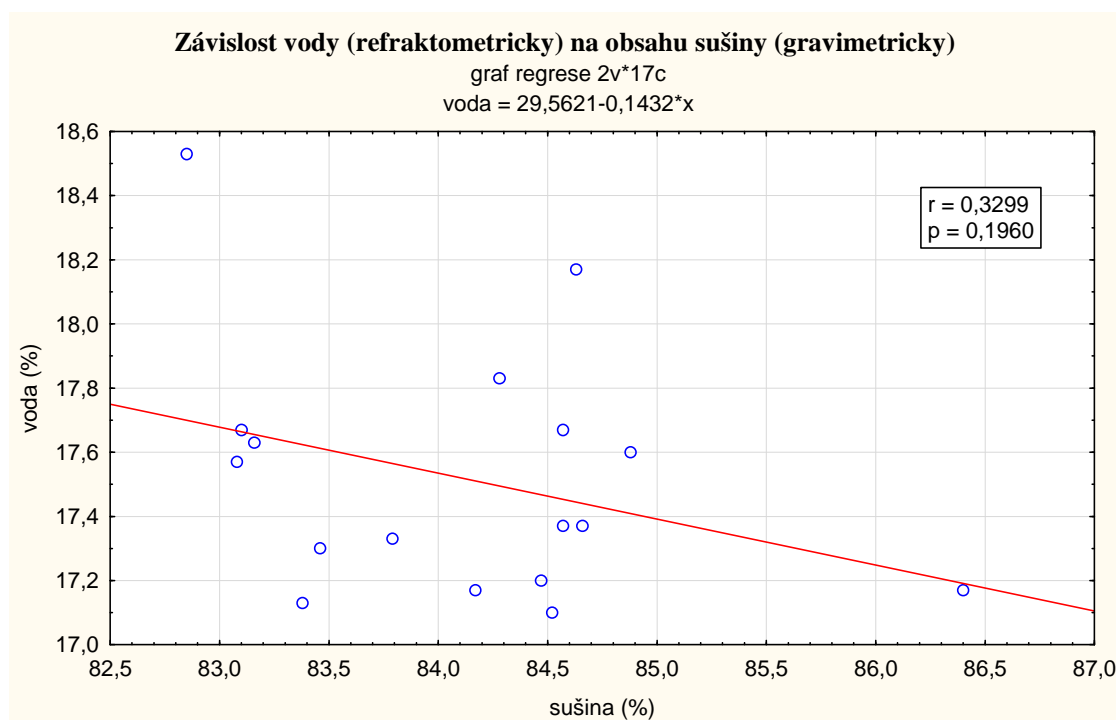
Vyhláška č. 76/2003 Sb. ze dne 27. 3. 2003. kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládou a čokoládové bonbony a její pozdější novelizace ukládá maximální přípustný obsah vody, který je přítomen v medech nektarových i medovicových hodnotou 20 %. Tato hodnota byla dodržena u všech analyzovaných vzorků, jelikož nejvyšší stanovená hodnota dosáhla 18,53 %. Svazové normě Českého svazu včelařů 1/1999, která udává maximální přípustné množství vody 18 %, aby med mohl být označen jako Český med, nevyhověly pouze dva vzorky a to vzorek medovicového medu z obce Rudná s obsahem vody 18,53 %, který požadovanou hranici překročil o 0,53 % a vzorek květového smíšeného medu, dodaného profesorem Karlem Voříškem CSc., který překročil požadovanou normu o 0,17 %. Důvodem proč tyto dva vzorky nevyhověly dané svazové normě a přesáhly hodnotu 18 %, může být jejich špatné uskladnění s následnou absorbcí vzdušné vlhkosti či předčasné vytočení medu, kdy med nebyl ještě dostatečně vyzrálý a obsahoval vyšší množství vody.

Nguyen et al. (2018) provedl rozbor refraktometrem Refracto 30 GS u třech druhů medů a to medu získaného z nektaru bazalky posvátné (*Ocimum tenuiflorum*), tolice vojtěšky (*Medicago sativa*) a balmínu metlatého (*Leptosperum scoparium*), ze kterého pochází v současnosti velmi populární manukový med. Jím naměřené hodnoty pro obsah vody v medu byly v rozmezí $18,2 \% \pm 0,3$ (u vojtěšky seté) po $19,1 \% \pm 0,2$ (pro balmín metlatý). Cardona et al. (2018) publikovali výsledky práce, ve které se zabývali rozdílností medů u jednotlivých druhů včel. Pro zjištění obsahu vody u jednotlivých druhů uvádějí tyto výsledky: *Melipona fuscipes* 25,4 – 28,2 %, *Melipona favosa* 23,7 – 26,1 %, *Melipona compressipes* 21,8 – 23,6 % a *Apis mellifera* od které pocházel i mnou analyzovaný med 14,3 – 19,4 %. Je tedy patrné, že obsah vody v dříve publikovaných výsledcích se výrazně neliší s výsledky, které byly naměřeny v této analýze.

Obsah vody bývá často úzce spjat s obsahem sušiny medu. Z tohoto omezeného souboru vzorků však tato dvě analytická stanovení (refraktometrické a gravimetrické) nejsou zástupná, jak je prezentováno v grafu číslo 9.

Nejvyšší obsah sušiny, který byl stanoven v mnou analyzovaných vzorcích, vykázal hodnoty 86,40 %, naopak nejnižší hodnota sušiny byla 82,82 %. Kadri et al. (2017) publikuje hodnoty pro obsah sušiny v medu 78,98 – 81,12 % v případě vytáčených medů a v případě medů získaných lisováním 86,90 – 88,14 %. Je tedy zřejmé, že ani v případě této analýzy se hodnoty příliš nerozcházejí. Již před touto prací publikoval Kadri et al. (2016) práci,

ve které se zabýval jednodruhovým medem získaným z květů kávy *Coffea arabica* a dosáhl výsledků obsahu sušiny $81,42 \% \pm 0,62$. Srovnáme-li to s průměrným obsahem sušiny, jež byl stanoven u jednodruhového nektarového medu v této práci, liší se tato hodnota o 2,72 %. Tento fakt může být zapříčiněn nereprezentativním vzorkem, použitým v publikované práci Kadria et al., kde došlo k rozboru pouhých třech vzorků medu.



Graf č. 9 – závislost obsahu vody na obsahu sušiny

Vyhláška č. 76/2003 Sb. a její pozdější novelizace doporučuje maximální hodnotu titrační kyselosti 50 mekv v kg medu avšak význam tohoto jakostního parametru není doposud zcela objasněn. V literatuře je udáváno, že vyšší obsah tohoto parametru může signalizovat proces kvašení medu. Přidal (2005) však udává, že je prakticky nemožné rozlišit kyseliny rostlinného původu od kyselin vzniklých enzymatickou činností, způsobenou glukosidázou, která je přidávána do medu dělnicemi. Hladina glukosidázy není v medu stálá, tím dochází ke kolísání obsahu kyseliny glukonové, jež je právě zodpovědná za titrační kyselost medu.

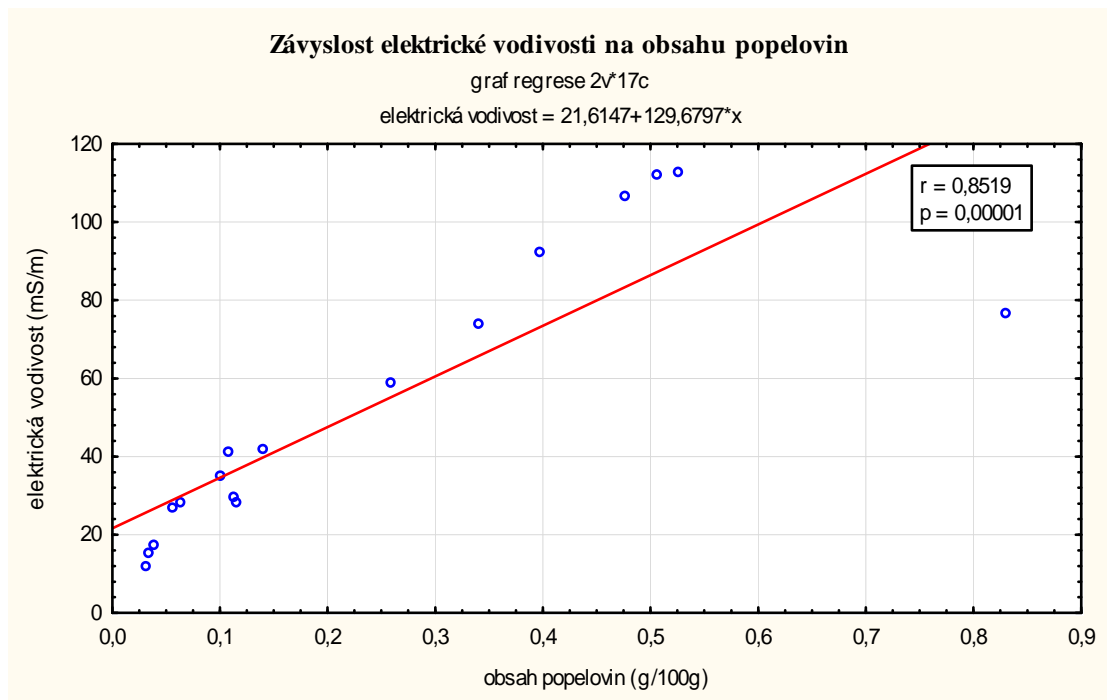
Z pohledu tohoto doporučení vyhověly všechny analyzované vzorky. Vzorek medovicového medu z obce Chodov se však svojí hodnotou 45,19 mekv/kg maximální doporučené hranici přiblížil. Je tedy možné usuzovat na příznak počínajícího kvašení, kterému by však nemělo vyhovovat malé množství vody, obsaženém ve vzorku.

El Hassani et al. (2018) stanovoval titrací NaOH titrační kyselost u 14 vzorků smíšených nektarových medů, které byly získány v jarní snůšce. Jím stanovené hodnoty se pohybují v rozmezí 4 – 27 mekv/kg. Myslím si, že takto nízké hodnoty mohou být způsobeny právě

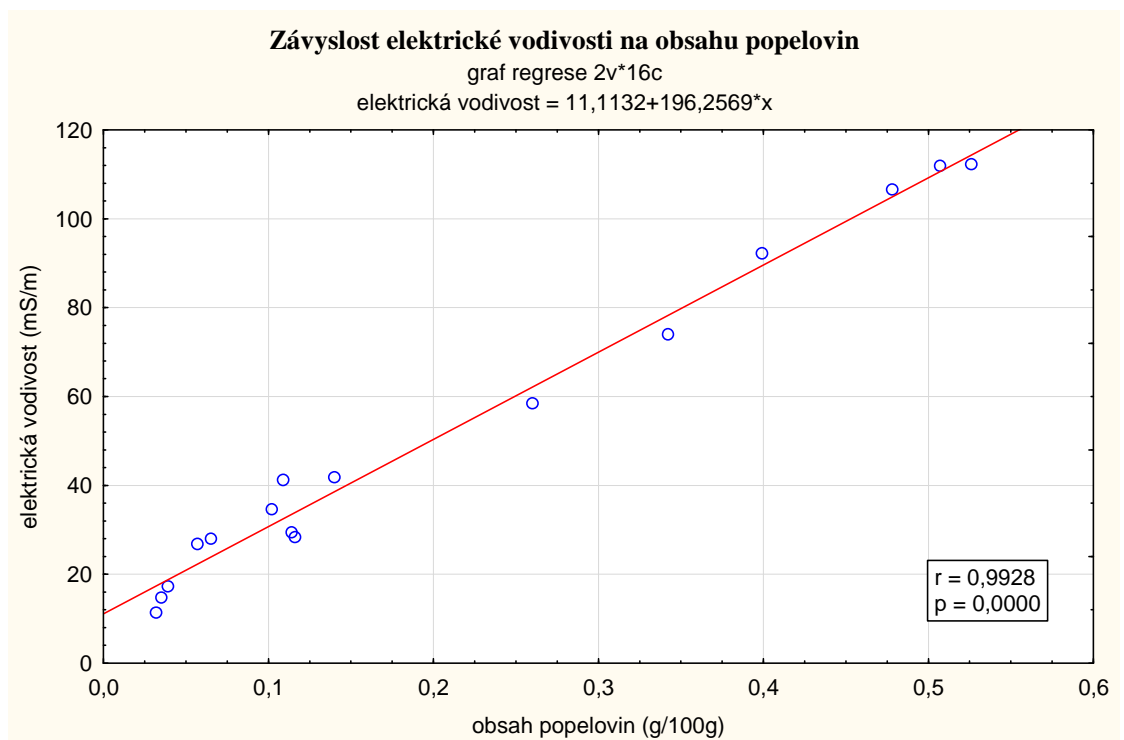
jarním obdobím sběru nektaru. Cardona et al. (2018) však udává, že podle multifaktorové analýzy rozptylu, kterou provedl ve své práci, jsou stanovované fyzikálně – chemické vlastnosti medu, (zejména obsah vody), ovlivněny druhem rostlin poskytujících nektar, nikoliv fází roku. Je třeba si však uvědomit, že právě v jarním období kvetou rostliny, jejichž druhy mohou být odlišné od rostlin kvetoucích v jiných ročních obdobích.

Doporučený či dokonce závazný obsah popelovin vzniklých spalováním medu není nikde stanoven, Vyhláška č. 76/2003 Sb. a její pozdější novelizace udávají pouze obsah ve vodě nerozpustných látek, který by měl v případě vytáčeného medu být nejvýše 10 % z hmotnosti vzorku. Cardona et al. (2017) udává hodnoty pro obsah popelovin 0,16 % v případě medů vytáčených a 0,23 % u medu získaných lisováním, vzniklý rozdíl vzniká s velkou pravděpodobností přítomností částic vosku a jiných cizorodých látek, které se do medu dostávají během lisování. Nguyen et al. (2018) zase udává hodnoty pro obsah popelovin 0,16 % u medů z bazalky posvátné, 0,04 % u medů z tolíce vojtešky, 0,11 a 0,07 % u vzorků získaných z balmínu metlatého, jedná se tedy o medy, které jsou nektarového původu a v případě těchto medů se hodnoty téměř shodují s provedenou analýzou v této práci. Výjimkou je nektarový lipový med z obce Chodov, u něhož byl stanoven obsah popela 0,83 %. Tento med je obsahem popela, ale také svojí elektrickou vodivostí blíže k medům medovicovým, které mají obsah popela vyšší a jeho množství se obvykle pohybuje u hranice 0,73 %.

Nejvýše 80,00 mS/m v případě nektarového medu a nejméně 80 mS/m pokud se jedná o med medovicový, jsou doporučené hodnoty elektrické vodivosti dle Vyhlášky č. 76/2003 Sb. a jejích pozdějších novel. Těmto parametrům nevyhověly tři analyzované vzorky, jedná se o vzorek lipového medu z obce Bochov, jemuž byla naměřena hodnota 92,27 mS/m. Touto hodnotou tak doporučenou hranici překročil o 12, 27 mS/m, jak je však patrné z grafu a přílohy číslo 5, lipové nektarové medy vykazují vyšší elektrickou vodivost oproti jiným vzorkům nektarového medu. Dalšími dvěma medy, které nesplnily normu mít vyšší elektrickou vodivost než 80 mS/m jsou medovicové medy z obce Bochov a Kostelec nad Černými Lesy, zde došlo k získání hodnot 58,50 a 74,00 mS/m. Tato skutečnost může být zapříčiněna faktem, že se nejednalo pouze o med čistě medovicový, ale byla zde také příměs nektarového medu, což snížilo hladinu elektrické vodivosti. Elektrická vodivost je často ovlivněna obsahem popelovin, jak je vidět v grafu číslo 10. V některých publikacích je často také uváděno, že elektrická vodivost medu je závislá na obsahu popelovin, které jsou v medu přítomny. Vysokou shodu dokládá graf číslo 10 a zvláště graf číslo 11, ve kterém došlo k vynechání vzorku medu, jež vykazoval v obsahu popelovin vysoce rozdílnou hodnotu.



Graf č. 10 – závislost elektrické vodivosti na obsahu popelovin (A)



Graf č. 11 – závislost elektrické vodivosti na obsahu popelovin (B)

Pro porovnání výsledků obsahu peroxidu vodíku byl nalezen pouze jeden publikovaný výzkum, provedený Pasiase et al. (2018), jež provedl rozbor u čtyř vzorků jednodruhového medu z nektaru balmínu metlatého, u kterého zjistil obsah peroxidu vodíku 412 mg/kg, v případě třiceti vzorků smíšeného nektarového medu stanovil průměrnou hodnotu 184

mg/kg. Jeho proces stanovení byl však založen na spektrofotometrickém měření 20 % medného roztoku s 1 ml 0,5 M kyseliny sírové a 5 ml oxidu vanadičného při vlnové délce 454 nm. Jednalo se tak o metodu objektivní, která mohla podat přesnější výsledky. Metoda použitá v této práci je řazena do metod subjektivních a tedy snadno ovlivnitelných daným pracovníkem, jež analýzu provádí, zde bych také hledal příčinu rozcházejících se výsledků, uvedených v příloze číslo 6.

Diastáza je jedním z nejdůležitějších parametrů, sloužících ke kontrole kvality medu a proto je její obsah také stanoven Vyhláškou č. 76/2003 Sb. a jejími pozdějšími novelami, neměl by klesnout pod hodnotu 8 jednotek Schade. Tuto hodnotu nesplnil akátový med z obce Šanov, u kterého byla naměřena hodnota pouze 6,56 Schade, navíc tento med překročil maximální požadovanou hodnotu hydroxymethylfurfuralu o 1,40 mg/kg a měl by tak být zařazen do medů s označením pekařský med. Další dva medy (akátový z obce Chodov a medovicový z obce Mokřina) přesáhly vyhláškou udávanou minimální hodnotu pouze o 0,08 Schade jednotek.

Pasias et al. (2017) publikuje průměrné výsledky pro obsah diastázy takovéto: medovicové medy 11,9 Schade, přičemž minimální stanovená hodnota byla 8,1 a maximální 15,0 Schade. V případě nektarových medů došlo k naměření nejnižší hodnoty 7,0 a nejvyšší 22,0 Schade. Nektarové medy vykázaly průměrnou hodnotu obsahu diastázy 13,6 Schade jednotek. Nevýhodou publikovaných prací Pasiase et al. (2017) je, že v případě nektarových medů neudává, zda se jednalo o medy jednodruhové nebo smíšené. Budeme-li vycházet z předpokladu, že se jednalo o vzorky jednodruhového nektarového medu, můžeme konstatovat dosažení obdobných výsledků.

Stejně jako diastáza je i HMF vypovídající parametr pro určení kvality medu a tudíž je zakotven ve Vyhlášce č. 76/2003 Sb. a jejích pozdějších novelách. Jeho maximální přípustná hranice dle této vyhlášky činí 40 mg/kg. V této práci vyhověly tomuto požadavku pouze tři vzorky jednodruhových medů. Celkový průměr HMF v této práci je 62,76 mg/kg. Je však závažnější, že se zde vyskytl vzorek, jemuž byla naměřena hodnota 140,53 mg/kg, tento med tak překročil požadovanou hodnotu o 100,53 mg a vzhledem k současnému pohledu na HMF je tento fakt alarmující. Vysoký obsah HMF v důsledku dlouhodobého skladování medu může být vyloučen, jelikož vzorky byly kupovány v období květen až srpen a pocházely z aktuálního roku. Nezbyvá tedy než přisuzovat vysoký obsah HMF nešetnému zahřívání medu. Alternativní variantou, která mohla zapříčinit tyto výsledky je, že byla použita metoda stanovení dle Whitteho, na rozdíl od metody dle Winklera a metody HPLC

(je v současnosti nejpoužívanější), je metoda dle Whitteho v literatuře nefrekventovanou metodou.

V dosud nalezených publikovaných výsledcích takto vysoké hodnoty popsány nejsou, např. Pasiás et al. (2017) dokládá nejvyšší hodnotu, která byla stanovena u jednoho z 39 vzorků 51,0 mg/kg, přičemž průměrná hodnota všech vzorků byla 7,6 mg/kg.

Ve své práci publikovaná v roce 2018 udává Pasiás et al. hodnoty HMF v rozsahu < 2 až 24,2 mg/kg. Jednalo se o vzorky manukového a smíšeného nektarového medu, jež byly podrobeny analýze dle Whitteho. Zde výsledky dokládají, že med získán v období jara, vykazoval podstatně nižší hodnoty, oproti medu, který byl získán v letním období. Je zde tedy patrné, jak vysoké letní teploty ovlivňují vznik hydroxymethylfurfuralu, k čemuž mohlo dojít i v případě mé analýzy.

10 Závěr

Cílem této práce bylo provést fyzikálně–chemickou analýzu vybraných vzorků včelích medů. Byly zkoumány vzorky třech typů medů a to medy medovicové, nektarové smíšené a nektarové jednodruhové, které zahrnovaly medy lipové, akátové a jeden med řepkový. U všech těchto medů byly analyzovány klíčové ukazatele, jakými jsou obsah vody a sušiny, titrační kyselost, obsah popelovin, elektrická vodivost, diastázová aktivita a obsah hydroxymethylfurfuralu, jako doplňkový ukazatel byl zvolen obsah peroxidu vodíku. Pro analýzu byly použity metody, které mohly být provedeny v laboratořích České zemědělské univerzity v Praze a to nejen z hlediska vybavenosti, ale také finančního. Analýza byla provedena za účelem ověřit pravost a kvalitu medů, získaných přímo od včelařů.

Výsledky fyzikálně – chemické analýzy ukázaly, že 14 zkoumaných vzorků ze 17 překročilo legislativní požadavky definované Vyhláškou č. 76/2003 Sb. (v pozdějších novelách) a to zejména v ukazateli obsahu hydroxymethylfurfuralu. Tento výsledek je třeba brát s odstupem, protože byla pro stanovení použita málo frekventovaná metoda. Požadovanou úroveň diastázové aktivity nesplnil pouze jeden vzorek medu, který by i kvůli vysoké hladině HMF měl být označen pekařský med.

Dále bylo zjištěno, že v parametru obsah vody a obsah sušiny se jednotlivé typy vzorků příliš neliší. Naopak v ukazatelích titrační kyselost, obsah popelovin, elektrická vodivost a obsah peroxidu jsou mezi jednotlivými druhy vzorků značné rozdíly, které vykazují zejména medovicové medy, jejichž hodnoty jsou výrazně vyšší.

Můžeme tedy konstatovat, že typologicky rozdílné medy vykazují v některých fyzikálně–chemických vlastnostech určité rozdíly.

11 Literární zdroje

- Ahmed, M., Djebli, N., Aissat, S., Khiati, B., Meslem, A., Bacha, S. 2013. In vitro activity of natural honey alone and in combination with curcuma starch against *Rhodotorula mucilaginosa* in correlation with bioactive compounds and diastase activity. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 3 (10). 816 – 821
- Alaux, C., Ducloz, F., Crauser, D., Conte, Y., L. 2009. Diet effects on honeybee immunocompetence. *Biology Letters*. 6 (4). 562-565.
- Alves, A., Ramos, A., Goncalves, M., M., Bernando, M., Mendes, M. 2013. Antioxidant activity, quality parameters and mineral content of Portuguese monofloral honeys. *Journal of Food Composition and Analysis*. 30 (2). 130 – 138.
- Anam, O., O., Dart, R., K. 1995. Influence of metal ions on hydroxymethylfurfural formation in honey. *Analytical Proceedings including analytical Communications*. 12 (32). 515-517.
- Bogdanov, S., Ruoff, K., Oddo, L., P. 2004. Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. *Apidologie*. 35. 4 – 17.
- Capuano, E., Fogliano, V. 2001. Acrylamide and 5-hydroxymethylfurfural (HMF): A review on metabolism, toxicity, occurrence in food and mitigation strategies. *LWT – Food Science and Technology*. 44 (4). 793 – 810.
- Cardona, Y., Torres, A., Hoffmann, W., Lamprecht, I. 2018. Differentiation of honey from melipona species using differential scanning calorimetry. *Food Analytical Methods*. 11 (4). 1056 – 1067.
- Codex Alimentarius Committee on Sugars. 2001. Codex standart 12, revised Codex Standard for Honey. 1 – 7.
- Cramp, D. 2013. Včelařství. Rebo Productions CZ. Čestlice. ISBN: 978-80-255-0714-8
- Dan Li, Meng Wang, Ni Cheng, Xiaofeng Kue, Liming Wu, Wei Co. 2017. A modified FOX-1 method for Micro-determination of hydrogen peroxide in honey samples. *Food Chemistry*. 237. 225 - 231.
- El Hassani, N., E., Tahri, K., Llobet, E., Bouchikhi, B., Errachid, A., Zine, N., El Bari, N. 2018. Emerging approach for analytical characterization and geographical classification of Moroccan and French honeys by means of a voltammetric electronic tongue. *Food Chemistry*. 243. 36 – 42.
- Escuredo, O., Dobre, I., Fernández-González, M., Seijo, C., M. 2014. Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon. *Food Chemistry*. 149. 84 – 90.
- Fauzi, N., A., Farid, M., M. 2015. High-pressure processing of Manuka honey: brown pigment formation, improvement of antibacterial activity and hydroxymethylfurfural content. *Int J Food Sci Technol*. 50 (1). 178–185.

- Fleetwood, J. 2013. Med, Včelí produkty v praxi. Rebo Productions CZ. Čestlice. ISBN: 978-80-255-0713-1
- Frank, R. 2010. Zázračný med. Víkend. Líbeznice. ISBN: 978-80-7433-024-7
- Gámbara, A., Giménez, A., Ares, G., Pohor, S. 2007. Preference mapping of color of Uruguayan honeys. *Journal of Sensory Studies*. 22 (5). 507 – 519.
- Guahe, A. 1940. Über ein glukoseoxydierendes Enzym in der Pharynxdrüse der Honigbiene. *Zeitschrift für Vergleichende Physiologie*. 28 (3). 211 – 253.
- Guler, A., Kocaokutgen, H., Garipoglu, A., V., Onder, H., Ekinci, D., Biyik, S. 2014. Detection of adulterated honey produced by honey bee (*Apis mellifera*. L.) colonies fed with different levels of commercial industrial sugar (C₃ and C₄ plants) syrups by the carbon isotope ratio analysis. *Food Chemistry*. 155. 155 – 160.
- Hainkenová, E., Wegner, E. 1998. Honing. Süsse Medizin und sanfte Kosmetik für Ihr Wohlbefinden. Die besten Rezepte zur Selbstbehandlung. Droemersch Verlaganstalt Th. Knaur Nachf. Mnichov. ISBN: 80-240-1846-2
- Chakir, A., Romane, A., Barbagionni, M., Bartoli, D., Ferrazzi, P. 2011. Major and Trace Elements in Different Types of Moroccan Honeys. *Australian Journal of Basic and Applied*. 5 (4). 223 – 231.
- Kadri, S., M., Zaluski, R., Lima, G., P., P., Mazzafera, P., Orsi, R. D. 2016. Characterization of Coffea Arabica monofloral honey from Espirito Santo, Brazil. *Food Chemistry*. 203. 252 – 257.
- Kadri, S., M., Zaluski, R., Orsi, R., D. 2017. Nutritional and mineral contents of honey extracted by centrifugation and pressed processes. *Food Chemistry*. 218. 237 – 241.
- Kamler, F., et al. 1992. Marketing medu – hodnocení kvality a tržní úpravy. Ústav vědeckotechnologických informací pro zemědělství . S III. 24 s.
- Karabagias, L., K., Badeka, A., Kontakos, S., Karabournioti, S., Kontominas, G., M. 2014. Characterisation and classification of Greek pine honeys according to their geographical origin based on volatiles, physicochemical parameters and chemometrics. *Food Chemistry*. 146. 548 – 557.
- Kaškonienė, V., Venskutonis, P., R., Čeksteryte, V. 2010. Carbohydrate composition and electrical conductivity of different origin honey from Lithuania. *LWT – Food Science and Technology*. 43 (5). 801 – 807.
- Khan, Z. S., Nanda, M. S. Bhata, A. 2015. Kinetic Studies of HMF Formation and Diastase Activity in Two Different Honeys of Kashmir. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*. 4 (4). 97- 109.
- Kločko, R., T., Luganskij, S., N., Blinov, A., V. 2015. Pčelovodstvo. Včelařské překlady. Český svaz včelařů. 1 . 60-62.

- Kubišová, S., Titěra, D. 1988. Pyl ve výživě včel. Český svaz včelařů. Praha. 72 s. ISSN: 07 – 080 – 88.
- Kukurová, K., Karovičová, J., Greif, G., Kohajdová, Z., Lehkoživová, J. 2006. Determination of 5-Hydroxymethylfurfural after Winkler and by the HPLC Method for Authentication of Honey. *Chemical Papers*. 60 (3). 186 – 191.
- Kukurová, J., Karovicová, J., Kohajdová, Z., Biliková, K. 2008. Authentication of honey by multivariate analysis of its physico-chemical parameters. *Journal of Food and Nutrition research*. 47 (4). 170 – 180.
- Kuster, B., M., F. 1990. 5-hydroxymethylfurfural (HMF) - A Review Focusing on its Manufacture. *Starch*. 42 (8). 314 – 321.
- Lee, H., S., Magy, S. 1990. Relative reactivities of sugars in the formation of 5-hydroxymethylfurfural in Sugar – Catalyst model systems. *Journal of Food Processing and Preservation*. 14 (3). 171 – 178.
- Marcazzan, L.,G., Mucignat-Caretta, C., Marchese, M.,C., Piana, L., M. 2018. A review of methods for honey sensory analysis Una revisión de los métodos para el análisis sensorial de la miel. *Journal of Apicultural Research*. 57 (1). 78 – 87.
- Megherbi, M., Herbreteau, B., Faure, R., Salvador, A. 2009. Polysaccharides as a marker for detection of corn sugar syrup addition in honey. *Journal of Agric Food Chemistry*. 57 (6). 2105 – 2111.
- Moriera, R., Maria, C., Pietroluongo, M., Trugo, L. 2007. Chemical changes in the non-volatile fraction of Brazilian honeys during storage under tropical conditions. *Food Chemistry*. 104 (3). 1236 – 1241.
- Nguyen, H., T., L., Panyoyai, N. Paramita, V., D., Mantri, N., Kasapis, S. 2018. Physicochemical and viscoelastic properties of honey from medicinal plants. *Food Chemistry*. 241. 143 – 149.
- Nicolson, S., W., Human, H. 2008. Bees get a head start on honey production. *Biology Letters*. 4 (3). 299 – 301.
- Nicolson, W., S., Nepi, M., Pacini, E. 2007. *Nectaries and nectar*. Springer. Nizozemsko. vydání 1. ISBN: 978-1-4020-5937-7
- Oddo, L., P., Piazza, M., G., Pulciny, P., 1999. Invertase activity in honey. *Apidologie*. 30 (1). 57 – 65.
- Pangborn, R., M. 1964. Sensory evaluation of focus – look backward + forward. *Food technology*. 18 (9). 63.
- Pasias, I., N., Kiriakou, K., I., Proestos, CH. 2017. HMF and diastase activity in honeys: A fully validated approach and a chemometric analysis for identification of honey freshness and adulteration. *Food Chemistry*. 229. 425 – 431.

- Pasias, I., N., Kariakou, I., K., Kaitatziz, A., Koutelidakis, A., E., Proestos, C. 2018. Effect of late harvest and floral origin on honey antibacterial properties and quality parameters. *Food Chemistry*. 242. 213 – 518.
- Pernal, S., F., Curiie, R., W. 2000. Pollen quality of fresh and 1-year-old single pollen diets for worker honey bees (*Apis mellifera L.*). *Apidologie*. 31 (3). 387 – 409.
- Piana, M., L., Oddo, P., L., Bentabol, A., Bruneau, E., Bogdonov, S., Declerck, M., G. 2004. Sensory analysis applied to honey: state of the art. *Apidologie*. 35 (1). 26 – 37.
- Pohl, P., 2009.. Determination of metal content in honey by atomic absorption and emission spectrometries TrAC Trends in Analytical Chemistry. 28 (1). 117 – 128.
- Přidal, A. 2005. Včelí produkty. Mendlova lesnická a zemědělská univerzita Brno. Brno. 95 s. ISBN 80-7157-717-0
- Ribeiro, R., Mársico, E., Carneiro, C., Monteiro, M., Júnior, C., Jesus, O. 2014. Detection of honey adulteration of high fructose corn syrup by Low Field Nuclear Magnetic Resonance (LF 1H NMR). *Journal of Food Engineering*. 135. 39 – 43.
- Silva, P., M., Gauche, C., Gonzaga, L., V., Costa, A., C., O., Fett, R. 2016. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*. 196. 309 – 323.
- Silva, S., R., Sousa, A., Taveira, M. 2017. Characterization of Portuguese honey from Castelo Branco region according to their pollen spectrum, physicochemical characteristics and mineral contents. *Journal of Food science and Technology - Mysore*. 54 (8). 2551 – 2561.
- Simsek, A., Bilsel, M., Goren, A., C. 2012. $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ pattern of honey from Turkey and determination of adulteration in commercially available honey samples using EA-IRMS. *Journal of Agric Food Chemistry*. 130 (4). 1115 – 1121.
- Suarez-Luque, S., Mato, I., Huidobro, J., F., Simal-Lozano, J. 2005. Capillary electrophoresis method for the simultaneous determination of cations in honey. *Journal of Chromatography A*. 1083 (1 – 2). 193 – 198.
- Thrasylvou, A., Thananaki, CH., Goros, G., Karazafiris, E., Dimou, M., Liolios, V. 2018. Legislation of honey criteria and standards Legislación de criterios y normas de miel. *Journal of Apicultural Research*. 57 (1). 88 – 96.
- Tewari, J., Irudayaraj, J. 2004. Quantification of Sacharides in Multiple Floral Honeys Using Fourier Transform Infrared Microattenuated Total Reflectance Spectroscopy. *Journal of agricultural and Food Chemistry*. 52 (11). 3237-3243.
- Titera, D. 2012. Shrnutí soutěže Český med roku 2012. *Včelařství*. 65 (11). 380 – 381.
- Tuberoso, C., I., G., Jerković, I., Sarais, G., Congiu, F., Marijanovic, Z., Kuš, P., M. 2014. Color evaluation of seventeen European unifloral honey types by means of spectrophotometrically determined CIE L^*_{ab} h°_{ab} chromacity coordinates. *Food Chemistry*. 145. 284 – 291.

Veselý, V., Bacílek, J., Čermák, K., Drobníková, V., Haragsim, O., Kamler, F., Krieg, P., Kubišová, S., Peroutka, M., Ptáček, V., Škrobal, D., Titěra, D. 2013. Včelařství. Brázda. ISBN:978 – 80 – 209 – 0399 – 0

Vorlová, L., Gálková, H., Přidal, A., Navrátil, S., Karpíšková R., 2002. Med - Souborná analýza. Brno. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. ISBN 80-7305-450-7.

White, J., W. 1979. Honey: a comprehensive survey. Crane E (ed) Composition of honey. Heinemann. Londýn. p. 157 - 158

Winston, M., S. 1987. The biology of the honey bee. Harvard University Press. Londýn. ISBN: 0674074092

Yücel, Y., Sultanog̃lu, P. 2013. Characterization of Hatay honeys according to their multi – element analysis using ICP - OES combined with chemometrics. Food Chemistry. 140 (1 -2). 231 - 237.

12 Internetové zdroje

Bogdanov, S., Luellman, C., Martin, P. 2009. Harmonised methods of the International Honey Commission. International Honey Commission. [online]. [použito. 2018-03-10]. Dostupné z < <http://www.ihc-platform.net/ihcmethods2009.pdf> >

Bogdanov, S. 1999. Harmonised methods of the International Honey Commission. World Network of Honey Science[online]. [použito. 2017-08-08]. dostupné z < [ttp://www.bee-hexagon.net/en/network.htm](http://www.bee-hexagon.net/en/network.htm) >

Burešová, A. 2012. Fyzikálně – chemické vlastnosti medu. Mendlova univerzita v Brně. [online]. [použito. 2017-08-08]. Dostupné z < <http://www.chempoint.cz/fyzikalne-chemicke-vlastnosti-medu> >

Horecký, O. Rozhovor se včelařskou autoritou: Falšování medu je aktuální problém. 31. října 2011. dostupné z < <http://www.epochtimes.cz/2011103118333/Rozhovor-se-vcelarskou-autoritou-Falsovani-medu-je-aktualni-problem.html>>

Pavlsková, L. Med a zdraví [online]. Pharma NEWS. 2013 (1). [cit. 2018-03-14]. Dostupné z < <http://www.pharmanews.cz/clanek/med-a-zdravi/>>.

PerkinElmer. Determination of hydroxymethylfurfuran (HMF) in honey using the LAMBDA spectrophotometer. [online]. Application note. 2015 – 2016. [cit. 2018-03-14]. Dostupné z < <http://www.pharmanews.cz/clanek/med-a-zdravi/>>.

Směrnice Rady 2001/110/ES z 20. prosince 2001. o medu. Úřední věstník Evropské unie. 2001. částka 3. s 179 – 184. PDF online. ISSN 1977 – 0626. Dostupné také z <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX:32001L0110>>.

Svazová norma Český med, Norma jakosti č. ČSV 1/999 z 1. září 1999. Komise Českého svazu včelařů pro Český med, Výzkumný ústav včelařský, s.r.o. Dol. [online]. [cit. 2018-04-06]. Dostupné z <<http://www.vcelarstvi.cz/dokumenty-cms/smernicemed.pdf>>

URL. 1 - Dolínkovi. Je lepší cukr nebo med. www. vcelky.cz. [online]. [cit. 2018-03-06]. Dostupné z <<http://www.vcelky.cz/oo-cukr-nebo-med.htm>>

Vyhláška č. 76/2003 Sb. ze dne 27. 3. 2003. kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládou a čokoládové bonbony. Sbírka zákonů České republiky. 1997. částka 32. 1498 – 2484. ISSN 1211 – 1244. dostupné také z < <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100056122.html>>.

13 Seznam obrázků

Obrázek číslo 1 - původce medovice (*Lachnus roboris*)

http://www.plantsystematics.org/imgs/jdelaet/r/Fagaceae_Quercus_robur_34015.html

obrázek číslo 2 – původce medovice (*Physokermes piceae*)

http://smrk-odumirani.cz/ostatni_hmyz.html

obrázek číslo 3 – anatomie končetin včel

<http://slideplayer.cz/slide/2625647/>

obrázek číslo 4 – vznik hydroxymethylfurfuralu

<https://www.google.cz/search?biw=1303&bih=702&tbm=isch&sa=1&ei=YqqdWuvzE8->

[WsAfugJyYBQ&q=hydroxymethylfurfural&oq=hydroxymethyl&gs_l=psy-](https://www.google.cz/search?biw=1303&bih=702&tbm=isch&sa=1&ei=YqqdWuvzE8-)

[ab.1.0.0j0i30k116j0i5i30k113.4301.8377.0.10849.13.13.0.0.0.0.115.1099.12j1.13.0...0...1c.1.](https://www.google.cz/search?biw=1303&bih=702&tbm=isch&sa=1&ei=YqqdWuvzE8-)

[64.psy-ab..0.13.1095...0i67k1.0.fV7ykpEQUUY#imgsrc=VwzpAAWHz3N1-M:](https://www.google.cz/search?biw=1303&bih=702&tbm=isch&sa=1&ei=YqqdWuvzE8-)

obrázek číslo 5- refraktometr pro určení obsahu vody v medu

14 Seznam tabulek

Tabulka číslo 1 – průměrné složení medů

Tabulka číslo 2 – seznam analyzovaných vzorků

15 Seznam grafů

Graf č. 1 – obsah vody (refraktometricky)

Graf č. 2 – obsah sušiny (gravimetricky)

Graf č. 3 – titrační kyselost

Graf č. 4 – obsah popelovin

Graf č. 5 – elektrická vodivost

Graf č. 6 – obsahu peroxidu vodíku

Graf č. 7 – diastázová aktivita

Graf č. 8 – obsah HMF

Graf č. 9 – závislost obsahu vody na obsahu sušiny

Graf č. 10 – závislost elektrické vodivosti na obsahu popelovin (A)

Graf č. 11 – závislost elektrické vodivosti na obsahu popelovin (B)

16 Seznam příloh

Příloha č. 1 – obsah vody (refraktometricky)

Příloha č. 2 – obsah sušiny (gravimetricky)

Příloha č. 3 – titrační kyselost

Příloha č. 4 – obsah popelovin

Příloha č. 5 – elektrická vodivost

Příloha č. 6 – obsah peroxidu vodíku

Příloha č. 7 – diastázová aktivita

Příloha č. 8 – obsah HMF

Příloha č. 9 - porovnání analyzovaných parametrů u jednotlivých druhů medů

Příloha č. 10 – grafické znázornění zastoupení medů

Obsah vody (refraktometricky) (%)				
Číslo vzorku	Průměrná hodnota	maximum	minimum	Směrodatná odchylka
1	17,60	17,60	17,60	0,00
2	17,67	17,70	17,60	0,06
3	18,17	18,20	18,10	0,06
4	17,83	18,00	17,70	0,15
5	17,37	17,40	17,30	0,06
6	17,17	17,30	17,10	0,10
7	17,17	17,60	17,50	0,06
8	17,57	17,60	17,50	0,06
9	17,63	17,70	17,50	0,10
10	17,33	17,40	17,30	0,06
11	17,30	17,40	17,20	0,10
12	17,20	17,20	17,20	0,00
13	18,53	18,60	18,50	0,06
14	17,37	17,40	17,30	0,06
15	17,67	17,70	17,60	0,06
16	17,10	17,10	17,10	0,00
17	17,13	17,20	17,10	0,06

Příloha č. 1 – obsah vody (refraktometricky)

Obsah sušiny (gravimetricky) (%)				
Číslo vzorku	Průměrná hodnota	maximum	minimum	Směrodatná odchylka
1	84,88	85,40	84,36	0,52
2	84,57	85,16	83,98	0,59
3	84,63	84,84	84,43	0,21
4	84,28	85,21	83,36	0,93
5	84,57	85,27	83,87	0,70
6	86,40	87,90	84,89	1,50
7	84,17	84,72	83,62	0,55
8	83,08	83,29	82,88	0,21
9	83,16	83,18	83,14	0,02
10	83,79	84,34	83,25	0,54
11	83,46	83,67	83,24	0,21
12	84,47	85,33	83,60	0,87
13	82,85	83,55	82,14	0,70
14	84,66	85,46	83,86	0,80
15	83,10	83,33	82,88	0,23
16	84,52	85,76	83,29	1,24
17	83,38	83,46	83,30	0,08

Příloha č. 2 – obsah sušiny (gravimetricky)

Titrační kyselost (mekv/kg medu)				
Číslo vzorku	Průměrná hodnota	maximum	minimum	Směrodatná odchylka
1	23,38	23,89	22,86	0,52
2	36,88	37,40	36,36	0,52
3	19,22	19,74	18,70	0,52
4	28,05	28,05	28,05	0,00
5	35,84	36,36	35,32	0,52
6	25,97	25,97	25,97	0,00
7	15,58	15,58	15,58	0,00
8	14,03	14,54	13,51	0,52
9	14,54	15,58	13,51	1,04
10	19,22	19,74	18,70	0,52
11	32,73	33,24	32,21	0,52
12	16,62	16,62	16,62	0,00
13	32,21	33,24	31,17	1,04
14	34,28	34,28	34,28	0,00
15	36,36	37,40	35,32	1,04
16	35,32	36,36	34,28	1,04
17	45,19	46,75	43,63	1,56

Příloha č. 3 – titrační kyselost

Obsah popelovin (g/100 g medu)				
Číslo vzorku	Průměrná hodnota	maximum	minimum	Směrodatná odchylka
1	0,102	0,112	0,092	0,010
2	0,109	0,135	0,083	0,026
3	0,114	0,121	0,107	0,007
4	0,057	0,082	0,032	0,025
5	0,140	0,164	0,117	0,024
6	0,065	0,078	0,052	0,013
7	0,039	0,058	0,020	0,019
8	0,035	0,038	0,032	0,003
9	0,032	0,050	0,013	0,018
10	0,830	1,364	0,297	0,534
11	0,399	0,400	0,399	0,001
12	0,116	0,128	0,105	0,010
13	0,260	0,264	0,256	0,004
14	0,478	0,494	0,462	0,016
15	0,342	0,378	0,305	0,036
16	0,507	0,528	0,486	0,021
17	0,526	0,553	0,500	0,026

Příloha č. 4 – obsah popelovin

Elektrická vodivost (mS/m)				
Číslo vzorku	Průměrná hodnota	maximum	minimum	Směrodatná odchylka
1	34,63	34,70	34,60	0,05
2	41,27	41,30	41,20	0,05
3	29,47	29,50	29,40	0,05
4	26,83	26,90	26,80	0,05
5	41,87	42,00	41,60	0,19
6	27,97	28,00	27,90	0,05
7	17,31	17,32	17,31	0,00
8	14,78	14,81	14,77	0,02
9	11,42	11,47	11,39	0,03
10	76,17	76,30	75,90	0,19
11	92,27	92,40	92,20	0,09
12	28,37	28,50	28,30	0,09
13	58,50	58,50	58,50	0,00
14	106,60	106,70	106,60	0,05
15	74,00	74,10	74,00	0,05
16	111,90	112,00	111,80	0,08
17	112,30	112,40	112,30	0,05

Příloha č. 5 – elektrická vodivost

Obsah peroxidu vodíku (mg / kg)				
Číslo vzorku	Průměrná hodnota	maximum	minimum	Směrodatná odchylka
1	500,00	500,00	500,00	0,00
2	1500,00	1500,00	1500,00	0,00
3	375,00	500,00	250,00	125
4	< 250,00	< 250,00	< 250,00	/
5	500,00	500,00	500,00	0,00
6	< 250,00	< 250,00	< 250,00	/
7	< 250,00	< 250,00	< 250,00	/
8	250,00	250,00	250,00	0,00
9	125,00	250	< 250,00	125
10	< 250,00	< 250,00	< 250,00	/
11	2000,00	2000,00	2000,00	0,00
12	500,00	500,00	500,00	0,00
13	< 250,00	< 250,00	< 250,00	/
14	1125,00	1250,00	1000,00	125,00
15	1500,00	1500,00	1500,00	0,00
16	1125,00	1250,00	1000,00	125
17	1000,00	1000,00	1000,00	0,00

Příloha č. 6 – obsah peroxidu vodíku

Diastázová aktivita (Schade)				
Číslo vzorku	Průměrná hodnota	maximum	minimum	Směrodatná odchylka
1	29,85	29,97	29,74	0,11
2	35,37	36,65	34,08	1,28
3	21,99	23,76	20,21	1,78
4	15,40	18,63	12,17	3,23
5	8,42	9,10	7,74	0,68
6	15,94	21,70	10,17	5,77
7	18,91	20,49	17,33	1,58
8	8,08	8,08	8,08	0,00
9	6,56	6,59	6,53	0,03
10	10,34	11,95	8,73	1,60
11	23,76	28,27	19,25	4,51
12	20,89	23,48	18,29	2,59
13	8,75	9,55	7,94	0,80
14	15,65	16,57	14,74	0,92
15	15,43	16,63	14,23	1,20
16	16,56	16,77	16,35	0,21
17	8,08	8,62	7,55	0,54

Příloha č. 7 – diastázová aktivita

Obsah HMF (mg / kg medu)				
Číslo vzorku	Průměrná hodnota	maximum	minimum	Směrodatná odchylka
1	53,16	55,25	51,06	2,10
2	89,62	93,44	85,80	3,82
3	60,35	65,44	55,25	5,09
4	100,92	105,72	96,13	4,79
5	46,64	46,72	46,57	0,07
6	32,87	37,14	28,60	4,27
7	36,16	36,39	35,94	0,22
8	31,67	35,34	28,00	3,67
9	41,40	46,27	36,54	4,87
10	78,46	98,23	58,70	19,77
11	62,07	73,97	50,16	11,90
12	40,80	42,68	38,93	1,87
13	140,53	157,53	123,54	17,00
14	50,39	55,85	44,92	5,47
15	67,10	68,58	65,44	1,57
16	51,81	52,11	51,51	0,30
17	83,03	88,95	77,12	5,91

Příloha č. 8 – obsah HMF

Porovnání analyzovaných parametrů u jednotlivých druhů medu				
Stanovený parametr	Ø celkem směr. odch.	Ø smíšený nektarový med směr. odch.	Ø jednodruhový nektarový med směr. odch.	Ø medovicový med směr. odch.
obsah vody (%)	17,54 ± 0,37	17,82 ± 0,23	17,39 ± 0,18	17,54 ± 0,53
obsah sušiny (%)	84,12 ± 1,12	84,59 ± 0,65	84,14 ± 1,24	83,70 ± 1,00
titrační kyselost (mekv / kg)	27,38 ± 9,33	26,88 ± 6,58	21,82 ± 8,07	36,67 ± 4,60
obsah popelovin (g / 100 g)	0,244 ± 0,260	0,096 ± 0,030	0,207 ± 0,323	0,423 ± 0,106
elektrická vodivost (mS / m)	53,28 ± 34,26	33,05 ± 5,51	38,77 ± 28,01	92,68 ± 22,21
obsah peroxidázy (mg / kg)	617,65 ± 662,01	593,75 ± 558,14	421,88 ± 629,48	950,00 ± 509,90
diastázová aktivita (Schade)	16,47 ± 8,17	25,65 ± 7,84	14,11 ± 6,81	12,89 ± 3,77
obsah HMF (mg / kg)	62,76 ± 28,75	76,01 ± 20,26	46,26 ± 17,41	78,55 ± 34,23

Příloha č. 9 - porovnání analyzovaných parametrů u jednotlivých druhů medů

zastoupení medů

