

VLIV SKLADOVACÍCH PODMÍNEK NA JAKOSTNÍ PARAMETRY MEDU

Mgr. Radka Vašíčková

Diplomová práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav biochemie a analýzy potravin

akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Mgr. Radka VAŠÍČKOVÁ**
Osobní číslo: **T090273**
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Vliv skladovacích podmínek na jakostní parametry medu**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Chemické složení medu.
2. Jakostní parametry medu a jejich změny.

II. Praktická část

1. Stanovení a srovnání vybraných jakostních parametrů medu v závislosti na době skladování a skladovacích podmínkách.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

[1] PŘIDAL, A.: Včelí produkty. 1. vyd. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003, 95 s.

[2] VORLOVÁ, L., GÁLKOVÁ, H., PŘIDAL, A., NAVRÁTIL, S., KARPÍŠKOVÁ, R.: Med - Souborná analýza. 1. vyd. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2002, 67 s.

[3] VESELÝ, V. a kol.: Včelařství. 2. vyd. Praha, 2003, 284 s.

[4] BERETTA, G. et al.: Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics. *Analytica Chimica Acta* 533, 2005, p. 185 - 191.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Marta Severová

Ústav biochemie a analýzy potravin

Datum zadání diplomové práce:

25. února 2011

Termín odevzdání diplomové práce:

20. května 2011

Ve Zlíně dne 21. března 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Mgr. Radka Vašíčková

Obor: Technologie, hygiena a ekonomika
výroby potravin

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské 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 ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou 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 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou 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);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně

.....

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, § 47 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 užít 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 jím 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 přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Diplomová práce v teoretické části řeší problematiku včelího medu, zejména po stránce jeho jakostních parametrů. Kromě základních poznatků o medu a dalších včelích produktech se zabývá chemickým složením medu, jakostí a jeho dietetickým významem. V praktické části byl sledován vliv skladovacích podmínek a doby skladování na vybrané jakostní ukazatele u různých druhů medů, a to jak z tržní sítě, tak i od domácích včelařů. Výsledky měření byly porovnány s legislativou stanovenými parametry.

Klíčová slova: včelí med, jakostní parametry medu, skladovací podmínky

ABSTRACT

The thesis solves in the theoretical part the questions about bee honey, especially regarding to its qualitative parameters. Except the basic knowledge about honey and other bee products, it deals with the chemical constitution of honey, quality and with its dietetic meaning. In the practical part was monitored the influence of the storage conditions and the time of storage on chosen qualitative indicators by various bee kinds, and this as from the market net, as from the home beekeepers. The results of measurement were compared with parameters given by the legislature.

Keywords: honey bee, quality parameters of honey, storage conditions

Poděkování:

Velmi ráda bych poděkovala vedoucí mé práce Ing. Martě Severové, která mě po celou dobu tvorby této diplomové práce svědomitě vedla a poskytovala nezbytné materiály. Její cenné rady při zpracování teoretické části a odborné vedení při vlastním experimentu mi velmi pomohli. Děkuji rovněž Ústavu biochemie a analýzy potravin na Fakultě technologické Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně za poskytnutí odborného zázemí pro zpracování vzorků k analýzám.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

I	TEORETICKÁ ČÁST	12
1	MED A DALŠÍ VČELÍ PRODUKTY	13
1.1	DEFINICE MEDU	14
1.2	ČLENĚNÍ MEDU	15
1.3	DRUHY MEDŮ	15
1.3.1	Charakteristika jednotlivých typů medů.....	16
1.4	ZDROJE PRO TVORBU MEDU	18
1.4.1	Nektar	18
1.4.2	Medovice	20
1.5	PROCES TVORBY MEDU	21
1.6	ZÍSKÁVÁNÍ MEDU	23
1.6.1	Odebírání plástů	23
1.6.2	Odvíčkování	23
1.6.3	Vytáčení.....	23
1.7	TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ MEDU.....	24
1.7.1	Ztekucování medu	24
1.8	SKLADOVÁNÍ MEDU	25
1.9	HYGIENICKÉ PŘEDPOKLADY MANIPULACE S MEDEM	26
2	CHEMICKÉ SLOŽENÍ MEDU	27
2.1	OBSAH VODY.....	27
2.2	SACHARIDY	28
2.2.1	Krystalizace medu	28
2.3	ENZYMY	30
2.4	AROMATICKÉ LÁTKY	32
2.5	ORGANICKÉ KYSELINY	33
2.6	MINERÁLNÍ LÁTKY	33
2.7	VITAMINY	33
2.8	PROTEINY	34
2.9	ANTIOXIDANTY V MEDU	34
2.10	OSTATNÍ LÁTKY V MEDU	35
2.11	NEŽÁDOUCÍ KOMPONENTY V MEDU	35
3	JAKOST MEDU	36

3.1	HODNOCENÍ KVALITY MEDU – HARMONIZOVANÉ METODY EHC.....	37
3.2	HYDROXYMETHYLFURFURAL	37
3.3	FALŠOVÁNÍ MEDU.....	39
4	VÝZNAM MEDU VE VÝŽIVĚ.....	40
II	PRAKTICKÁ ČÁST	41
5	CÍL PRÁCE	42
6	METODIKA PRÁCE.....	43
6.1	STANOVENÍ OBSAHU VODY	44
6.2	STANOVENÍ PH – AKTIVNÍ KYSELOSTI.....	44
6.3	STANOVENÍ TITRAČNÍ KYSELOSTI	45
6.4	STANOVENÍ BARVY – SPEKTROFOTOMETRICKY	46
6.5	STANOVENÍ OBSAHU HYDROXYMETHYLFURFURALU PODLE WINKLERA	46
6.6	STANOVENÍ ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITY	48
7	VÝSLEDKY A DISKUSE	50
7.1	POČÁTEČNÍ ANALYTICKÁ STANOVENÍ JAKOSTNÍCH PARAMETRŮ MEDŮ	50
7.1.1	Stanovení obsahu vody.....	50
7.1.2	Stanovení pH – aktivní kyselosti.....	51
7.1.3	Stanovení titrační kyselosti	51
7.1.4	Stanovení barvy.....	52
7.1.5	Stanovení obsahu hydroxymethylfurfuralu (HMF).....	53
7.1.6	Stanovení antioxidačních látek	54
7.2	ANALYTICKÁ STANOVENÍ JAKOSTNÍCH PARAMETRŮ MEDŮ PO 3 A PO 6 MĚSÍCÍCH SKLADOVÁNÍ NA SVĚTLE, VE TMĚ A V LEDNICI.....	58
7.2.1	Stanovení obsahu vody.....	59
7.2.2	Stanovení pH – aktivní kyselosti.....	60
7.2.3	Stanovení titrační kyselosti	61
7.2.4	Stanovení barvy.....	62
7.2.5	Stanovení obsahu hydroxymethylfurfuralu (HMF).....	63
7.3	ANALYTICKÉ STANOVENÍ JAKOSTNÍHO PARAMETRU HMF U VYBRANÝCH VZORKŮ MEDŮ PO 10 MĚSÍCÍCH SKLADOVÁNÍ VE TMĚ	65
	ZÁVĚR	66
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	68
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	73
	SEZNAM OBRÁZKŮ	74
	SEZNAM TABULEK.....	75
	SEZNAM PŘÍLOH.....	76

Úvod

Včelařství je nedílnou součástí zemědělství a přírody. Přínos včelařství pro společnost můžeme rozdělit do dvou základních oblastí. Včela zajišťuje opylení polních plodin a volně rostoucích rostlin v přírodě, ve středoevropských podmínkách je to 90 % užitku včel a jen zbývajících 10 % užitku je ve formě včelích produktů.

V současné době je včela medonosná chována prakticky na celém světě a poskytuje kromě medu také další včelí produkty – mateří kašičku, propolis, jed, vosk a pyl.

Med je velmi cenná potravinová živočišného původu. Má vynikající nutriční a dietetické vlastnosti, jeho použití v potravinářství je vhodnější než použití řepného cukru, protože monosacharidy obsažené v medu dokáže lidský organismus snadněji přijmout a zpracovat než disacharidy obsažené v řepném cukru. Navíc med disponuje vyšší nutriční hodnotou díky svému obsahu minerálních látek, vitaminů, enzymů, organických kyselin, antioxidantů a fenolických a aromatických látek.

Nesporný význam zaujímá med v oblasti lékařství a ve farmaceutickém a kosmetickém průmyslu. Používá se při nachlazeních a zánětech horních cest dýchacích, při onemocněních ledvin, kardiovaskulárních onemocněních, posiluje jaterní činnost, chrání sliznici žaludku, známé jsou rovněž jeho hojivé účinky na kožní rány a zlepšuje celkovou fyzickou a psychickou kondici. V poslední době se med stává předmětem studií z hlediska protinádorového účinku, neboť pravidelnou konzumací snižuje účinek a množství volných radikálů v organismu.

Med se dostává ke spotřebiteli v přirozené podobě, prakticky bez technologických úprav a bez přísad, a proto je významná otázka jakosti a zdravotní nezávadnosti medu. V poslední době se však v tržní síti objevuje med, který neodpovídá požadavkům na kvalitu a v některých případech také požadavkům zdravotní nezávadnosti. K porušení medu a tudíž i ke snížení jeho dietetické hodnoty může docházet při zahřívání medu, při dlouhodobém skladování a také při falšování medu. Dochází tak ke změnám některých složek, jako například ke snížení aktivity enzymů a k nárůstu obsahu hydroxymethylfurfuralu. Spotřebitel tak bývá klamán, sám není schopen odhalit odchylky v jakosti a případnou zdravotní závadnost.

Proto jsou v národní legislativě zakotvena kvalitativní kritéria v podobě smyslových, fyzikálních a chemických požadavků na jakost medu, konkrétně ve Vyhlášce 76/2003 Sb., která je v souladu se Směrnicí Rady 2001/110/ES o medu.

Předmětem této diplomové práce bude problematika vybraných jakostních parametrů v závislosti na typu a délce skladování.

Vzorky medů budou podrobeny chemické analýze, při které se budou sledovat tyto ukazatele: obsah vody, aktivní a titrační kyselost, obsah hydroxymethylfurfuralu a barva medu. Pro rozšíření jakostní charakteristiky jednotlivých testovaných vzorků medů bude na počátku skladování proměřena jejich antioxidační aktivita.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MED A DALŠÍ VČELÍ PRODUKTY

Neznámější a nejrozšířenější včelí produkt vytvářený včelou medonosnou – *Apis mellifera* je **med**. Včela medonosná je živočich, který je celým svým bytím závislý na kvetoucích rostlinách. Živí se pylem a medem. Med tvoří z rostlinných šťáv – nektaru a medovice.

Kromě medu poskytuje včela medonosná člověku i další produkty – vosk, mateří kašičku, propolis, jed a pyl.

Včelí vosk obsahuje velké spektrum látek živočišného původu. Je bohatou směsí různých mastných kyselin s dlouhým řetězcem esterů. Má mimořádně široké spektrum využití, například ve farmaceutickém průmyslu (v potahové látce tablet, snižuje rychlost rozpouštění léčiva a prodlužuje jeho účinnost).

Mateří kašička je vylučována hltanovými žlázami, jež jsou vyvinuty jen u dělnic. Jde o krmnou šťávu, kterou dělnice krmí jak včelí larvy, tak i imago (dospělce). Navzdory poměrně intenzivnímu výzkumu je mateří kašička stále málo prozkoumána. Jde však o jediný produkt, který lze z včelstva získat v poměrně homogenní podobě – její složení se mění poměrně málo.

Propolis se v poslední době stává nesmírně žádaným produktem. Jde totiž o produkt s výraznými biologickými – léčivými účinky. Jedná se o směs velkého množství včelího vosku a pryskyřic, které sbírají včely z rostlin, zejména květních listových pupenů. Účinky propolisu jsou výrazně antibakteriální a hojivé. Užívá se ve formě tinktury, přidáný do medu či ve formě tablet spolu s mateří kašičkou.

Včelí jed (apitoxin) je sekret jedové žlázy samic včely medonosné, která je součástí žihadlového aparátu. Jed je z jedové žlázy soustředěn do jedového váčku v množství 0,15 – 0,30 mg, odtud je pak žihadlovým aparátem vpravován do těla nepřítele. Žihadla včel i s obsahem jedového váčku jsou surovinou farmaceutického průmyslu. Ze včelího jedu se vyrábí lék, který je v českém lékopisu zapsán pod názvem Viapin (mast).

Včelí pyl patří mezi významné včelí produkty. Obsahuje 20 – 49 % bílkovin včetně všech esenciálních aminokyselin, 25 – 48 % jednoduchých i složených sacharidů, dále tuky, hormony, enzymy a minerální látky. Z vitaminů je nejvíce zastoupena skupina B, dále vitaminy E a D a z barviv karoteny.

Terapeuticky je pyl využíván v obdobích rekonvalescence a pooperačních stavů, při nechutenství, ztrátách hmotnosti, při poruchách tělesného i psychického vývoje. Příznivé působení pylu lze využít u pacientů s arteriosklerózou, hypertenzí a se zvýšenou cévní lomivostí.

Pylová zrna jsou samčí reprodukční buňky vytvářené v prašnicích vyšších kvetoucích rostlin. Pyl je během procesu opylování přenášen z prašníku na bliznu. Pyl představuje bílkovinnou i vitamínovou potravu včel a spotřebují jej za rok 20 – 40 kg/včelstvo. Létavky sbírají svůj pyl jednak pasivně, že jim ulpívá na těle při snaze se dostat k nektariím květu a jednak aktivně, kdy létavky přímo svými kartáčky na mediální ploše metatarsů (první články chodidel, kde na vnitřní straně je vyvinutý kartáček) všech končetin sčesávají pyl z prašníků [1; 2; 3; 4]

1.1 Definice medu

Definice medu je zakotvena jak v našich předpisech – Vyhláška Ministerstva zemědělství ČR, tak i v mezinárodní legislativě – Codex Alimentarius.

Česká legislativa fixuje definici medu v § 7 Vyhlášky č. 76/2003 Sb. Ministerstva zemědělství ČR ze dne 6. března 2003 (novela č. 43/2005 Sb.).

Ve znění Vyhlášky č. 76/2003 Sb. se medem rozumí potravina přírodního sacharidového charakteru, složená převážně z glukózy, fruktózy, organických kyselin, enzymů a pevných částic zachycených při sběru sladkých šťáv květů rostlin (nektar), výměšků hmyzu na povrchu rostlin (medovice), nebo na živých částech rostlin včelami (*Apis mellifera*), které sbírají, přetvářejí, kombinují se svými specifickými látkami, uskladňují a nechávají dehydratovat a zrát v plástech [5; 6].

Dokument „Codex Alimentarius“ (1989) – mezinárodní legislativa pro celosvětové obchodování s medem – definuje med jako nefermentující, sladkou substanci, produkt vytvořený ze sesbíraného květního nektaru nebo sekretů z živých částí rostlin, přeměněný a zkombinovaný se speciálními látkami, který uzrává (nebo je zralý) v medových plástech [1; 7].

Po biologické stránce je med produktem včel a jiného společenského hmyzu, vznikající ze sesbíraného nektaru nebo medovice z živých rostlin, které se transformují odpařením vody a působením enzymů a je uchován v medových plástech [8].

1.2 Členění medu

Podle vyhlášky č. 76/2003 Sb. se medy člení následovně:

Med se člení na skupiny:

- a) květový – pocházející zejména z nektaru květů
- b) medovicový – pocházející zejména z výměšků hmyzu

Dělení podle způsobu získávání:

- a) vytočený med – získaný odstředováním odvíčkovaných plástů
- b) plástečkový med – jde o med zavíčkovaný a uložený včelami do čerstvě postavených bezplodových plástů a prodáváný v uzavřených celých plástech nebo dílech takových plástů
- c) lisovaný med – získaný lisováním plástů bez plodu za použití mírného tepla
- d) vykapaný med – získaný vykapáním odvíčkovaných plástů bez plodu
- e) med s plástečky – obsahuje jeden nebo více kusů plástečkového medu
- f) filtrovaný med – po získání byl upraven odstraněním cizích anorganických nebo organických látek takovým způsobem, že dochází k významnému odstranění pylu
- g) pastový med – jde o med pastovité konzistence a je tvořen směsí jemných krystalů [5].

1.3 Druhy medů

Medy můžeme rovněž dělit podle konkrétních rostlin, které obsahují. Většina medů je však jedinečnou kombinací mnoha rostlin, podle místa původu.

Botanický původ medu určíme na základě pylové analýzy, která je založena na morfologii pylových zrn a jejich velikosti. Tyto údaje jsou pro každou rostlinu charakteristické. Medovicové medy obsahují pylová zrna především větrosprašných rostlin (trávy, jehličnany), z rostlin se sem dostávají další příměsi (řasy, výtrusy hub, části těl producentů medovice). Mikroskopické vyšetření pylových zrn je důležité právě z hlediska určení původu medu, zda se jedná o med květový (nektarový), medovicový nebo smíšený. Podle obsahu pylových zrn v medu se dá určit i geografický původ medu [10; 13].

Včely medonosné jsou florokonstantní, tj. jsou věrné po určitou dobu jednomu rostlinnému druhu [14].

Čisté druhové medy jsou na celém světě poměrně vzácné. Vymetají se v menším množství, a to jen v oblastech s typickou květenou. Většinou mají svou charakteristickou vůni, chuť, vzhled a řadu dalších vlastností. V Evropě se v menší míře produkuje několik typických druhových medů: akátový, jetelový, řepkový, slunečnicový, maliníkový [15].

1.3.1 Charakteristika jednotlivých typů medů

- **Akátový med** – bezbarvý až lehce nažloutlý, má výraznou chuť a vůni, zůstává dlouho tekutý, nemá tendenci rychle krystalizovat.
- **Lipový med** – patří v našich zeměpisných šířkách mezi nejkvalitnější a nejoblíbenější med. Bývá zlatožlutý až čirý.
- **Med z ovocných stromů** – je lehce nažloutlý. Má tendenci rychle krystalizovat.
- **Vřesový med** – považuje se za jeden z nejlepších medů, má červenohnědou barvu, výraznou chuť i vůni. Konzistence medu je gelově viskózní. Získává se z květů vřesu (*Calluna vulgaris*) a z vřesovců (*Erica sp.*) [16].
- **Jetelové medy** – jsou voňavé, hnědavě zbarvené, mají příjemnou chuť a vytvářejí hrubé krystaly.
- **Vojtěškový med** – je světle vodnatý, vonný, má příjemnou chuť a krystalizuje v hrubou hmotu.
- **Řepkový med** – bývá bělavý, krystalizuje v hrubých krystalech. U nás se v současnosti před úplným zkrystalizováním pastují a v pastovité konzistenci zůstávají natrvalo.
- **Slunečnicový med** – má jasně žlutou barvu, sklon k rychlé krystalizaci a typickou chuť. Svými vlastnostmi se podobá medu pampeliškovému.
- **Medovicové medy** – se výrazně liší od medů nektarových jednak tmavší barvou, jednak pomalou krystalizací – s výjimkou medu s obsahem melecitózy. Mají harmonickou chuť, což je dáno vyšším obsahem minerálních látek a menší kyselostí. Medy ze smrkové medovice jsou hnědočervené, hnědozelený odstín mají medy jedlové, medy z dubové medovice patří k nejtmašším [17].

Méně známé jsou následující druhy medu:

- **Hymetský med** – med ze svahů hory Hymetu byl věhlasný již v antickém Řecku. Pochází z tymiánu, majoránky a dalších suchozemských bylinek.
- **Levandulový med** – pochází ze Středomoří, především z okolí města Grassé, kde jsou rozsáhlé levandulové plantáže. Je bělavý, jemně vonný, má příjemnou a dobrou chuť. Má vyšší obsah sacharózy, proto dlouho nekystalizuje. Patří mezi jedny z nejžádanějších medů.
- **Pohankový med** – pochází z východní Evropy, kde se dosud pohanka (*Fagopyrum esculenta*) pěstuje. Je tmavě hnědě zbarvený, nemá příjemnou vůni, vyznačuje se „močůvkovou“ příchutí a u nás není příliš oblíbený, přestože obsahuje mnoho rutinu a je velmi zdravý.

Ze Severní Ameriky a Mexika pocházejí některé charakteristické druhové medy:

- **Kalifornský šalvějový med** – nepochází ze šalvěje, ale z divoce rostoucí kalifornské pohanky.
- **Tupelový med** – pochází z květů stromu tupela (*Nyssa aquatica*). Med je voňavý, bílý, dlouho nekystalizuje, protože obsahuje mnoho fruktózy.
- **Sourwood honey** – vzácný druhový med z oblastí Severní Ameriky, kde roste keř kysloun (*Oxydendrum arboreum*) – roste v porostech trnovníku akátu.
- **Uvalde Honey** – pochází z keřovité akácie rostoucí v Mexiku a jižních státech USA. Produkuje se především v okolí městečka Uvalde v Texasu, podle kterého dostal pojmenování.
- **Liliovníkový med** – pochází z květů liliovníku (*Liriodendrum tulipifera*), charakteristického stromu z povodí řeky Missouri.
- **Med alkahual** – pochází z Mexika.
- **Campanillové medy** – jsou exportovány z Mexika, Karibiku a Střední Ameriky. Pochází z velmi početného druhu svlačcovitých rostlin.
- **Med aguinaldo** – pochází ze svlačcovité rostliny *Rivea corymbosa*, která roste hojně na poloostrově Yukatanu.

- **Med kampeškový** – pochází z nektarodárného stromu kampešky, který roste hojně v tropických oblastech Karibiku a Střední Ameriky.
- **Mangový med** – pochází z tropických stále zelených stromů mangovníků [2; 15].

1.4 Zdroje pro tvorbu medu

Základním materiálem pro získání medu v oblasti našeho mírného pásma je především nektar květů nebo medovice. Oba tyto materiály, které se skládají především z vody a sacharidů, pocházejí z jednoho zdroje – ze šťávy rostlin a včely je i stejným způsobem zpracovávají [18].

Zatímco nektar vylučuje rostlina přímo – aktivními buňkami nektarií, medovici získává včela jako látku druhotnou, která vzniká činností stejnokřídlého hmyzu – mšic, červců a mer, cizopasících na zelených rostlinách [19].

1.4.1 Nektar

Nektar je sladká tekutina vylučovaná žláznatým pletivem – nektariemi, květními nebo mimokvětními, vyskytujícími se hlavně u hmyzosubných rostlin. Jeho vylučování je ovlivněno jak vnějšími vlivy prostředí (sluneční svit, teplota, vlhkost, půdní vlivy), tak rostlinou samotnou (genetické založení, fáze kvetení) [1].

Nektar vylučují rostliny buď na povrchu květních částí, nebo častěji na dně květů mezi semeníkem, tyčinkami a korunou. Nektar snadno prolíná stěnami žlázek nektarií a hromadí se v podobě kapky. Po opylení vyměšování nektaru přestane [20].

Nektar nemá pro rostliny žádný jiný smysl než přilákat hmyz, především včely. Ty hledají nektar, zapráší se pylem a přenesou jej na chloupkách k dalšímu květu. Jistou část pylu, kterého květy produkují přebytek, ale použijí také pro sebe. Pyl sbírají včely jen tehdy, když jej potřebují [21].

Nektar je v květech většinou produkován jen po část dne. Včelaři o této době říkají, že rostliny medují. Některé rostliny medují ráno, jiné odpoledne. Včely to znají a svoji aktivitu tomu přizpůsobují [22].

Složení nektaru uvádí tabulka 1.

Tab. 1: Složení nektaru [7]

Složka (kromě vody vztaženo k sušině nektaru)	"Obvykle"	Rozpětí
vlhkost [%]	60%	5 – 85
sacharidy celkem [%] nejvíce glukóza, fruktóza a sacharóza v nej- různějším poměru	40	15 – 95
maltóza [%] a jiné sacharidy	jen ve stopách (obvykle transglukosidací)	
kyseliny celkem [mekv.kg ⁻¹]	kolísá (jablečná, vinná, jantarová, citrónová, šťavelová)	
pH	4,5	2,7 – 6,4
popel [%]	0,08	0,02 – 0,45
aminokyseliny [%]	0,05	0,002 – 4,8
dále obsahuje: enzymy z buněk nektarií, pryskyřičné látky, aromatické silice, terpeny, flavony, z vitaminů v některém nektaru vitamin C		

Především se jedná o vodný roztok sacharidů, obsah vody je mezi 5 – 85 %, v průměru 40 % sacharidů. Včely především láká nektar s koncentrací sacharidů vyšší než 15 %. Mezi sacharidy převládá sacharóza, glukóza a fruktóza.

Existují 3 typy nektaru:

- nektar obsahující hexózy – v převaze (květy s volnými nektariemi)
- nektar s vyrovnaným obsahem hexóz z disacharidu sacharózy
- nektar s převahou obsahu sacharózy (květy s těžko přístupnými nektariemi).

Nektar dále obsahuje maltózu. Téměř v něm chybí dusíkaté látky – proteiny, minerální látky jsou obsaženy jen v malém množství. Z kyselin se často vyskytuje kyselina jablečná, vinná, jantarová, citrónová, šťavelová. Obsahuje rovněž aromatické silice, pryskyřičné látky, terpeny a barviva – hlavně flavony, vitaminy – hlavně vitamin C. K složkám nektaru patří také pevné příměsi, zvláště pylová zrna, buňky rostlinných tkání a enzymy z buněk nektarií, pH nektaru se pohybuje mezi 2,7 – 6,4 [1; 7].

1.4.2 Medovice

Medovice je hustá sladká tekutina, kterou vylučuje stejnokřídlý hmyz – *Homoptera*, a která vytváří po částečném vyschnutí na rostlinách kapky a lepkavé povlaky. Nejvýznamnějšími producenty medovice jsou u nás mšice a červci, méně mery. Stejnokřídlý hmyz cizopasí na větvích, listech a pupenech četných listnatých a jehličnatých dřevin [7].

Ve střední Evropě žije více než 800 druhů mšic a asi 250 druhů červců. Mnoho z nich tvoří medovici, ale jen asi 40 druhů má včelařský význam. Jako živná dřevina je nejdůležitější smrk, který hostí nejvíce druhů producentů medovice s největší produkcí [19].

Zdrojem medovice je rostlinná šťáva proudící sítkovicemi rostlin, kterou vysávají producenti medovice pomocí ústních orgánů, kam proudí vlivem turgoru či jimi vyvinutého podtlaku v hltanu do jejich trávicího traktu. Protože míza sítkovic obsahuje málo živin, prochází tedy trávicím ústrojím s filtrační komorou, která mizu upravuje před vlastním trávením.

Filtrační komorou, která je tvořena tenkou blanou, osmoticky pronikají látky s nízkou molekulární hmotností a také přebytečná voda prolínající vlivem osmotického tlaku. Do žaludku producentů medovice proudí jako koncentrát. Filtrát je vyloučen do výkalového vaku, odkud jej producenti vystřikují ve formě medovice z těla ven na listy či jehličí, odkud jej včely sbírají [7].

Medovice je svým složením složitější než nektar, obsahuje v průměru 16,3 % vody, některé literární zdroje však uvádí i průměrné hodnoty přes 50 %. Podstatnou část medovice tvoří sacharidy, a to hlavně sacharóza, glukóza, fruktóza, maltóza, melecitóza, rafinóza, trehalóza a také polysacharidy. Aminokyseliny jsou obsaženy v malém množství, zato však v širokém zastoupení – alanin, kyselina asparagová, arginin, kyselina glutamová, histidin, leucin, lyzin aj. Mezi další látky obsažené v medovici patří minerální látky, vitaminy a barviva; pH medovice se pohybuje v hodnotách 3,9 – 4,9 i vyšší [1; 7].

Složení medovice uvádí tabulka 2.

Tab. 2: Složení medovice [7]

Složka (kromě vody vztaženo k sušině medovice)	Průměr	Směrodatná odchylka	Rozpětí
vlhkost [%]	16,3	1,7	12,2 – 18,2
fruktóza [%]	31,8	4,2	23,9 – 38,1
glukóza [%]	26,0	3,0	19,2 – 31,9
sacharóza [%]	0,8	0,2	0,4 – 1,1
"maltóza" [%]	8,8	2,5	5,1 – 12,5
melecitóza [%]	2,3	4,6	0,0 – 13,4
vyšší sacharidy – dextriny [%]	4,7	1,0	1,3 – 11,5
pH	4,4	–	3,9 – 4,9
kyseliny celkem [mekv.kg ⁻¹]	54,9	10,8	34,6 – 76,5
popel [%]	0,74	0,27	0,21 – 1,18
dusík [%]	0,1	0,053	0,047 – 0,223

1.5 Proces tvorby medu

Všechny včelí produkty vznikají především koordinovanou činností včelstva jako jednotného celku – organismu, jehož jedinci žijí vyspělým sociálním způsobem života. Konkrétně vznik medu je velmi složitý proces, závislý na včelstvu jako celku – jedna včela (sběratelka – létavka) nemůže z nasátého nektaru či medovice sama med vytvořit. Tím se liší včelí produkty například od mléka, které je produktem pouze mléčné žlázy a jeho produkce závisí pouze na jedinci. Nesmíme tu ani opomenout vliv rostlin, které poskytují včelám potravu, ze které včely vytvářejí med a ovlivňují tak jeho složení.

Včely nesbírají potravu jen tehdy, když mají hlad, ale kdykoliv je potravu dostupná tzn., že je snůška. Včely létavky pátrají po potravních zdrojích. Používají zejména čich, v případě nektaru i zrak, protože entomofilní rostliny produkující nektar mají obvykle barevné okvětní lístky, které mají opylovatele nalákat. Včely sladinu nasávají sosákem, což je modifikované ústrojí schopné nejen lízání, ale i sání. Nasátou sladinu přenáší do úlu v medném volátku, což je rozšířenina jícnu. Zde není sladina trávena, pouze je obohacena o enzymy. Včely přinášejí do úlu sladinu v medném volátku v množství až 50 mg, předávají ji úlovým včelám, a tak sladina „proudí“ celým včelstvem. Donesená kapka je spolknuta a znovu předávána dál ještě několikrát, než může být jako řídký med uložena ke zrání do buňky plástu.

To už se v ní rozběhl celý chemicko-fyzikální proces:

1. obohacení o látky pocházející z hltnových žláz včel dělnic:

- * enzymy – invertáza, diastáza a glukózooxidáza. Kyselá fosfatáza a kataláza, které med rovněž obsahuje, jsou původu rostlinného. Filtrovaný med obsahuje méně katalázy než med nefiltrovaný, což je důkazem, že část katalázy pochází také z pylu.
- * aminokyseliny – největší procentuální obsah zaujímá v medu prolin, který je téměř výhradně původu živočišného.
- * další látky ve stopovém množství – tuky, vitaminy skup. B.

2. chemické změny:

- * štěpení disacharidů a eventuálně i vyšších sacharidů na monosacharidy a sacharidy nižší.

3. fyzikální změny:

- * zahuštění – tento proces je nutný k vytvoření vysokého osmotického tlaku (fyziologického sucha) v medu tak, aby bylo zabráněno množení mikroorganismů – med je tak konzervován na neomezeně dlouhou dobu. K zahuštění dochází tak, že včely vyvrhují sladinu na zadní stranu hlavy a ohnutý sosák. Během celé této akce pracuje i česlo, které pomocí chloupků na svých chloupkách vycytává část pylových zrn ze sladinu a posouvá je do žaludku – počet pylových zrn v medu je tímto částečně snížen. Tuto činnost včela opakuje až do zahuštění na 28 – 32 % vody (to trvá cca 20 minut). Při této koncentraci včela jen s obtížemi tekutinu protlačí jícnem, a proto ji ukládá do buňky, kde probíhá zahuštění odvětráváním celého úlu. Teprve po patřičném zahuštění je med včelami znovu přemísťován, buňky jsou plněny až po okraj a zavíčkované voskovými víčky.

Přesto, že proces tvorby medu je velmi složitý, může včelstvo díky obrovskému počtu dělnic nasbírat denně při běžné snůšce 1 – 2 kg nektaru či medovice, při vysoké snůšce až 10 kg a urychleně je zpracovat na med. Možnosti produkce včelstva jsou obrovské. Při téměř stálé snůšce není ve světě výjimkou získat 200 kg medu od včelstva za sezónu, u nás se maximální výnosy pohybují kolem 100 kg – ovšem jen v některých mimořádných letech. Oficiální statistiky udávají průměr 12 kg medu na včelstvo a rok. Komerční včelaři se však pohybují se svým průměrem nejméně v rozpětí 30 – 40 kg [23].

1.6 Získávání medu

1.6.1 Odebírání plástů

Ve včelstvech visí zavíčkované medné plásty. Nesmíme je však vybírat příliš brzy, protože díky vysokému obsahu vody by vytočený med kvasil. Obsah vody by měl být nižší než 20 %. Vhodná doba pro vytáčení nastane, když je med ze dvou třetin zavíčkovaný. Když chceme vyzkoušet, zda je med zralý, provedeme odstříkovací zkoušku. Plást s medem bez včel držíme vodorovně a jednou s ním trhneme směrem dolů. Když přitom med už z buněk nestříká, je zralý k vytáčení [14].

Způsob odebírání plástů záleží především na velikosti provozu. Tradičně se plásty odebírají přímo z úlu bez předchozí přípravy. Plást se po uchopení trhnutím nad otevřeným úlem nebo v rozšířené meziplástové mezeře zbaví většiny včel, zbylé se ometou ptačím křídlem nebo smetáčkem. Medné plásty se ukládají do rojáků, přepravních bedniček nebo prázdných nástavků a přenášejí se nebo přepravují na místo vytáčení.

1.6.2 Odvíčkování

V našich podmínkách se med z plástů získává odstředivou silou v medometech, zavíčkované části plástu se musí před vložením do medometu odvíčkovat. Ve včelařské praxi je známo více druhů odvíčkování. Nejčastěji se využívá tradiční odvíčkovací vidlička. Někdy se také používají i odvíčkovací nože. Po odvíčkování zbývají víčka s medem. Med je možno nechat odkapat – je plnohodnotný a víčka s malým množstvím medu (20 – 30 %) je možno odstředit nebo tepelně zpracovat. Odvíčkování se provádí na různě velkých odvíčkovacích talířích, kde se rámeček umísťuje na opěrnou plochu různé konstrukce, popřípadě se přidržuje na hrotu. Talíře mají různě velké zásobníky na odvíčkované plásty a zásobníky na víčka, popřípadě separační rošt pro okap medu z víček a vypouštěcí otvor pro med.

1.6.3 Vytáčení

Hlavní pomůckou pro získávání medu odstředivou silou je medomet. Vynálezce medometu je Ital Francesco di Hruschka, který svůj přístroj zveřejnil r. 1864. Podle postavení rámků k ose a postavení osy otáčení rozeznáváme medometry tangenciální, radiální, polotangenciální zvrtné, tangenciální zvrtné, paralelotangenciální s vodorovnou osou otáčení a paralelotangenciální se svislou osou otáčení. U všech medometů je med z plástů od-

stříkovan na stěny nádoby medometu, po kterých stéká na šikmé dno k vypouštěcímu otvoru. U malých medometů se med vypouští přes řidší síto do stáčekého hrnce a z toho se přelévá zpravidla do skladovacích nádob. U větších medometů se med z výpustního otvoru vede hadicí do dekantační nádoby, kde se oddělí hrubší plovoucí příměsi, popřípadě těžké příměsi a med takto upravený se odvádí nebo přečerpává do skladovacích nádob nebo tanků.

K vytáčení medu je potřeba včelotěsný prostor, místnost vyhovující pro manipulaci s potravinami [20; 24].

Při vytáčení medu musí být v místnosti nejméně 20 °C. Nejlépe se vytáčí med z plástů brzy po odebrání, kdy mají ještě úlovou teplotu. Med je vytáčen nejprve velmi zvolna z jedné a pak z druhé strany. Rychlého otáčení lze použít až po vymetení většiny medu, poněvadž jednostranně rychle vytáčený plást by se rozlomil [11].

1.7 Tepelné zpracování medu

Hlavním problémem, kterému čelí výrobci medu v tropických zemích, je rychlé zhoršení kvality medu v důsledku kvašení. Aby se zabránilo kvašení, med je před uskladněním tepelně zpracován. Tepelné zpracování medu odstraňuje mikroorganismy odpovědné za kvašnost a snižuje obsah vlhkosti na úroveň, která zpomaluje proces kvašení [26].

V Indii je při běžné praxi obvyklé med při vytočení tepelně zpracovat, aby bylo odstraněno kvašení. V České republice se med běžně nezahřívá, protože by to mohlo způsobit zhoršení jeho kvality. Nekontrolované zahřívání mění nepříznivě takové parametry jako je obsah hydroxymethylfurfuralu (HMF) a aktivitu enzymů [27].

V poslední době je kladen důraz na lepší kvalitu medu, proto je vyvíjena snaha najít i v Indii alternativy obvyklého tepelného zpracování, jimiž může být získán kvalitnější med, např. zahřívání mikrovlnami a zahřívání infračervenými paprsky [26].

1.7.1 Ztekucování medu

Konzistence medu je po vytočení tekutá. Převážná většina medů po určité době krystalizuje, tvoří jemné nebo hrubé krystaly a snižuje se homogennost medu. Med může získat konzistenci vločkovitou nebo pastovitou (řepkový med), jemnozrnnou (lipový, jetelový nebo vojtěškový med) nebo hrubozrnnou (jedlový, modřínový, pohankový, kaštanový).

Krystalizace je jednou ze základních vlastností medu. Ke zkapalnění krystalického medu se většinou používá mírné zahřívání. Musí být však použita nižší teplota, aby nedošlo k poškození specifických biologických vlastností medu. Abychom zabránili poškození citlivých látek teplem, doporučuje se med zahřívát na teplotu ne vyšší než 40 °C [7; 28; 29].

Ztekucování se provádí zahřátím nádob s medem na max. 50 °C, tj. na teplotu, kterou připouští Podniková norma ČESKÝ MED (Norma jakosti č. ČSV 1/1999) – Pokyny pro získávání a zpracování: pro získávání a zpracování medu vyšší kvality, odpovídajícímu fyzikálními a chemickými požadavky této normě, je nutno dodržovat zásadu při ztekucování medu, a to neohřívát med na teplotu vyšší než 50 °C ne déle než 24 hodin [30].

Při této teplotě se med nepoškozuje a spolehlivě ztekucuje. Nádoby s medem je možno zahřívát ve vodní lázni nebo tepelné komoře. Pro malé a střední provozy nejlépe vyhovuje tepelná komora s elektrickým ohřevem, ventilátorem a termostatem, která má univerzálnější využití v porovnání s vodní lázní [24].

1.8 Skladování medu

Nejvhodnější je med skladovat v zavřených nádobách, v čistých, suchých a větraných místnostech, bez přímého působení slunečních paprsků, při optimální teplotě mezi 10 – 15 °C (max. do 20 °C) a relativní vlhkosti do 70 %. Ve vhodných podmínkách si med udrží dobrou jakost 2 roky. Med snadno přijímá různé pachy, má také schopnost přijímat z vlhkého ovzduší vodu, a to má za následek, že se na povrchu zředuje a snadno podléhá působením osmofilních kvasinek kvašení. Při tomto nežádoucím procesu jsou limitujícími parametry obsah vody a teplota. Med vytočený nezralý a řídký snadno podléhá kvašení. Ale i dobře vyzrálý med přijímá na povrchu atmosférickou vlhkost. Horní vrstva medu tak může dosáhnout obsahu vody, vhodného pro růst kvasinek a mikroorganismů obsažených v medu. Proto má být med uskladněn v chladu a suchu, nádoby mají být uzavřeny a naplněny až po hrdlo [7; 13; 24].

Dlouhým skladováním ztrácí med aroma, přítomné kyseliny rozkládají sacharidy na HMF, med získává tmavší barvu a nevhodnou chuť [31].

1.9 Hygienické předpoklady manipulace s medem

V prostředí, v němž se zachází s medem, nesmí docházet k jeho poškozování a znečišťování. Med přijímá pachy, vlhkost, prach, tzn. v prostoru kolem medu se tyto nesmí vyskytovat.

Prostory určené pro zacházení s potravinami, tedy i s medem, musí mít:

- * podlahy, povrchy stěn, stropy a další vnitřní plochy snadno čistitelné a dezinfikovatelné
- * podlahy konstruované tak, aby umožňovaly snadný a přímý odtok vody do kanalizačních výpustí
- * stěny omyvatelné do výše nejméně 2 m
- * oblé spojnice stěn, jakož i stěn s podlahou a zkosené okenní parapety
- * veškeré rozvody vedeny skrytě pouze s vyústěním nezbytně nutných přípojek
- * dostatečnou ventilaci, včelotěsnost a těsnost před vniknutím hlodavců
- * provozy musí být dostatečně zásobené pitnou a teplou vodou.

Technologická zařízení, stroje, nástroje, nádoby, pomůcky apod., které přicházejí do styku s potravinami a medem, musí být konstruovány a vybaveny tak, aby:

- * jejich povrchy byly hladké, snadno omyvatelné a dezinfikovatelné
- * nepodléhaly korozi a nepůsobily nepříznivě na zdravotní nezávadnost medu a jeho kvalitu [24].

2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ MEDU

Med obsahuje vodu, sacharidy, bílkoviny, minerální látky, volné kyseliny, enzymy, aromatické látky aj. Chemické složení uvádí tabulka 3.

Tab. 3: Chemické složení medu [32]

Komponenty	Průměr	Rozpětí
voda	17,2	13,4 – 22,9
fruktóza	38,2	27,3 – 44,3
glukóza	31,3	22,0 – 40,8
sacharóza	1,3	0,3 – 7,6
maltóza	7,3	2,7 – 16,0
vyšší sacharidy	1,5	0,1 – 8,5
ostatní	3,1	0 – 13,2
dusík	0,04	0 – 0,13
minerální látky	0,17	0,02 – 1,03
volné kyseliny [mval.kg ⁻¹]	22	40 – 100
laktony [mval.kg ⁻¹]	7,1	6,8 – 47,2
celková kyselost [mval.kg ⁻¹]	29,1	8,7 – 59,5
pH	3,9	3,4 – 6,1
diastázové číslo	20,8	2,1 – 61,2

2.1 Obsah vody

Obsah vody v medu je prvořadý ukazatel jeho kvality. Pro kvalitu medu je optimální obsah vody 17 – 18 %. Většinou se pohybuje v rozmezí 15 – 21 %. Nevyzrálé medy mají i více vody a jsou velmi nestálé vůči některým kvasinkám, které je chuťově znehodnotí. Medy s více jak 20 % vody jsou náchylné ke kvašení zvláště po jejich krystalizaci. Může docházet k rozvoji kvasinek a znehodnocování medu [25; 31].

Belitz a Grosch [32] se zabývali obsahem vody ve vztahu ke kvalitativním požadavkům na med. Obsah vody závisí na zralosti a původu medu. Dle kritéria národní legislativy by měl být maximálně 20 %. Med s hodnotou vyšší než 22 % je nezralý a nad 25 % už podléhá fermentaci. Při hodnotách nižších než 17,1 % není prakticky žádná náchylnost

k fermentaci, u hodnot mezi 17,1 – 20 % závisí počátek fermentace na počtu zárodků osmofilních kvasinek.

Podniková norma PN 01/1999 zpřísnila požadavek na obsah vody, a to na 18 %. Tomuto kritériu musí vyhovovat med s ochrannou známkou „Český med“ [33].

Obsah vody též závisí na tom, zda je med vystaven suchému či vlhkému prostředí. V oblastech s vyšší atmosférickou vlhkostí může být obsah vody vyšší. Některé medy vykazují vyšší obsah vody, např. vřesový med, který má hodnoty v rozmezí od 19,2 % – 26 %. Obsah vody se zjišťuje refraktometricky – měření indexu lomu při 20 °C refraktometrem [7].

2.2 Sacharidy

Sacharidy zauímají v medu největší podíl – v průměru nad 80 %, někdy až 85 %. Tato vysoká koncentrace sacharidů má vliv na jakost medu a také na energetickou hodnotu (kolem 14 280 kJ.kg⁻¹). Převažujícími sacharidy v medu jsou fruktóza (ovocný cukr) a glukóza (hroznový cukr). Téměř ve všech medech převažuje fruktóza nad glukózou, což se projevuje tím, že tyto medy stácejí rovinu polarizovaného světla doleva – jsou levotočivé. Tyto sacharidy vznikají enzymatickou hydrolýzou sacharózy, která je obsažena v nektaru nebo v medovici. Sacharóza je přirozenou součástí nektaru a medovice. Obsah sacharózy v medu je přibližně 2 – 3 %. Ke štěpení sacharózy dochází pomocí enzymu invertázy obsaženém v hltanových žlázách včel, kdy vzniká invertní cukr – primárně ekvimolární směs D-fruktózy a D-glukózy. Dále bylo v medu identifikováno více než 20 oligosacharidů, hlavně maltóza (tvoří asi 1/3 všech oligosacharidů v medu) a kojibióza. V medu mohou být obsaženy také dextry. Jejich obsah ovlivňuje tekutost medu a je vyšší v medech medovicových [31; 7].

2.2.1 Krystalizace medu

Tuhnutí neboli krystalizace medu je přirozeným projevem jeho zrání. Každý neporušený med musí po čase ztuhnout. Záleží pouze na vzájemném poměru jednoduchých sacharidů, za jak dlouho se tak stane. Květové medy s vysokým obsahem glukózy tuhnou velice rychle, často již za několik týdnů po vytočení. Tmavé medovicové medy s vyšším obsahem fruktózy tuhnou až po několika měsících [12].

Krystalizace je dána tím, že med je přesyceným roztokem sacharidů. Vzhledem k tomu, že ze sacharidů přítomných v medu je ve vodě nejméně rozpustná glukóza, je i stupeň přesycení nejvíce závislý na tomto cukru. Fruktóza podstatně zpomaluje krystalizaci glukózy z přesycených roztoků [31].

Podle původu medu může dojít ke krystalizaci během dne, měsíce nebo i let. Rychlost závisí kromě teploty, klimatických podmínek a způsobu získávání, hlavně na chemickém složení, a to především na poměru fruktózy k jiným druhům sacharidů, poměru sacharidů k nesacharidům a k minerálním látkám, obsahu koloidů a obsahu vody.

Nejdůležitější z pohledu krystalizace je obsah fruktózy a její poměr k ostatním sacharidům. Čím je jí víc, tím při stejném obsahu vody zůstává med déle tekutý, pokud opačně nepůsobí koloidy a nesacharidy. Největší sklon ke krystalizaci má glukóza, a proto medy s vyšším obsahem glukózy tuhnou brzy, přičemž fruktóza se rovnoměrně rozdělí mezi krystalky glukózy.

Rychlost krystalizace také závisí na tvorbě krystalických jader, které vznikají zejména při teplotě 5 – 7 °C. Nejrychleji probíhá krystalizace při 15 °C, nebyl-li med předtím zahřát. Uvádí se, že lze zpomalit tvorbu krystalků v medu, a to odstraněním jemných částecek, které mohou působit jako krystalizační jádra, na nichž se formují krystalky. Jde o suspenzi částecek pylu, vosku, prachu, již vzniklé drobné krystalky a vzduchové bubliny [7].

Dlouhodobě skladovaný med získává odchylné aroma a příchut' (nahořklou a škrablavou) a krystalizuje. Krystalizace neznamená porušení medu ani jeho znehodnocení. Je to přirozená vlastnost, která vyplývá ze složení. Krystalizace závisí hlavně na poměru glukózy a fruktózy (akátový med vydrží i několik roků tekutý, řepkový tuhne už za několik týdnů) a nijak neznehodnocuje daný druh medu. Tekutou konzistenci medu lze obnovit zahřátím ve vodní lázni, teplota se nesmí zvýšit nad 50 °C, jinak med ztrácí svoji biologickou hodnotu [13].

2.3 Enzymy

Enzymy jsou velmi důležité komponenty, které jsou nezbytné pro tvorbu medu z nektaru a medovice. I když z hlediska nutričního není význam enzymů v medu popsán, jde o velmi důležité komponenty. Jedná se o termolabilní sloučeniny, jejichž snížený obsah může indikovat nevhodné tepelné ošetření medu. Enzymy obsažené v medu jsou předmětem mnoha studií, hlavně z hlediska rozlišení mezi přírodním a falšovaným medem, ale také z hlediska hodnocení čerstvosti medu [7].

Od přírody existují medy bohaté a chudé na enzymy. Bohaté na enzymy jsou především smíšené medy, které pocházejí z prostřední snůšky. Medy z hlavní snůšky jsou na enzymy chudé, s výjimkou lesního medu, který již v základní surovině obsahuje enzymy hmyzu, podílejícího se na sání mízy. Málo enzymů mají zpravidla medy akátové a jetelové. Při skladování medu účinek enzymů s léty slábne [21].

Enzymy přítomné v medu můžeme rozdělit podle původu do 3 skupin [7]:

- enzymy včelího původu
- enzymy pocházející z jiného sociálního hmyzu
- enzymy rostlinného původu.

1. Enzymy včelího původu

Přeměna nektaru nebo medovice na med se děje působením enzymů hypopharyngeálních (hltanových) žláz včel.

Invertáza (α – glukosidáza, sacharáza)

Hlavní invertázou medu je α – glukosidáza. Tento enzym z hltanových žláz včel invertuje sacharózu obsaženou v nektaru na fruktózu a glukózu. Určité množství invertázy je i ve zralém medu a inverze může pokračovat i během skladování. Množství secernované invertázy závisí na mnoha faktorech, jako je věk, fyziologické stadium a potrava včel, síla roje, teplota a množství sesbíraného nektaru. Invertáza hydrolyzuje také maltózu. Při hydrolýze sacharózy se převážně, vedle dalších oligosacharidů, tvoří α -maltonyl- β -fruktofuranosid. V dalším průběhu hydrolýzy jsou tyto oligosacharidy z části opět štěpeny. Sacharóza je aktivní v poměrně širokém rozmezí pH mezi 5,8 – 6,5. Je citlivější k teplotě než jiné enzymy medu a v některých zemích je legislativním parametrem.

Glukózooxidáza

V roce 1986 byla v medu objevena β – glukosidáza. Tento enzym oxiduje glukózu na kyselinu glukonovou, která je hlavní kyselinou obsaženou v medu, a H_2O_2 . Právě peroxid vodíku je pokládán za hlavní příčinu antibakteriálních vlastností medu. Tato peroxidázová aktivita však není jediným mechanismem, vysvětlujícím antibakteriální účinky medu. Příčina toho efektu zůstává nadále nejasná, vzhledem k tomu, že peroxid vodíku se dále rychle rozkládá na vodu a kyslík a tato reakce probíhá nepřetržitě po celou dobu zrání medu. Vedle glukózy je oxidována také manóza (9 %). Glukózooxidáza je aktivní pouze ve zředěném nebo nezralém medu a její aktivita je vyšší, když se koncentrace sacharidů pohybuje kolem 25 – 30 % a je redukována, když se koncentrace invertních sacharidů zvyšuje. U zralého medu je aktivita enzymů nulová. Optimální pH tohoto enzymu je kolem hodnoty 6,1 [7].

Diastáza (amyláza)

Jedná se o enzym, který štěpí škroby obsažené v medu. Je to termolabilní enzym (avšak s větší termostabilitou než invertáza), jehož nízká aktivita může indikovat zahřátí medu. Jeho význam v medu není dostatečně známý, pravděpodobně se účastní trávení pylu. Optimální pH pro aktivitu enzymu se pohybuje mezi 5,0 – 5,3. Aktivita amylázy je v některých zemích legislativně zakotveným parametrem [7].

Aktivita diastázy, jejíž hodnota se vyjadřuje jako tzv. Schadeho číslo, je parametrem, který už jednou byl součástí českých předpisů. Tedy staronově se objevuje ve vyhlášce nové. Při měření aktivity diastázy lze podobně, jako při měření HMF, odhalit případné dlouhodobé skladování, nesprávné zahřívání medu či dokonce jeho ošetření v mikrovlnách. Diastázy jsou enzymy štěpící škrob na menší molekuly z obou jeho konců za vzniku produktů o různé molekulární hmotnosti. Jsou citlivé na teplotu, protože v jejich molekule je obsažena bílkovina, která je za vyšších teplot denaturována. Aktivita diastázy v medu je na kondici včelstva podstatně méně závislá než například aktivita invertázy [33].

Diastáza je méně citlivá k zahřátí než invertáza [28; 34].

2. Enzymy pocházející z jiného sociálního hmyzu

Nejen včely, ale i jiné druhy hmyzu (jako mravenci, čmeláci, vosy atd.) mohou vylučovat invertázu do šťáv rostlin.

3. Enzymy původu rostlinného

Med může také obsahovat enzymy přítomné v nektaru, medovici nebo v pylu. Obsah je ovlivněn druhem rostlin. Jejich význam a vliv na zrání medu není přesně znám, ale pravděpodobně pro produkci medu nejsou příliš důležité.

Kataláza

Medy, které obsahují málo katalázy, mají poměrně vysokou úroveň H_2O_2 , například medy z nektaru jetele plazivého (*Triforium repens*) nebo z medovice skotské borovice (*Pinus sylvestris*). Vyšší úroveň katalázy vykazují např. vřesový med (*Vaccinium myrtilis*) nebo med borůvkový (*Erica spp.*).

Kyselá fosfatáza

Pochází převážně z pylu, částečně také z nektaru. Význam tohoto enzymu v procesu zrání medu není dosud znám [7].

2.4 Aromatické látky

Jedná se o těkavé látky, které dodávají medu příslušné aroma. V medu bylo dosud identifikováno více než 200 těchto sloučenin, mezi něž patří estery alifatických a aromatických kyselin, aldehydy, ketony, alkoholy a další. Pro všechny medy je typický např. formaldehyd, propionylaldehyd, aceton, hydroxymethylfurfural, benzylalkohol, fenylalkohol a rovněž také β -damascenon a fenylacetaldehyd, které dávají medu charakteristickou vůni a chuť. Naopak jiné látky jsou typické pro určitý druh medu, jako např. methylester kyseliny antranilové, typický pro med z citrusových stromů a levandule nebo diacetyl typický pro med vřesový (*Calluna vulgaris*) [7].

2.5 Organické kyseliny

Organické kyseliny jsou v medu významnou složkou, i když jsou přítomné jen v malém množství (0,5 %). Ovlivňují barvu, pH a vodní aktivitu. Med obsahuje asi 19 organických kyselin, z nichž za hlavní jsou považovány kyselina glukonová a kyselina jablečná. Kyselina glukonová vzniká při oxidaci glukózy glukózooxidázou a je v rovnováze se svým laktonem. Její množství závisí hlavně na době mezi příjmem nektaru a vznikem definitivního medu v plástech, u kterého je enzymová aktivita nepatrná. Med reaguje lehce kyselé – květový med zpravidla o něco více než med lesní [7; 21].

Kyselost medu můžeme vyjádřit jako:

- a) Aktivní kyselost – hodnota pH – vyjádřena jako záporný dekadický logaritmus koncentrace vodíkových iontů. Hodnoty pH se pohybují v rozmezí 3,9 – 4,0. Nektarové medy jsou kyselejší než medy medovicové. Příčinou je vyšší obsah minerálních látek, které působí tlumivě na kyselost [31].
- b) Titrační kyselost – vyjadřuje se v miliekvivalentech (mekv) na 1 kg medu a představuje množství volných kyselin titrovatelných roztokem NaOH.

2.6 Minerální látky

Zdroj minerálních látek se nachází v půdě a přes rostlinu se dostávají do nektaru a pylu, které včely sbírají. Nejvíce je na obsah minerálních látek bohatý pyl. Vysoký obsah minerálních látek mají medy medovicové a také med vřesový. Celkový obsah minerálních látek se pohybuje v rozmezí od 0,02 – 1,0 %. Jsou v něm tedy obsaženy pouze ve stopovém množství. Na druhé straně se v různých druzích medů vyskytují téměř všechny známé přírodní prvky kromě selenu, na který jsou naše půdy velmi chudé, tudíž v žádném z medů zjištěn nebyl. Jedná se hlavně o draslík, chlor, vápník, sodík, fosfor, železo, hořčík, mangan [7; 12].

2.7 Vitaminy

Vitaminy jsou důležitou složkou, ale jejich obsah v medu je pouze minoritní. Mezi nejdůležitější patří: thiamin, riboflavin, niacin, pyridoxal, kyselina pantotenová, vitamin C – kyselina askorbová [7].

2.8 Proteiny

Proteiny v medu jsou jednak rostlinného a jednak včelího původu. Vřesový med obsahuje až 1,5 % proteinů díky svým specifickým thixotropním vlastnostem, u ostatních medů se hodnota pohybuje kolem 0,2 %.

Med obsahuje volné aminokyseliny (AMK) v množství 100 mg.100 g⁻¹ sušiny. Důležitým zdrojem AMK je pyl, některé AMK mohou být obsaženy i v nektaru nebo v medovici. Zdrojem určitého množství AMK je i včela.

Aminokyselinové spektrum může být použito k průkazu botanického nebo geografického původu medu. Jde hlavně o prolin, kyselinu asparágovou, fenylalanin, kyselinu glutamovou, leucin, alanin, valin, lyzin, histidin, arginin, treonin a jiné.

Hlavní AMK v medu je prolin, který je sekretem hypopharyngeálních žláz včel a slouží k regulaci sekrece invertázy během zrání medu. Součástí tohoto regulačního mechanismu je osmotický tlak. Při jeho nízké hodnotě dovoluje sekreci enzymu, pokud dojde ke zvýšení, zabraňuje naopak nadbytečnému uvolňování invertázy. Prolin tvoří asi 50 – 85 % aminokyselinové frakce [7].

2.9 Antioxidanty v medu

Med je významný značnou antioxidační kapacitou, což je způsobeno obsahem fenolů. Volné radikály a reaktivní kyslíkové radikály přispívají k procesům stárnutí a onemocnění.

Antioxidanty jsou látky, které mohou zpomalovat destruktivní chemické reakce v potravě a v živém organismu. Tyto složky chrání svou schopností ničit oxidanty a volné radikály a omezit molekulární poškození lipidů, bílkovin a nukleových kyselin. Zkoumání schopnosti potravinářských produktů bohatých na fenoly ovlivňovat obranný systém u lidí a klinické využití takových změn je relativně nový obor.

K přírodním látkám s antioxidačními účinky, které jsou přijímané potravou, jsou v první řadě tradičně řazeny antioxidační vitaminy C (kyselina askorbová), E a karotenoidy.

V poslední době se však mnohem větší význam přikládá dalším přírodním látkám, zejména polyfenolickým sloučeninám. Mezi ně patří flavonoidy (pinobanksin, pinocembrin, quercetin, chrysin, galangin, luteolin, kaempferol), katechiny a fenolické kyseliny. V mnoha medech – hlavně pohankovém – dominují monofenoly, jako například 4-hydroxybenzoová

kyselina. Z tohoto pohledu může med mít pozitivní vliv při zpomalování procesů stárnutí a může působit i protinádorově, proto vzrůstá zájem stanovit v medu antioxidační aktivitu [44; 45; 46; 47; 49].

2.10 Ostatní látky v medu

Z dalších sloučenin med obsahuje také hormon acetylcholin (v množství až 45 mg.kg^{-1}), adrenalin (20 μg volného a 20 – 60 μg vázaného adrenalinu v 1 kg medu) a 0,015 % lipidů (z toho 45 % esterů cholesterolu, 22 % triacylglycerolů, 18 % volných mastných kyselin a 17 % volného cholesterolu) a barviva ze skupiny flavonoidů a karotenoidů [7].

2.11 Nežádoucí komponenty v medu

Toxické medy vznikají zejména v oblastech, kde včely sbírají nektar z rododendronů (Malá Asie, Kavkaz) a jiných rostlin čeledi *Ericaceae*, z rulíku, čeledi *Euphorbiaceae* nebo sbírají jiné látky, jako je např. medová rosa vylučovaná cikádami. Rododendrony obsahují především Gryanotoxiny I, II a III, tetracyklické diterpeny, které se používají v medicíně jako antihypertonika. Jedovaté medy z USA pochází z rostliny *Coriaria arborea* a obsahují toxiny tutin a hyenanchin. V minulosti byly hlášeny intoxikace z oblastí Ruska, USA a Japonska.

V medu se mohou vyskytovat také původci včelích patogenů:

Paenibacillus larvae larvae – původce moru včelího plodu

Paenibacillus alvei – původce hniloby včelího plodu

Aspergillus spp. – původci zkamenění včelího plodu

Ascospaera apis – původce zvápenatění včelího plodu

Nosema apis – původce nosematózy včel.

Med může také obsahovat rezidua látek používaných k ošetření a léčbě včelstev (např. antibiotika, akaricidní prostředky), ale také např. pesticidy a některé radioaktivní izotopy [7].

Žádná pro člověka jedovatá látka nebyla ale zjištěna v českých medech [1].

3 JAKOST MEDU

Pro med, na rozdíl od řady dalších potravin, jsou kritéria jakosti definována zcela konkrétně a jsou zakotvena v podobě smyslových, fyzikálních a chemických požadavků v národní legislativě, představované Vyhláškou č. 76/2003 Sb., která je v souladu se Směrnicí Rady 2001/110/ES o medu [23].

Požadavky na jakost shrnuje tabulka 4.

Tab. 4: Legislativní požadavky na jakost podle Vyhlášky 76/2003 Sb. [5]

(1)	Do medu nesmí být přidány, s výjimkou jiného druhu medu, žádné jiné látky včetně přídatných látek.
(2)	Z medu nesmí být odstraněn pyl ani jakákoliv jiná složka, s výjimkou případů, kdy tomu při odstraňování cizích látek, zejména filtrací, nelze zabránit.
(3)	Med, s výjimkou pekařského (průmyslového) medu, nesmí:
a)	mít jakékoliv cizí příchutě a pachy,
b)	začít kvasit nebo pěnit,
c)	být zahřát do takové míry, že jeho přirozené enzymy jsou zničeny nebo se stanou neaktivní.
(4)	U medu nesmí být uměle změněna kyselost.
(5)	Filtrovaný med a pekařský (průmyslový) med nesmí být přidáván do jiných medů uvedených v § 8 (květový, medovicový, vytočený, plástečkový, lisovaný, vykapaný, med s plástečky, filtrovaný a pastový med).

Smyslové, chemické a fyzikální požadavky na jakost medu jsou uvedeny v tabulkách 5 a 6 v Příloze P I.

Zpřísněné požadavky ukládá Podniková norma PN 01/1999 pro Český med. Limitní hodnoty jsou uvedeny v tabulce 7 v Příloze P II.

3.1 Hodnocení kvality medu – Harmonizované metody EHC

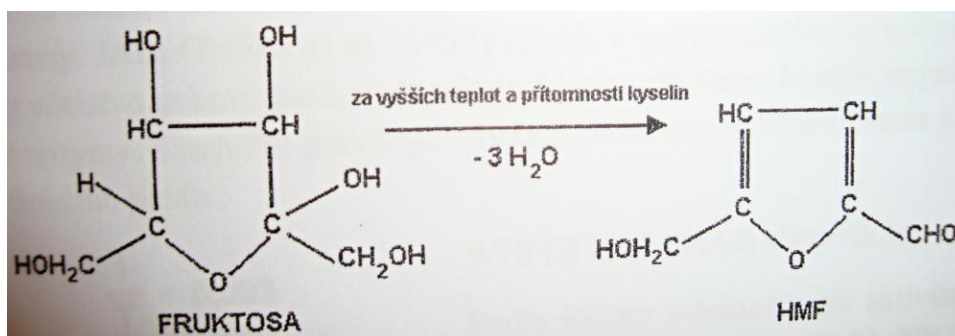
Dlouhodobě se problematikou posuzování kvality medu a aplikací jednotných a standardních postupů pro stanovení kvalitativních parametrů zabývá komise pro med – European Honey Commission (EHC), která byla oficiálně uznána jak EU, tak komisí pro Codex Alimentarius. Její práce se zúčastnili odborníci z řady zemí a její výsledek je shrnut ve studii „Harmonizované metody EHC“, která vyšla koncem roku 1997.

„Harmonizované metody EHC“ zahrnují celkem 18 analytických postupů pro 11 kvalitativních parametrů medu. Kromě základních ukazatelů (voda, popel, látky ve vodě nerozpustné, sacharidy, kyselost, diastáza, hydroxymethylfurfural (HMF), elektrická vodivost) jsou uvedeny i postupy pro stanovení invertasy, prolinu a optické otáčivosti, které by podle názoru komise mohly být v budoucnosti zařazeny mezi rutinní metody pro hodnocení kvality medu. U metod pro stanovení sacharidů a HMF jsou vedle klasických metod uváděny i moderní varianty postupů stanovení pomocí HPLC a plynové chromatografie [10; 35].

3.2 Hydroxymethylfurfural

Hydroxymethylfurfural (5-hydroxymethyl-2-furancarbaldehyd, HMF) je jedním z nejdůležitějších ukazatelů jakosti medu. Tento cyklický aldehyd vzniká v medu jednak dehydratací hexózy (glukózy a fruktózy) v kyselém prostředí a jednak v důsledku Maillardovy reakce. Vznik hydroxymethylfurfuralu je znázorněn na obrázku 1.

Obr. 1: Vznik hydroxymethylfurfuralu [1]



V medu jsou příznivé podmínky pro vznik HMF: vysoká koncentrace sacharidů (především hexózy), nižší hodnota pH, přítomnost organických kyselin a nízká vodní aktivita.

V čerstvém medu se HMF prakticky nevyskytuje a jeho koncentrace se zvyšuje během skladování (v závislosti na pH, teplotě, době skladování) a samozřejmě také během případného zahřátí medu. Proto podle obsahu HMF můžeme posuzovat nejen čerstvost medu, ale i případné nevhodné zacházení při zpracování a skladování medu, kdy může dojít ke znehodnocení této významné dietetické potraviny. Vysoká hladina HMF může být také způsobena falšováním medu přísadkou invertního cukru či škrobového sirupu [7; 37; 38].

Vysoký obsah HMF svědčí o poškození medu teplem. Takový med není pro člověka nijak škodlivý, ale řada cenných látek citlivých na teplo může být poničena. Med s extrémně vysokým obsahem HMF má karamelovou chuť, která se u kvalitního přírodního medu nevyskytuje [22].

Obsah HMF je známkou míry zachování biologických účinků medu, které jsou vyvolány termolabilními látkami [33].

HMF je v čistém stavu bezbarvá krystalická látka, která ovlivňuje barvu, chuť i vůni včelího medu. Je tak chemicky reaktivní, že na vzduchu okamžitě hnědne a reaguje s ostatními složkami medu za vzniku žlutohnědých barviv. Barva u poškozeného medu bývá velmi tmavá, chuť výrazně až ostře kyselá.

Čerstvé a v chladu skladované medy mají obsah HMF do 10 mg.kg^{-1} . Limitní hodnota je 40 mg.kg^{-1} , což odpovídá zhruba zahřátí medu na $70 \text{ }^\circ\text{C}$ po dobu 5 hodin. Hodnoty na hranici 40 mg.kg^{-1} svědčí o několikanásobném nešetřném rozežhřívání medů a jejich biologická hodnota je tím značně poškozena. Dochází totiž ke znehodnocení celé řady látek (hlavně enzymů) a celkově ke ztrátě řady biologických účinků medu [1;17; 37].

Podle Směrnice Rady 2001/110/ES je limitní hodnota totožná, s výjimkou medů pocházejících z tropických oblastí, kdy obsah HMF nesmí přesahovat 80 mg.kg^{-1} medu [42].

Přísněji je tento jakostní parametr posuzován v Podnikové normě PN 01/1999 pro Český med. Zde je nastavený limit 20 mg.kg^{-1} [30].

I když je HMF považován za potenciální karcinogen, bylo zjištěno, že při obvyklé denní dávce kolem 1 mg.kg^{-1} tělesné hmotnosti nehrozí pro člověka nebezpečí. Škodlivý efekt nebyl pozorován až do dávky 80 mg.kg^{-1} tělesné hmotnosti. Z této informace je zřejmé, že při běžných hodnotách HMF v medu se není třeba obávat zdravotního rizika.

Limitní hodnota pro obsah HMF (40 mg.kg^{-1}) je v legislativě týkající se medu zakotvena z jiného důvodu – jako indikátor nežádoucího tepelného ošetření a jiných způsobů porušení medu, protože jakékoliv tepelné ošetření není žádoucí, ba naopak každé zahřátí snižuje nutriční hodnotu medu [41].

Pro určení HMF jsou popsány a ověřeny IHC (International Honey Commission) tři metody. Pouze dvě z nich jsou doporučovány pro použití: metoda HPLC a spektrofotometrické stanovení (Whiteova metoda). Metoda spektrofotometrického stanovení podle Winklera by neměla být používána, protože jedna z reagensů (p-toluidin) je karcinogenní [9; 35].

3.3 Falšování medu

Podobně jako u jiných potravin, i u medu dochází k jeho falšování. Prodává se med nepravý a také může docházet ke špatnému označování medu. To se nejvíce týká jednodruhových medů a medů dovezených ze zahraničí, které následně nejsou označeny zemí původu, popřípadě navíc míchány s medy tuzemskými.

Nejčastější způsob falšování medu je přidání cukerných sirupů z cukrové třtiny nebo kukuřice. Tyto sirupy lze poměrně lehce vyrobit pomocí chemické a enzymové hydrolyzy přítomných sacharidů na fruktózu a další monosacharidy [7].

Za pravý med se nepovažuje ani med, který se získá příkrmováním včel roztoky sacharózy nebo sirupů (chybí jim výživové látky, jako bílkoviny, minerální látky, vitaminy, barviva, éterické látky) a dochází i ke změně fyzikálně-chemických vlastností, např. vůně, chuti, konzistenci a krystalizaci [43].

Směrnice EU definuje med nepravý nebo cukrářský jako výrobek, který mohou lidé konzumovat, obsahuje však charakteristiky, jež mu neumožňují označení „med“. Jde o med, který obsahuje stopy fermentace, vůni a chuť medu cizí nebo dokonce med modifikovaný vlivem ohřívání či dlouhodobého skladování [7].

4 VÝZNAM MEDU VE VÝŽIVĚ

Med má vynikající nutriční a dietetické vlastnosti jako doplněk výživy lidí i zvířat a dokonce má i účinky léčivé. Je díky svým antibakteriálním účinkům vhodným přírodním lékem při nachlazení a zánětech horních cest dýchacích. Používá se také ve farmaceutickém a kosmetickém průmyslu [1].

Med pomáhá při onemocnění ledvin, pozitivně působí na fixaci vápníku v kostech a při anemii. Zlepšuje fyzickou i psychickou kondici. Často se upozorňuje na protistresové účinky medu. Med obsahuje vitamin B1, dále stopový prvek mangan. Při psychickém i fyzickém zatížení tělo spotřebuje minerální soli (např. hořčík). Je nutná také přítomnost vitamínu B6. Důležitým komponentem obsaženým v medu je měď, nutná pro rovnoměrnou činnost srdce a nervů. Med rovněž posiluje jaterní činnost. Při stresu dochází ke snižování zásob glykogenu v játrech. Med v potravě tyto rezervy obnovuje, také dodává cholin, který zamezuje ztučnění jater [1; 7].

V potravinářství se med využívá hlavně v cukrářství k výrobě perníků, při výrobě alkoholických nápojů (medoviny) a při výrobě dětské výživy. Důraz je kladen především na medy jednodruhové, které včely vytvořily z rostlin, u nichž byl léčivý účinek prokázán. Známé jsou hojivé účinky na kůži. Vzhledem k jeho antibakteriálním účinkům je doporučován pro léčení vředů a jiných povrchových infekcí, popálenin a ran. Hlavní vliv na vyšší antibakteriální aktivity medu má množství peroxidu vodíku (H_2O_2). Kromě antibakteriálních účinků jsou známy také hojivé účinky medu. Vlivem vysoké koncentrace sacharidů v medu se vytváří vysoký osmotický tlak vedoucí k zvýšenému průtoku krve a lymfy. Vyloučí se tak nečistoty, mikroorganismy a buněčná drť a tkáň jizvy se stává mnohem elastickejší a je lépe prokrvována [7].

Med je také více vhodný pro diabetiky než obyčejný cukr. Problémem zůstává, že včelí produkty vyvolávají alergické reakce. Med obsahuje také celou řadu látek, které brání vzniku zubního kazu. Ten je spíše problémem konzumace sladkostí z řepného cukru. Med totiž obsahuje dosti Ca a P na rozdíl od cukru řepného [1].

Ve střední Evropě se med odedávna používal k výrobě alkoholických nápojů – medoviny. Používá se mimo jiné k výrobě různých druhů pečiva a perníku, kde významně zvyšuje vláčnost výrobků [31].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce bylo stanovení a srovnání vybraných jakostních parametrů medu v závislosti na době skladování a skladovacích podmínkách. K analýzám byly použity vzorky medovicových i nektarových medů, a to jak od domácích včelařů, tak i medy zakoupené v tržní síti.

6 METODIKA PRÁCE

V diplomové práci bylo nejprve analyzováno 6 vzorků různých druhů medů. Jednalo se o medy domácí od soukromých včelařů, ale i z tržní sítě – viz tabulka 8. Polovina vzorků byly nektarové medy (vzorek č. 1, 5 a 6) a druhá polovina vzorků byly medy medovicové (vzorek č. 2, 3 a 4). Analýzy byly prováděny za stálých podmínek při teplotě 23 °C v laboratoři analýzy potravin na Technologické fakultě Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. V říjnu 2010 byly provedeny počáteční analýzy. Dalším analýzám byly vzorky podrobeny v únoru 2011 po třech měsících skladování medů a následně po šesti měsících v květnu 2011, a to při třech způsobech skladování – na světle, ve tmě a v lednici.

V další části experimentu byly testovány jiné vzorky medů po delší době skladování. Opět se jednalo o medy domácí od soukromých včelařů, ale i z tržní sítě – viz tabulka 9. Počáteční analýzy byly provedeny v dubnu 2010 [51], další analýzy proběhly v únoru 2011, tedy po 10 měsících skladování ve tmě.

Tab. 8: Charakteristika analyzovaných medů I

Č. vzorku	Druh medu	Dodavatel/ Země původu	Charakteristika
1	Med květový	Troubky, ČR	domácí med (rok vytáčení 2010)
2	Med lesní	Morkovsko, ČR	domácí med (rok vytáčení 2010)
3	Med akáto-lesní	Nítkovice, ČR	domácí med (rok vytáčení 2010)
4	Med lesní horský	Moravia Produkt – Češka, Lednice, ČR	směs medů ze zemí EU a ze zemí mimo ES
5	Med květový nektarový	Moravia Produkt – Češka, Lednice, ČR	směs medů ze zemí EU a ze zemí mimo ES
6	Med květový pohankový	Včelařský dvůr, Lednice, ČR	směs medů ze zemí EU a ze zemí mimo ES

Tab. 9: Charakteristika analyzovaných medů II [51]

Č. vzorku	Druh medu	Dodavatel/ Země původu	Charakteristika
1	Med medovicový	Clever, BILLA, Modletice, Česko/EU	směs medů ze zemí EU a ze zemí mimo ES
2	Med luční smíšený	Medokomerc, Čestín, Česko/EU	směs medů ze zemí EU a ze zemí mimo ES
3	Med medovicový	Jaroslav Miklánek, soukromý včelař, Slovensko/SK	domácí med (rok vytáčení 2005)
4	Med květový smíšený	Mgr. Lubomír Magál, soukromý včelař, Slovensko/SK	domácí med (rok vytáčení 2009)

6.1 Stanovení obsahu vody

Stanovení obsahu vody v medu je jednou ze základních charakteristik jakosti medu. Obsah vody v medu by měl být v rozmezí 15 – 20 %. Med s vyšším obsahem má sníženou samoudržnost nebo může jít dokonce i o med již kvasící. Legislativou stanovený limit udává max. 20 % vody. Stanoví se refraktometricky pomocí speciálního ručního refraktometru, který má stupnici cejchovanu přímo v hodnotách obsahu vody v %.

Přístroje:

- Refraktometr na med RMM

Pracovní postup:

Na hranol refraktometru se nanese malé množství vzorku medu, hranol se uzavře a hodnota obsahu vody v % se odečte na stupnici.

6.2 Stanovení pH – aktivní kyselosti

Stanovení pH medu bylo provedeno potenciometricky pomocí vpichového pH-metru.

Přístroje:

- Vpichový pH-metr GRYF 208 L

Chemikálie:

- Roztoky pro kalibraci pH-metru (pH 4 a 7)

Pracovní postup:

U pH-metru byla provedena kalibrace a následně změřeno pH v 10 % roztocích analyzovaných vzorků medů.

6.3 Stanovení titrační kyselosti

Titrační kyselost slouží pro stanovení množství obsahu volných kyselin, tedy pro odhad kvašení medu. Kyseliny se v medu nevyskytují pouze vlivem mikrobiologické aktivity, ale jsou v medu přítomny rovněž přirozeně. Stanovení bylo provedeno alkalimetrickou titrací odměrným roztokem 0,1 M NaOH za použití indikátoru fenolftaleinu do bodu ekvivalence. Kyselost se udává jako miliekvivalent (mmol^{-1}) kyseliny na 1 kg medu. Legislativou udávaná maximální hodnota titrační kyselosti je 40 mekv.kg^{-1} .

Chemikálie:

- 0,1 M NaOH
- indikátor fenolftalein 1%

Pracovní postup:

K 5 g medu bylo přidáno 50 ml destilované vody a provedeno důkladné rozpuštění vzorku. Poté bylo přidáno asi 5 kapek fenolftaleinu. Titrovalo se odměrným roztokem 0,1 M NaOH do růžového zbarvení, které vydrželo 10 s. Titrace musela být provedena velmi rychle, cca do 1 minuty.

Výpočet:

$$\text{TK} = \frac{a \cdot c}{n} \quad , \text{ kde } \begin{array}{l} a \dots \text{ spotřeba odměrného roztoku v ml} \\ c \dots \text{ přesná koncentrace odměrného roztoku NaOH} \\ n \dots \text{ navážka medu v kg} \end{array}$$

6.4 Stanovení barvy – spektrofotometricky

Barvu medu způsobují různé pigmenty především rostlinného původu, část barviv v medu vzniká reakcí cukrů a aminokyselin, za vzniku melanoidinů. Intenzita barvy se stanovuje spektrofotometricky.

Přístroje:

- Ultrazvuková lázeň
- Spektrofotometr Spekol 11

Pracovní postup:

Bylo naváženo 10 g medu a připraven 50 % roztok medu rozmícháním v destilované vodě o teplotě 45 – 50 °C. Po rozpuštění byl roztok ochlazený na teplotu 20 °C. Poté se roztok vložil na 5 minut do ultrazvukové lázně, a pak byla provedena filtrace přes papírový filtr (0,45 μm). U zfiltrovaných vzorků bylo provedeno měření absorbance při dvou vlnových délkách – 450 a 720 nm. Výsledek byl uveden jako rozdíl hodnot absorbancí měřených při těchto dvou vlnových délkách.

6.5 Stanovení obsahu hydroxymethylfurfuralu podle Winklera

Obsah hydroxymethylfurfuralu (HMF) je významným parametrem při hodnocení jakosti medu. Obsah HMF je v legislativě limitován maximální hodnotou 40 mg.kg⁻¹.

Stanovení HMF metodou podle Winklera je založeno na reakci s p-toluidinem a kyselinou barbiturovou. Po smíchání se za 3,5 minuty vytvoří vínově červené zbarvení úměrné obsahu HMF. Stanovuje se spektrofotometricky, měří se absorbance při vlnové délce 550 nm.

Přístroje:

- Spektrofotometr Spekol 11

Chemikálie:

- 0,5 % roztok kyseliny barbiturové
- p-toluidinové činidlo (10 % roztok v isopropanolu)

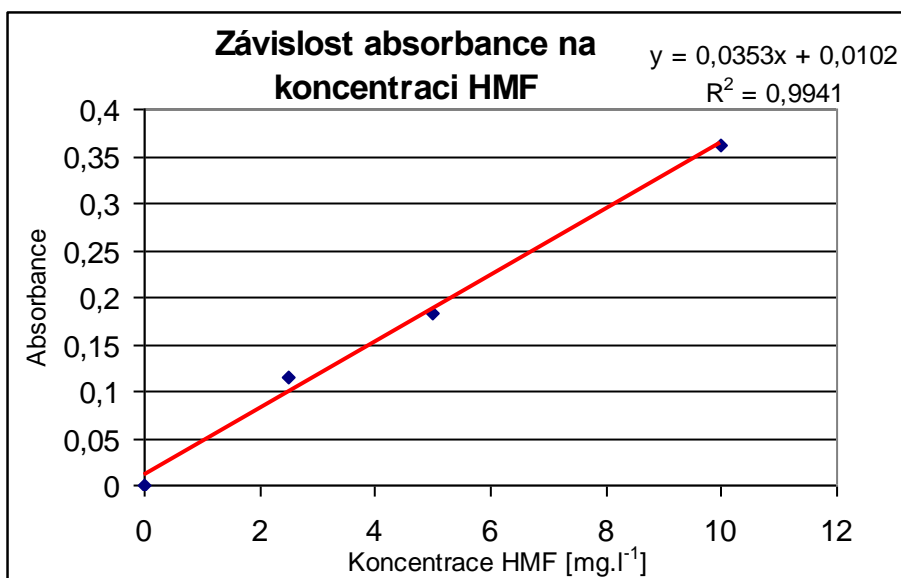
Pracovní postup:

2 g medu byly odváženy v 50 ml kádince a rozpuštěny v několika ml vody. Roztok byl kvantitativně převeden do 10 ml odměrné baňky. Do dvou Erlenmeyerových baněk se zábrusem bylo odpipetováno po 2 ml roztoku medu a dále smíseny s 5 ml p-toluidinového činidla. Do první baňky byl přidán 1 ml destilované vody (slepý pokus), obsah promíchán a naplněn do kyvety. Do druhé baňky byl přidán 1 ml kyseliny barbiturové, obsah opět promíchán a naplněn do druhé kyvety. Po 2,5 až 3,5 minutách byla odečtena hodnota absorbance měřená při vlnové délce 550 nm. Odečtena byla nejvyšší zjištěná hodnota. Během měření bylo stále sledováno nastavení nulové hodnoty na slepý pokus. Barevná reakce probíhá optimálně, má-li roztok teplotu 20 °C. Při vyšších teplotách vznikne maximální zabarvení dříve a při nižších později.

Kalibrační přímka:

Pro přípravu kalibrační přímky byly použity standardy HMF o koncentracích 2,5 a 5 a 10 mg.l⁻¹. Byla sestavena kalibrační přímka, která byla použita pro vyhodnocení obsahu HMF u analyzovaných vzorků medů. Tuto kalibrační přímku s rovnicí lineární regrese uvádí obrázek 2.

Obr. 2: Kalibrační přímka HMF



6.6 Stanovení antioxidační aktivity

V literatuře lze nalézt velký počet metod používaných ke stanovení antioxidační aktivity. Postupy hodnotící míru antioxidačního působení jsou založeny na různých principech. Obecně mohou být kategorizovány do dvou skupin – na metody hodnotící schopnost eliminovat volné radikály (metoda TEAC – metoda používající ABTS, metoda používající DPPH, ORAC metoda – kapacita pohlcování kyslíkových radikálů, metody založené na vychytávání OH-radikálů) a dále na metody posuzující redoxní vlastnosti látek (metoda FRAP pro stanovení celkové antioxidační kapacity, elektrochemické metody). Mezi metody založené na eliminaci radikálů patří metody spočívající v hodnocení schopnosti vzorku vychytávat volné radikály.

Metoda používající DPPH

Tato metoda je považována za jednu ze základních metodik pro posouzení antiradikálové aktivity čistých látek i různých směsných vzorků. Spočívá v reakci testované látky se syntetickým stabilním radikálem difenylpikrylhydrazylem – DPPH (1,1-difenyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl)hydrazyl). Při reakci dochází k redukci radikálu za vzniku DPPH-H (difenylpikrylhydrazyl). Reakce je nejčastěji sledována spektrofotometricky. U směsných vzorků se radikálová aktivita někdy vyjadřuje v ekvivalentech askorbové kyseliny [46; 47].

Metoda spočívá ve stanovení scavenging activity (SA – navazovací neboli zhášecí aktivity) vyjádřené jako IC_{50} (koncentrace vzorku [$mg \cdot ml^{-1}$], která odbourá 50 % DPPH). Čím je vyšší hodnota IC_{50} , tím je antioxidační schopnost menší.

Přístroje:

- Spektrofotometr Spekol 11

Chemikálie:

- DPPH (1,1-difenyl-2-pikrylhydrazyl)

Pracovní postup:

Připraví se různé koncentrace medu (30, 90, 150 a 300 $mg \cdot ml^{-1}$) v destilované vodě do 10 ml odměrných baněk. Reakční směs se získá smícháním 0,1 ml roztoku vzorku, 1,9 ml 130 μM DPPH (rozpuštěno v etanolu) a 1 ml acetátového pufru (pH 5,5). Celkový objem reakční směsi je 3 ml. Připravená směs se důkladně protřepe a nechá stát v temnu při poko-

jové teplotě 90 minut. Pak se měří absorbance proti slepému pokusu, který se připraví ve složení jako vzorek, ale bez DPPH (místo DPPH je přidáno 1,9 ml etanolu), tím se eliminuje vliv barvy medu. Pro výpočet scavenging activity SA je nutno proměřit absorbanci reakční směsi na počátku reakce A_0 . Pro toto měření se připraví směs z 0,1 ml destilované vody, 1,9 ml 130 μM DPPH a 1 ml acetátového pufru. Měří se proti slepým pokusům pro jednotlivé koncentrace medu. Pro výpočet SA se použije vztah:

$$\text{SA [\%]} = \frac{A_0 - A_{vz}}{A_0} \cdot 100$$

Z naměřených hodnot se sestrojí přímka a pomocí lineární regresní analýzy se vypočte hodnota IC_{50} .

7 VÝSLEDKY A DISKUSE

7.1 Počáteční analytická stanovení jakostních parametrů medů

Počáteční analýzy 6 vzorků medů byly provedeny v říjnu 2010.

Byly stanoveny tyto parametry: obsah vody, aktivní kyselost, titrační kyselost, barva a obsah HMF a antioxidační aktivita.

7.1.1 Stanovení obsahu vody

Refraktometrem bylo provedeno měření u každého vzorku medu celkem pětkrát a následně vypočítán průměrný obsah vody [%]. Výsledky stanovení obsahu vody jsou uvedeny v tabulce 10.

Tab. 10: Výsledky stanovení obsahu vody [%]

Č. vzorku	Průměrný obsah vody [%]	Směrodatná odchylka
1	16,79	0,26
2	14,80	1,0
3	14,77	0,09
4	16,29	0,39
5	16,90	0,12
6	17,04	0,25

Všechny vzorky medů odpovídaly legislativním požadavkům – Vyhlášce 76/2003 Sb. a Směrnici Rady 2001/110/ES o medu (limit 20 %). Stejně tak vyhovovaly přísnějšímu kritériu v Podnikové normě Český med – PN 01/1999 (limit 18 %) [5; 33; 36].

7.1.2 Stanovení pH – aktivní kyselosti

Hodnota pH byla pH-metrem proměřena u všech 6 vzorků medů. Výsledky znázorňuje tabulka 11.

Tab. 11: Stanovené hodnoty pH vzorků medů

Č. vzorku	Průměrná hodnota pH	Směrodatná odchylka
1	4,33	0,06
2	4,63	0,03
3	4,68	0,02
4	4,31	0,09
5	4,39	0,01
6	4,05	0,07

Limitní hodnota pH není definována v legislativě. Jak bylo zmíněno v kapitole 2.5, nejčastější hodnota pH nektarových medů je 3,9 – 4,0, zatímco obecně u medů medovicových je pH vyšší, což je dáno vyšším obsahem minerálních látek.

Hodnota pH souvisí s botanickým původem medů [50].

V případě všech 6 analyzovaných vzorků medů jsou hodnoty pH velmi podobné a nedá se příliš přihlížet k botanickému původu, i když lesní medy (vzorek č. 2 a 3) mají hodnoty pH nepatrně vyšší.

7.1.3 Stanovení titrační kyselosti

Výsledky počátečních stanovení titrační kyselosti jsou uvedeny v tabulce 12 a vyjadřují množství titrovatelných kyselin v mekv.kg^{-1} .

Tab. 12: Výsledky stanovení titrační kyselosti [mekv.kg⁻¹]

Č. vzorku	Titrační kyselost [mekv.kg ⁻¹]	Směrodatná odchylka
1	24,59	0,22
2	11,76	0,52
3	31,49	4,40
4	10,24	1,70
5	5,18	0,53
6	12,04	2,17

Maximální povolená hodnota titrační kyselosti je 50 mekv.kg⁻¹. Toto kritérium jednoznačně splňují všechny analýze podrobené vzorky. Pokud by byla hodnota vyšší, mohlo by to poukazovat na kvašení medu.

7.1.4 Stanovení barvy

Byly naměřeny hodnoty absorbancí při vlnových délkách 450 nm a 720 nm. Výsledky jsou uvedeny jako průměrné hodnoty rozdílu hodnot absorbancí (ΔA) v tabulce 13.

Tab. 13: Stanovené hodnoty rozdílu absorbancí (ΔA)

Č. vzorku	Průměrná hodnota ΔA	Směrodatná odchylka
1	0,457	0,011
2	0,644	0,027
3	0,393	0,011
4	0,662	0,016
5	0,193	0,003
6	0,366	0,014

Při spektrofotometrickém stanovení barvy se potvrdila hypotéza, že medovicové medy vykazují vyšší hodnoty absorbancí. Nejvyšší hodnotu vykazoval vzorek č. 4 (med lesní horský, tržní síť), velmi podobné spektrum bylo naměřeno u vzorku č. 2 (med lesní, domácí). Vliv na tmavší barvu medu může mít i vyšší teplota při zahřívání, kdy může v medech vzniknout HMF a karamelizací vznikající barviva. Rovněž může med tmavnout s prodlužující se délkou skladování.

Naopak nejnižší hodnoty byly stanoveny u vzorku č. 5 (med květový nektarový, tržní síť).

7.1.5 Stanovení obsahu hydroxymethylfurfuralu (HMF)

Byly změřeny hodnoty při vlnové délce 550 nm. Tyto hodnoty byly dosazeny do rovnice lineární regrese a vypočítáno množství HMF v mg.ml^{-1} a následně převedeno na mg.kg^{-1} . Výsledky udává tabulka 14.

Tab. 14: Průměrné hodnoty obsahu HMF [mg.kg^{-1}]

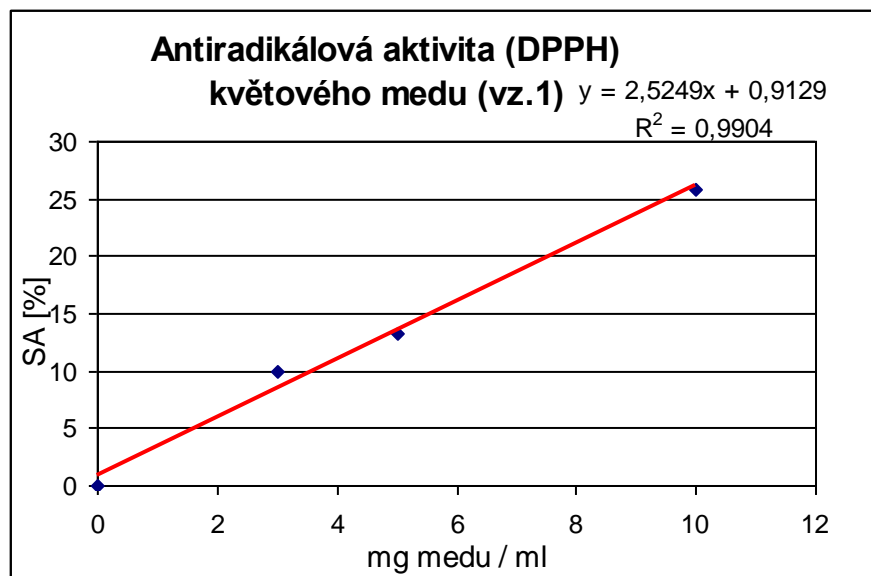
Č. vzorku	Průměrná hodnota obsahu HMF [mg.kg^{-1}]	Směrodatná odchylka
1	2,44	0,36
2	9,12	1,99
3	4,39	1,87
4	36,59	5,97
5	37,91	0,04
6	18,83	2,17

V případě HMF nebyl limit udaný legislativou překročen ani u jednoho vzorku, nicméně u obou vzorků z tržní sítě (vzorek č. 4 a 5) se naměřené průměrné hodnoty povolenému maximu 40 mg.kg^{-1} blížily. To může poukazovat na rozeřívání medů a na zhoršenou jakost těchto medů v případě následného delšího skladování. Podnikové normě PN 01/1999 pro Český med, která udává přísnější limit pro HMF (20 mg.kg^{-1}), nevyhovovaly vzorky zakoupené v tržní síti – vzorek č. 4 a 5.

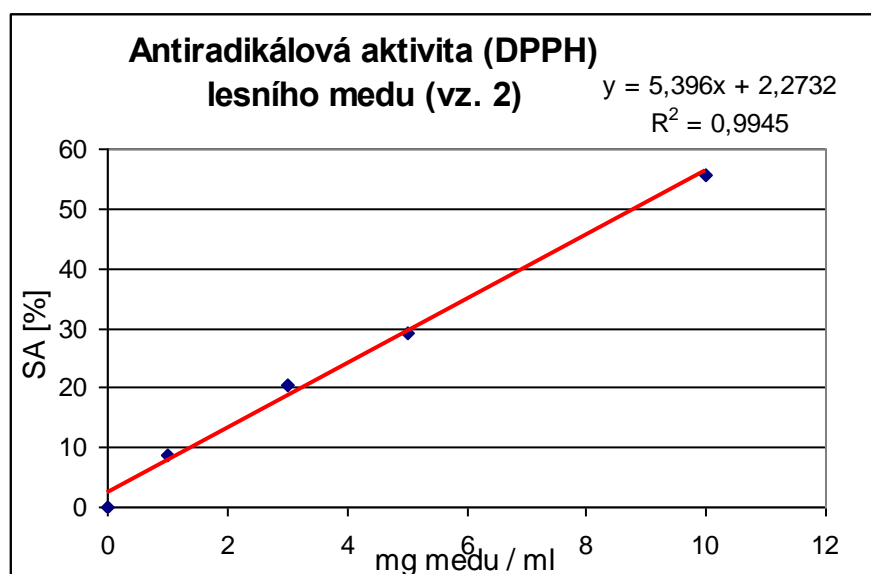
7.1.6 Stanovení antioxidačních látek

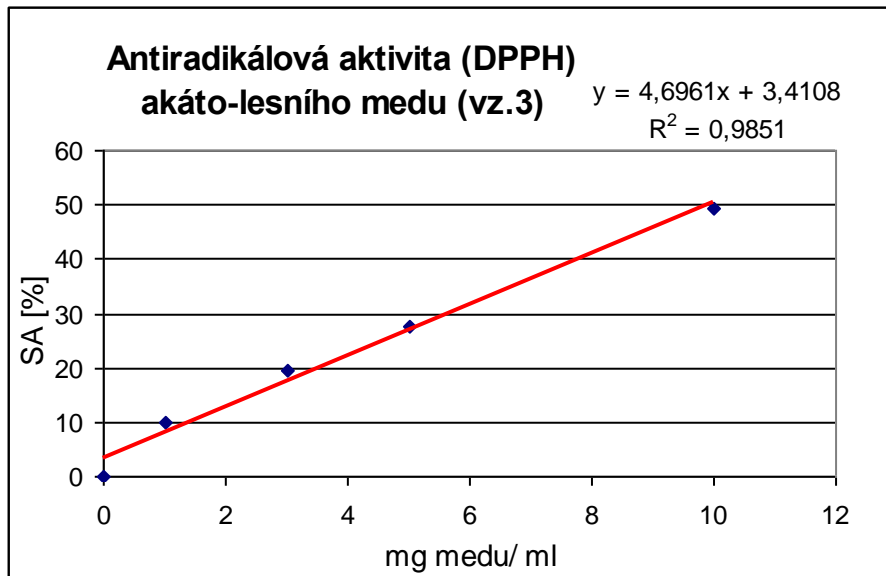
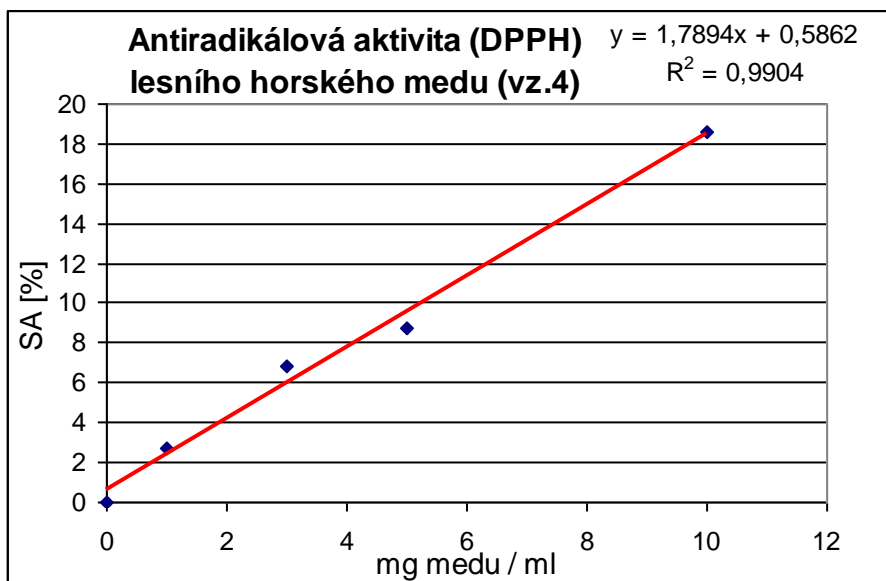
Antioxidační (antiradikálová) aktivita byla stanovena u všech 6 vzorků. Z naměřených hodnot absorbancí byly pomocí vztahu pro výpočet SA (viz kapitola 6.6) získány hodnoty SA [%]. Níže jsou uvedeny grafy (obrázek 3 – 8) a rovnice dané závislosti pro každý vzorek medu.

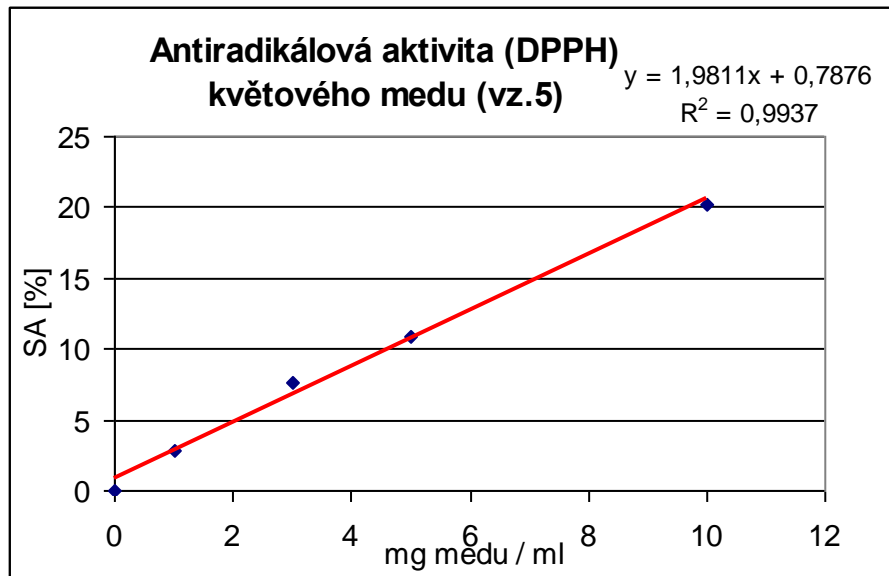
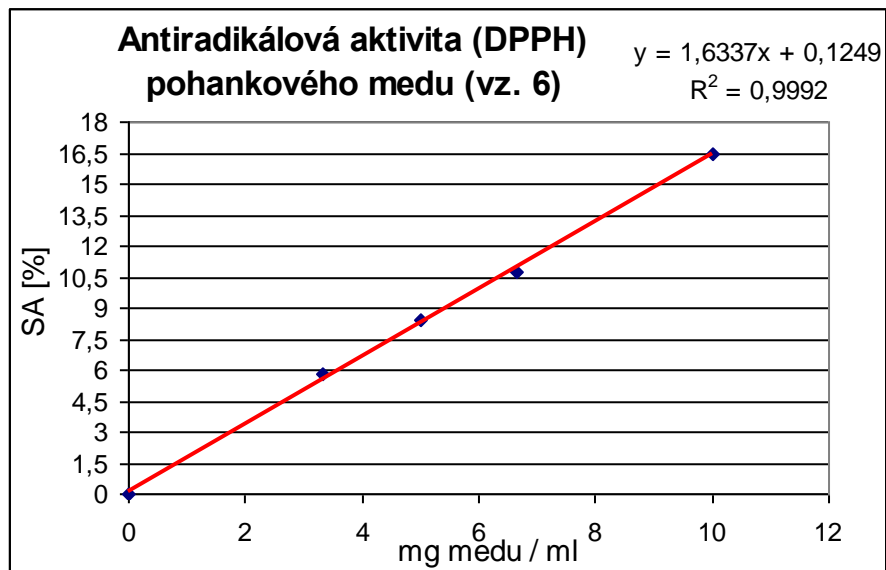
Obr. 3: Antiradikálová aktivita (DPPH) květového medu (vz. 1)



Obr. 4: Antiradikálová aktivita (DPPH) lesního medu (vz. 2)



Obr. 5: Antiradikálová aktivita (DPPH) akáto-lesního medu (vz. 3)**Obr. 6: Antiradikálová aktivita (DPPH) lesního horského medu (vz. 4)**

Obr. 7: Antiradikálová aktivita (DPPH) květového medu (vz. 5)**Obr. 8: Antiradikálová aktivita (DPPH) pohankového medu (vz. 6)**

Z rovnice přímky je u každého vzorku vypočtena pro SA 50 % hodnota množství vzorku, které dokáže odbourat 50 % DPPH. Tyto hodnoty uvádí tabulka 15.

Tab. 15: Hodnoty IC_{50} [$mg.ml^{-1}$] pro jednotlivé druhy medů

Č. vzorku	Druh medu	IC_{50} [$mg.ml^{-1}$]
1	Květový (jarní)	19,44
2	Lesní	8,84
3	Akáto-lesní	9,92
4	Lesní horský	27,61
5	Květový	24,84
6	Pohankový	30,53

Pozn.: IC_{50} Koncentrace vzorku [$mg.ml^{-1}$], která odbourá 50 % DPPH

Získané výsledky byly porovnány s literárními údaji pro lesní med. BERTONCELJ et al. [48] uvádí pro lesní med hodnotu IC_{50} 7,2 $mg.ml^{-1}$, což je v dobré shodě s hodnotou naměřenou u vzorku lesního medu (vzorek č. 2) 8,84 $mg.ml^{-1}$. Lesní med je typem medovicového medu, u něhož BERETTA et al. [46] uvádí hodnotu 8,48 $mg.ml^{-1}$.

Nejvyšší hodnota byla stanovena u vzorku pohankového medu, který by měl z hodnoceného hlediska patřit mezi nejkvalitnější. Výsledky ukázaly, že vzorek s tímto označením, zakoupený v tržní síti tyto vlastnosti nemá. Zřejmě se jedná o květový med s malou příměsí medu pocházejícího z pohanky. Nektarové medy květové mají vyšší hodnoty IC_{50} a jejich antioxidační schopnost je menší, než u medů medovicových.

CHELDOLF et al. [44] ve své studii zjistil, že pohankový med má rovněž nejvyšší antioxidační aktivitu z testovaných vzorků květových medů. Pomocí metody ORAC zjistil, že konzumace pohankového medu zvyšuje antioxidační kapacitu lidského séra.

Ze studie, kterou zpracovali SCHRAMM et al. [45], vyplývá, že mezi vzorky medů je vysoká variabilita v jejich obsahu antioxidantů. Toto různé složení závisí na původu medu (květovém zdroji). Bylo vyzorováno, že čím tmavší byla barva medu, tím větší měl med

antioxidační kapacitu. Například u nejtmašího pohankového medu byla 20 x vyšší antioxidační kapacita, než u stejného množství Kalifornského šalvějového medu, tedy nejsvětleji zbarveného vzorku.

LACHMANN et al. [49] zkoumali obsah hlavních fenolů a antioxidantů ve vybraných českých medech. Zjistili, že tmavší medy vykazují vyšší obsah flavonoidů a polyfenolů. Také zjistili, že původ, oblast a datum stáčení medu mají významný vliv na obsah polyfenolů a flavonoidů.

7.2 Analytická stanovení jakostních parametrů medů po 3 a po 6 měsících skladování na světle, ve tmě a v lednici

Další analýzy 6 vzorků medů byly provedeny v únoru 2011 po 3 měsících skladování a následně v květnu 2011 po 6 měsících skladování.

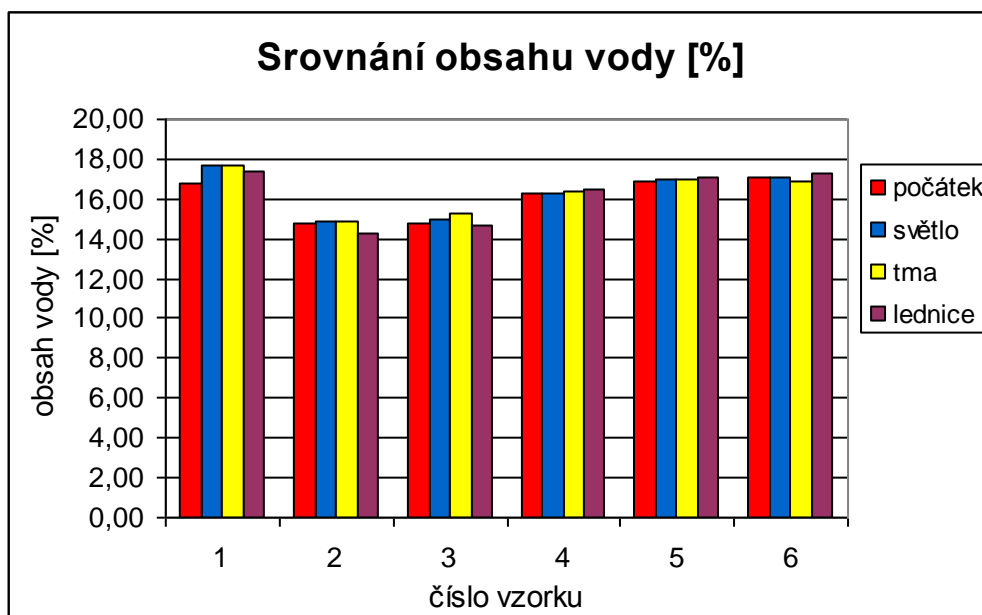
Byly stanoveny tyto parametry: obsah vody, aktivní kyselost, titrační kyselost, barva a obsah HMF (u vzorků skladovaných 3 měsíce) a obsah HMF (u vzorků skladovaných 6 měsíců).

U jednotlivých stanovení jakostních parametrů bylo vypracováno srovnání počátečních hodnot proměřených parametrů se všemi způsoby skladování (na světle, ve tmě i v lednici) prostřednictvím grafů.

7.2.1 Stanovení obsahu vody

Porovnání obsahu vody v analyzovaných vzorcích medů na počátku skladování a po 3 měsících skladování na světle, ve tmě a v lednici znázorňuje obrázek 9.

Obr. 9: Obsah vody [%] na počátku a po 3 měsících skladování



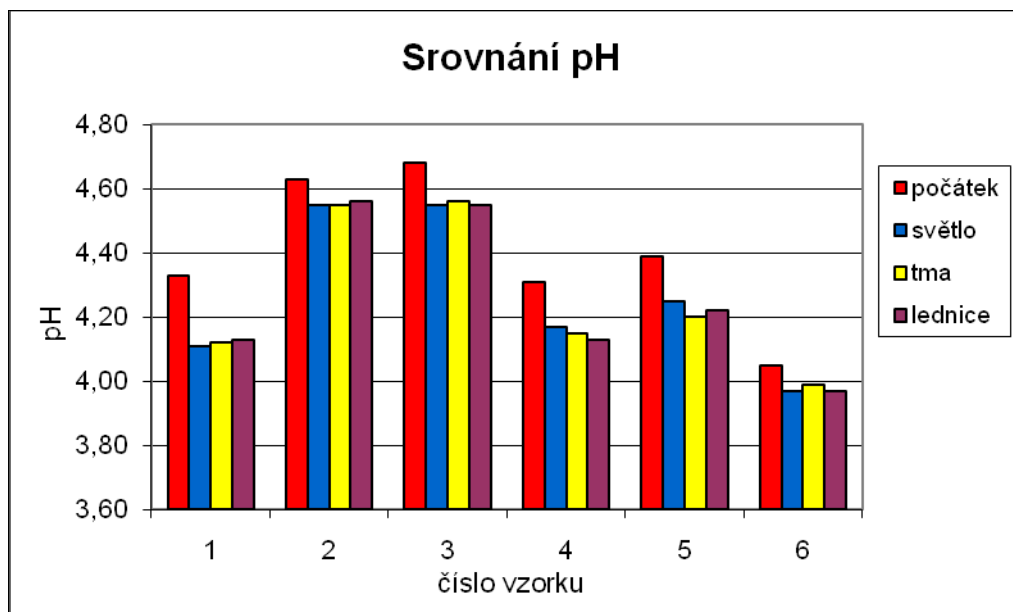
V grafu můžeme sledovat, jak se změnil obsah vody po 3 měsících skladování při všech způsobech skladování. Rozdíl obsahu vody byl velmi nízký. Nejvíce patrný byl rozdíl oproti počáteční hodnotě u vzorku č. 1 (med květový, domácí) skladovaného na světle, a to zvýšení o 0,91 %.

U všech vzorků byly hodnoty obsahu vody v množství limitovaném Vyhláškou 76/2003 Sb. a Směrnicí Rady 2001/110/ES o medu (limit 20 %) a také vyhovovaly přísnějšímu kritériu v Podnikové normě Český med – PN 01/1999 (limit 18 %).

7.2.2 Stanovení pH – aktivní kyselosti

Porovnání hodnot aktivní kyselosti změřené pH-metrem v analyzovaných vzorcích medů na počátku skladování a po 3 měsících skladování na světle, ve tmě a v lednici znázorňuje obrázek 10.

Obr. 10: Srovnání hodnot pH naměřených na počátku a po 3 měsících skladování

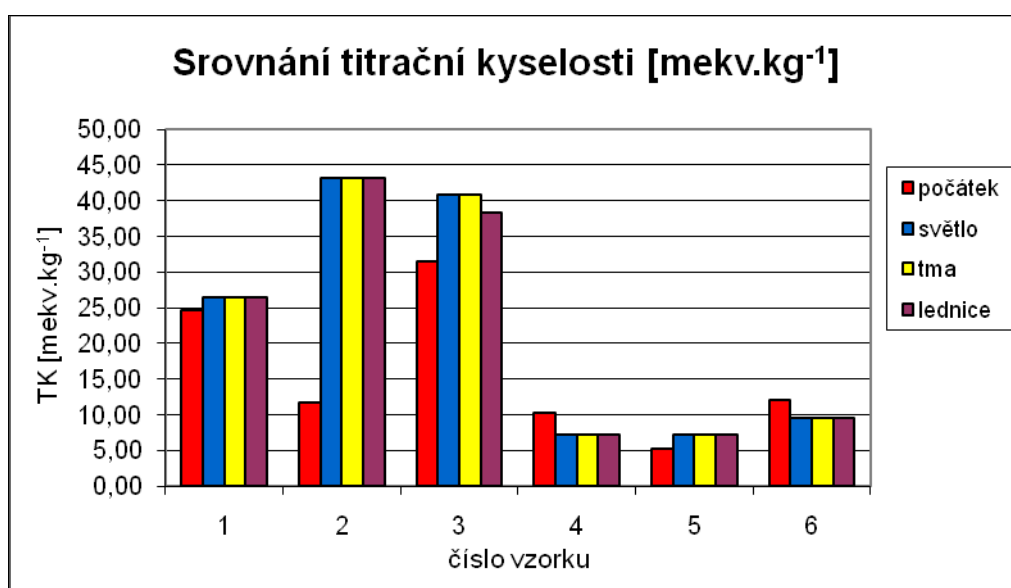


U všech vzorků došlo vlivem skladování k poklesu pH, a to u všech typů skladování medů relativně stejnou mírou. Nejčastější literaturou udávané rozmezí pH medů se pohybuje mezi 3,9 až 4,0. Vyšší hodnoty nad pH 4,5 vykazují vzorky č. 2 a 3, tedy medy lesní, což je v souladu s literárními údaji [7].

7.2.3 Stanovení titrační kyselosti

Porovnání hodnot titrační kyselosti v analyzovaných vzorcích medů na počátku skladování a po 3 měsících skladování na světle, ve tmě a v lednici znázorňuje obrázek 11.

Obr. 11: Srovnání hodnot titrační kyselosti naměřených na počátku a po 3 měsících skladování

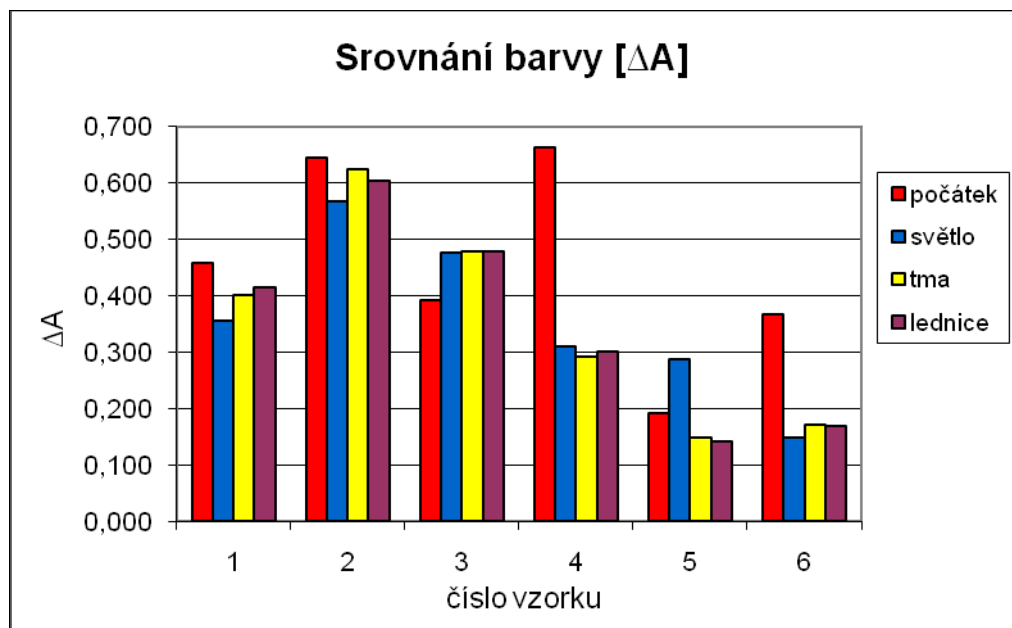


K významnému nárůstu hodnot titrační kyselosti došlo u vzorku č. 2 a 3, tedy u obou domácích lesních medů, což koresponduje s hodnotami pH skladovaných medů. Zvýšení titrační kyselosti poukazuje na kvašení medu, především při překročení limitní hodnoty 50 mekv.kg⁻¹. Tento limit však v tomto případě překročen nebyl, proto je možné usoudit, že žádný ze vzorků nevykazuje náznaky počínajícího kvašení.

7.2.4 Stanovení barvy

Porovnání hodnot absorbancí za účelem stanovení barvy v analyzovaných vzorcích medů na počátku skladování a po 3 měsících skladování na světle, ve tmě a v lednici znázorňuje obrázek 12.

Obr. 12: Srovnání hodnot rozdílu absorbancí naměřených na počátku a po 3 měsících skladování

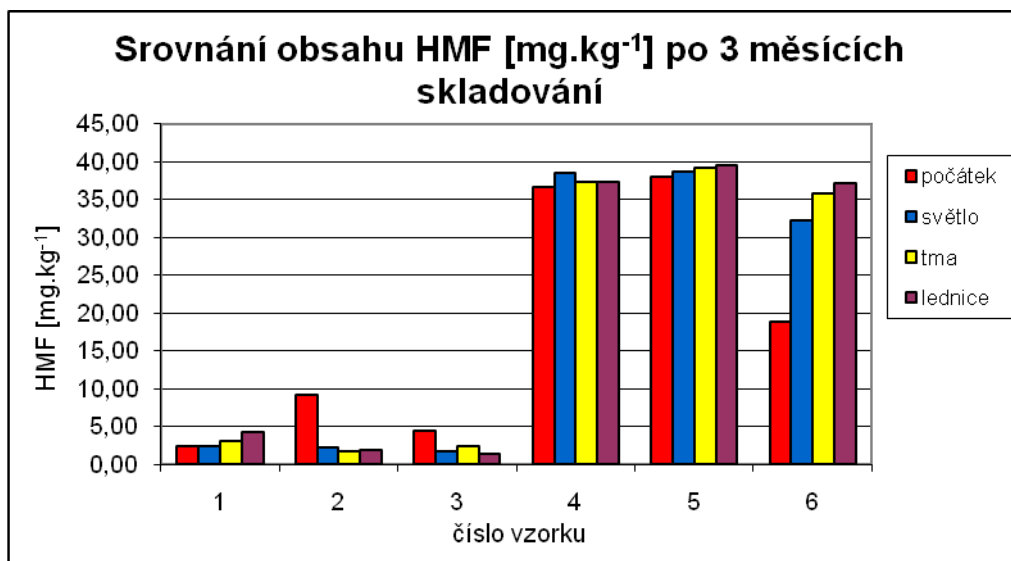


Vzorky obecně tmavších medovicových medů (č. 2 a 3) opět vykazují vyšší hodnoty absorbancí, tak jako na počátku analýz. U medů z tržní sítě (č. 4 a 5) došlo k výraznějšímu poklesu hodnot absorbancí. Skutečně nejsvětlejší byl med č. 5 (květový, tržní síť). Medy mohou tmavnout s prodlužující se délkou skladování. To by mohl být případ medu č. 5 při skladování na světle.

7.2.5 Stanovení obsahu hydroxymethylfurfuralu (HMF)

Porovnání obsahu HMF v analyzovaných vzorcích medů na počátku skladování a po 3 měsících skladování na světle, ve tmě a v lednici znázorňuje obrázek 13.

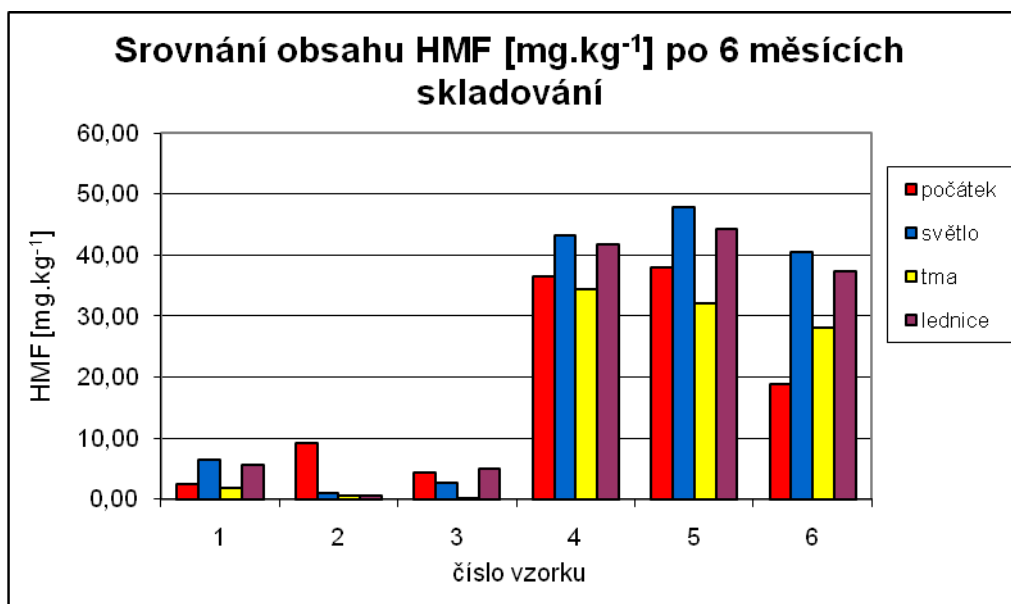
Obr. 13: Srovnání hodnot HMF naměřených na počátku a po 3 měsících skladování



Z grafu na obrázku 13 je značně patrné rozlišení medů domácích (vzorek č. 1, 2 a 3) a medů zakoupených v tržní síti (vzorek č. 4, 5 a 6). Zatímco u medů získaných od domácích včelařů byl obsah HMF téměř nepatrný a stejně tak i po 3 měsících skladování nedošlo k nárůstu HMF, naopak medy z tržní sítě vykazovaly hodnoty blížíci se limitní hodnotě 40 mg.kg⁻¹. Navíc u medu pohankového (vzorek č. 6) byly zaznamenány již po 3 měsících skladování téměř jednou tolik vyšší hodnoty HMF ve srovnání s počáteční analýzou tohoto medu. Z uvedeného vyplývá, že tyto vzorky ještě stále vyhovují limitu udávaného Vyhláškou 76/2003 Sb., ovšem zpřísněnému limitu 20 mg.kg⁻¹ v Podnikové normě PN 01/1999 pro Český med vyhovují pouze první tři vzorky medů od domácích včelařů.

Porovnání obsahu HMF v analyzovaných vzorcích medů na počátku skladování a po 6 měsících skladování na světle, ve tmě a v lednici znázorňuje obrázek 14.

Obr. 14: Srovnání hodnot HMF naměřených na počátku a po 6 měsících skladování



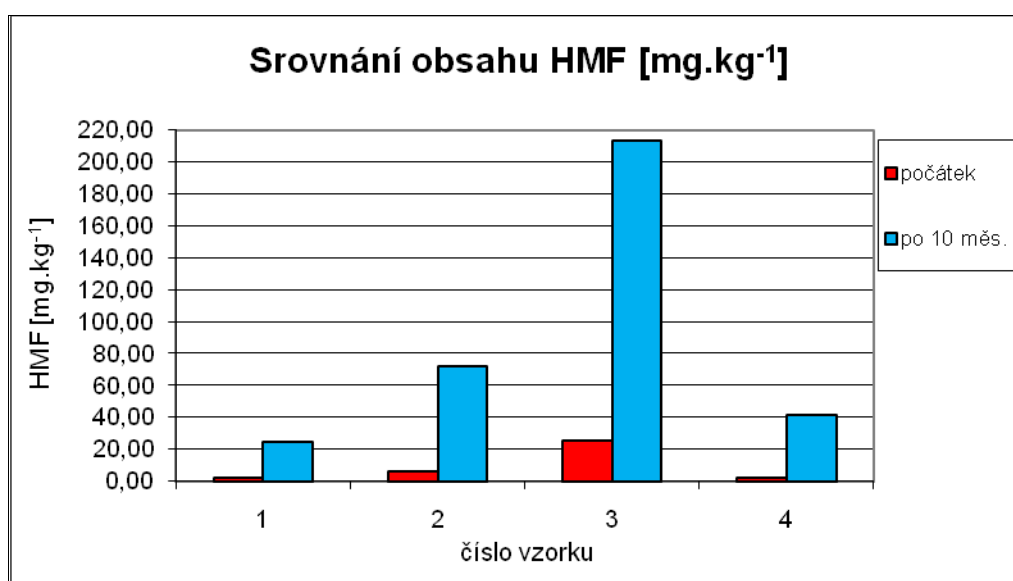
Po 6 měsících skladování došlo k nepatrnému navýšení hodnot HMF, a to především při skladování medů na světle a v lednici. Například u vzorku č. 5 původem z tržní sítě se obsah HMF zvýšil z původní počáteční hodnoty 37,91 mg.kg⁻¹ na 38,70 mg.kg⁻¹ po 3 měsících skladování na světle, tedy o 2 %, a po 6 měsících skladování na světle vzrostlo množství HMF na 47,77 mg.kg⁻¹, tedy o 26 % oproti počáteční hodnotě. Podobně tomu bylo i u vzorku č. 4, kdy rozdíl obsahu HMF při skladování medu na světle po dobu 6 měsíců a počáteční hodnoty byl 18 %. Největší procentuální nárůst HMF byl zaznamenán u pohankového medu (vzorek č. 6), a to 115 % při srovnání počáteční hodnoty s hodnotou naměřenou po 6 měsících skladování na světle. Analýzy rovněž ukázaly, že ani jeden vzorek z tržní sítě nevyhovuje po půl roce skladování požadavkům Podnikové normy PN 01/1999 pro Český med.

7.3 Analytické stanovení jakostního parametru HMF u vybraných vzorků medů po 10 měsících skladování ve tmě

Srovnání bylo provedeno u 4 vzorků medů charakterizovaných v kapitole 6 v tabulce 9.

Porovnání obsahu HMF v analyzovaných vzorcích medů na počátku skladování a po 10 měsících skladování na světle, ve tmě a v lednici znázorňuje obrázek 15.

Obr. 15: Srovnání hodnot HMF naměřených na počátku a po 10 měsících skladování



Z grafu na obrázku 15 je patrný nárůst HMF, který několikanásobně překračuje povolené limity. Nejvyšší naměřená hodnota byla zjištěna u domácího medovicového medu vytočeného v roce 2005 (vzorek č. 3), a to 213 mg.kg⁻¹. Tato hodnota překračuje povolený limit 40 mg.kg⁻¹ více než pětinašobně. Z toho lze usoudit, že nejen u vzorků z tržní sítě se zvyšuje obsah HMF, ale také dlouhodobým skladováním medy ztrácí na kvalitě a překračují limitní parametry.

ZÁVĚR

Předmětem této práce bylo sledování vlivu skladování na jakostní parametry vybraných vzorků medů. K analýzám sloužily vzorky medovicových i nektarových medů, zastoupené jednak medy od domácích včelařů a jednak zakoupené v tržní síti. Chemické analýzy se týkaly stanovení obsahu vody, aktivní kyselosti, titrační kyselosti, barvy, obsahu HMF a antioxidačních látek. Jakostní parametry byly sledovány na počátku analýz, dále pak po 3 měsících skladování při různých podmínkách – na světle, ve tmě a v lednici. Po 6 měsících skladování byly provedeny další analýzy u jakostního parametru hydroxymethylfurfuralu.

Další vzorky sloužily pro analýzy hydroxymethylfurfuralu po 10 měsících skladování na světle. Právě tento parametr se ukázal jako nejvýstižnější pro sledování jakosti medu.

Výsledky počátečních analýz potvrdily, že vzorky vyhovují legislativním požadavkům ve všech stanovovaných parametrech.

Po 3 měsících skladování splňovaly všechny vzorky limit obsahu vody v množství do 20 % a také vyhovovaly přísnějšímu kritériu, které deklaruje Podniková norma Český med – PN 01/1999 (limit 18 %). Rozdíl obsahu vody byl u všech analyzovaných medů velmi nízký.

Změny v kyselosti, ať už aktivní nebo titrační, se projevily nejvíce u vzorků č. 2 a 3 (med lesní, domácí a med akáto-lesní, domácí), u kterých došlo k významnému nárůstu hodnot titrační kyselosti i pH, což může poukazovat na počátky kvašení medu, především při překročení limitní hodnoty 50 mekv.kg^{-1} . Tento limit však překročen nebyl, proto je možné usoudit, že žádný ze vzorků nevykazuje náznaky počínajícího kvašení, které by ovšem mohlo nastat v případě delšího skladování.

Co se týká stanovení barvy, bylo potvrzeno, že medovicové medy vykazují obecně tmavší barvu než medy nektarové. Bylo zjištěno, že tmavší barvu medů způsobuje i prodloužené skladování.

Nejvíce vypovídal o jakosti medu další parametr limitovaný legislativou – obsah hydroxymethylfurfuralu. Podle obsahu HMF můžeme posuzovat nejen čerstvost medu, ale i případné nevhodné zacházení při zpracování a skladování medu, kdy může dojít ke znehodnocení této významné dietetické potraviny. Změny obsahu HMF v závislosti na čase byly jasně patrné. Zatímco u medů získaných od domácích včelařů byl jeho obsah nevýrazný a stejně tak i po 3 měsících skladování nedošlo k jeho významnému nárůstu u domácích vzorků medů, medy z tržní sítě vykazovaly hodnoty blízké se limitní hodnotě

40 mg.kg⁻¹. Navíc u medu pohankového (vzorek č. 6) byly zaznamenány již po 3 měsících skladování téměř jednou tolik vyšší hodnoty HMF ve srovnání s počátkem. Z uvedeného vyplývá, že vzorky skladované 3 měsíce ještě vyhovovaly limitu udávaného Vyhláškou 76/2003 Sb., ovšem vzorky skladované 6 měsíců tento limit nesplnily s výjimkou vzorků skladovaných ve tmě.

Zpřísněnému limitu 20 mg.kg⁻¹ v Podnikové normě PN 01/1999 pro Český med vyhovovaly pouze první tři vzorky medů od domácích včelařů.

Po 10 měsíčním skladování jiných vzorků medů vyhovoval pouze jeden vzorek z tržní sítě (vzorek č.1), zatímco domácí med vytočený v roce 2005 překračoval povolené kritérium 40 mg.kg⁻¹ více než pětinašobně. Tyto vysoké hodnoty HMF mohly být způsobeny dlouhou dobou skladování od vytočení (cca 6 let), ale také možným nešetrným zahříváním medu.

Dále byla zkoumána antioxidační aktivita medů, která může charakterizovat kvalitu medu z hlediska jeho využití jako potraviny s protinádorovými účinky. Obsah antioxidantů závisí na botanickém původu medu. Nejvyšší hodnota byla stanovena u vzorku pohankového medu, který by měl z hodnoceného hlediska patřit mezi nejkvalitnější. Výsledky ukázaly, že vzorek s tímto označením, zakoupený v tržní síti, tyto vlastnosti nemá. Mohlo se tedy jednat spíše o květový med s malou příměsí medu pocházejícího z pohanky. Bylo zjištěno, že nektarové medy květové mají vyšší hodnoty IC₅₀ a jejich antioxidační schopnost je menší, než u medů medovicových. Bylo také vyzorováno, že existuje souvislost mezi barvou medu a obsahem antioxidantů. Čím tmavší byla barva medu, tím větší měl med antioxidační aktivitu.

Závěrem lze říci, že konzumace medu je z nutričního a zdravotního hlediska pro člověka velmi důležitá a je třeba brát ohled na původ, druh a „stáří“ medu. Konzumace dlouhodobě skladovaného, vysokoteplotně rozežívaného nebo kvasícího medu může mít negativní vliv na lidské zdraví. Optimální by bylo konzumovat med ze známého zdroje, nejlépe od důvěryhodného domácího včelaře, který med nefalšuje a nerozežívá příliš vysokými teplotami. V poslední řadě také bude záležet na konzumentech, aby takový med byl skladován při optimální teplotě mezi 10 – 15 °C (max. do 20 °C) a relativní vlhkosti do 70 %, bez přímého působení slunečních paprsků. V našem testu se jako nejlepší způsob skladování ukázalo skladování ve tmě, kdy právě obsah HMF byl ze všech typů skladování nejnižší.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PŘIDAL, A.: *Včelí produkty*. 1. vyd. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2005, 95 s. ISBN 80-7157-717-0.
- [2] HARAGSIM, O.: *Včelařské byliny*. Praha, 2008, 108 s. ISBN 978-80-247-2157-6.
- [3] *Včelí vosk* [online]. [cit. 2010-02-15]. Dostupný z WWW: <http://vcelarske-potreby.on-line-obchod.cz/vceli-vosk>.
- [4] *Včelí pyl* [online]. [cit. 2010-02-15]. Dostupný z WWW: <http://vitainfo.cz/eshop/detail.php?idzb=255>
- [5] Vyhláška č. 76/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony. *Sbírka zákonů*, 2003, částka 32, s. 2470 – 2487.
- [6] Vyhláška č. 43/2005 Sb., kterou se mění vyhláška č. 76/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony. *Sbírka zákonů*, 2005, částka 10, s. 298.
- [7] VORLOVÁ, L., GÁLKOVÁ, H., PŘIDAL, A., NAVRÁTIL, S., KARPÍŠKOVÁ, R.: *Med – Souborná analýza*. 1. vyd. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2002, 67 s. ISBN 80-7305-450-7.
- [8] CRANE, E.: *Bees and Beekeeping – Science, Practise and Word Resources*. Bath Press Ltd, Avon 1990, pp. 614.
- [9] BOGDANOV, S., RUOFF, K, PERSANO ODDO, L.: Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. *Apidologie* 35, 2004, p. 4-17.
- [10] SIMEONOVÁ, J. a kol.: *Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů*. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2001, 247 s.
- [11] LUCKÝ, Z.: *Nemoci včel*. Vysoká škola veterinární v Brně, 1972, 126 s.
- [12] HAJDUŠKOVÁ, J.: *Včelí produkty očima lékaře*. 1.vyd. ČSV Praha, 2000, 79 s.

- [13] STEINHAUSEROVÁ, I. a kol.: *Produkce a zpracování drůbeže, vajec a medu*. Brno 2003, 82 s.
- [14] DIEMEROVÁ, I.: *Včelaření jako hobby*. Praha, 1997, 95 s. ISBN 80-85805-51-0.
- [15] HARAGSIM, O.: Některé cizokrajné druhové medy. *Moderní včelař*, jaro 2004, s. 4-5.
- [16] *Typy medů* [online]. [cit. 2010-10-17]. Dostupný z WWW: <http://vcelarske-potreby.on-line-obchod.cz/typy-medu>.
- [17] VESELÝ, V. a kol.: *Včelařství*. 2. vyd. Praha, 2003, 284 s.
- [18] DOBROVODA, I.: *Včelie produkty a zdravie*. Bratislava, 1986, 307 s.
- [19] HARAGSIM, O.: *Medovice a včely*. Praha, 2005, 176 s. ISBN 80-209-0332-1.
- [20] KOCIÁN, V., DRÁB, F., JAKŠ, V.: *Včelařství ve škole*. Vydání 1. Praha, 1960, 272 s.
- [21] WEISS, K.: *Víkendový včelař (škola včelaření s nástavkovými úly)*. 1.vyd. Nakladatelství Víkend, 2005, 247 s.
- [22] TITĚRA, D.: *Včelí produkty mýtů zbavené*. Nakladatelství Brázda, s.r.o., Praha, 2006, 176 s.
- [23] KALÁBOVÁ, K.: *Studium vybraných parametrů medu*. Brno, 2006, 170 s. Disertační práce, VFU Brno. Ústav hygieny a technologie mléka. Školitel Doc. MVDr. Lenka Vorlová, Ph.D.
- [24] KAMLER, F., TITĚRA, D., VESELÝ, V.: *Získávání a zpracování včelích produktů*. Vydání první. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky, Praha, 1999, 48 s.
- [25] KAMLER, F.: *Metody maturizace a sušení medu*. Výzkumný ústav včelařský, s.r.o., Dol. Libčice n. Vlt., 1999, 25 s.
- [26] SUBRAMANIAN, R., HEBBAR, HU., RASTOGI, N.K.: Processing of honey: a review. *International Journal of Food Properties*, 2007, vol. 10, p. 127 – 143.
- [27] VAŠÍČKOVÁ, R.: *Vliv tepelného ošetření medu na aktivitu invertázy*. Brno, 2009, 73 s. Diplomová práce. VFU Brno.

- [28] HORN, H., HAMMES, WP.: The influence of temperature on honey quality parameters. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau*, 2002, vol. 10, p. 366 – 372.
- [29] PŘIDAL, A.: *Včelí produkty – cvičení*. 1. vyd. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003, 61 s. ISBN 80-7157-711-1.
- [30] Podniková norma PN 01/1999 pro ČESKÝ MED, Norma jakosti č. ČSV 1/1999. Projednána 28. srpna 1999 na zasedání Ústředního výboru Českého svazu včelařů, vyhlášena 1. září 1999.
- [31] VESELÝ, V. a kol.: *Včelařství*. 1. vyd. Praha, 1985, 368 s.
- [32] BELITZ, H. D., GROSCH, W.: *Lehrbuch der Lebensmittelchemie*. Vierte Auflage. Springer-Verlag Berlin, 1992, 966 pp.
- [33] PŘIDAL, A.: Naším vstupem do EU se změnilo hodnocení a zkoušení medu. Norma Český med je nadále zárukou vysoké kvality, *Moderní včelař*, 2005, roč. 2, vol. 4, s. 2.
- [34] WHITE, JW., KUSHNIR, I., SUBERS, MH.: Effect of storage and processing temperatures on honey quality. *Food Technology*, 1964, vol. 18, p. 154 – 156.
- [35] BOGDANOV, S., MARTIN, P., LÜLLMANN, C.: Harmonised methods of the european honey commission. *Apidologie*, Extra issue, 1997, p. 1-59.
- [36] Směrnice Rady 2001/110/ES ze dne 20. prosince 2001 o medu. *Úřední věstník*, 2001. L 010, s. 0047-0052.
- [37] KUBIŠ, I., INGR, I.: Effects inducing changes in hydroxymethylfurfural content in honey. *Czech Journal of Animal Science*, 1998, vol. 43, p. 379 – 383.
- [38] WUNDERLIN, DA., PESCE, SF., AMÉ, MV., FAYE, PF.: Decomposition of hydroxymethylfurfural in solution and protective effect of fruktóze. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1998, vol 46, p. 1855-1863.
- [39] BARTÁKOVÁ K., BORKOVCOVÁ, I., VORLOVÁ, L., KRČKOVÁ, L., CHOCHOLÁČOVÁ, M.: Obsah hydroxymethylfurfuralu a příbuzných látek v mléce. (Content of hydroxymethylfurfural and related compounds in milk). In mléko a sýry 2007 – sborník přednášek. Praha, 2007, p. 170 – 174.

- [40] VELÍŠEK, J.: *Chemie potravin 2*. 1. vyd. Tábor: Osis, 1999, 328 s.
- [41] KALÁBOVÁ, K., VORLOVÁ, L., BORKOVCOVÁ, I.: Dynamika tvorby hydroxymethylfurfuralu v medu. In *Risk factors of food chain IV*. Nitra, 2004, p. 104-108.
- [42] SINGHAL, R. S., KULKARNI, P. R., REGE, D. V.: Handbook of indices of food quality and authenticity. *Woodhead Publishing Ltd*. Cambridge, 1997, p. 358 – 385. ISBN 978-1-85573-299-5.
- [43] ASHURST, P. R., DENNIS, M. J.: *Food Authentication*. Blackie Academic & Professional. London, Weinheim, New York, Tokyo, Melbourne, Madras. 1996. 399 p. ISBN 0-7514-0426-8.
- [44] GHELDOF, N., XIAO-HONG WANG, ENGESETH, N. J.: Buckwheat Honey Increases Serum Antioxidant Capacity in Humans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2003, vol. 51, p. 1500 – 1505.
- [45] SCHRAMM, D. D., MALINA, K., SCHRADER, H. R., HOLT, R. R., CARDETTI, M., KEEN, C. L.: Honey with High Levels of Antioxidants Can Provide Protection to Healthy Human Subjects. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2003, vol. 51, p. 1732 – 1735.
- [46] BERETTA, G., GRANATA, P., FERRERO, M., ORIOLI, M., FACINO, R. M.: Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics. *Analytica Chimica Acta* 533, 2005, p. 185 – 191.
- [47] PAULOVÁ, H., BOCHOŘÁKOVÁ, H., TÁBORSKÁ, E.: Metody stanovení antioxidační aktivity přírodních látek *in vitro*. *Chemické listy*, 2004, s. 174 – 179.
- [48] BERTONCELJ, J., DOBERŠEK, U., JAMNIK, M., GOLOB, T.: Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chemistry* 105, 2007, s. 822 – 828.
- [49] LACHMAN, J., HEJTMÁNKOVÁ, A., SÝKORA, J., KARBAN, J., ORSÁK, M., RYGEROVÁ, B.: Contents of Major Phenolic and Flavonoid Antioxidants in selected Czech Honeys. *Czech Journal of Food Science*, 2010, vol. 28, p. 412 – 426.

[50] VORLOVÁ, L., ČELECHOVSKÁ, O.: Activity of enzymes and trace element contents in bee honey. *Acta Veterinaria Brno*, 2002, vol. 71, p. 375 – 378.

[51] LOUTOCKÁ, L.: Hodnocení vybraných chemických a senzorických charakteristik medu. Zlín, 2010, 95 s. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

HMF	Hydroxymethylfurfural
pH	Z anglického slova „power of hydrogen“
ČSV	Český svaz včelařů
PN	Podniková norma
ČR	Česká republika
AMK	Aminokyseliny
ES	Evropské společenství
Sb.	Sbírka
EHC	Z anglického slova „European Honey Comission“ (Evropská komise pro med)
EU	Evropská unie
HPLC	Z anglického slova „High Perfomance Liquid Chromatography“ (vysokotlaká kapalinová chromatografie)
RMM	Typové označení refraktometru
č.	číslo
mekv	Miliekvivalent – 1/1000 ekvivalentu (jednotka SI)
SA	Z anglického slova „Scavenging activity“ (navazovací, zhášecí aktivita)
%	Procento
°C	Stupně Celsia
ΔA	Rozdíl absorbancí
TEAC	Z anglického „Trolox equivalent antioxidant capacity“
DPPH	Difenylpikrylhydrazyl
DPPH-H	Difenylpikrylhydrazin
ORAC	Z anglického slova „Oxygen radikál absorbance capacity“
FRAP	Z anglického slova „Ferric reducing antioxidant potential“
vz.	vzorek

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Vznik hydroxymethylfurfuralu	37
Obr. 2: Kalibrační přímka HMF	47
Obr. 3: Antiradikálová aktivita (DPPH) květového medu (vz. 1)	54
Obr. 4: Antiradikálová aktivita (DPPH) lesního medu (vz. 2)	54
Obr. 5: Antiradikálová aktivita (DPPH) akáto-lesního medu (vz. 3)	55
Obr. 6: Antiradikálová aktivita (DPPH) lesního horského medu (vz. 4).....	55
Obr. 7: Antiradikálová aktivita (DPPH) květového medu (vz. 5)	56
Obr. 8: Antiradikálová aktivita (DPPH) pohankového medu (vz. 6)	56
Obr. 9.: Obsah vody [%] na počátku a po 3 měsících skladování	59
Obr. 10: Srovnání hodnot pH naměřených na počátku a po 3 měsících skladování.....	60
Obr. 11: Srovnání hodnot titrační kyselosti naměřených na počátku a po 3 měsících sklado- vání.....	61
Obr. 12: Srovnání hodnot absorbancí naměřených na počátku a po 3 měsících skladování	62
Obr. 13: Srovnání hodnot HMF naměřených na počátku a po 3 měsících skladování.....	63
Obr. 14: Srovnání hodnot HMF naměřených na počátku a po 6 měsících skladování.....	64
Obr. 15: Srovnání hodnot HMF naměřených na počátku a po 10 měsících skladování.....	65

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Složení nektaru	19
Tab. 2: Složení medovice	21
Tab. 3: Chemické složení medu	27
Tab. 4: Legislativní požadavky na jakost podle Vyhlášky 76/2003 Sb.	36
Tab. 5: Smyslové požadavky na jakost medu podle Vyhlášky 76/2003 Sb.	PI
Tab. 6: Fyzikální a chemické požadavky na jakost medu podle Vyhlášky 76/2003 Sb.	PI
Tab. 7: Fyzikálně – chemické požadavky na jakost medu podle PN 01/1999.....	PII
Tab. 8: Charakteristika analyzovaných medů I.....	43
Tab. 9: Charakteristika analyzovaných medů II.....	44
Tab. 10: Výsledky stanovení obsahu vody [%]	50
Tab. 11: Stanovené hodnoty pH vzorků medů.....	51
Tab. 12: Výsledky stanovení titrační kyselosti [mekv.kg ⁻¹]	52
Tab. 13: Stanovené hodnoty rozdílu absorbancí (ΔA)	52
Tab. 14: Průměrné hodnoty obsahu HMF [mg.kg ⁻¹]	53
Tab. 15: Hodnoty IC ₅₀ [mg.ml ⁻¹] pro jednotlivé druhy medů	57

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: Smyslové, fyzikální a chemické požadavky na med podle Vyhlášky č. 776/2003 Sb.

PŘÍLOHA P II: Fyzikálně-chemické požadavky na med podle Podnikové normy Český med (PN 01/1999)

PŘÍLOHA P III: Směrnice Rady 2001/110/ES o medu

PŘÍLOHA P IV: Naměřené hodnoty sledovaných jakostních parametrů

**PŘÍLOHA P I: SMYSLOVÉ, FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ
POŽADAVKY NA JAKOST MEDU PODLE VYHLÁŠKY Č. 76/2003
SB.**

Kritéria jakosti jsou definována ve Vyhlášce č. 76/2003 Sb. Ministerstva zemědělství ČR. Podle tohoto předpisu se postupuje od 1. 5. 2004. Je v souladu se Směrnicí Rady 2001/110/ES o medu.

Tab. 5: Smyslové požadavky na jakost medu podle Vyhlášky 76/2003 Sb. [5]

Med	Konzistence a vzhled	Chuť	Barva
Květový	mírně až silně viskózní, tekutý, částečně až plně krystalický	výrazně sladká až škrablavá	vodově čistá až s nazelenalým nádechem, slabě žlutá až zlatavě žlutá
Medovicový	mírně až silně viskózní, tekutý, částečně až plně krystalický	sladká popřípadě kořeněná až mírně škrablavá	tmavohnědá s nádechem do červenohněda

**Tab. 6: Fyzikální a chemické požadavky na jakost medu podle
Vyhlášky 76/2003 Sb. [5]**

Požadavek	Druh medu		
	Květový	Medovicový	Pekařský (průmyslový)
Součet obsahů glukózy a fruktózy [% hmot. nejméně]	60,0	45,0	-
Obsah sacharózy [% hmot. nejvýše]	5,0	5,0	-
Obsah vody [% hmot. nejvýše]	20,0	20,0	23,0
Kyselost [mekv.kg ⁻¹ nejvýše]	50,0	50,0	80,0
Hydroxymethylfurfural [mg.kg ⁻¹ nejvýše]	40,0	40,0	-
Obsah ve vodě nerozpustných látek [% hmot. nejvýše]	0,10	0,10	-
Elektrická vodivost [mS.m ⁻¹]	nejvýše 80,0	nejméně 80,0	-
Aktivita diastázy [stupně podle Schadeho nejméně]	0,8	0,8	-

**PŘÍLOHA P II: FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉ POŽADAVKY NA MED
PODLE PODNIKOVÉ NORMY ČESKÝ MED (PN 01/1999)**

Tab. 7: Fyzikálně – chemické požadavky na jakost medu podle PN 01/1999 [30]

Požadavek	Limit
Obsah vody [% hmot. max]	18
Obsah sacharózy [% hmot. max]	5
Hydroxymethylfurfural [mg.kg ⁻¹ max]	20

PŘÍLOHA P III: SMĚRNICE RADY 2001/110/ES O MEDU

Med musí při uvádění na trh nebo při použití v jakémkoli výrobku určeném pro lidskou spotřebu splňovat tyto kritéria složení:

1. Obsah cukru

1.1 Obsah fruktosy a laktosy (součet obou)

— květový med | nejméně 60 g/100 g |

— medovicový med, směsi medovicového medu s květovým medem | nejméně 45 g/100 g |

1.2 Obsah sacharosy

— obecně | nejvýše 5 g/100 g |

— med z akátu (*Robinia pseudoacacia*), vojtěšky (*Medicago sativa*), banksie (*Banksia menziesii*), kopyšníku (*Hedysarum*), blahovičnicku (*Eucalyptus camadulensis*), židelníku (*Eucryphia lucida*, *Eucryphia milliganii*) a citrusů (*Citrus spp.*) | nejvýše 10 g/100 g |

— med z levandule (*Lavandula spp.*) a brutnáku (*Borago officinalis*) | nejvýše 15 g/100 g |

2. Obsah vlhkosti

— obecně | nejvýše 20 % |

— med z vřesu (*Calluna*) a pekařský med obecně | nejvýše 23 % |

— pekařský med z vřesu (*Calluna*) | nejvýše 25 % |

3. Obsah látek nerozpustných ve vodě

— obecně | nejvýše 0,1 g/100 g |

— lisovaný med | nejvýše 0,5 g/100 g |

4. Elektrická vodivost

— med níže neuvedený a směsi těchto medů | nejvýše 0,8 mS/cm |

— medovicový med a med z kaštanů a jejich směsi kromě níže uvedených | nejvýše 0,8 mS/cm |

— výjimky: med z planiky (*Arbutus unedo*), vřesovce (*Erica*), blahovičnicku, lípy (*Tilia spp.*), vřesu (*Calluna vulgaris*), (*Leptospermum*), kajeputu (*Melaleuca spp.*) | |

5. Obsah volných kyselin

— obecně | nejvýše 50 miliekvivalentů kyseliny na 1000 gramů |

— pekařský med | nejvýše 80 miliekvivalentů kyseliny na 1000 gramů |

6. Diastasová aktivita a obsah hydroxymethylfurfuralu (HMF) stanovený po zpracování a smísení

a) Diastasová aktivita (Schadeova stupnice)

— obecně, kromě pekařského medu | nejméně 8 |

— medy s nízkým obsahem přirozených enzymů (například citrusové medy) a obsahem HMF nejvýše 15 mg/kg | nejméně 3 |

b) HMF

— obecně, kromě pekařského medu | nejvýše 40 mg/kg (kromě ustanovení písm. a) druhé odrážky) |

— medy s udáním původu z regionů s tropickým klimatem a směsi těchto medů | nejvýše 80 mg/kg |

PŘÍLOHA P IV: NAMĚŘENÉ HODNOTY SLEDOVANÝCH JAKOSTNÍCH PARAMETRŮ

VODA				
č. vzorku	počátek	světlo	tma	lednice
1	16,79	17,70	17,73	17,40
2	14,80	14,83	14,83	14,30
3	14,77	14,93	15,23	14,67
4	16,29	16,27	16,37	16,50
5	16,90	16,97	16,97	17,07
6	17,04	17,07	16,90	17,33
BARVA				
č. vzorku	počátek	světlo	tma	lednice
1	0,457	0,356	0,402	0,416
2	0,644	0,568	0,623	0,603
3	0,393	0,476	0,478	0,478
4	0,662	0,311	0,292	0,302
5	0,193	0,288	0,149	0,142
6	0,366	0,149	0,171	0,169
pH				
č. vzorku	počátek	světlo	tma	lednice
1	4,33	4,11	4,12	4,13
2	4,63	4,55	4,55	4,56
3	4,68	4,55	4,56	4,55
4	4,31	4,17	4,15	4,13
5	4,39	4,25	4,20	4,22
6	4,05	3,97	3,99	3,97
TK				
č. vzorku	počátek	světlo	tma	lednice
1	24,59	26,38	26,40	26,40
2	11,76	43,20	43,17	43,19
3	31,49	40,79	40,79	38,39
4	10,24	7,20	7,20	7,20
5	5,18	7,20	7,20	7,20
6	12,04	9,60	9,60	9,60
HMF po 3 měsících				
č. vzorku	počátek	světlo	tma	lednice
1	2,44	2,28	3,07	4,29
2	9,12	2,21	1,79	1,93
3	4,39	1,64	2,42	1,42
4	36,59	38,50	37,22	37,35
5	37,91	38,70	39,14	39,57
6	18,83	32,21	35,79	37,07
HMF po 6 měsících				
č. vzorku	počátek	světlo	tma	lednice
1	2,44	6,50	1,79	5,64
2	9,12	1,00	0,50	0,64
3	4,39	2,79	0,22	4,99
4	36,59	43,27	34,49	41,69
5	37,91	47,77	32,07	44,31
6	18,83	40,49	28,06	37,44
HMF po 10 měsících				
č. vzorku	počátek	po 10 měs.		
1	1,75	24,64		
2	5,90	72,00		
3	25,30	213,00		
4	2,22	41,50		