

# **Fyzikální a chemické vlastnosti vybraných druhů medu**

Taťána Horáková

---

Bakalářská práce  
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Taťána Horáková  
Osobní číslo: T12763  
Studijní program: B2901 Chemie a technologie potravin  
Studijní obor: Chemie a technologie potravin  
Forma studia: prezenční

Téma práce: Fyzikální a chemické vlastnosti vybraných druhů medu

Zásady pro vypracování:

## I. Teoretická část

1. Med, druhové rozdělení medu.
2. Chemické složení medu.
3. Fyzikálně chemické parametry kvalitativního hodnocení medu.

## II. Praktická část

1. Refraktometrické stanovení obsahu vody v medu.
2. Stanovení titrační kyselosti a aktivní kyselosti - pH.
3. Viskozita medu.
4. Elektrická vodivost medu.
5. Vyhodnocení a diskuse výsledků.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] SEVERA, L., NEDOMOVÁ, Š. Fyzikální a mechanické vlastnosti potravin. Vyd. 1. V Brně: Mendelova univerzita, 2011, 116 s. ISBN 978-80-7375-521-8.

[2] PŘÍDAL, A., ČERMÁK, K. Včelařství. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2005, 92 s. ISBN 80-7157-850-9.

[3] VESELÝ, V. Včelařství. Vyd. 2., upr. a dopl., V nakl. Brázda 1. Praha: Brázda, 2003, 270 s., [12] s. barev. obr. příl. ISBN 80-209-0320-8.

[4] Med. 1. vyd. Praha: Sun, 2010, 79 s. (přeložila Kateřina Blahová). ISBN 978-80-7371-342-3. Elektronické informační zdroje. Dostupný z: [http://toc.nkp.cz/NKC/201011/contents/nkc20102128944\\_1.pdf](http://toc.nkp.cz/NKC/201011/contents/nkc20102128944_1.pdf)

[4] ARANA, Ignacio J. Physical properties of foods: novel measurement techniques and applications. Boca Raton, FL: CRC Press, c2012, xiv, 406 s. ISBN 978-1-4398-3536-4.

[5] TOLGA Kahraman, Serkan Kemal Buyukunal, Aydin Vural, Sema Sandikci Altunatmaz. Physico-chemical properties in honey from different regions of Turkey. Food Chemistry 123 (2010) 41-44. Dostupné z: [www.elsevier.com/locate/foodchem](http://www.elsevier.com/locate/foodchem).

[5] POPEK, S. A procedure to identify a honey type. Food Chemistry 79 (2002) 401-406. Dostupné z: [www.elsevier.com/locate/foodchem](http://www.elsevier.com/locate/foodchem).

Vedoucí bakalářské práce:

**doc. Mgr. Barbora Lapčíková, Ph.D.**

Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

**10. ledna 2014**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**2. května 2014**

Ve Zlíně dne 3. února 2014

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
*děkan*



  
doc. Ing. František Buňka, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské/diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že bakalářská/diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou/diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – bakalářskou/diplomovou práci - nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské/diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské/diplomové práce využít ke komerčním účelům.

Ve Zlíně ..... 28. 4. 2014 .....

.....  
Jméno, příjmení, podpis

*1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:*

*(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.*

*(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.*

*(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.*

*2) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:*

*(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).*

*3) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:*

*(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.*

*(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.*

*(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.*

## **ABSTRAKT**

Cílem této práce bylo zjistit fyzikálně chemické hodnocení různých druhů medu pocházejících z České republiky. V jednotlivých druzích byl stanoven refraktometricky obsah vody, titrační kyselost, aktivní kyselost vpichovým pH metrem, dále byly stanoveny reologické vlastnosti a vodivost medu.

Klíčová slova: med, index lomu, viskozita, konduktivita, titrační kyselost, aktivní kyselost

## **ABSTRACT**

The aim of this study was to determine the physicochemical evaluation of different types of honey that come from the Czech Republic. In each type of honey was determined by refractometry water content, titratable acidity. The active acidity was determined using by prick pH meter. In this work were also determined rheological properties and conductivity of honey.

Keywords: honey, refractometry index, free acidity, total acidity, viscosity, conductivity

Chtěla bych poděkovat vedoucí mé bakalářské práce doc. Mgr. Barboře Lapčíkové, Ph.D. za odborné vedení při práci v laboratoři i vypracování této práce. Dále pak Mgr. Ivě Burešové Ph.D. a v neposlední řadě panu Jaromíru Taušovi za zapůjčení literatury. Velký dík patří i mé rodině za podporu při studiu a psaní bakalářské práce.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala, odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka.

Ve Zlíně dne 28. 4. 2014

.....

Podpis studenta

## OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 MED, DRUHOVÉ ROZDĚLENÍ MEDU</b> .....	<b>11</b>
1.1 VZNIK MEDU .....	11
1.1.1 Nektar a medovice.....	11
1.2 DRUHOVÉ ROZDĚLENÍ MEDU .....	11
1.3 PASTOVÁNÍ MEDU .....	12
1.4 ČLENĚNÍ MEDU PODLE VYHLÁŠKY .....	12
<b>2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ MEDU</b> .....	<b>14</b>
2.1 CUKRY V MEDU .....	14
2.2 MINERÁLNÍ LÁTKY .....	15
2.3 BÍLKOVINY A AMINOKYSELINY.....	15
2.4 ENZYMY .....	16
2.5 KYSELINY.....	17
2.6 OSTATNÍ LÁTKY OBSAŽENÉ V MEDU .....	17
<b>3 FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ PARAMETRY KVALITATIVNÍHO HODNOCENÍ MEDU</b> .....	<b>20</b>
3.1 INDEX LOMU, REFRAKTOMETRIE.....	20
3.1.1 Index lomu světla v medu $n_D$ .....	22
3.2 TITRAČNÍ KYSELOST A PH .....	22
3.3 VSKOZITA.....	22
3.4 ELEKTRICKÁ VODIVOST, KONDUKTOMETRIE.....	23
<b>PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>25</b>
<b>4 CÍL PRÁCE</b> .....	<b>26</b>
4.1 POPIS DRUHŮ MEDU.....	26
4.1.1 Malinový med .....	26
4.1.1 Pastovaný med.....	26
4.1.1 Lesní med .....	26
4.1.1 Pohankový med .....	27
4.1.2 Květový luční med .....	27
4.2 SEZNAM CHEMIKÁLIÍ .....	27
4.3 SEZNAM MĚŘÍCÍCH PŘÍSTROJŮ .....	27
<b>5 REFRAKTOMETRICKÉ STANOVENÍ OBSAHU VODY V MEDU</b> .....	<b>28</b>

5.1	MĚŘENÍ POMOCÍ ABBEHO REFRAKTOMETRU .....	28
<b>6</b>	<b>STANOVENÍ TITRAČNÍ KYSELOSTI A AKTIVNÍ KYSELOSTI – PH.....</b>	<b>29</b>
6.1	STANOVENÍ CELKOVÉ KYSELOSTI MEDU .....	29
6.1.1	Stanovení titrační kyselosti .....	29
6.1.2	Stanovení aktivní kyselosti - pH .....	29
	Postup stanovení aktivní kyselosti.....	30
<b>7</b>	<b>VISKOZITA MEDU .....</b>	<b>31</b>
<b>8</b>	<b>ELEKTRICKÁ VODIVOST MEDU .....</b>	<b>32</b>
<b>9</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUSE .....</b>	<b>33</b>
9.1	INDEX LOMU .....	33
9.1.1	Stanovení kyselostí.....	33
9.1.2	Viskozita .....	34
9.1.3	Konduktivita.....	40
9.2	DISKUSE VÝSLEDKŮ .....	41
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>43</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>44</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>46</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>47</b>



## ÚVOD

„Medem se rozumí potravina přírodního sacharidového charakteru, složená převážně z glukózy, fruktózy, organických kyselin, enzymů a pevných částic zachycených při sběru sladkých šťáv květů rostlin (nektar), výměšků hmyzu na povrchu rostlin (medovice), nebo na živých částech rostlin včelami (*Apis mellifera*), které sbírají, přetvářejí, kombinují se svými specifickými látkami, uskladňují a nechávají dehydratovat v plástech“ [1].

Včelí med patří již od pradávna k velice ceněným potravinám, jako sladidlo byl používán pravděpodobně již v době kamenné [3].

Základním materiálem pro získání medu v oblasti našeho mírného pásma je především květový nektar a medovice. Med je tedy čistě přírodní produkt a nesmí do něj být přidány, kromě jiného druhu medu, žádné jiné látky, ani pokud by se jednalo o přídatné látky. Zároveň z medu nesmí být odstraněn pyl ani jakákoliv jiná složka, pouze pokud tomu nelze jako například při filtraci zabránit [1, 3, 6].

# **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 MED, DRUHOVÉ ROZDĚLENÍ MEDU

## 1.1 Vznik medu

Včelí med je nejznámější a zároveň nejdůležitější produkt včel [2].

Včela přelétává z květu na květ, kde sosákem nasává nektar nebo medovici. Postupně přes hltan a jícen čely se nektar dostane do medného váčku, který má včela uložený ve svém těle. Po přiletu včely do úlu vyvrhne obsah svého medného váčku na česno. Mladé dělnice spolykají tuto hmotu, dopraví ji k plástu a tam ji opět vyvrhnou. Postup s polykáním se ještě několikrát opakuje a tím dochází k filtrování vody z nektaru a postupnému obohacování o enzym invertázu. Nakonec dělnice uloží nektar do buňky plástu, kde zraje. Včely pak tyto buňky s medem zavíčkují. Po zavíčkování je med zahuštěn, že obsahuje kolem 20% vody. V zavíčkovaných buňkách ještě pokračují biochemické procesy zrání. Med slouží včelám jako zásoba potravy na horší časy. Pokud je včelařem odebrán, musí být nahrazen adekvátní potravou a to cukerným sirupem, který včely zpracovávají podobně jako nektar a medovici [3].

### 1.1.1 Nektar a medovice

Nektar je cukerný vodný roztok organických kyselin a minerálních látek vylučován z rostlinných pletiv. Zjištěných cukrů v nektaru je zatím 28, z nichž je nejvíce zastoupena sacharóza, glukóza a fruktóza. Obsah a poměr zastoupení jednotlivých cukrů v nektaru má vliv na kvalitu medu. Medy s převahou fruktózy bývají déle tekuté [2].

Medovice je tekutina, která se vyskytuje na listech a jehličí stromů jako cukerný roztok a je sbírána včelami. Je produkována mšicemi a červci. Ti svými ústními orgány nabodávají a vysávají vodivá rostlinná pletiva. z těch si jejich zažívací trakt odebere bílkoviny a roztok cukru-medovici- vyloučí na rostlinu [2].

## 1.2 Druhové rozdělení medu

Druh medu nám dává údaje o základním druhu včelí pastvy. Podle původu rozeznáváme nektarový – květový a medovicový – lesní a smíšený – nektarový a medovicový

dohromady. Dále jsou medy děleny podle původu nektaru a to na akátový, lipový, řepkový, malinový, vřesový, slunečnicový atd. Nutno však podotknout, že medy čistě jen z jednoho druhu rostlin vznikají jen při cílených vědeckých pokusech. Důvodem mísení druhů snůšky je vytáčení medu včelařem až po určité době a pravděpodobnost, že za toto období kvetl jen jeden druh rostlin, je velmi malá [2].

Mezi tropické druhy medů pak je možno řadit levandulový, liliový, manuka atd. [4].

### **1.3 Pastování medu**

Je to postup, na jehož konci vzniká hmota s jemnými krystaly (o velikosti asi 10  $\mu\text{m}$ ) pastovité konzistence. Při skladování nemění své vlastnosti. Vyrábí se v tzv. duplikátoru, což je vyhřívaná nádoba s míchadlem. Zahřátím na 45 °C se med ztekutí nebo se použije med právě vytočený. Používají se medy květové, nejčastěji pak řepkový, nelze používat med akátový.

Med se ochladí na 30°C a postupně se do něj přimíchává 2-3% již pastovaného nebo jemně krystalizovaného medu. Pak se med znovu ochladí, tentokrát na teplotu pod 20 °C, a dvakrát nebo třikrát denně se promíchá. Jakmile med nabývá bílé barvy a perleťového lesku, ale ještě stále teče, plní se do připravených nádob. Med pak přejde do konzistence, kdy se dá nabírat lžící či nožem, ale není zcela tvrdý. Povrch takového medu by měl být matný a skladován v chladu [2].

### **1.4 Členění medu podle vyhlášky**

Podle vyhlášky 76/2003 ministerstva je med členěn následovně:

- a) Podle původu
  1. květový
  2. medovicový
- b) podle způsobu získávání a úpravy
  1. vytočený med,

2. plástečkový med,
3. lisovaný med,
4. vkapaný med,
5. med s plástečky,
6. filtrovaný med,
7. pastovaný med [1].

## 2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ MEDU

Voda má v medu zastoupení od 15 do 20 %, zbytek je sušina. Sušina je tvořena převážně cukry [2].

### 2.1 Cukry v medu

Největší zastoupení z cukrů v medu tvoří fruktóza, glukóza a sacharóza. Téměř ve všech druzích medu převažuje fruktóza nad glukózou, což se projevuje stáčením roviny polarizovaného světla do leva, jsou tedy levotočivé. Med akátový, vřesový, a med z kaštanovníku setého mají poměr fruktózy ke glukóze vyšší než 1,3, ostatní druhy medů mají poměr od 1 do 1,3. Všeobecně platí, že medy, které mají stejné zastoupení těchto monosacharidů, snadno krystalizují a jsou tuhé. Na konzistenci medu tedy nemá vliv obsah vody, ale poměr zastoupení glukózy a fruktózy. Medy s převládajícím zastoupením fruktózy nad glukózou zůstávají tedy tekuté. Podle normy mají mít tedy nejméně 60 % redukujících cukrů [2].

Medovicové, tedy lesní medy, mívají zpravidla méně redukujících cukrů než nektarové, protože obsahují více složitějších cukrů. Sacharóza je přirozeně obsažená v nektaru a medovici, ale při tvorbě medu včelami se enzymaticky štěpí. Enzym invertáza, který je obsažený v hltanových šťávách včel štěpí sacharózu z nektaru a medovice na stejný podíl glukózy a fruktózy. V medu jako takovém je tedy výskyt sacharózy asi jen okolo 1 %. Pokud je ovšem snůška velká, nestačí invertáza rozložit všechnu sacharózu a to je pak příčinou dočasně vyššího obsahu ve vzniklém medu [2].

Oligosacharidy jsou přítomny v každém medu, ovšem v květových medech je jich poměrně málo, asi jen 2-4 %, ale v medovicových je jich podstatně více, asi 12 %. Asi třetinu všech oligosacharidů tvoří maltóza. Oligosacharidy v medu vznikají především enzymatickou cestou a to spolupůsobením enzymů včel, producentů medovice a rostlin samotných [5].

Častým trisacharidem v medu je melecitóza, tento cukr způsobuje krystalizaci medu v plástech během několika dnů. Tento jev je včelaři označován jako cementový med. Melecitóza není pro včely stravitelná a její přítomnost v zimních zásobách může způsobit velké škody [2].

## 2.2 Minerální látky

Podíl popelovin byl zjišťován vysušením a spálením medu. Podle původu medu je obsah minerálních látek stanoven v rozsahu od 0,1 do 0,7 %. Méně popelovin obsahují květové medy a více pak medovicové. Popeloviny tvoří minerální složku medu, ovšem kromě vodíku, dusíku, kyslíku a síry (v sulfidové formě), které unikly při spalování do vzduchu jako plyny. V medu se vyskytuje většina prvků, mnoho z nich však jen ve stopových množstvích. Při analýze minerálních látek v medu je sledován primárně obsah prvků draslíku, sodíku, vápníku, fosforu, křemíku a železa [6].

Draslík tvoří asi polovinu veškerých minerálních látek v medu (oxid draselný tvoří 58,84% z popela medu). To má veliký význam pro člověka. Jeho nedostatek v lidském těle může být způsoben nedostatečným dodáváním, nebo přílišným vylučováním, tedy při průjmech, zvracení nebo nadměrném příjmu tekutin. To působí nepříznivě při chronické slabosti srdečního svalu. Proto může obsah draslíku v medu příznivě působit při srdečních chorobách [6].

Vápník není sice z minerálních látek v medu obsažen nejvíce, ale za to je v dobře vstřebatelné formě. Ionizovaný vápník se podílí na srážení krve, na vedení nervového vzruchu a na propustnosti buněčných membrán. Je potřebný pro činnost srdce. Vápník má v lidském těle nezastupitelnou roli a med je tedy považován za jeho dobrý zdroj. [6]

Fosfor se v medu vyskytuje ve formě kyseliny fosforečné. Obsah je velmi variabilní podle druhu medu. Obecně se uvádí zastoupení fosforu mezi minerálními látkami 13-14% [2].

Med je jedna z mála potravin, ve které se nachází takto ucelený soubor minerálních látek. Jelikož může být konzumován ve stavu, který neprošel tepelnou úpravou, nedochází k porušení, v kterých se tyto látky nacházejí a jejich složení a vzájemný poměr jsou optimální [6].

## 2.3 Bílkoviny a aminokyseliny

Jejich množství v medu je tak nízké, že z výživového hlediska je zanedbatelné. V medech se běžně vyskytuje 11-21 různých volných aminokyselin. Nejčastěji jsou to pak alanin,

fenylalanin, prolin, kyselina glutamová, tyrozin, leucin a izoleucin. Co do množství převažuje prolin, množství ostatních je zanedbatelné. Významu nabývají pouze v případě, že by mohly vyvolat alergické reakce [6].

Aminokyseliny se podílejí na chuťových vlastnostech medů a podle obsahu některých aminokyselin je možné určit geografický původ medů [2].

Přítomnost bílkovin v medu způsobuje, že med má nižší povrchové napětí a to může vést k tvorbě pěny a nahromadění drobných vzduchových bublin. Tento jev je pozorován zejména u pohankových medů, které mají vyšší obsah proteinů [6].

## 2.4 Enzymy

Enzymy v medu pocházejí převážně z nektaru nebo z hltnových žláz včel. Jako další zdroje enzymů jsou uváděny pylová zrna, kvasinky a mikroorganismy. Hlavní význam pak mají enzymy, které produkují včely při přeměně nektaru na med. Jako důkaz biologické aktivity medu byl proveden pokus. Po smíchání vody a sacharózy byl zjištěn po dvou dnech obsah pouze sacharózy. Pokud byl ale přidán do stejného roztoku malý podíl medu, po dvou dnech bylo zjištěno, že část sacharózy byla přeměněna na invertní cukr. Příčinou tohoto děje je enzym invertáza, který je bohatě obsažený v medu [5].

Invertáza je vůbec nejdůležitějším enzymem v medu. Štěpí sacharózu na fruktózu a glukózu. Při tomto štěpení na jednoduché cukry ale zároveň vznikají i cukry složitější. Po uzrání medu si enzymy v medu ještě zachovávají nějaký čas svoji funkci. i při dlouhodobém skladování však obsah sacharózy v medu není nikdy nulový. Některé enzymy totiž syntetizují sacharózu, takže konečné nízké obsahy sacharózy představují rovnováhu mezi štěpením a vytvářením sacharózy [6].

Při nevhodném skladování medu, tedy při vyšších teplotách, nebo při ohřátí nad 50°C se enzymy i jiné hodnotné látky medu zničí [6].

Amylázy a diastázy štěpí škrob na jeho složky a tedy až na maltózu. Meziprodukty jejich štěpení jsou různé škrobové dextriny. Amyláza je přítomná ve všech medech a může se měřit, což bylo dříve používáno k zjištění, zda byl med vystavován nežádoucím účinkům tepla. Větší množství amyláz obsahují pohankový med a med ze šalvěže a máty [6].



Glukózooxidáza je další z enzymů obsažených v medu. Pomocí tohoto enzymu vzniká z glukózy její lakton a peroxid vodíku. Vzniklým peroxidem vodíku může být vysvětlen antibakteriální účinek medu. Pokud je tedy med ve svém původním stavu, nemohou v něm růst bakterie z důvodu vysoké koncentrace cukru. Pokud je ale med zředěný, bakterie v něm zřejmě nerostou právě díky přítomnosti peroxidu vodíku [6].

Kataláza štěpí peroxid vodíku na vodu a kyslík. V medu je jen rostlinného původu, čím více je v medu pylu, tím více je tam i katalázy. Pokud se med filtrací zbaví pylu, štěpení peroxidu vodíku přestane [6].

Fostatázy štěpí estery kyseliny fosforečné a mají i syntetický účinek [6].

## **2.5 Kyseliny**

Jsou obsaženy ve všech druzích medu a způsobují kyselou reakci a chuť. Základní kyselinou je kyselina gluonová, vznikající z glukózy enzymatickou oxidací. V medu je obsažena spíše ve formě laktonu, který po zředění vodou přejde na glukonovou kyselinu. Laktony tvoří asi jednu třetinu celkové kyselosti medu. Dále jsou v medu obsaženy kyseliny: citrónová, jablečná a jantarová. V malém množství pak kyseliny octová, mravenčí, máselná, mléčná, šťavelová, glykolová a alfa-ketoglutarová. Velká rozmanitost kyselin dokazuje pravost medu, cukerné zásoby včel jsou na organické kyseliny chudé. Kyseliny v medu jsou stanovovány pomocí pH [2].

## **2.6 Ostatní látky obsažené v medu**

Hormony. Acetylcholin je chemickým přenašečem nervového vzruchů v periferním nervovém systému. V medu je obsažen až do koncentrace 45 mg na kg. Většina pochází pravděpodobně z pylu. Med obsahuje též 20 µg volného a 20-60 µg vázaného adrenalinu v 1 kg medu. V medu je dále obsažen růstový hormon. Ten podporuje růst některých kvasinek [6].

Barviva. z flavonoidních rostlinných barviv byl v medu prokázán kvercetin a rutin. V medech lze zjistit kolem 12 ti různých barviv, patřící mezi flavonoidy, antokyany a produkty degradace cukrů. Převládají rostlinná barviva, která přecházejí z medných a pylových zásob do vosku a odtud zpět do medu. z aminokyseliny tyrozinu vznikají

melanoidní barviva. Další aromatické aminokyselin reagují s cukry, především s fruktózou za vzniku hnědých barviv, z nichž některá mají specificky výrazné aroma [2].

Vitaminy. V porovnání s jinými potravinami je množství vitamínů v medu velmi nízké. Například s ovocem jej nemůžeme vůbec srovnávat. Většina vitamínů pochází z pylu, medovice nebo nektaru. Jde tedy o riboflavin, tiamin a kyselinu pantotenovou. z hlediska lidské výživy mohou tyto vitamíny představovat pouze doplňkový zdroj [6].

Aromatické látky. Ve složení různých medů se objevilo až 120 aromatických látek, s jejichž obsahem souvisí aroma. Ani polovinu z nich se však nepodařilo identifikovat. Jde zejména o látky zastoupené alifatickými alkoholy, aldehydy, ketony, kyselinami a estery organických kyselin. Prakticky ve všech medech se nacházejí aldehydy (formaldehyd, acetaldehyd, propionaldehyd, izobutyraldehyd) a alkoholy (propanol, butanol, izobutanol). Obsahují i jiné těžké látky. Obsah veškerých aromatických látek závisí na botanickém původu medu [6].

Hydroxymethylfurfural. Dojde-li ke zvýšení teploty medu, dochází působením kyselin v medu k rozkladu přítomných cukrů na 5-hydroxymethyl-2-furaldehyd (HMF). V čistém stavu je to bezbarvá krystalická látka, která na vzduchu okamžitě hnědne a reaguje s ostatními složkami medu na žlutohnědé barvivo. Obsah HMF je jedním z ukazatelů kvality medu. Dobře skladované medy mají obsah HMF do 10 mg na Kg. Hodnota do 40 mg na kg je ještě na hranici a vyhovuje normě. To odpovídá asi zahřátí na 70°C po dobu 5 hodin. Medy s vyšší hodnotou HMF svědčí o několikanásobném nešetrném zahřívání a jejich biologická hodnota nemá žádnou váhu [2].

Přírodní toxické látky. Hlavním zdrojem toxických látek pro vznik medu jsou vřesovité rostliny. Na území našeho státu se však žádné otravy a ani nijak závadné medy nevyskytují [2].

Tukové látky. Med obsahuje asi 0,015 % různých lipidů. z nich je asi 45 % esterů cholesterolu, 22 % triacylglyceridů, 18 % volných kyselin a 17 % volného cholesterolu. z mastných kyselin, které tvoří estery, jsou to pak: kyselina kaprylová, laurová, palmitolejová, stearová, olejová, arachidonová a linoleová [2].

Mikroorganismy. V medu nejsou s výjimkou kvasinek schopny růst. Mikrobiologický obraz svědčí o hygienické úrovni včelařského provozu. Pro člověka patogenní druhy

v medu nebyly prokázány. Některé prameny varují před botulismem v medu. Nálezy anaerobní bakterie *Clostridium botulinum* v medu jsou však ojedinělé a nepředstavují reálné riziko [6].

### 3 FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ PARAMETRY KVALITATIVNÍHO HODNOCENÍ MEDU

#### 3.1 Index lomu, refraktometrie

Podstatou metody refraktometrie je měření indexu lomu. Dopadá-li paprsek na fázové rozhraní, může nastat buď reflexe (odraz), nebo refrakce (lom) [8]. Odrazem rozumíme, že se úhel dopadu  $\alpha$  rovná úhlu odrazu  $\alpha'$ . Lomem rozumíme, že při průchodu paprsku do jiné fáze se paprsek láme v důsledku různé rychlosti světla v obou fázích. Úhel lomu  $\beta$  je menší než úhel dopadu  $\alpha$ , když paprsek přechází do fáze, ve které je proti původní fázi rychlost světla nižší (lom ke kolmici). V opačném případě nastává lom od kolmice. Úhly dopadu, odrazu i lomu se měří mezi paprskem a kolmicí spuštěnou na fázovém rozhraní [7].

Index lomu je poměr rychlostí světla v obou fázích. Aby bylo možné porovnávat jednotlivé látky podle jejich indexu lomu, volí se stejné prostředí, ze kterého paprsek dopadá. V praxi je toto prostředí vzduch [7].

Absolutní index lomu  $N$

$$N = \frac{c}{v} \quad (1)$$

$c$ ..... rychlost světla ve vakuu

$v$ ..... rychlost světla v daném prostředí

Relativní index lomu  $n_{1 \rightarrow 2}$

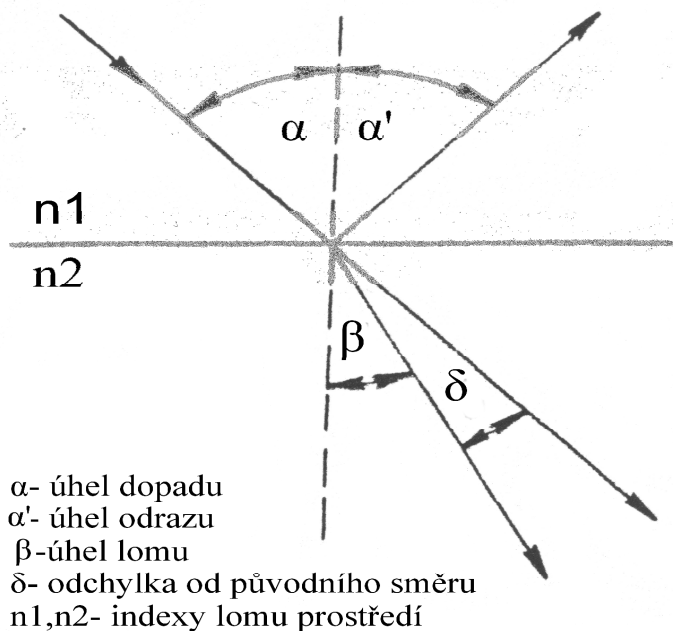
$v_1$ ..... rychlost světla ve fázi 1

$v_2$ ..... rychlost světla ve fázi 2

Nejčastěji se udává pro přechod světla do dané látky.

Pro index lomu platí Snellův zákon:

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \quad (2)$$



Obr. 1: Index lomu světla

Pomocí Snellova zákona je možno určit relativní index lomu libovolné dvojice látek 1 a 2, známe-li relativní indexy lomu pro přechod paprsku ze vzduchu do těchto látek.

Index lomu závisí na vlnové délce záření i na teplotě. V tabulkách se uvádí index lomu pro danou teplotu a vlnovou délku [7].

Měření indexu lomu se provádí pomocí refraktometrů. Nejběžnější je univerzální Abbeho refraktometr. u tohoto refraktometru stačí malé množství vzorku nanést mezi dva hranoly. Podstatou měření je zjistit mezní úhel lomu  $\beta_{\max}$ . Je to maximální možný úhel lomu, když úhel dopadu se limitně blíží  $90^\circ$ . Bude-li dopadat do místa průniku kolmice s fázovým rozhráním světlo z celého levého horního kvadrantu, proniká do části pravého dolního kvadrantu, která je vymezená kolmicí a mezním úhlem lomu. Rozhraní mezi osvětlenou a neosvětlenou částí tohoto kvadrantu sledujeme v refraktometru. Je-li námi nastaveno v zorném poli dalekohledu toto rozhraní přesně na střed, na stupnici je pak odečten index lomu. Měření indexu lomu se v praxi používá na ověření čistoty chemikálií v tuhé a kapalné fázi. Jde o velmi jednoduchou a levnou metodu [7].

### 3.1.1 Index lomu světla v medu $n_D$

Index lomu světla je u medu závislý převážně na obsahu vody a teplotě. Sleduje se při teplotách 20°C a 40°C a to s ohledem na krystalizaci při pokojové teplotě. z indexu lomu je možno vypočítat sušinu (S) v % při 40°C podle vzorce: [2]

$$\text{Sušina (\%)} = 78 + 390,7 \cdot (n_D^{40} - 1,4768) \quad [\%] \quad (3)$$

Jestliže zjišťujeme index lomu při 20°C, pak obsah vody (V) v % zjistíme ze vzorce:

$$\text{Obsah vody} = 400 \cdot (1,5380 - n_D^{20}) \quad [\%] \quad (4)$$

## 3.2 Titrační kyselost a pH

Jako pH je označován záporný dekadický logaritmus koncentrace vodíkových iontů. Pro měření pH je využívána metoda potenciometrie za použití skleněné elektrody. Podstatou metody je měření redoxního potenciálu mezi skleněnou a referentní elektrodou. Kyselost měřeného roztoku pak určuje elektrický potenciál měrné skleněné elektrody. Elektrický potenciál mezi elektrodami je měřen voltmetrem. Moderní přístroje – pH metry převádějí měrné napětí mezi elektrodami na hodnotu pH, kterou zobrazují na digitálním přístroji [10].

Hodnotou pH je vyjádřena celková kyselost medu, průměrně je to 3,9 až 4,0. Medy nektarové jsou kyslejší a medovicovou někdy dosahují až hodnot 6,1 [2].

Titrační kyselost se stanovuje alkalimetrickou titrací odměrným roztokem 0,1 M NaOH na indikátor fenolftalein. Titrace musí být provedena do jedné minuty, aby nedošlo ke zvyšování její hodnoty vlivem uvolňujících se laktonů ve vzorku. Charakterizuje obsah volných kyselin obsažených v medu [11].

## 3.3 Viskozita

Viskozita je fyzikální veličinou a popisuje odpor kapalin vůči toku. Jestliže se kapalina nachází mezi dvěma rovinnými deskami a spodní desku držíme ve stálé poloze, horní deskou pohybujeme rychlostí  $v_0$ . Chceme-li změřit sílu F, kterou potřebujeme, abychom

horní desku udrželi v pohybu, zjistíme, že je úměrná ploše desky  $a$  a poměru  $v_0/d$ . Pro smykové napětí pak platí:

$$\frac{\Delta F}{\Delta A} = \eta \frac{\Delta v_x}{\Delta y} = \eta \frac{\partial v_x}{\partial y} \quad (5)$$

Kde se konstanta úměrnosti  $\eta$  nazývá dynamická viskozita. Smykové napětí je měřítkem viskózních sil a je úměrné rychlosti smykové deformace. Tekutiny, pro které platí lineární závislost mezi smykovým napětím a rychlostí deformace se nazývají newtonské tekutiny. Pro tyto newtonské tekutiny je materiálovou charakteristikou dynamická viskozita. Její rozměr je  $[\eta] = \text{Pa}\cdot\text{s} = \text{kg}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ . Kromě dynamické viskozity se používá ještě kinematická viskozita, ta se rovná podílu dynamické viskozity a hustoty dané látky, značí se  $\nu$  [12].

Viskozita medu je závislá především na obsahu vody v medu, jeho složení a teplotě. Při teplotě 20°C je viskozita medu asi 10 000 větší než viskozita vody. Znamená to tedy, že stejným potrubím proteče med asi 10 000 krát pomaleji než voda. Na každých 10°C zvýšení teploty reaguje med 5-10 krát snížením viskozity. Viskozita medu závisí na mechanickém namáhání, ale mnohé medy mění viskozitu i tím že je zamícháme. Tato vlastnost, thixotropie je již dávno známá především u vřesového medu, neboť je způsobena přítomností zvláštní bílkoviny [6].

### 3.4 Elektrická vodivost, konduktometrie

Konduktometrie je analytická metoda, kterou je měřena vodivost roztoků elektrolytů [8]. Pokud se jedná o přímou konduktometrii, z naměřených hodnot vodivosti je zjištěn obsah rozpuštěných minerálních látek. Dále také stupeň disociace a disociační konstanty slabých elektrolytů, součin rozpustnosti silných elektrolytů atd. [7].

Vodivost (konduktance)  $G$  vyjadřuje schopnost elektrolytu vést elektrický proud. Je to převrácená hodnota elektrického odporu (rezistence)  $R$ . Její jednotkou je *Siemens* S.

$$G = \frac{1}{R} \left[ \text{S} \cdot \Omega^{-1} \right] \quad (6)$$

Princip instrumentálního měření vodivosti spočívá v umístění dvou kovových desek do měřeného roztoku. Na desky je vloženo střídavé napětí  $u$  a je měřen elektrický proud  $I$ . Vodivost je pak snadno určena z Ohmova zákona.

Vodivost je závislá na geometrických vlastnostech vodiče, konkrétně na ploše elektrod  $s$  a jejich vzdálenosti  $l$ , byla zavedena měrná vodivost (konduktivita)  $\kappa$ . Konduktivita je rovna vodivosti v měřené v soustavě o jednotkovém poměru vzdálenosti a plochy elektrod.

$$\kappa = G \cdot \frac{l}{S} \quad [S \cdot m^{-1}] \quad (7)$$

Měrná vodivost  $\kappa$  je převrácenou hodnotou měrného odporu (rezistivity)  $\rho$ , jehož jednotkou je  $\Omega m$ . Jednotka měrné vodivosti  $S \cdot m^{-1}$  je příliš veliká, proto se uvádí  $\mu S \cdot m^{-1}$ .

Vlastní měření vodivosti je prováděno pomocí vodivostní cely, která je ponořena v měrném roztoku. Zpravidla jde o skleněnou nebo plastovou trubici, která má v sobě elektrody. Tuto trubici je třeba vložit do roztoku tak, aby byly elektrody ponořeny. Elektrody jsou zhotoveny nejčastěji z platiny, titanu, pozlaceného niklu nebo grafitu. V novějších přístrojích mohou být i čtyři elektrody ve tvaru kroužků. Elektrody jsou zapojeny do elektrického obvodu tak, aby byl procházející proud minimalizován a nedocházelo k polarizaci elektrod.

Ze změřené vodivosti můžeme zjistit přímý obsah iontů v roztoku. Měrná vodivost roste s obsahem rozpuštěných iontů. Ve zředěných roztocích platí přímá úměra mezi měrnou vodivostí a koncentrací, ale v koncentrovanějších dochází vlivem interakce iontů k poklesu. Měrný odpor a měrná vodivost závisí i na koncentraci iontů, proto je zavedena veličina molární vodivost  $\lambda$ . Pomocí jí je přepočítávána měrná vodivost na jednotkovou koncentraci.

$$\Lambda = \frac{\kappa}{c} \quad (8)$$

Elektrická vodivost medu je tím větší, čím více iontových částic med obsahuje. Medovicové medy mají vyšší obsah minerálních látek a tedy vyšší elektrickou vodivost [7].



## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 CÍL PRÁCE

Cílem mojí bakalářské práce bylo na základě refraktometrie stanovit obsah vody ve vybraných vzorcích medů, stanovení titrační kyselosti a aktivní kyselosti, dále pak stanovit viskozitu těchto medů, elektrickou vodivost a tím i obsah minerálních látek. Naměřené výsledky pak srovnat s vyhláškou a porovnat své výsledky s výsledky autorů vybraných článků. Dalším cílem, bylo také seznámit se s vybranými technikami, které se používají při analýze potravin. Pro moji práci byly mnou vybrány následující druhy medů.

### 4.1 Popis druhů medu

#### 4.1.1 Malinový med

Tento med má lahodnou chuť a příjemné aroma [2].

Med malinový, včelařská farma Kolomný,

Zakoupeno: *Biomarket u zeleného Stromu*

#### 4.1.1 Pastovaný med

Tento med je vyráběn z prvních jarních medů hned po vytočení. Je převážně květový a má vysoký obsah glukózy, která brzy krystalizuje. Pastování je tedy řízená krystalizace, kdy se mícháním vytvářejí jemné krystalky cukrů. Vzniká tak konzistence, kdy se dá nabírat lžící i nožem, ale není tvrdý. Tato konzistence je trvalého charakteru. Má též jemnější a vyrovnanější chuť. Při skladování nemění své vlastnosti [2].

Med pastovaný, včelař Josef Michalec

Zakoupeno: *Tržnice Pod Kaštany, Zlín*

#### 4.1.1 Lesní med

Lesní med se od nektarových velmi liší a to nejen tmavší barvou, ale i pomalou krystalizací (s výjimkou medu s obsahem melecitózy). Během krystalizace jsou vytvářeny hrubé krystaly, které klesají na dno nádoby. Nad usazenými krystaly je pak řidší vrstva tekutiny. Lesní, tedy medovicové medy, mají lahodnou chuť, jež je dána vyšším obsahem krystalických látek a menší kyselostí. Barva medu je závislá na rostlinném původu medovice [2].

Med lesní, včelař Jan Voksa

Zakoupeno: *Biomarket u zeleného Stromu*

#### **4.1.1 Pohankový med**

Červenohnědý pohankový med bývá při krystalizaci oddělen na hrubé krystaly klesající ke dnu nádoby a tekutinu řidší konzistence. Tento med má ze všech medů nejvýraznější aroma a chuť, která nemusí být všem příjemná. Může být používán na medovinu či do perníků, kde je jeho aroma žádoucí [2].

Med pohankový BIO, včelí farma Kolomný

Zakoupeno: *Biomarket u zeleného Stromu*

#### **4.1.2 Květový luční med**

Tento med je tvořen koncentrátem nektarů z květů lučních květin. Jeho barva je světlejší a má velmi příjemnou chuť i vůni. Tento druh medu často krystalizuje [3].

Med květový luční, Clever

Zakoupeno: *Obchodní řetězec Billa*

### **4.2 Seznam chemikálií**

Hydroxid sodný, distributor Ing. Petr Lukeš, Osvoboditelů 1815 Uherský Brod,

Fenolftalein 1% SIGMA ALDRICH.

### **4.3 Seznam měřících přístrojů**

- Abbeho refraktometr
- vpichový pH metr Waterproof pH spear double Junction
- Rheometr HAAKE Rheostress
- Konduktometr Mettler Toledo MC 226

## 5 REFRAKTOMETRICKÉ STANOVENÍ OBSAHU VODY V MEDU

Z indexu lomu světla v medu je možno vypočítat obsah vody. Obvykle je sledován při 20 nebo 40°C, s ohledem na to, že některé druhy medů jsou při pokojové teplotě krystalické [2].

Podle obsahu vody v medu je možno určit, zda byl med ponechán úplnému dozrání, nebo stočen předčasně. Vyšší obsah vody může vést ke kvašení medu a tím k jeho znehodnocení. Kvašení lze pozorovat i přes spotřebitelský obal a to díky tvořícím se bublinkám a pění na povrchu medu. Podle vyhlášky ČR by obsah vody neměl přesáhnout 20% [1,2].

### 5.1 Měření pomocí Abbeho refraktometru

Pro toto stanovení byl použit Abbeho refraktometr. u tohoto typu refraktometru dopadá svazek paprsků pod úhlem 90° na plochu lámavého hranolu, na kterém je naneseo malé množství kapalného vzorku. K lomu paprsku dochází na rozhraní vzorku a lámavého hranolu, kde je zdrojem světla polychromatické světlo. Dalekohled následně skládá rozložené polychromatické světlo a díky stupnici uvnitř dalekohledu lze po správném nastavení odečíst index lomu [13].

#### Postup měření Abbeho refraktometrem

Jednotlivé vzorky medu byly postupně nanášeny v tenké vrstvě na očištěný hranol Abbeho refraktometru a odečten index lomu, protože stanovení probíhalo při teplotě 23°C, bylo ke každému výsledku indexu lomu přičteno 0,00023 na každý °C [18]. Výsledný obsah vody byl pak vypočítán podle rovnice

$$\text{Obsah vody} = 400 \cdot (1,5380 - n_D^{20}) [\%] \quad (4)$$

## **6 STANOVENÍ TITRAČNÍ KYSELOSTI A AKTIVNÍ KYSELOSTI – PH**

Kyselost je jedním z parametrů pro určení kvality medu. Je tedy žádoucí určit míru kyselosti medů. Medy běžně obsahují do 30 miliekvivalentů kyseliny v kilogramu, podle normy je dovoleno 40 miliekvivalentů kyselin. Vyšší kyselost svědčí o již zmiňovaném kvašení medu. Celková kyselost medu lze vyjádřit pomocí stupnice pH, přičemž průměrné hodnoty pH medu se pohybují od 3,9 do 4 [2].

### **6.1 Stanovení celkové kyselosti medu**

Při tomto stanovení byl nejprve zjištěn obsah volných kyselin pomocí titrace NaOH a určení pH medu.

#### **6.1.1 Stanovení titrační kyselosti**

Charakterizuje obsah volných kyselin ve vzorku medu. Stanovení bylo provedeno alkalimetrickou titrací roztokem  $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$  NaOH na indikátor fenolftalein. Titrace musela být provedena nejpozději do jedné minuty, neboť ve vzorku dochází k uvolňování laktonů, jež zvyšují kyselost [13].

#### **Postup stanovení titrační kyselosti**

Od každého druhu medu bylo odebráno 5 g a přidáno 75 ml destilované vody a důkladně rozmícháno tyčinkou. Poté bylo přidáno 5 kapek indikátoru fenolftalein a za stálého míchání titrováno roztokem NaOH do růžového zbarvení, které muselo vydržet po dobu 10 s. Spotřeba  $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$  NaOH v ml je při titraci vzorku vynásobena 20 - ti a následně je kyselost vyjádřena jako miliekvivalent kyseliny na 1kg medu.

#### **6.1.2 Stanovení aktivní kyselosti - pH**

Byl použit vpichový pH metr Waterproof pH spear double Junction od výrobce Eutech instruments.

### **Postup stanovení aktivní kyselosti**

Do jednotlivých vzorků medu byl zanořen zkalibrovaný vpichový pH metr. Z displeje bylo odečteno pH.

## **7 VIZKOZITA MEDU**

Viskozita medu je závislá na obsahu vody v medu, na jeho teplotě a také na chemickém složení.

### **Postup stanovení viskozity**

Toto měření bylo provedeno na přístroji Rheometr HAAKE Rheostress. pak byly zaznamenávány přímo hodnoty smykového napětí, rychlosti smykové deformace a viskozity. Vzorek byl temperován na teplotu 25 °C.

## **8 ELEKTRICKÁ VODIVOST MEDU**

Elektrická vodivost závisí na množství minerálních látek obsažených v medu. Zvyšuje se s rostoucím obsahem minerálních látek. Elektrickou vodivostí lze zjistit původ – druh medu [6].

### **Postup stanovení elektrické vodivosti medu**

Elektrická vodivost byla měřena na Konduktometru Mettler Toledo MC 226. Při měření elektrické vodivosti medu bylo vždy 20 g doplněno do 100ml destilované vody a rozmícháno [15].



## 9 VÝSLEDKY A DISKUSE

### 9.1 Index lomu

Tabulka I. Index lomu a obsah vody

<i>vzorek</i>	$n_{23}^D$	<i>obsah vody v medu</i> (%)
<i>malinový</i>	1,4897	19,32
<i>pastovaný</i>	1,6797	
<i>lesní</i>	1,4927	18,12
<i>pohankový</i>	1,4977	16,12
<i>květový</i>	1,4917	18,52

#### 9.1.1 Stanovení kyselostí

Tabulka II. Zjištěné množství kyselin v miliekvivalentech na kilogram

<i>vzorek</i>	$m_{med}$ [g]	$V_{NaOH}$ [ml]	<i>mekv/kg</i>
<i>malinový</i>	5,007	1	20
<i>psatovaný</i>	5,167	0,9	18
<i>lesní</i>	5,134	0,5	10
<i>pohankový</i>	5,102	1,5	30
<i>květový</i>	5,096	0,7	14

*Tabulka III. pH medu*

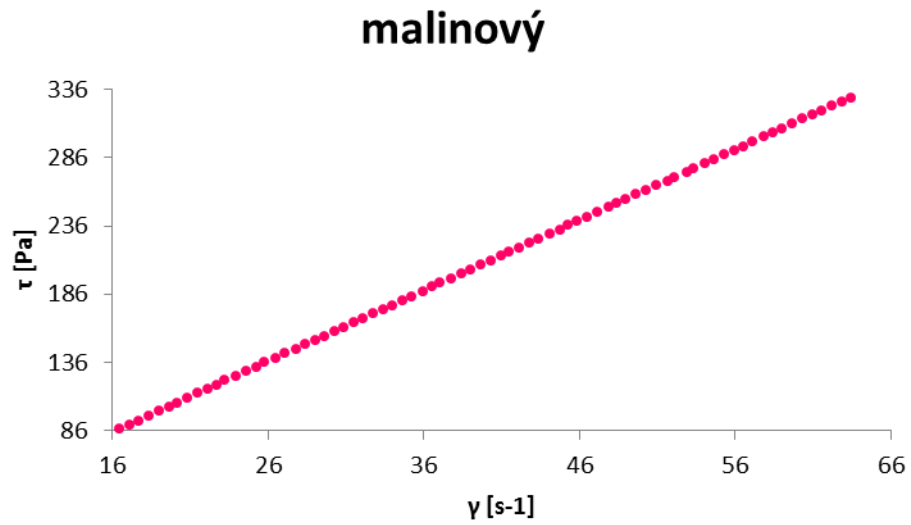
<i>vzorek</i>	<i>pH</i>
<i>malinový</i>	3,88
<i>psatovaný</i>	3,32
<i>lesní</i>	3,02
<i>pohankový</i>	3,73
<i>květový</i>	3,57

### 9.1.2 Viskozita

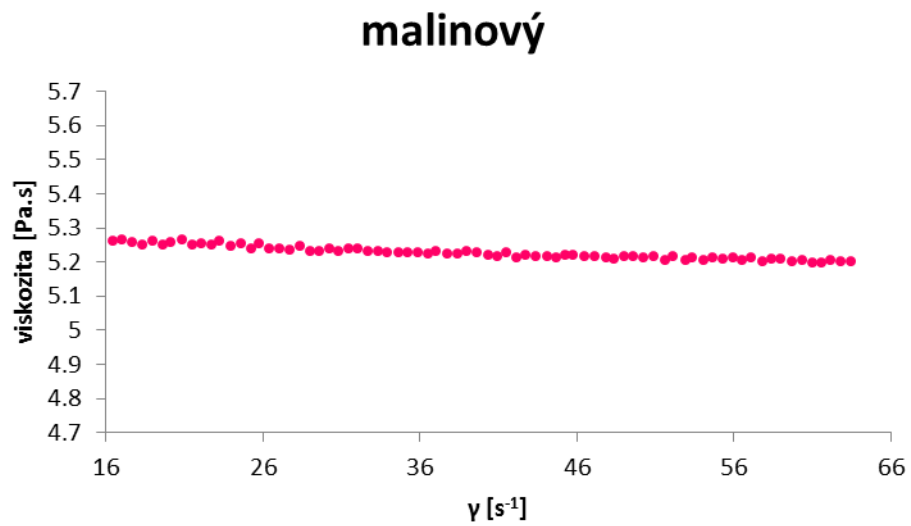
*Tabulka IV. viskozita medu*

<i>vzorek</i>	<i>Viskozita (Pa.s)</i>
<i>malinový</i>	5,12
<i>pastovaný</i>	
<i>lesní</i>	10,16
<i>pohankový</i>	19,92
<i>květový</i>	6,50

a) Malinový

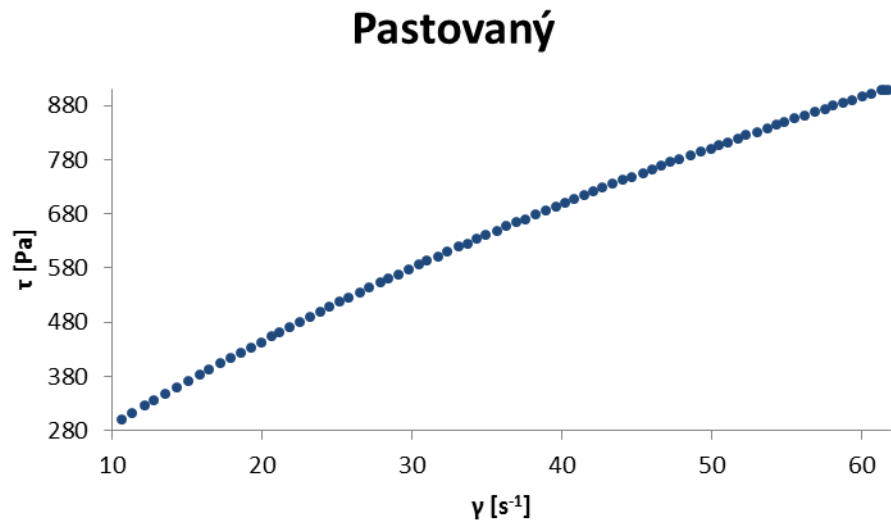


Graf I. Závislost smykového napětí na rychlosti smykové deformace malinového medu

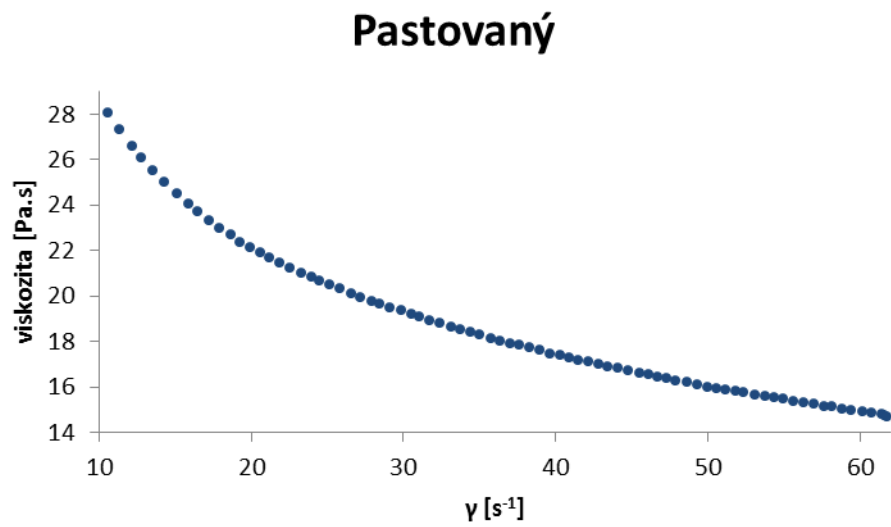


Graf II. Závislost viskozity na smykové deformaci malinového medu

b) Pastovaný

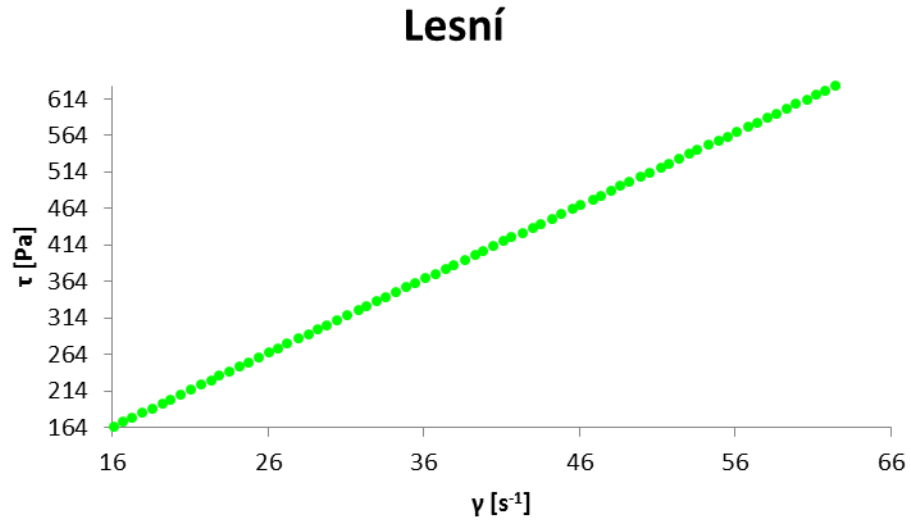


Graf III. Závislost smykového napětí na rychlosti smykové deformace pastovaného medu.

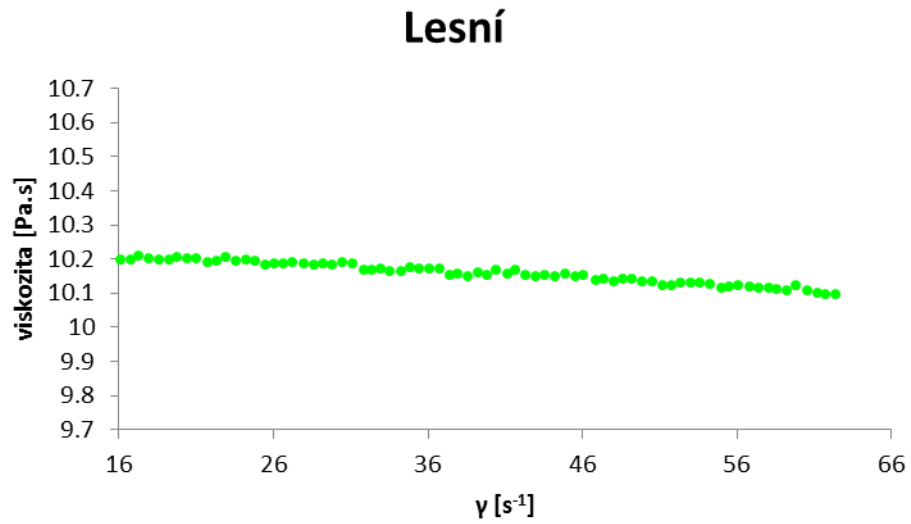


Graf IV. Závislost viskozity na smykové deformaci pastovaného medu

c) Lesní

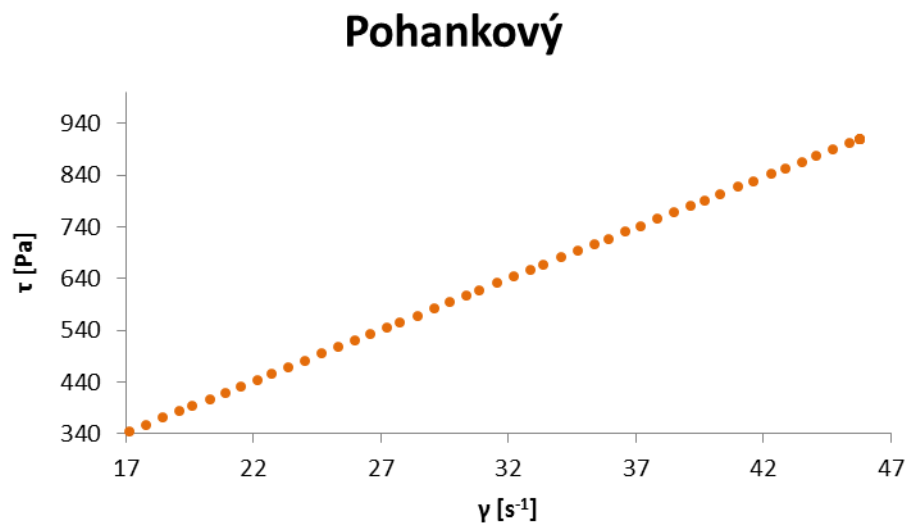


Graf V. Závislost smykového napětí na rychlosti smykové deformace lesního medu

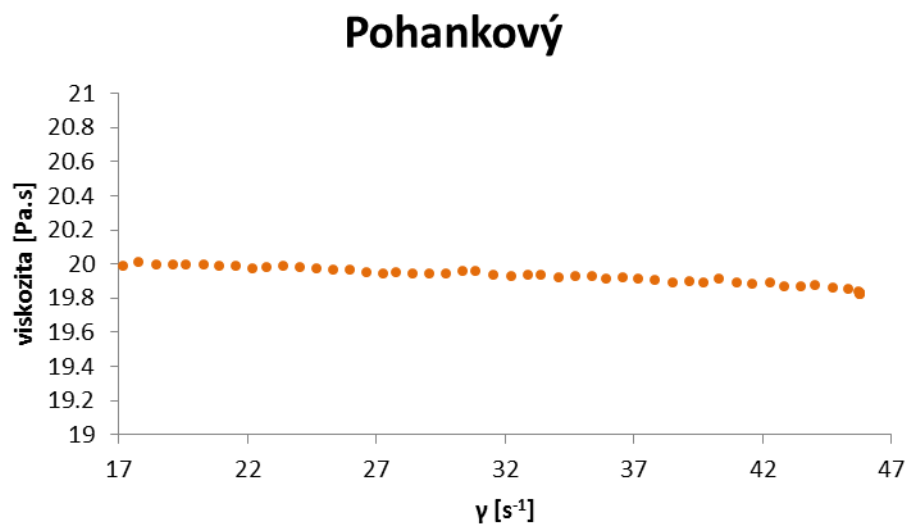


Graf VI. Závislost viskozity na smykové deformaci lesního medu

d) Pohankový

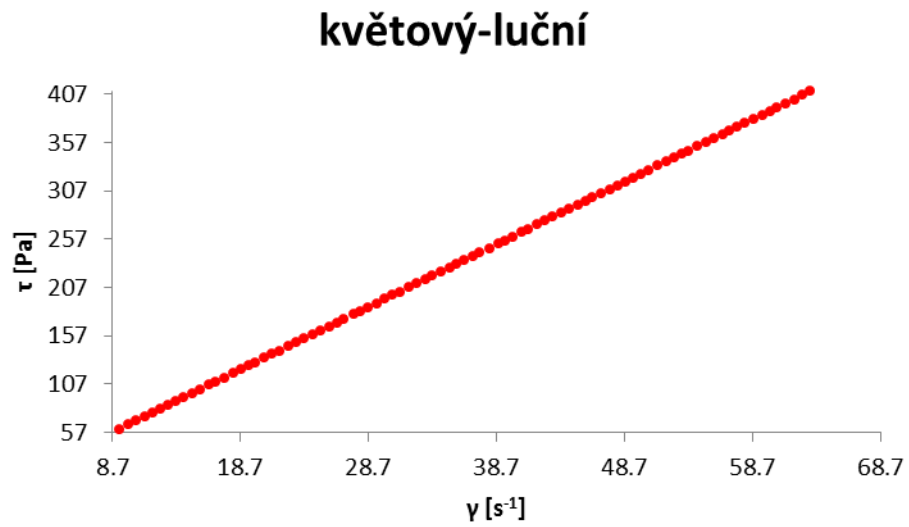


Graf VII. Závislost smykového napětí na rychlosti smykové deformace pohankového medu

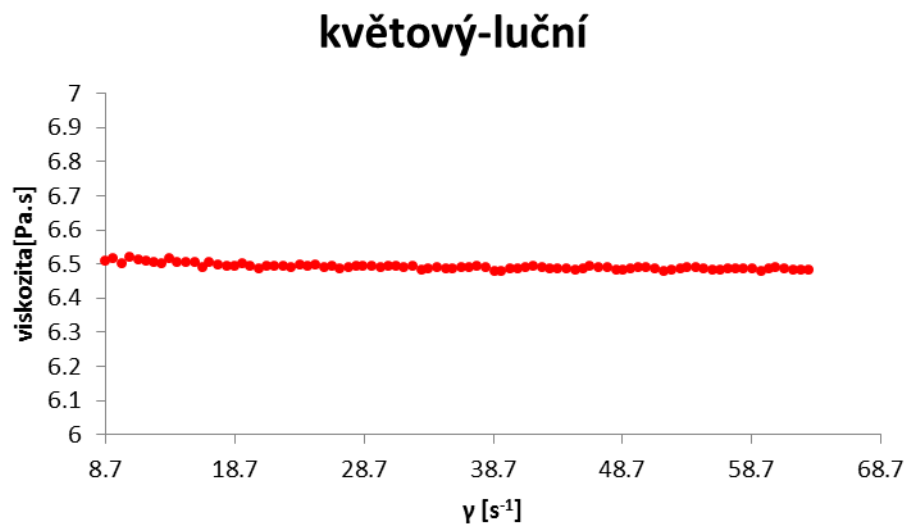


Graf VIII. Závislost viskozity na smykové deformaci pohankového medu

e) Květový-luční



Graf IX. Závislost smykového napětí na rychlosti smykové deformace květového-lučního medu



Graf X. Závislost viskozity na smykové deformaci květového-lučního medu

### 9.1.3 Konduktivita

Tabulka V. konduktivita 20% roztoku medu

<i>vzorek</i>	<i>Konduktivita</i> $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$
<i>malinový</i>	402
<i>pastovaný</i>	167
<i>lesní</i>	800
<i>pohankový</i>	670
<i>květový</i>	245



## 9.2 Diskuse výsledků

Obsah vlhkosti v medu závisí na stavu životního prostředí a manipulaci včelařů s medem v průběhu sklizně. Může se měnit podle jednotlivých období i let [14]. Závisí též na jednotlivých druzích medu.

V lesním medu byl naměřen obsah vody 18,12 %, v pohankovém 16,12 % a v květovém 18,52 %. Stejně druhy medu byly měřeny Popekem, jeho hodnoty obsahu vody jsou: lesní 16,10 % pohankový 16,16 % a květový 16,21% [15]. Rozdíl tedy u lesního a květového medu je asi 2 % a u pohankového medu se s autorem téměř shodujeme. Obsah vody v malinovém medu byl stanoven na 19,32 %, touto hodnotou se nejvíce blíží medům řepkovému a lipovému. Autor Popek prováděl svá měření v roce 2002 [15].

Podle vyhlášky 76/2003 může být obsah vody v květových i medovicových medech maximálně 20 % [1]. Všechna naše stanovení obsahu vody splňují tato kritéria.

Kyselost medu je způsobena přítomností organických kyselin, jejich přítomnost je znakem pravosti medu [14, 2]. V malinovém bylo stanoveno 20 mekv/kg, v pastovaném 18 mekv/kg, v lesním 10 mekv/kg, v pohankovém 30 mekv/kg a v květovém 14 mekv/kg. Medovicové medy mají nižší aktivní kyselost, což je způsobeno vysokým obsahem minerálních látek, které působí v medu tlumivě na kyselost [1].

u některých druhů medu dosahují hodnot i 35 mekv/ kg jako třeba u avokádového medu. Vysoký obsah kyselin má i například med vřesový [16].

Podle vyhlášky 76/2003 může být kyselost v medovicových i květových medech maximálně 40 mekv/kg [1]. Všechna naše stanovení tedy splňují tato kritéria.

Hodnotou pH je vyjádřena celková kyselost medu, pohybuje se průměrně mezi 3,9 až 4,0 [2]. pH malinového medu bylo změřeno na hodnotu 3,88, pastovaného na 3,32, lesního 3,02, pohankového 3,73 a květového 3,57. Průměrné hodnotě se nejvíce blíží med malinový a za ním med pohankový, nejnižší hodnotu měl pak med lesní.

Med je z hlediska viskozity řazen mezi Newtonské kapaliny [12]. Hodnoty naměřené viskozity jednotlivých druhů medů jsou: malinový  $\eta=5,12$  Pa.s, pohankový 19,92 Pa.s. a květový 6, 50 Pa.s. Pohybují se tedy od 5 Pa.s do 20 Pa.s. Pastovaný med dle grafu IV

vykazuje neneutonské chování, tzn., že nevykazuje lineární závislost na smykové deformaci. Jedná se o pseudoplastický systém, kdy se zvyšujícím se namáháním dochází ke snížení viskozity.

I. Dobre et al. se zabývali měřením viskozity různých druhů medu při různých teplotách. Při naší teplotě 25 °C se hodnoty jejich vzorků pohybovaly v rozmezí 2 Pa.s, až 14 Pa.s [17].

Hodnoty konduktivity ukazují na obsah minerálních látek v medu. V ředěných roztocích medovicových medů jsou její hodnoty odlišné než ve zředěných roztocích medů nektarových. Podle vyhlášky 76/ 2003 sbírky je hranice mezi medovicovými a nektarovými medy 80 mS.cm<sup>-1</sup> tedy hodnoty do 80 mS.cm<sup>-1</sup> ukazují na medy nektarové a nad 80 mS.cm<sup>-1</sup> na medy medovicové [1].

Med malinový měl tedy konduktivitu 402 μS.cm<sup>-1</sup>, pastovaný 167 μS.cm<sup>-1</sup>, pohankový 670 μS.cm<sup>-1</sup> a květový 245 μS.cm<sup>-1</sup>, tyto hodnoty tedy poukazují na med nektarové a lesní med s hodnotou 800 μS.cm<sup>-1</sup> spadá do druhu medovicový med.

## ZÁVĚR

Množství vody ve vzorcích medu bylo 19,32 % v malinovém, 18,12 % v lesním, 16,12 % v pohankovém a 18,52 % v květovém. Obsah vody v pastovaném medu nebylo možno refraktometricky určit, kvůli jeho konzistenci.

Titrační kyselost a tedy obsah volných kyselin byl 20 mekv/kg v malinovém, 18 mekv/kg v pastovaném, 10 mekv/kg v lesním, 30 mekv/kg v pohankovém a 14 mekv/kg v květovém medu.

Celková kyselost a tedy hodnoty pH byly 3,88 v malinovém, 3,32 v pastovaném, 3,02 v lesním, 3,73 v pohankovém a 3,57 v květovém medu.

Viskozita medů byla 5,12 Pa.s u malinového, 10,16 Pa.s u lesního, 19,92 Pa.s u pohankového a 6,50 Pa.s u květového. Viskozita pastovaného medu se měnila v závislosti na smykové deformaci.

Konduktivita 20% roztoku medu byla změřena 402  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  u malinového, 167  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  u pastovaného, 800  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  u lesního, 670  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  u pohankového a 245  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  u květového.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Vyhláška ministerstva zemědělství, kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony. In: 76/2003. 2003.
- [2] VESELÝ, V. Včelařství. Vyd. 2., upr. a dopl., V nakl. Brázda 1. Praha: Brázda, 2003,
- [3] KNOLLEROVÁ, Rasso. *Knížka o medu*. 1. vyd. Praha: GRANIT, 1996. ISBN 80-85805-43-X.
- [4] Med. 1. vyd. Praha: Sun, 2010, 79 s.(přeložila Kateřina Blahová). ISBN 978-80-7371-342-3. Elektronické informační zdroje.  
Dostupný z: <[http://toc.nkp.cz/NKC/201011/contents/nkc20102128944\\_1.pdf](http://toc.nkp.cz/NKC/201011/contents/nkc20102128944_1.pdf)>
- [5] ČUBOŇ, Juraj, Peter HAŠČÍK a Miroslava KAČÁNIOVÁ. *Hodnotenie surovín a potravín živočíšneho povodu*. Nitra: Kega, 2012. ISBN 978-80-552-0870-1.
- [6] DOBROVODA, Ivan. *Včelie produkty a zdravie*. Bratislava: Príroda - Bratislava, 1986. ISBN 64-109-86.
- [7] KLOUDA, Pavel. *Moderní analytické metody*. Ostrava: Pavel Klouda, 2003. ISBN 80-86369-07-2.
- [8] ARANA, Ignacio J. *Physical properties of foods: novel measurement techniques and applications*. Boca Raton, FL: CRC Press, c2012, xiv, 406 s. ISBN 978-1-4398-3536-4.
- [9] DAVÍDEK, Jiří. *Laboratorní příručka analýzy potravin*. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1981. ISBN 04-814-81.
- [10] VACÍK, Jiří. *Obecná chemie*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství Praha, 1986. ISBN 11-88/1985-30.
- [11] PŘIDAL, A., ČERMÁK, K. Včelařství. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2005, 92 s. ISBN 80-7157-850-9.
- [12] SEVERA, L., NEDOMOVÁ, Š. *Fyzikální a mechanické vlastnosti potravin*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova univerzita, 2011, 116 s. ISBN 978-80-7375-521-8.
- [13] PELANT I., J. Fiala, J. Fänhrich, J. Pospíšil: *Fyzikální praktikum III. Optika*, Karolinum, Praha 1993

- [14] HABIB, Hosam M. et al Physicochemikal and biochemical properties of honeys from arid regions. *Food Chemistry*. 2014, č. 153, s. 35-43.
- [15] POPEK, S. a procedure to identify a honey type. *Food Chemistry* 79 (2002) 401-406.
- [16] MANZANAREZ, A. Bentabol. Physicochemical characteristic of minor monofloral honeys. *LWT – Food Science and Technology*. 2014, č. 55, 572 - 578.
- [17] TOLGA Kahraman, Serkan Kemal Buyukunal, Aydin Vural, Sema Sandikci Altunatmaz. Physico-chemical properties in honey from different regions of Turkey. *Food Chemistry* 123 (2010) 41-44.
- [18] F.A.O Manuals of Food Quality kontrol 14/8 page 119/ I.S.I Hand book of Food Aanalysis (Part II) – 1984 page 36/ A.O.A.C 17<sup>th</sup> edn, 2000 Official method 969.38 Moisture in Honey

## **SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 Index lomu světla

## SEZNAM TABULEK

Tabulka I. Index lomu a obsah vody.....	33
Tabulka II. Zjištěné množství kyselin v miliekvivalentech na kilogram .....	33
Tabulka III. pH medu.....	34
Tabulka IV. viskozita medu .....	34
Graf I. Závislost smykového napětí na rychlosti smykové deformace malinového medu...	35
Graf II. Závislost viskozity na smykové deformaci malinového medu .....	35
Graf III. Závislost smykového napětí na rychlosti smykové deformace pastovaného medu.....	36
Graf IV. Závislost viskozity na smykové deformaci pastovaného medu.....	36
Graf V. Závislost smykového napětí na rychlosti smykové deformace lesního medu .....	37
Graf VI. Závislost viskozity na smykové deformaci lesního medu .....	37
Graf VII. Závislost smykového napětí na rychlosti smykové deformace pohankového medu .....	38
Graf VIII. Závislost viskozity na smykové deformaci pohankového medu.....	38
Graf IX. Závislost smykového napětí na rychlosti smykové deformace květového-lučního medu .....	39
Graf X. Závislost viskozity na smykové deformaci květového-lučního medu.....	39
Tabulka V. konduktivita 20% roztoku medu.....	40