

Stanovení vybraných analytických charakteristik a antioxidační aktivity medu

Bc. Eva Volaříková

Diplomová práce
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Eva Volaříková**

Osobní číslo: **T15912**

Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**

Studijní obor: **Technologie potravin**

Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Stanovení vybraných analytických charakteristik a antioxidační aktivity medu**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Charakteristika medu, druhy a vlastnosti medu.
2. Chemické složení a biologicky aktivní látky v medu.
3. Přehled metod využívaných pro stanovení vybraných charakteristik, antioxidační aktivity a polyfenolických látek.

II. Praktická část

1. Stanovení obsahu vody, kyselosti, barvy a obsahu monosacharidů u vybraných vzorků medu.
2. Spektrometrické stanovení celkových polyfenolů a antioxidační aktivity u vybraných vzorků medu.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 3*. Tábor: OSSIS, 1999. 368 s. ISBN 80-902391-5-3.

[2] PŘIDAL, A. *Včelí produkty*. Brno: MZLU, 2003. 95 s. ISBN 80-7157-717-0.

[3] PICHICHERO, E., CANUTI, L., CANINI, L. Characterisation of the phenolic and flavonoid fractions and antioxidant power of Italian honeys of different botanical origin. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2009, 89, 609-616.

[4] LACHMAN, J. et al. Contents of Major Phenolic and Flavonoid Antioxidants in Selected Czech Honey. *Czech Journal of Food Science*. 2010, 28, 412-426.

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

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Soňa Škrovánková, Ph.D.

Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání diplomové práce:

2. února 2018

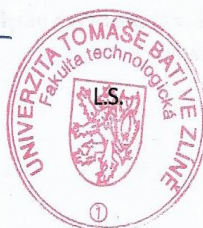
Termín odevzdání diplomové práce:

25. dubna 2018

Ve Zlíně dne 2. února 2018



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



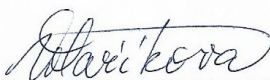
doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
ředitel ústavu

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 15. 4. 2018


.....

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 nevýdělečně 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

V teoretickej časti práce je charakterizovaný med, opísané jednotlivé druhy medov, fyzikálne vlastnosti a chemické zloženie medu a metódy stanovenia vybraných analytických charakteristík, polyfenolických látok a antioxidačnej aktivity medu. V praktickej časti sú uvedené výsledky stanovenia vybraných charakteristík (obsah vody, titračná a aktívna kyslosť, farba, obsah glukózy a fruktózy), celkového obsahu polyfenolov spektrofotometricky a antioxidačnej aktivity fotometricky pomocou metód s DPPH a ABTS.

Kľúčové slová: med, voda, kyslosť, cukry, polyfenoly, antioxidačná aktivita

ABSTRACT

In the theoretical part of the thesis the characteristics of honey and the description of honey types are given, as well as its physical properties and chemical composition. It also deals with the methodology of used methods for the determination of selected analytical parameters, polyphenolic compounds and antioxidant activity of honey. The practical part gives results of the determination of analytical parameters (water content, titratable acidity, pH, color, glucose and fructose content), the total polyphenols content by spectrophotometry and the antioxidant activity using photometric methods with DPPH and ABTS.

Keywords: honey, water, acidity, sugars, polyphenols, antioxidant activity

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

*„Ak chceš vidieť božie stvorenie,
pozri z blízka na včelie hemženie.“*

(Heinrich Gritsch)

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČASŤ	11
1 VČELÍ MED	12
1.1 DEFINÍCIA MEDU.....	12
1.2 PRODUKCIA MEDU	14
1.2.1 Faktory, ktoré ovplyvňujú včeliu pastvu	16
1.2.2 Včelia pastva	17
1.2.3 Druhy medov	19
1.3 SKLADOVANIE MEDU	23
1.4 VLASTNOSTI MEDU	24
1.4.1 Fyzikálne vlastnosti medu	24
1.5 ZLOŽENIE MEDU	27
1.5.1 Voda	28
1.5.2 Sacharidy	29
1.5.3 Kyseliny.....	29
1.5.4 Bielkoviny a peptidy.....	30
1.5.5 Enzýmy.....	30
1.5.6 Lipidy	31
1.5.7 Minerálne látky.....	31
1.5.8 Vitamíny.....	31
1.5.9 Látky hormonálneho charakteru.....	31
1.5.10 Farbivá.....	32
1.5.11 Antioxidanty.....	33
1.5.12 5-hydroxymetylfurfural	33
1.6 PRAVOSŤ VČELIEHO MEDU	35
2 METÓDY STANOVENIA VYBRANÝCH CHARAKTERISTÍK, POLYFENOLICKÝCH LÁTKOK A ANTIOXIDAČNEJ AKTIVITY	36
2.1 OBSAH VODY.....	36
2.2 KYSLOSŤ MEDU	36
2.3 FARBA MEDU.....	37
2.4 OBSAH CUKROV - GLUKÓZA A FRUKTÓZA.....	37
2.5 CELKOVÝ OBSAH POLYFENOLOV	38
2.6 ANTIOXIDAČNÁ AKTIVITA	39
2.6.1 Metódy založené na eliminácii radikálov.....	39
II PRAKTICKÁ ČASŤ	42
3 CIEĽ PRÁCE	43
4 MATERIÁL A PRÍSTROJE	44

4.1	POUŽITÉ VZORKY	44
4.2	POUŽITÉ POMÔCKY A PRÍSTROJE.....	45
4.3	POUŽITÉ CHEMIKÁLIE	45
5	METODIKA STANOVENIA.....	47
5.1	STANOVENIE OBSAHU VODY V MEDE	47
5.2	STANOVENIE TITRAČNEJ KYSLOSTI MEDU	47
5.3	STANOVENIE pH - AKTÍVNEJ KYSLOSTI MEDU	47
5.4	STANOVENIE FARBY MEDU	48
5.5	STANOVENIE OBSAHU GLUKÓZY A FRUKTÓZY V MEDE	48
5.5.1	Roztoky vzoriek medu	49
5.5.2	Stanovenie obsahu glukózy v mede	49
5.5.3	Stanovenie obsahu redukujúcich cukrov v mede	49
5.5.4	Stanovenie obsahu fruktózy v mede.....	50
5.6	STANOVENIE CELKOVÉHO OBSAHU POLYFENOLOV SPEKTROFOTOMETRICKY	50
5.6.1	Príprava reakčnej zmesi pre stanovenie celkového obsahu polyfenolov	50
5.6.2	Kalibračná krivka pre stanovenie celkového obsahu polyfenolov	51
5.7	STANOVENIE ANTIOXIDAČNEJ AKTIVITY METÓDOU DPPH	51
5.7.1	Príprava vzorky pre stanovenie antioxidačnej aktivity	52
5.7.2	Meranie antioxidačnej aktivity metódou DPPH.....	52
5.7.3	Kalibračná krivka pre stanovenie antioxidačnej aktivity DPPH.....	53
5.8	STANOVENIE ANTIOXIDAČNEJ AKTIVITY METÓDOU ABTS	53
5.8.1	Príprava vzorky pre stanovenie antioxidačnej aktivity	54
5.8.2	Meranie antioxidačnej aktivity metódou ABTS.....	55
5.8.3	Kalibračná krivka pre stanovenie antioxidačnej aktivity ABTS	55
6	VÝSLEDKY A DISKUSIA.....	56
6.1	OBSAH VODY V MEDOCH	56
6.2	TITRAČNÁ KYSLOSŤ MEDOV	57
6.3	AKTÍVNA KYSLOSŤ pH MEDOV	59
6.4	FARBA MEDOV.....	61
6.5	OBSAH GLUKÓZY A FRUKTÓZY	62
6.6	CELKOVÝ OBSAH POLYFENOLOV	64
6.6.1	Kalibračná krivka kyseliny gallovej	64
6.6.2	Celkový obsah polyfenolov v medoch	65
6.7	ANTIOXIDAČNÁ AKTIVITA METÓDOU DPPH.....	67
6.7.1	Kalibračná krivka kyseliny askorbovej	67
6.7.2	Antioxidačná aktivita medov stanovená metódou DPPH	68
6.8	ANTIOXIDAČNÁ AKTIVITA METÓDOU ABTS	70
6.8.1	Kalibračná krivka metódy ABTS	70
6.8.2	Antioxidačná aktivita medov stanovená metódou ABTS	71

6.9	POROVNANIE ANTIOXIDAČNEJ AKTIVITY MEDOV	72
ZÁVER		76
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY		78
ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK		84
ZOZNAM OBRÁZKOV		85
ZOZNAM TABULIEK		86
ZOZNAM PRÍLOH		87

ÚVOD

Med je tekutá, hustá alebo kryštalická potravina vytváraná včelami tak, že tento hmyz zbiera nektár z kvetov a iné sekréty z živých častí rastlín alebo sekréty hmyzu na rastlinách, obohacuje ich a mení výlučkami hltanových žliaz, ukladá do plástov a nechá vyzrieť. Zreťím sa pretvára riedka a teda i mikrobiálne nestabilná šťava na hutný a mikrobiálne stály produkt – med.

Med, či už kvetový alebo medovicový nie je iba roztokom cukrov, jedná sa o istý druh extraktu rastlinnej šťavy obohatený o všetko čo rastlina získava z pôdy, vody a vzduchu. V mede je teda mnoho rôznych zložiek, nielen sacharidy, ale i vitamíny, minerálne látky, rastlinné silice, aromatické látky, a veľa ďalších látok.

Podľa českej vyhlášky č. 76/2003 Sb., sa rozumie medom potravina prírodného sacharidového charakteru, zložená prevažne z glukózy, fruktózy, organických kyselín, enzýmov a pevných častíc zachytených pri zbere sladkých štiav kvetov rastlín (nektár), výlučkov hmyzu na povrchu rastlín (medovica), alebo na živých častiach rastlín včelami (*Apis mellifera*), ktoré zbierajú, pretvárajú, kombinujú so svojimi špecifickými látkami, uskladňujú a nechávajú dehydratovať a zrieť v plástoch.

Do medu nesmú byť pridané, s výnimkou iného druhu medu, žiadne iné látky vrátane prídavných látok. Z medu nesmie byť odstránený peľ ani akákoľvek iná zložka, s výnimkou prípadov kedy tomu pri odstraňovaní cudzích častíc, obzvlášť filtráciou nejde zabrániť.

I. TEORETICKÁ ČASŤ

1 VČELÍ MED

Najznámejším a najdôležitejším včelím produktom je med. Vznik medu začína tým, že zachytenú slnečnú energiu zelenej rastliny využívajú k tomu, že z látok – vody a oxidu uhličitého - vyrábajú cukry. Roztokom sacharidov potom rastliny lákajú včely. Až v plástoch sa tento roztok cukrov zmení pomerne zložitým postupom v hustý, trvanlivý med [1].

Látky medu využíva aj človek, ktorý môže pri správnej starostlivosti o včely časť ich medových zásob odobrať. Med je pre včely energetickou potravou, ktorú potrebujú pre svoj život – na pohyb, lietanie i prácu v úli. Látky obsiahnuté v mede chránia včely pred väčšinou baktérií a ďalšími nepriaznivými vplyvmi [1].

1.1 Definícia medu

Podľa českej vyhlášky č. 76/2003 Sb., ktorou sa stanovujú požiadavky pre prírodné sladidlá, med, cukrovinky, kakaový prášok a zmesi kakaa s cukrom, čokoládu a čokoládové bonbóny z dňa 6. marca 2003, oddiel 2, MED, § 7 sa rozumie:

- a) medom – potravina prírodného sacharidového charakteru, zložená prevažne z glukózy, fruktózy, organických kyselín, enzýmov a pevných častíc zachytených pri zbere sladkých štiav kvetov rastlín (nektár), výlučkov hmyzu na povrchu rastlín (medovica), alebo na živých častiach rastlín včelami (*Apis mellifera*), ktoré zbierajú, pretvárajú, kombinujú so svojimi špecifickými látkami, uskladňujú a nechávajú dehydratovať a zrietať v plástoch,
- b) medom kvetovým (nektárovým) – med pochádzajúci najmä z nektáru kvetov,
- c) medom medovicovým – med pochádzajúci najmä z výlučkov hmyzu (*Hemiptera*) cucajúceho z rastlín na živých častiach rastlín alebo zo sekrétov živých častí rastlín,
- d) pastovým medom – med, ktorý bol po získaní upravený do pastovitej konzistencie a je tvorený zmesou jemných kryštálov,
- e) vytočeným medom – med získaný odstredovaním odviečkovaných bezplodových plástov,

- f) plástovým medom – med uložený a zaviečkovaný včelami do bezplodových plástov čerstvo postavených na medzistenách výhradne zo včelieho vosku alebo bez nich a predávaný v uzavretých celých plástoch alebo dieloch takýchto plástov,
- g) vykvapkaným medom – med získaný vykapaním odviečkovaných bezplodových plástov,
- h) medom s plástami – med, ktorý obsahuje jeden alebo viac kusov plástového medu,
- i) lisovaným medom – med získaný lisovaním bezplodových plástov za použitia mierneho ohrevu do 45 °C alebo bez použitia tepla,
- j) filtrovaným medom – med, ktorý bol po získaní upravený odstránením cudzích anorganických alebo organických látok takým spôsobom, že dochádza k významnému odstráneniu peľu,
- k) pekárskym medom (priemyslovým medom) – med určený výhradne pre priemyslové použitie alebo ako zložka do iných potravín; môže mať cudziu príchuť alebo pach, môže vykazovať začínajúce kvasenie,
- l) peľ – prirodzená súčasť medu, ktorá nie je podľa čl. 2 odst. 2 písm. f) nariadenie o poskytovaní informácií o potravinách spotrebiteľom^{x)} považovaná za zložku medu [2].

^{x)} Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 z dňa 25. októbra 2011 o poskytovaní informácií spotrebiteľom, o zmene nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (EU) č. 1924/2006 a (EU) č. 1925/2006 a o zrušení smernice Komisie 87/250/HS, smernice Rady 90/496/EHS, smernice Komisie 1999/10/ES, smernice Európskeho parlamentu a Rady 2000/13/ES, smernice Komisie 2002/67/ES a nariadenie Komisie (ES) č. 608/2004.

Do medu nesmú byť pridané, s výnimkou iného druhu medu, žiadne iné látky vrátane prídavných látok. Z medu nesmie byť odstránený peľ ani ktorákoľvek iná zložka, s výnimkou prípadov, kedy tomu pri odstraňovaní cudzích látok, najmä filtráciou, nejde zabrániť [3].

Podľa českej vyhlášky č. 76/2003 Sb., ktorou sa stanovujú požiadavky pre prírodné sladidlá, med, cukrovinky, kakaový prášok a zmesi kakaa s cukrom, čokoládu a čokoládové bonbóny z dňa 6. marca 2003, oddiel 2, MED, §8 sa med člení:

- a) podľa pôvodu
 - 1. kvetový
 - 2. medovicový
- b) podľa spôsobu získavania a úpravy
 - 1. vytočený med
 - 2. plástový med
 - 3. lisovaný med
 - 4. vykvapkaný med
 - 5. med s plástom
 - 6. filtrovaný med
 - 7. pastový med
 - 8. pekársky med [2].

1.2 Produkcia medu

Do prírody vylieta včela lietavka. Je to včela, ktorá svojím vekom dospela k práci vo voľnej prírode. Včela získava kvetový nektár či listovú medovicu a plní nimi medový vačok, ktorý predstavuje rozšírenie zažívacej turbice pred žalúdkom [4].

Včela lietavka s nákladom nektáru letí rýchlosťou 9 km/hod. Náklad má asi 30 mg, t.j. okolo 85 % jej telesnej hmotnosti. Za normálnych okolností lieta za pastvou do vzdialenosti asi 3,5 km. Aby naplnila medný vačok nektárom, musí navštíviť 100–170 kvetov, čo jej podľa zdroja znášky trvá 5–150 minút. Za priaznivého počasia a bohatej znášky vylietava lietavka z úľu 2-30 krát. Za hodinu letu spotrebuje 11,5 mg sladiny. Bolo vypočítané, že lietavka nalieta za svoj život okolo 800 km a potom vyčerpaním hynie [5].

Pri zbieraní nektáru včela pre seba spotrebuje časť obsahu medvého vačku. Všetko ostatné prinesie domov [3]. Keď sa včela vráti do úľu, odovzdá nazbieraný nektár ostatným včelám. Pri odovzdávaní nektáru k nemu mladušky pridávajú výlučky hltanových žliaz [6]. Mladušky sú mladé včely, ktoré ešte svojím vekom nedospeli k práci vo voľnej prírode a sú preto poverené prácou v úle [4]. Keď mladuška načerpá náklad ponúkne ho ďalším včelám. Tým sa produkt zahusťuje a s výmeškom hltanových žliaz sa štepí na jednoduché

cukry [3]. Včely odoberajú ponúkaný nektár, obohacujú ho o ďalšie výlučky svojich tráviacich žliaz a odparujú z neho vodu.

Na spracovanie obsahu jedného medného vačku sa podieľa desať až dvanásť mladých včiel. Po odparení dostatočného množstva vody sa môže hovoriť o premene nektáru na med. Tento včely nastriekavajú vo forme kvapiek na steny buniek v plástoch. Keď je bunka do určitej výšky naplnená medom, je spravidla zaviečkovaná čistým panenským včelím voskom. Medové bunky tak chránia svoj obsah pred vzdušnou vlhkosťou, znečistením a umožňujú priebeh zretia medu [4].

Už pri prvom kontakte so zbieraným rastlinným materiálom robí včela dve dôležité činnosti. Pri zbere pridáva k nektáru alebo medovici výlučky svojich vlastných tráviacich žliaz. Tieto výlučky obsahujú enzýmy. Enzýmy sú látky štartujúce chemické reakcie, ktoré štiepia nevstrebateľné zložité cukry na vstrebateľné jednoduché cukry. Tým začína proces zretia medu. Druhá činnosť spočíva v tom, že včela aktívne filtruje škodlivé látky z nazbieraného nektáru. Ide o zvyšky pesticídov, ťažké kovy, rezídua najrôznejších škodlivín. Včela sa snaží priniesť do úľu nektár, na ktorom prezimuje celé včelstvo a bude vychovávaná nová generácia včiel. Odfiltrované látky sú potom ukladané v jedovom aparáte včely [4]. Základom pre vznik medu je slnečná energia, ktorú zelené rastliny vedia zachytávať a uchovávať pre ďalšie využitie. Sled biochemických reakcií, ktorý sa nazýva fotosyntéza, vytvára z vody a oxidu uhličitého molekuly jednoduchých cukrov, ktoré potom rastlina ďalej využíva. Väčšinu jednoduchých cukrov rastliny spájajú do reťazcov tvoriacich celulózu, v tom prípade slúžia ako stavebná látka, iné cukry sú prevedené do zásobných látok, ako je napr. škrob. Keď je treba, môžu byť premenené na látky iné [1].

Kvitnúce rastliny potrebujú, aby bol ich peľ prenesený z jedného kvetu na druhý. Rastlina opeľovače láka farbou a vôňou svojich kvetov, ale aj inými, nám možno neznámymi signálmi, a za prenos peľu ponúka roztok cukrov. V cukroch je energia, ktorá prevyšuje energiu, ktorú musel opeľovač vynaložiť na návštevu kvetu. Sladká šťava poskytovaná rastlinami sa nazýva nektár. V kvetoch (vzácné aj mimo kvety) sú zoskupenia špeciálnych buniek, ktoré produkciu nektáru umožňujú a nazývajú sa nektária. Nektár je v kvetoch väčšinou produkovaný len po časť dňa, niektorých rastlín ráno, u iných poobede. Včely to poznajú a svoju aktivitu tomu prispôsobujú [1].

Niektoré druhy rastlín nemajú nektárie a v ich kvetoch zbierajú včely iba peľ. Peľ, ktorý pozbierajú a zhrabú z chĺpkov svojho tela, vymiesia na dve hrudky a na treťom páre nôh

prenesú do úľu, kde ich ukladajú v bunkách plástov. Peľ predstavuje ich bielkovinu a vitamínovú potravu [5].

Med nevzniká iba z nektáru, ale tiež z medovice. Medovica je miazga rastlín, vylučovaná po kvapkách voškami a červcami. Včely ju zbierajú a spracovávajú na medovicový (lesný) med (Bienefeld). Medovica je svojou podstatou tiež roztok prevažne cukorných látok, ktoré rastlina vytvorila fotosyntézou. Na povrch rastlín sa medovica nedostane inak, ako prostredníctvom ďalších druhov hmyzu – takzvaných producentov medovice. Producenti medovice patria prevažne do radu Homoptera. Produkcia medovice súvisí s rozmnožovacími cyklami zmieneného hmyzu, ktorých je niekoľko do roka. Samičky majú veľa potomstva, a preto potrebujú prijímať mnoho potravy. Na rastlinách, na ktorých sídlia, dokážu vyhľadať a nabodnúť cieвне zväzky – vodivé pletivá, kadiaľ v rastline prúdia asimiláty. Keď napr. voška prehryzne povrch listu, začne jej z neho pod tlakom do ústneho otvoru prúdiť miazga [7]. Po napichnutí rastliny potravu prúdi vyživovacím kanálikom do hltanu, pažeráku a filtračnej komory. Z miazgy rastlín, ktorá z pletív prichádza do tráviacich ústrojov producentov medovice, potrebuje hmyz bielkoviny (tie sú vstrebané) a len málo cukrov, ktoré sú prefiltrované a vychádzajú von a hmyz ich vo forme kvapiek zanecháva na vetvách, ihličí a listoch. Spektrum cukrov rôznych producentov medovice je špecifický pre každý druh, a to i s ohľadom na atraktivitu medovice pre včely [8]. V rastlinnej miazge je dosť cukrov, ale pomerne málo bielkovín. Samička vošky alebo červca však potrebuje mnoho bielkovín pre tvorbu vajíčok, u niektorých druhov ich nakladie až päťtisíc. Z tekutej potravy, ktorú prehĺta vo veľkých kvantách, si preto vo zvláštnej filtračnej komore zachytáva väčšie molekuly bielkovín. Filtračná komora je súčasťou tráviaceho traktu týchto vošiek. Má tenkú blanitú stenu, ktorá bielkoviny a aminokyseliny zachytí, zatiaľ čo voda s malými molekulami, ako sú cukry a minerálne ióny, prechádzajú ďalej. Bielkoviny idú do žalúdka, zatiaľ čo nadbytočné cukry voška vylučuje v podobe kvapky z tela von. Nejde teda o výkaly, ale prefiltrovanú rastlinnú miazgu. Túto medovicu ešte pred zaschnutím zbierajú včely ako zdroj potravy [1].

1.2.1 Faktory, ktoré ovplyvňujú včeliu pastvu

- Pôda - Pestovanie a rozkvitnutie rôznych rastlín, ktoré sú pastvou pre včely, predurčujú isté pôdne pomery. Kvalitou pôdy je ovplyvnené i vylučovanie nektáru a tvorba peľu. Pôda je najvrchnejšou zvetranou vrstvou zemskej kôry, ktorá umožňuje zakorenenie rastlín a slúži ako zdroj živín. Pôda je v neustálej látkovej výmene obzvlášť s vegetáciou.

S úžitkovou hodnotou pôdy stúpa aj kvalita pestovaných rastlín ako poskytovateľov peľu a nektáru.

- Živiny - Prijem výživných látok je predpokladom života rastlín. Z výživných látok a energie rastliny produkujú organickú hmotu. K prvkom, potrebným vo väčšom množstve, patria ako základné kamene všetkých organických zlúčenín uhlík, vodík a kyslík. Jedným z najdôležitejších výživných látok je dusík. Dusík je súčasťou všetkých bielkovín a iných rastlinných látok, ako sú chlorofil, lecitín, nukleové kyseliny a enzýmy. Veľmi dôležité sú taktiež fosfor, draslík, vápnik, síra, chlór, horčík či železo a stopové prvky mangán, zinok, meď, bór.

- Klíma - ročné obdobie. Z klimatických faktorov životného prostredia má pre rastliny najväčší význam teplota. So striedavým účinkom so svetlom, vzduchom a vodou riadi činnosť rastlín, a to od klíčenia až po dozrievanie. Priebeh teplôt riadi rytmus vývoja, a tým tiež obdobie kvetu. Tak rastliny, ktoré patria k pastve včiel, napríklad repka, kvitnú na severe Nemecka neskoršie, pretože prímorská klíma prináša nižšie jarné a letné teploty. Tiež so stúpajúcou nadmorskou výškou teploty klesajú – v ročnom priemere asi o 0,5 °C na 100 metrov – preto sa obdobie kvetu líši aj v horách. Klesajúce teploty znamenajú skrátenie vegetačného obdobia a konečne aj výškovú hranicu pre pestovanie jednotlivých kultúrnych rastlín vrátane tých, ktoré sú pastvou pre včely [8].

Voda - Voda má veľký význam pre látkovú výmenu rastlín. Zásobovanie rastlín vodou ovplyvňuje ich hodnotu ako včelíu pastvu. Predpokladom pre bohaté vylučovanie nektáru je najskôr správny vývoj rastliny ako takej na základe optimálneho zásobovania živinami, ďalej potom dostatočne vlhká pôda. Svoju rolu hrá aj vlhkosť vzduchu. Zatiaľ čo nektáru je veľa pri vysokej vlhkosti vzduchu a za priaznivých teplotných svetelných podmienok, jeho zdroje vysychajú vo vetre, obzvlášť u rastlín, ktorých nektár je voľný, ako napríklad u repky. Časté zrážky v období kvetu, a to ešte v spojení s nízkymi teplotami a nepriaznivými svetelnými pomermi, môžu znášku podstatne znížiť [8].

1.2.2 Včelia pastva

Úžitkové rastliny - Významnú časť výnosu medu tvorí využitie znášky z hospodársky využívaných rastlín, ale aj záhradných kultúr. Počet úžitkových rastlín, ktoré prichádzajú do úvahy, ako včelia pastva, je veľký, ale skutočná masová znáška sa obmedzuje len na niekoľko druhov z tých, ktoré sú k dispozícii. Skutočne spoľahlivá a výdatná znáška je znáška

z kvetov repky. Tiež znáška z ďalších rastlín s olejnatými semenami, ako sú horčica, reďkev siata olejná či slnečnica, môže priniesť vysoké výnosy medu. Jedným z najdôležitejších zdrojov znášky v rámci pestovania rastlín na semeno sú ďatelina lúčna, vika ozimná, ďatelina plazivá, lucerna, ojedinele tiež facélia vratičolistá, komonica lekárska či pohanka.

Poľné rastliny - výskyt poľných rastlín je závislý na intenzite použitých herbicídov k príprave pôdy pre siatie napríklad obilnín. Medzi tieto rastliny patria predovšetkým nevädza, horčica roľná, reďkev siata, bodliaky, harmanček, hviezdica prostredná či hluchavka purpurová. Včely na ňu radi lietajú, za priaznivých podmienok môže byť dobrým zdrojom znášky.

Voľne rastúce rastliny - okrem bylín rastúcich v poľných kultúrach existujú početné voľne rastúce rastliny na lúkach, pastvinách a tiež na okrajoch ciest a lesov. Patria k mnohým rôznym druhom, za zmienku stojí púpava lekárska, vítod, pilát lekársky, rozrazil, trebulka voňavá, bolševník, mrkva obyčajná, nevädza poľná, ďateliny a viky, ďalej čakanka, šalvia, tymián, zlatobyľ či vrbovka.

Záhradné trvalky i jednoročné rastliny - veľká časť úľov sa nachádza na záhradách. Napriek tomu, že včelia pastva na pozemku, ktorý tvorí záhradu, len ťažko môže ovplyvniť výnos medu, každý včelár sa snaží mať v bezprostrednej blízkosti úľu zdroj nektáru a obzvlášť peľu. Význam peľu je veľký predovšetkým pre jarný rozvoj včelstiev a v jeseni pre ich zdravé prezimovanie. Odporúča sa pestovanie obzvlášť trvaliek a cibulovín.

Ovocné stromy - skoro na jar kvitnú v záhradách početné dreviny, pestované pre plody, ako sú liesky, čerešne, slivky, jablone, hrušky, maliny či ostružiny. Dobrý výnos z nektáru z ovocných stromov sa dá často očakávať len od silných včelstiev a za priaznivého počasia.

Okrasné a úžitkové rastliny - pri plotoch, na okrajoch ciest a lesov kvitnú na jar vŕby a voľne rastúce ovocné stromy a kríky. Na vhodných miestach v lesoch kvitnú v júny maliníky. Obzvlášť v miestach s ľahkými pôdami je rozšírený agát biely, je súčasťou mnohých zmiešaných lesov a na okrajoch lesov sa vyskytuje prakticky ako jednodruhový porast. Kvitne len niekoľko dní, ale pretože je doslovne obalený kvetmi, za priaznivého počasia ponúka veľmi bohatú znášku nektáru. Vo vlhkých lesoch je vedľa jelše rozšírená aj krušina ako podrast. Vďaka dlhej dobe kvetu ponúkajú tieto dreviny spoľahlivú znášku na začiatku leta. Na chudobných pôdach alebo na močariskách či okrajoch lesov sa hojne vyskytuje vres. V mestách a na dedinách sa najčastejšie stretáme predovšetkým s rôznymi druhmi

gaštanov, javorov a líp. Javor a gaštan ponúkajú obzvlášť pri výskyte viacerých druhov, dobrú podnecujúcu znášku. Lípy ponúkajú letnú znášku po dobu až niekoľkých týždňov. V meste včely využijú znášku z početného sortimentu okrasných drevín, ktoré sa vysádzajú v parkoch, na detských ihriskách a rekreačných plochách, rovnako ako zo zelene na balkónoch [8].

1.2.3 Druhy medov

Rovnako ako existujú rôzne druhy vína, rozlišuje sa aj celý rad typov medu. Rozmanitosť tejto potraviny je daná faktormi, ktoré sa podieľajú na jej charakteristických vlastnostiach: miestom, odkiaľ pochádzajú, typom vegetácie a klímou či obdobím zberu [9].

Čisté, jednodruhové medy vznikajú snáď len v cieľených pokusoch výskumníkov. Prakticky včelári získavajú približne jednodruhové medy len z tak výnosnej znášky, ktorú u nás poskytuje repka, agát, maliník, ďatelina a medovica. Je tomu tak preto, že včelár vytáča med až po určitej dobe a zároveň je malá pravdepodobnosť, že by v tejto dobe poskytoval znášku len jeden rastlinný druh [10].

Včelárska produkčná medová sezóna začína jarnými medmi - nektárovými (kvetovými), ku ktorým sa radia medy z vrby (*Salix sp.*), ovocných stromov a púpavy (*Taraxacum officinale*). Jarné medy sú svetlé, majú lahodnú chuť, ale pomerne rýchlo kryštalizujú.

- K prvým jednodruhovým medom patrí aj med repkový. Vzhľadom k veľkým plochám repky pestovanej v európskych krajinách je jeho produkcia pomerne vysoká [11]. Je to med s vysokým obsahom glukózy (pomer glukózy k fruktóze je skoro 1:1), a preto veľmi rýchlo kryštalizuje, čo mnohých konzumentov odradzuje od jeho kúpy. V súčasnosti pre predaj v malom väčšina repkového medu spracováva pastovaním. Obľuba tohto pastovaného medu výrazne stúpa, dodávaný je hlavne do nemocníc a rekreačných zariadení. Chuť medu sa v posledných rokoch výrazne zlepšila predovšetkým v súvislosti so zavedením bezerukových odrôd repky [12].
- Ďalším jednodruhovým medom je agátový med. Má jemnú vôňu, sladkú chuť a obsahuje len veľmi málo peľových zŕn. Preto je vhodný i pre alergikov [11]. Na rozdiel od medu repkového zostáva tekutý aj niekoľko rokov. Pomer glukózy a fruktózy u neho je 1:1,5 - 1,7, takže nekryštalizuje skoro vôbec. Vydrží tekutý, priesvitný so žltozeleným nádychom niekoľko rokov. Má veľmi nízke hodnoty elektrickej vodivosti a vykazuje najnižšiu enzymatickú aktivitu. Najviac je produ-

kovaný v štátoch juhovýchodnej Európy - Maďarsko, Rumunsko a Bulharsko. Podiel ČR na produkcii agátového medu je zanedbateľný [12].

- Aj slnečnicový med môžeme byť zaradený medzi jednodruhové medy. Tento med má charakteristickú zlatú medovú farbu a príjemnú chuť [11]. Často sa používa do zmesí rôznych typov medu [9].
- Menšie znáškové zdroje poskytujú ďalšie nektárové (kvetové) medy, napríklad med z javorov (*Acer*), ktorý je žltozelený a má charakteristickú chuť.
- Pokiaľ majú včely možnosť využiť znášku z d'ateliny (*Trifolium*) pestovanej na semenno, môže včelár vytočiť d'atelinový med, ktorý je svetlý až zlatožltý, má nakyslú chuť a rýchlo kryštalizuje.
- Špecifickým nektárovým medom je med pohankový. Je tmavohnedý, ale má zvláštnu, pomerne horkú chuť. Rýchlo kryštalizuje a vytvára pri tom tekutú kryštalickú fázu, čo spotrebiteľa príliš neláka. Menej príjemná chuť a vzhľad vyvažuje obsah látok prospešných zdraviu (horčíku a rutinu).
- Lipy kvitnúce behom leta poskytujú dostatok nektáru na výrobu výrazne aromatického lipového medu. V niektorých lokalitách a v niektorých rokoch zbierajú včely na lipách aj medovicu a včelár potom môže vytočiť i lipovo-medovicový med [11]. Vyznačuje sa upokojujúcimi účinkami, zmierňuje migrénu a bolesti žalúdka. Pomáha predchádzať srdcovým chorobám [9].
- V lesných lokalitách navštevujú včely v lete kvitnúce maliny a vytvárajú lesný nektárový malinový med svetlohnedej farby s príjemnou vôňou a lahodnou vyváženou chuťou. Malinový med kryštalizuje pomerne rýchlo.
- Vzácnější med je med z Facélie vratičolistej (*Phacelia tanacetifolia*), ktorý je žltohnedý, má výraznú vôňu a chuť a zostáva tekutý pomerne dlhú dobu.
- Vresový med má mahagonovú farbu a viskóznou konzistenciu. Aróma pripomína santalové drevo, chuť je výrazná a ľahko horkastá. Odporúča sa pri kardiovaskulárnych problémoch: srdečnej nedostatočnosti, arytmiách, chorobách srdca, angíne pectoris a infarkte. Je ideálny pre prevenciu tvorby žlčových kameňov a zápalu žlčníka, obličiek a močovej trubice. Pôsobí protireumaticky. Vďaka vysokému obsahu minerálnych látok pomáha pri chudokrvnosti, nechutenstve a únave. Dobré sa hodí k bielym syrom a ďalším mliečnym výrobkom [9].
- Francúzski včelári produkujú typický levanduľový med, ktorý je aromatický [11]. Je to med krémovej konzistencie, jeho farba kolíše medzi zlatistou a bielou. Má

sviežu ľahko nakyslú chuť. Je vhodný pri prechladnutiach, astme a bronchitíde. Pôsobí antibakteriálne a antisepticky, hodí sa preto pre vonkajšie použitie a bodnutie hmyzom, spáleniny a rany [9].

- V krajinách južnej Európy je bežný eukalyptový med, ktorý má špecifickú, mierne horkú, ale príjemnú chuť [10]. Farba môže byť okrová až tmavo jantárová. Je to aromatický med s charakteristickou chuťou po dreve. Pôsobí antisepticky pri bolestiach v krku, chorobách dýchacieho systému a močových ciest [9].
- Charakteristika medovicového medu závisí na producentoch medovice. Obecne sa dá povedať, že vďaka fytoncidom pochádzajúcim z rastlinnej šťavy ihličnatých stromov má baktericídne účinky na mikroorganizmy spôsobujúce zápal dýchacích ciest. Medovica môže obsahovať vyššie hodnoty imisných látok z ovzdušia, ktoré sú včelami donášané do úľu a zapracované tak do medu [12]. Medovicové medy zo smreku (*Picea*) sú červenkasto hnedé, s veľmi príjemnou chuťou a vôňou. Medovicový med z jedle (*Abies*) je tmavohnedý so zelenkavým olivovým nádychom. Medovica líp a iných listnáčov (napr. dub) má v porovnaní s medovicou napr. z ihličnanov porovnateľne svetlejšiu farbu [13]. Špecifickým medovicovým medom je medovicový med z dubu (*Quercus*), či zo smrekovca opadavého (*Larix decidua*), kde mšice vytvárajú medovicu s obsahom melicitózy. Melicitózové medovicové medy veľmi rýchlo kryštalizujú, často už v plástoch, a včelár ma problémy s ich vytočením. Medovicové medy majú nízky obsah peľu, preto sú vhodné pre ľudí trpiacich alergiami [11].
- Medovicové medy gaštanu jedlého – gaštan jedlý (*Castanea sativa*) je vhodným prostredím pre život dvoch významných druhov producentov medovice – *Myzocallis castanicola* a *Lachnus longipes*. Ich medovicové medy sa dajú niekedy ťažko rozlíšiť od medov nektárových, pretože premnoženie obidvoch producentov spravidla vrcholí v rovnakom čase, kedy kvitne gaštan jedlý. Medovicové medy z gaštanu jedlého sú tmavšej farby než nektárové medy z tejto rastliny a obsahujú vyššie prímеси rias a húb [12].
- Vzácnejším prípadom v západnom Stredomorí sú medovicové medy vřbové. Hojnejší výskyt je známy zo Slovinska a pobrežia Dalmácie. Pôvodcom je medovica vřbová (*Tuberolachnus salingus*). Považované sú za veľmi chutné a jemné medovicové medy a sú na trhu žiadané [12].

- Citrusové medovicové medy sa vyskytujú tam, kde sú väčšie plantáže citrusových plodov – v Taliansku, Tunisku, Izraeli. Producenti medovice sú predovšetkým rôzne druhy červcov (*Aleurothrixus*, *Planococcus*, *Yceria* a pod.). Zber na plantážach je však nebezpečný pre včely, pretože farmári chránia stromy pravidelnými postrekmi chemickými prípravkami, ktoré sú pre včely spravidla veľmi toxické [12]. Pomarančový med sa získava z kvetov pomarančovníka. Má svetlo jantárovú farbu a jemnú chuť. Pre svoje spazmolytické účinky je vhodný pri bolestiach brucha alebo svalov. Odporúča sa tiež pri upokojení a pri nespavosti. Je zvlášť vhodný pre deti [9].
- Manukový med je med z nektáru rastliny *Leptospermum scoparium*, ktorá rastie na Novom Zélande a v juhovýchodnej Austrálii. Hoci sa každý med vyznačuje antibakteriálnymi vlastnosťami, v niektorých druhoch manukového medu z Nového Zélandu bola zistená látka, vďaka ktorej je antibakteriálny účinok medu niekoľkonásobne vyšší. Táto látka sa nazýva Unique Manuka Factor a med, ktorý ju obsahuje, má na etikete uvedenú skratku UMF. Terapeuticky významné množstvo UMF v mede sa označuje číslom 10 a viac. Z výskumu vyplýva, že tento med je účinný napríklad proti baktériám typu *Helicobacter pylori*, *Staphylococcus aureus* a *Escherichia coli*. Odporúča sa užívať 1 lyžicu medu s hodnotou UMF 15+ dva až trikrát denne hodinu pred jedlom [11].
- Mimo územie ČR sa produkuje množstvo ďalších monoflorálnych druhov medu. India patrí medzi hlavných dodávateľov medu z kapusty poľnej (*Brassica rapa*). Medy ďateľinové, vikové, komonicové a z lucerny siatej sú medy v Európe úplne nedostatkovými, preto sa dovážajú z Kanady. V Severnej a Južnej Amerike, ale aj v Izraeli, sa dá získavať pravidelne med z ovocných stromov. Z Mexika a strednej Ameriky pochádza med kávovníkový. Vo vyšších polohách Mexika sa produkuje med mimóзовý. Zo statných ružovitých stromov childských And zbierajú včely hojne nektáru vytvárajú med mydlokorový (quilajový) a med ulmový (z rastliny *Eucryphia cordifolia*). Med „tupelo“ je získavaný z gumovníka na Floride a ďalšou špecialitou USA je med bavlníkový. Z juhoeurópskych medov je tiež dosť vzácny med timiánový a rozmarínový. V suchých oblastiach južných Karát býva získavaný občas med koriandrový a kmínový – obidva sú silno aromatické. Obchoduje sa aj s medom mäťovým, ktorý je do Európy dovážaný hlavne zo severozápadnej časti Severnej Ameriky [12].

Bio med - je med z produkcie ekologického chovu včiel. Ekologické alebo tiež organické včelárstvo musí spĺňať požiadavky, ktoré ukladá zákon o ekologickom poľnohospodárstve. Ak včelár dodrží všetky predpísané podmienky, ošetruje včelstvá predpísaným spôsobom a získa na med certifikát bioproduktu od príslušného certifikačného orgánu, môže med označiť ako biomed a dať na etiketu medzinárodne platnú značku [11]. Z unikátnych biomedov sa môže označovať med malinový, ostružinový, vrbový, z divokej višne, jedľový, borovicový a ďalšie. Každý biomed má svoje charakteristiky, vôňu, farbu a obsah základných živín [14].

Med s toxickými účinkami - na území Turecka rastie rododendron pontský (*Rhododendron ponticum*), ktorého nektár obsahuje alkaloid toxický pre človeka, ale neškodný pre včely. Med z rododendronu pontského je v odbornej literatúre známi tiež ako „šialený med“ alebo „toxický med z Malej Ázie“ pre šialenstvo, ktoré vyvoláva. Na našom území produkujú toxický nektár Ľuľkovec zlomocný, Durman obyčajný a pravý, Blen čierny, čo sú rastliny všeobecne známe svojou jedovatosťou. Vyskytujú sa ale vzácne a množstvo nektáru z týchto rastlín, ktoré včely spracujú na med, je nevýznamné. Nie je treba sa preto znepokojovať [11].

1.3 Skladovanie medu

Účinky medu, podporujúce zdravie sú veľkou mierou závislé na skladovaní včelieho produktu a zaobchádzaním s ním. Mnohé látky, ktoré med obsahuje, sa ničia svetlom, teplom alebo kyselinami. Z látok obsiahnutých v mede, vykazujú najvyššiu citlivosť voči uvedeným faktorom vitamíny. Enzýmy strácajú svoju aktivitu pri vystavení teplotám nad 40 °C. Na teplotu je citlivá najmä sacharóza. Tento enzým je značne poškodzovaný už pri teplote 45 °C a pri 70 °C sa rýchlo ničí. Preto aktivita sacharózy je meradlom pre prírodný stav medu. Pri vyšších teplotách vyprchávajú z medu aromatické látky. Každé zahrievanie nad 35 °C ničí arómu medu. Oproti tomu sú minerálne a niektoré sekundárne rastlinné látky (flavonoidy, organické kyseliny) tepelne stabilné. Pri zahrievaní medu nie sú poškodzované len enzýmy, vitamíny a aromatické látky, ale tiež sacharidy. Fruktóza obsiahnutá v mede sa vplyvom tepla hydrolyticky štepí za vzniku hydroxymetylfurfuralu (HMF). Pretože čerstvý med nemá prakticky žiadny HMF, nález tejto látky svedčí o tom, ako dlho bol med vystavený vyššej teplote [15].

Pre kvalitu a trvanlivosť medu má význam tiež obsah vody. Čím viac je v mede vody, tým rýchlejšie môže kvasiť. Na jeho povrchu sa vytvorí pena a produkt má nakyslú chuť. Často sa oddelí tekutá tmavá horná vrstva a pevná svetlá vrstva dolná. Zdraviu škodlivý tento med nie je, ale aktivita enzýmov je silno obmedzená.

Aby nedochádzalo k poškodeniu látok, ktoré med obsahuje, mal by sa tento včelí produkt skladovať v tme, suchu a chlade [15].

Med sa môže vo veľkých nádobách zhromažďovať, miešať a ošetrovať, ale nie skladovať, pretože skoro každý med po istom čase tuhne. Potom je jeho opakované skvapalnenie, ku ktorému môže dôjsť len zahrievaním, veľmi problematické vzhľadom k citlivosti medu na teplo. Nevhodné na skladovanie medu sú železné či pozinkované nádoby, pretože tento kov s kyselinami, obsiahnutými v mede, vytvára toxické zlúčeniny. Vhodné na skladovanie medu sú smaltované alebo sklenené nádoby, či nádoby z plastickej hmoty. Vždy sa musí jednať o materiál, vhodný k ukladaniu potravín [3].

Med je kvôli vysokému obsahu sacharidov hygroskopický. Ak nádoba nie je stopercentne utesnená, vzniká nebezpečenstvo, že med na povrchu bude absorbovať vodu a začne kvasiť. Úložné priestory preto musia byť suché, to znamená, že ich relatívna vlhkosť s ohľadom na obvyklé teploty u nás by nemala presiahnuť 60 % [3].

Pretože med je citlivý na pachy, musí byť úložný priestor bez akéhokoľvek pachu.

Med by mal byť uložený v chlade. Teplota okolo +14 °C je ideálna. Medu nízka teplota neuškodí - ani skladovanie v mrazničke. V nej sa čerstvý med naopak chráni pred kryštalizáciou [3].

1.4 Vlastnosti medu

1.4.1 Fyzikálne vlastnosti medu

Fyzikálne vlastnosti medu sú dôležité pre orientačné posúdenie kvality medu. V prvom rade sú zaujímavé organoleptické vlastnosti medu, t.j. vzhľad, farba, vôňa, chuť a konzistencia.

Špecifická hmotnosť medu je závislá na obsahu vody v mede. Stanovuje sa pyknometricky, t.j. vážením obsahu nádoby o známom objeme. Pre účely predbežnej kontroly kvality medu stačí odvážiť v odmernom valci 100 ml medu a pomocou tabuľky priamo zistiť obsah vody. Závislosť špecifickej hmotnosti medu na obsahu vody je uvedená v tabuľke 1 [10].

Tab. 1. Závislost špecifickej hmotnosti na obsahu vody v medoch [10]

Obsah vody [%]	Špecifická hmotnosť [g.cm ⁻³] 20/20 °C	Obsah vody [%]	Špecifická hmotnosť [g.cm ⁻³] 20/20 °C
13,0	1,4457	17,4	1,4211
13,4	1,4435	17,8	1,4185
13,8	1,4414	18,2	1,4157
14,2	1,4393	18,6	1,4129
14,6	1,4372	19,0	1,4101
15,0	1,4350	19,4	1,4072
15,4	1,4328	19,8	1,4042
15,8	1,4306	20,2	1,4012
16,2	1,4284	20,6	1,3981
16,6	1,4260	21,0	1,3950
17,0	1,4337		

Viskozita medu je závislá na obsahu vody v mede, teplote a chemickom zložení. Pri teplote 20 °C je viskozita medu približne 10 000 krát väčšia než viskozita vody. Pri zvýšení teploty medu o 10 °C, poklesne viskozita medu 5-10 krát. U vody a iných kvapalín nezávisí viskozita na mechanickom namáhaní, ale mnohé medy menia viskozitu aj tým, že med zamiešame. U vresových medov sa táto vlastnosť nazýva thixotropia, kedy dochádza k výskytu neobvyklej bielkoviny v tomto mede. Naopak pri zamiešaní medov z afrických eukalyptovníkov viskozita prudko vzrastie, čo spôsobuje prítomnosť vysokomolekulárneho sacharidu podobného škrobu [10].

Index lomu (n_D) je u medu závislý predovšetkým na obsahu vody a teplote. Sleduje sa pri 20 °C a 40 °C, s ohľadom na to, že mnohé medy sú pri izbovej teplote kryštalické. Z indexu lomu pri 40 °C sa môže vypočítať sušina v % podľa vzťahu [10]:

$$\text{sušina (\%)} = 78 + 390,7 \cdot (n_D^{40} - 1,4768)$$

Ak sa zisťuje index lomu pri 20 °C, potom sa obsah vody v % vypočítá podľa vzťahu:

$$\text{voda (\%)} = 400 \cdot (1,5380 - n_D^{20}).$$

Obsah vody v závislosti na indexu lomu při 20 °C alebo 40 °C je uvedený v tabuľke 2.

Tab. 2. Index lomu medu v závislosti na obsahu vody [10]

Obsah vody [%]	n_D^{20}	n_D^{40}
13,0	1,5044	1,4998
14,0	1,5018	1,4973
15,0	1,4992	1,4947
16,0	1,4966	1,4922
17,0	1,4940	1,4896
18,0	1,4915	1,4870
19,0	1,4890	1,4845
20,0	1,4865	1,4819
21,0	1,4840	1,4794
22,0	1,4815	1,4768

Optická otáčavosť. Medy otáčajú rovinu polarizovaného svetla doľava, pretože vo väčšine medov prevažuje fruktóza. Výnimočne existujú pravotočivé medy buď medovicového pôvodu, alebo z neskorej znášky z lucerny, či d'ateliny.

Farbu medu spôsobujú rôzne pigmenty, predovšetkým rastlinného pôvodu, časť farbív medu vzniká reakciou cukrov s aminokyselinami, za vzniku melanoidov. Farba medu je závislá predovšetkým na botanickom pôvode medu, spôsobe spracovania a dĺžke skladovania. V mede sú obsiahnuté rastlinné farbivá, farbivá vnesené do medu činnosťou včely a farbivá vzniknuté chemickými reakciami behom skladovania a spracovania medu. Z rastlinných farbív ovplyvňujú farbu medu flavonoidy, antokyany, karotenoidy, xantofyly a chlorofyly. Farba sa hodnotí u medov v tekutom stave. Farbu sa hodnotí subjektívne podľa rôznych porovnávacích stupníc, napr. podľa *PFUNDA*.

Hygroskopicita. Ponechaním medu v otvorenej nádobe vo vlhkom prostredí, med zredne, pretože absorbuje vodu zo svojho okolia. V prostredí so suchým vzduchom naopak obsah vody v mede klesne. Rovnovážna relatívna vzdušná vlhkosť, kedy med vodu neabsorbuje ani neodovzdá, je 56-59 % [10].

Elektrická vodivosť nezriedeného medu je veľmi nízka, porovnateľná s vodivosťou destilovanej vody. Vodivosť medovicových medov zriedených na 20 % je výrazne odlišná od vodivosti rovnako zriedených nektárových medov. Spôsobuje to vyšší obsah minerálnych látok a ďalších iónov v medovicových medoch. Pre účely obchodnej klasifikácie medu sa ako hranica medzi nektárovými a medovicovými medmi používa hodnota $80 \text{ mS}\cdot\text{m}^{-1}$ [10]. Elektrická vodivosť sa stanovuje konduktometricky obvykle v 20 % roztokoch medu [16]. Kryštalizácia medu je daná tým, že med je nasýteným roztokom sacharidov. Vzhľadom k tomu, že zo sacharidov prítomných v mede je vo vode najmenej rozpustná glukóza, je aj stupeň nasýtenia najviac závislý na tomto sacharide. Fruktóza podstatne spomaľuje kryštalizáciu glukózy z nasýtených roztokov [10]. Fruktóza (asi 38,5%) a glukóza (asi 31,0 %) sú zlúčeniny prítomné vo vyššej koncentrácii v mede. Priemerný pomer fruktózy a glukózy je 1,2:1, tento pomer je závislý vo veľkej miere na zdroji nektáru, z ktorého med pochádza. Tento pomer sa používa na vyhodnotenie kryštalizácie medu v dôsledku nižšej rozpustnosti glukózy vo vode v porovnaní s fruktózou [17].

Na kryštalizáciu má urýchľujúci účinok prítomnosť sacharidových zárodočných krištáľov, peľových alebo prachových zŕn, mechanický šok pri odstredovaní medu. Vlastná kryštalizácia ako jav má dve fázy:

1. Nukleácia, čo je vytvorenie zárodočných kryštáľov, závisí na podmienkach získania a skladovania medu.
2. Vlastná kryštalizácia, kedy zárodočné kryštály rastú až do veľkosti viditeľnej okom, takže med stuhne v celej hmote. Rýchlosť kryštalizácie je okrem iného závislá na viskozite medu. Pretože viskozita závisí logaritmicky na teplote (veľká zmena viskozity pri pomerne nízkej teplote), medy skladované pri teplotách nižších ako $-15 \text{ }^\circ\text{C}$ zostávajú tekuté aj niekoľko desiatok rokov [10].

1.5 Zloženie medu

Chemické zloženie medu závisí od rozličných faktorov a môže dosť kolísať [18]. Špecifické zloženie medu závisí od zmesi kvetov, z ktorých včely čerpali nektár. Líši sa podľa lokality, obdobia zberu nektáru, regionálnych a klimatických podmienok a od jednotlivých včelstiev [19].

Med je komplex zložený z peľu, nektáru a enzýmov dodaných včelami, závislý hlavne na nektárovom zdroji. Obsahuje množstvo zlúčenín prítomných v malých množstvách, ako

aminokyseliny, vitamíny, minerálne látky, fytochemikálie, enzýmy a organické kyseliny (Tab. 3) [20].

Tab. 3. Chemické zloženie medu [21]

ZLOŽKA MEDU	KVETOVÝ MED	MEDOVICOVÝ MED
voda	18 %	
antioxidanty	2 mmol.kg ⁻¹	
tuky	0,015 %	
pH	3,4	6,1
SACHARIDY [%]		
fruktóza	38,2	31,8
glukóza	31,3	26,1
sacharóza	0,7	0,5
ostatné	9,5	22,1
MINERÁLNE LÁTKY [mg.100g ⁻¹]		
draslík	205	1676
sodík	18	76
vápník	49	51
horčík	19	35
železo	2,4	9,4
mangan	0,3	4,1
kremík	9	14
zinok	1,2	2,5

1.5.1 Voda

Obsah vody je parameter kvality, dôležitý predovšetkým pre skladovateľnosť medu [22]. Voda je v medoch obsiahnutá v množstve 15-21 %. Nevyzreté medy obsahujú i väčšie množstvo vody a sú náchylné ku kvaseniu [23]. Obsah vody je základným kritériom kvality medu. Európska norma požaduje maximálne 20 % vody [10]. Svazová norma ČESKÝ MED - Norma jakosti č. ČSV 1/1999 stanovuje maximálny limit obsahu vody vo všetkých druhoch medu 18 %, vyhláška č. 76/2003 Sb. požaduje maximálne 20 % vody [24]. Obsah vody v mede sa zisťuje refraktometricky alebo pomocou špecifickej hmotnosti. Pre kvalitu medu je optimálny obsah vody 17-18 % [9]. Množstvo vody závisí od druhu kvetov, z ktorých med pochádza, od sezóny a včelstva. Med má tú vlastnosť, že za určitých pod-

mienok vodu z vonku prijíma alebo ju naopak do okolia vydáva. Tieto procesy závisia na teplote medu a relatívnej vlhkosti okolitého vzduchu. Obsah vody je charakterizovaný ako indikátor starnutia a schopnosti udržať stabilitu počas skladovania [25].

1.5.2 Sacharidy

Väčšinu, asi 95 % látok, v mede tvoria prevažne jednoduché cukry, monosacharidy. Najviac je zastúpená fruktóza (cukor ovocný) a glukóza (cukor hroznový). Pomer týchto dvoch základných cukrov je charakteristický pre jednodruhové medy a hrá úlohu v sklone medu k rýchlej či pomalej kryštalizácii. V malom množstve sa v mede vyskytujú aj ďalšie monosacharidy. Vyššie sacharidy ako disacharidy, trisacharidy a polysacharidy sú v mede tiež zastúpené, ale v malom množstve. Disacharid sacharóza je vo väčšine medov zastúpený v množstve okolo 1 % [1]. Norma ČESKÝ MED aj Vyhláška č. 76/2003 Sb. pripúšťa maximálne 5 % sacharózy u všetkých druhov medu [24]. Vyššie sacharidy, oligosacharidy a dextriny sú obsiahnuté len v malom množstve. Trisacharid melecitóza je súčasťou niektorých medovicových medov a spôsobuje jav, ktorý sa nazýva cementový med. Kryštalizácia takého medu je tak rýchla, že med stuhne už vo včelích plástoch, čo sa inak včelám nestáva. Zvýšený obsah vyšších sacharidov sa niekedy objaví v komerčných produktoch, rôznych napodobeninách medu, ktoré sa pripravujú zmiešaním medu a rôznych lacných sirupov [1].

1.5.3 Kyseliny

Kyseliny sú obsiahnuté vo všetkých druhoch medu a spôsobujú kyslú reakciu a chuť. Základnou kyselinou medu je kyselina glukonová, vznikajúca enzymaticky katalyzovanou oxidáciou z glukózy. V mede je prítomná vo forme laktonu, ktorý po zriedení vodou prejde na glukonovú kyselinu. Laktony tvoria asi tretinu celkovej kyslosti medu. V mede sú ďalej vo významnom množstve prítomné kyseliny citrónová, jablčná a jantárová; v malom množstve kyselina octová, mravčia, maslová, mliečna, šťavelová, glykolová a alfa-ketoglutárová. Bohaté spektrum organických kyselín je znakom pravosti medu. Celková kyslosť medu sa môže vyjadriť aj ako hodnota pH. Medy majú priemerne pH od 3,9 do 4,0 [9]. Medovicové medy sú menej kyslé než medy kvetové, kvôli vyššiemu obsahu minerálnych látok, ktoré utlmujú kyslosť medu [16]. Na chuťových vlastnostiach medu sa výrazne podieľa obsah aminokyselín. Najviac aminokyselín nachádzame v zmiešaných medoch.

Prevažujúcou aminokyselinou v medoch je prolin, vyskytuje sa v medoch v koncentrácii 200-500 mg.kg⁻¹ [10].

1.5.4 Bielkoviny a peptidy

Hodnota molekulárnej hmotnosti bielkovín v mede sa pohybuje od 40 do 400 000 g.mol⁻¹. Asi polovica dusíkatých látok v mede sú nízkomolekulárne látky, peptidy, ostatné sú vysokomolekulárne. Väčšina má biochemickú aktivitu, patria medzi enzýmy, ktoré urýchľujú rôzne metabolické reakcie v živých organizmoch [10].

Na chuťových vlastnostiach medu sa výrazne podieľa obsah aminokyselín. Najviac aminokyselín nachádzame v zmiešaných medoch. Prevažujúcou aminokyselinou v medoch je prolin, vyskytuje sa v medoch v koncentrácii 200-500 mg.kg⁻¹ [10].

1.5.5 Enzýmy

Podľa ich aktivity sa posudzuje kvalita medu. Na rozdiel od niektorých iných komponentov sú totiž enzýmy veľmi citlivé na nevhodné skladovanie medu a na vysokú teplotu, kedy dochádza ich deaktivácii [1]. Med, ktorý nebol tepelne upravený, obsahuje množstvo aktívnych enzýmov, ako glukooxidázu, invertázu, diastázu (amylázu), katalázu a kyslú fosfatázu.

Glukooxidáza produkuje glukonovú kyselinu a peroxid vodíka z glukózy. Obidve zlúčeniny prispievajú k antimikrobiálnym vlastnostiam medu. Väčšina predávaných medov je tepelne upravená, čím dochádza k inaktivácii väčšiny enzýmov [20].

Enzým invertáza (α -glukozidáza) hrá dôležitú úlohu pri premene nektáru a medovice na med. Štepi predovšetkým sacharózu za vzniku glukózy a fruktózy a ďalej katalyzuje tvorbu vyšších cukrov (oligosacharidov). Invertáza v mede pochádza prevažne z hltanových žliaz včiel. Pre vyjadrenie jej aktivity boli zavedené rôzne jednotky, najčastejšie sa používa Gontarského jednotka, definovaná ako enzymová aktivita 50 g medu, ktorého účinkom sa rozštiepi 1 g sacharózy za dobu 2 hodín. Invertáza je veľmi citlivá na prehriatie medu a jej aktivita klesá aj pri dlhodobom skladovaní. Podľa niektorých národných noriem musí mať med pre konzumné účely aktivitu invertázy vyššiu ako 10 jednotiek Gontarského [1].

Diastáza je enzým štiepiaci škroby na jednoduché cukry. Aktivita tohto enzýmu býva tradične uvádzaná v normách a charakteristikách medu, obzvlášť pre to, že sa laboratórne pomerne dobre stanovuje. Podľa aktivity tohto enzýmu sa potom môže usudzovať aj na aktivitu ďalších biologicky aktívnych látok, u kvalitného medu s vysokou aktivitou dias-

tázy sa predpokladá aj vysoký obsah a aktivitu ostatných enzýmov. Minimálna aktivita diastázy podľa európskej normy je 8 jednotiek Schade. K silnému poklesu aktivity enzýmu diastázy dochádza napríklad pri stekutení medu v mikrovlnných zariadeniach [1].

1.5.6 Lipidy

Med obsahuje len nepatrné množstvo tukov, asi len 150 mg látok tukovej povahy v 1 kg medu. Zastúpené sú mastné kyseliny, triglyceridy i steroly. Do medu sa dostanú pravdepodobne z materskej kašičky a iných žľazových produktov mladých včiel, ktoré med spracovávajú [1]. Z mastných kyselín tvoriacich estery boli identifikované: kyselina kaprylová, laurová, palmitová, stearová, palmitolejová, olejová, arachidonová, linolénová [10].

1.5.7 Minerálne látky

Obsah minerálnych látok v mede je veľmi variabilný a závisí na botanickom pôvode medu. Prevládajúcim prvkom je draslík, vyskytujúci sa v mede o koncentrácii $127 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Z ďalších prvkov med obsahuje vápnik o koncentrácii $11 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, fosfor $6 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ a horčík $5 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ medu. Zo stopových prvkov sú významne zastúpené: železo, meď, zinok a mangán. S obsahom minerálnych látok a s kyslosťou medu súvisí i farba medu. Medovicové medy sú tmavšej farby tiež preto, že rastlinné farbivá majú v prítomnosti väčšieho množstva železa, mangánu, medi pri nižšej kyslosti medovicových medov intenzívne farebné odtiene [10].

1.5.8 Vitamíny

Z vitamínov rozpustných vo vode býva v mede zastúpená skupina vitamínov B - B₁ (tiamín), B₂ (riboflavín) a kyselina pantotenová (B₅) či vitamín C. Pre človeka je med len doplnkovým zdrojom klasických vitamínov. Obsah vitamínov a vybraných prvkov v mede je uvedený v tabuľke 4 [1].

1.5.9 Látky hormonálneho charakteru

Acetylcholin je prirodzeným prenášačom vzruchov v periférnom nervovom systéme. V mede je obsiahnutý až do koncentrácie $45 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Väčšina pochádza pravdepodobne z peľu. Med obsahuje tiež asi $20 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ voľného a $20\text{-}60 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ viazaného adrenalínu [10].

Tab. 4. Obsah vitamínov a vybraných prvkov v mede [1]

Látka	Obsah v mg.100g ⁻¹ medu	Denná potreba človeka v mg
Vitamíny		
B ₁ (tiamín)	0,004-0,006	1
B ₂ (riboflavín)	0,002-0,06	1,7
B ₃ (niacin)	0,11-0,36	1,7
B ₅ (kyselina pantotenová)	0,02-0,11	10
B ₆ (pyridoxín)	0,008-0,32	2
C	0-0,002	60
Minerálne prvky		
Draslík	10-470	4000
Fosfor	2-60	700
Horčík	0,7-13	400
Chlór	2-20	2,3
Meď	0,01-0,1	0,9
Sodík	0,6-40	1500
Vápnik	4-30	1000
Zinok	0,2-0,5	15
Železo	1-3,4	18

1.5.10 Farbivá

V medoch možno zistiť 11-13 rôznych farbív, patriacich medzi flavonoidy, antokyany a produkty degradácie sacharidov. Farbivá prechádzajú z medových a peľových zásob do vosku, odkiaľ spätne prechádzajú do medu. Tým sa stáva, že v mede je obsiahnuté spravidla viac druhov rastlinných farbív, než by odpovedalo pôvodu medu. Ďalšou skupinou farbív v mede sú látky majúce pôvod vo zvyškoch košielok po včelom plode, ale rastlinné farbivá v mede výrazne prevažujú. Z aminokyseliny tyrozínu vznikajú melanoidné farbivá.

Ďalšie aromatické aminokyseliny reagujú so sacharidmi, predovšetkým s fruktózou, za vzniku hnedých farbív, z ktorých niektoré majú špecificky výraznú arómu [10].

1.5.11 Antioxidanty

Antioxidanty, alebo tiež inhibítory oxidácie, sú látky, ktoré svojou prítomnosťou zabraňujú oxidácii, ktorej prejavom v potravinách je napríklad, žltnutie tukov, alebo znehodnotenie farby, vône či chuti potraviny [26].

Pri reakcii antioxidantov s voľnými radikálmi dochádza k ich likvidácii tým, že im antioxidanty dodávajú chýbajúci elektrón a zabraňujú tak škodlivému účinku voľných radikálov. Bolo zistené, že antioxidanty spomaľujú a zabraňujú oxidačným zmenám v ľudskom tele a preto sa zámerne pridávajú do potravín, kde svojim antioxidantným pôsobením predlžujú ich trvanlivosť [26].

Med obsahuje fytochemikálie, antioxidantne pôsobiace látky, ktoré sa v ňom vyskytujú vo forme fenolových zlúčenín. Špecifický flavonoid pinocembrin sa nachádza v propolise i mede [20]. Flavonoidy patria do skupiny primárnych antioxidantov. Niektoré z nich, ako napríklad 5-hydroxysubstituované flavony viažu kovy do neúčinných komplexov. Dôležitý pre antioxidantnú aktivitu flavonoidov je počet hydroxylových skupín a ich poloha v molekule [26].

Flavonoidy chránia vitamín C pred predčasnou degradáciou a zvyšujú jeho účinnosť až dvadsaťnásobne [27].

K ďalším fenolickým zložkám a flavonoidom v mede patria kyseliny p-kumarová, škoricová, pinobanksin, chrisin, kvercetin a kempferol, ale i deriváty kyseliny benzoovej a hydroxyškoricovej. Antioxidantný potenciál medu závisí od nektárového zdroja, či farby medu. Čím tmavší med, tým vyšší obsah antioxidantov [20].

1.5.12 5-hydroxymetylfurfural

5-hydroxymetylfurfural (HMF) je cyklický aldehyd, ktorý vzniká zahrievaním jednoduchých cukrov (glukózy alebo fruktózy) v kyslom prostredí, tj. pri pH nižšom ako 5. Obsah 5-hydroxymetylfurfuralu je kritériom, ktorý prezrádza či bol med dlhodobo vystavený vysokej teplote [1]. Zvýšený obsah HMF môže byť spôsobený nešetrným ohrievaním, nevhodnými podmienkami skladovania alebo starnutím medu [16].

Hydroxymetylfurfural vzniká behom Maillardovej reakcie spolu s ďalšími zlúčeninami, ako napríklad 2-furaldehyd (furfural), furan-2-karboxylová kyselina (2-furoová kyselina),

furan-3-karboxylová kyselina (3-furoová kyselina), furan-3-karboxyaldehydu (3-furaldehyd), alebo metylester 2-aminobenzoovej kyseliny (metylantranilát). Codex Alimentarius požaduje, aby koncentrácia 5-HMF v mede bola nižšia než 60 mg.kg^{-1} [28].

HMF je indikátorom geografického pôvodu hlavne pre citrusové medy [29]. Jedno šetrné skvapalnenie alebo rok skladovania zvýši obsah HMF v mede o 7 mg.kg^{-1} . Norma "Český med" dovoľuje 20 mg.kg^{-1} , európska norma 40 mg.kg^{-1} [30]. U tropických medov je povolené množstvo až 80 mg.kg^{-1} . Pre zmiešaný med platí tiež limit 80 mg.kg^{-1} , bez ohľadu na množstvo pridaného tropického medu. Ak teda pridá spracovateľ lyžičku tropického medu na tonu tuzemského, už ho môže deklarovať ako „zmes medov z EU a mimo EU“ a pritom zakrýva vysoké hodnoty HMF vzniknuté prehriatím, ale byť to tak samozrejme nemusí [29].

Zvýšený záujem o 5-HMF pramení z čiastočného overeného podozrenia, že 5-HMF je zdraviu nebezpečná zlúčenina, ktorá môže byť mutagénna, karcinogénna a cytotoxická. Pri metabolizácii 5-HMF u človeka vzniká tiež mutagénny 5-sulfoxymetylfurfural (SMF). Experimenty na zvieratách ukazujú, že v rozmedzí od 80 do 100 mg.kg^{-1} telesnej hmotnosti a deň nie sú pozorované žiadne účinky, takže tieto denné dávky 5-HMF u človeka by mali byť bezpečné. Táto látka sa po orálnej alebo intravenózne aplikácii rýchlo metabolizuje na kyselinu 5-hydroxymetylfuroovú, kyselinu 2,5-furan-dikarboxylovú a N-(hydroxymetal)fural-glycin, ale tiež karcinogénny SMF. Experimenty na zvieratách ukázali, že 5-HMF je mutagénny a genotoxický *in vitro*, ak sú splnené podmienky pre metabolickú tvorbu jeho reaktívneho metabolitu, SMF. Štúdia, ktorá sledovala genotoxicitu 5-HMF na myšiach *in vivo*, bola negatívna. U človeka sa behom 48 hodín vylúči močom 90% týchto metabolitov v podobe netoxických konjugátov, SMF sa v moči nepodarilo nájsť [28].

1.6 Pravosť včelieho medu

Metódy hodnotenia pravosti včelieho medu sú uvedené v tabuľke 5.

Tab. 5. Metódy hodnotenia pravosti včelieho medu [19]

<u>Parameter</u>	<u>Metóda</u>
<p style="text-align: center;">Senzorické hodnotenie</p> <ul style="list-style-type: none"> • farba • chuť • vôňa 	priame senzorické pozorovania
<p style="text-align: center;">Fyzikálno-chemické vlastnosti</p> <p>obsah vody, vodivosť, kyslosť, voľné kyseliny (glukónová, mravčia, octová, ...)</p> <p>celkový obsah dusíku, stanovenie proteínov, vitamínov, voľných aminokyselín, minerálnych látok</p> <p>Celkový obsah, jednotlivé a pomerné zastúpenie cukrov (fruktóza/glukóza, sacharóza, redukujúce cukry, oligosacharidy, ...)</p> <p>diastazová, invertázová aktivita</p> <p>Kontaminanty a toxické látky - HMF, pesticídy, insekticídy, antibiotiká</p> <p>toxické látky rastlinného pôvodu</p> <p>ťažké kovy</p>	<p>gravimetria, elektrická konduktivita, pH, titračné metódy</p> <p>HPLC, AAS, AES, OES</p> <p>Analýza sacharidov</p> <p>optická otáčavosť, index lomu, refraktometria, HPLC/MS</p> <p>Enzymatická aktivita</p> <p>kolorimetria, polarimetria</p> <p>UV, HPLC, GC, GC/MS</p> <p>HPLC/MS, IR, AAS, AES, OES</p>
<p style="text-align: center;">Botanický pôvod</p> <p>peľ</p> <p>aromatické látky rastlinného pôvodu a rastlinné polyfenoly</p>	<p>Mikroskopia</p> <p>UV, HPLC, GC, GC/MS, HPLC/MS</p>
<p style="text-align: center;">Mikrobiologické zloženie</p> <p>baktérie, kvasinky</p>	mikrobiologické metódy

2 METÓDY STANOVENIA VYBRANÝCH CHARAKTERISTÍK, POLYFENOLICKÝCH LÁTOK A ANTIOXIDAČNEJ AKTIVITY

2.1 Obsah vody

Stanovenie obsahu vody je dôležité, aby sa mohla odhadnúť samoúdržnosť medu. Medy s vysokým obsahom vody, nad 20 % majú samoúdržnosť zníženú. U takýchto medov môže dochádzať k ich kvaseniu. U spracovateľa, ale i spotrebiteľa môže behom manipulácie s medom dôjsť k ďalšiemu zvýšeniu obsahu vody v mede, vďaka výrazným hygroskopickým vlastnostiam, ktoré med má [31].

Stanovenie obsahu vody v mede je založené na princípe refraktometrie, teda zisťovaní indexu lomu svetla. Refraktometria reprezentuje nespektrálne optické metódy, pri ktorých sa na analýzu vzorky používajú zmeny rýchlosti žiarenia. Pri prechode žiarenia z jedného homogenného prostredia do druhého (s rozdielnou hustotou), dochádza na rozhraní prostredí k zmene rýchlosti žiarenia, čo spôsobí jeho odchýlku od pôvodného smeru.

Index lomu (tiež relatívny index lomu) potom udáva pomer veľkostí rýchlostí svetla v dvoch uvažovaných optických prostrediach. Index lomu je bezrozmerná fyzikálna veličina, pomocou ktorej sa zisťuje koncentrácia meraného roztoku [32].

2.2 Kyslosť medu

Kyslosť je pomocné kritérium pre hodnotenie kvality medu. V mede je niekoľko desiatok rôznych druhov organických kyselín, dohromady tvoria necelé 1 % sušiny, ale sú biologicky veľmi cenné [9]. Najviac je zastúpená kyselina glukonová, ktorá vzniká z glukózy enzymatickou oxidáciou. V mede je obsiahnutá skôr vo forme laktonu, ktorý po zriedení s vodou prejde na glukonovú kyselinu. Laktony tvoria asi tretinu celkovej kyslosti medu. Hodnoty kyslosti medu sa udávajú v milivaloch kyselina na 1 kg medu. Európske medy majú kyslosť 10-36 mval.kg⁻¹, európska norma pripúšťa maximálne 50 mval.kg⁻¹ [1]. Aktívnu kyslosť medu sa vyjadri ako hodnota pH. Medy majú priemerné pH od 3,9 do 4,0, pričom medy nektárové sú kyslejšie (3,9) a medovicové môžu dosahovať až pH 6,1. Príčinou menšej aktívnej kyslosti medovicových medov je vyšší obsah minerálnych látok, ktoré pôsobia tlmivo na kyslosť medu [10].

Pre stanovenie hodnoty pH sa využíva elektrochemická metóda potenciometrie. Podstatou tejto metódy je meranie redoxného potenciálu medzi indikačnou a referenčnou elektródou,

ktoré sú ponorené do skúmaného roztoku. Referenčná elektróda má potenciál v priebehu merania konštantný, potenciál indikačnej elektródy závisí na koncentrácii stanovovaných iónov a v priebehu merania sa mení. Elektrický potenciál sa medzi elektródami meria voltmetrom. Prístroje pH metry prevedú merané napätie na hodnotu pH, ktorú zobrazia na prístroji [33].

Titračná kyslosť medu sa stanovuje pomocou alkalimetrickej titrácie odmerným roztokom NaOH na indikátor fenolftaleín. Titrácia musí byť urobená do jednej minúty, aby nedošlo k zvýšeniu hodnoty titračnej kyslosti vplyvom uvoľňujúcich sa laktónov vo vzorke medu [17].

2.3 Farba medu

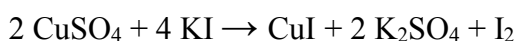
Farba je prvým atraktívnym atribútom medu a ako taká je veľmi dôležitá pre komercializáciu. Je to dôležitý parameter v kvalite, akceptácii a preferencii spotrebiteľov. Medový odborníci vedia, že jeho farba sa môže líšiť od svetlých tónov až po čierne jantárové tóny, pričom najbežnejšie sú jasne žlté, načervenalé alebo nazelenalé. Farba je jedným z parametrov, ktorý sa najviac líši a je určený hlavne botanickým pôvodom. Závisí to aj od obsahu popola, teploty pri ktorej med zostáva v úle a čase skladovania. Výbor Codex Alimentarius pre cukor (2001) stanovil, že farba medu by mala byť takmer bezfarebná až tmavo hnedá. [34]

Stanovenie farby medu je založené na princípe spektrofotometrie. Spektrofotometria je stanovovanie vlastností vzorky, napr. koncentrácie určitej látky v roztoku, na základe pohlcovania svetla v rôznych vlnových dĺžkach spektra. Ak sa meria iba pri jednej vlnovej dĺžke, metóda sa označuje ako fotometria. Prístroje, ktoré umožňujú vlnovú dĺžku monochromatického svetla ľubovoľne nastaviť, alebo meriať časť absorpčného spektra v určitom úseku vlnových dĺžok, sa nazývajú spektrofotometry. Spektrofotometer s premenlivou vlnovou dĺžkou svetla teda umožňuje meranie absorbancie vzorky v závislosti na vlnovej dĺžke [35].

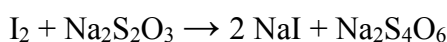
2.4 Obsah cukrov - glukóza a fruktóza

Pri stanovení glukózy sa využíva jej oxidácia jódom v slabo alkalickom prostredí na kyselinu glukonovú, pričom prebytok jódu sa stanoví titračne pomocou tiosíranu sodného [36].

Obsah fruktózy sa vypočíta z rozdielu obsahu redukujúcich cukrov (stanovených metódou podľa Luffa-Schoorla) a zisteného obsahu glukózy. Metóda stanovenia redukujúcich cukrov podľa Luffa-Schoorla je založená na schopnosti redukujúcich cukrov redukovať dvoj-mocnú meď Fehlingovho činidla na oxid meďný. Okyslením kyselinou sírovou sa z komplexu uvoľnia nadbytočné meďnaté ióny, ktoré sa potom redukujú jodidovými iónmi na meďné za vzniku elementárneho jódu. Reakciou meďných iónov s nadbytočným jodidom draselným vzniká ihneď ťažko rozpustný jodid meďný [37].



Elementárny jód, ktorý sa pri reakcii uvoľnil, sa titruje roztokom tiosíranu sodného:



2.5 Celkový obsah polyfenolov

Do skupiny polyfenolov patrí veľa rôznorodých látok, preto aj ich účinok je rôzny. Obecne pôsobia ako antioxidanty, pomáhajú pri kardiovaskulárných a nádorových ochoreniach, Parkinsonovej a Alzheimerovej chorobe. Polyfenoly rozdeľujeme na:

- fenolové kyseliny (kyselina benzoová a jej deriváty, kyselina gallová a kyselina el-lagová)
- flavonoidy (flavonoly, flavony, isoflavony, flavanony, antokyanidíny, flavanoly)
- stilbeny (resveratrol)
- lignany (matairesinol, sekoisolariciresinol) [38]

Pre stanovenie celkového obsahu polyfenolov sa štandardne používa fotometrická metóda s Folin-Ciocalteuovým činidlom. V reakčnej zmesi dochádza k oxidácii fenolických zlúčenín a zmene zafarbenia a to vplyvom prítomných kyselín (fosfowoframovej a fosfomolybdenovej). K filtrátu vzorky sa pridá Folin-Ciocalteuové činidlo, demineralizovaná voda a po 5 minútach uhlčitan sodný. Po 15 minútach sa na spektrofotometri meria absorbanca pri vlnovej dĺžke 750 nm oproti slepému pokusu. Ako štandard sa používa kyselina gallová (KG). Výsledky celkového obsahu polyfenolov sa vyjadrujú ako mg ekvivalentu KG.g⁻¹ vzorky [39].

2.6 Antioxidačná aktivita

Voľným radikálom sa v súčasnosti venuje veľká pozornosť a sleduje sa ich negatívne pôsobenie na organizmus pri mnohých chorobách. Ide predovšetkým o reaktívne kyslíkové radikály (ROS – reactive oxygen species), a dusíkové radikály (RNS – reactive nitrogen species). Tieto radikály pôsobia na biologicky významné zlúčeniny, predovšetkým lipidy, bielkoviny a nukleové kyseliny, menia ich štruktúru a tým modifikujú ich funkciu. Kaskáda reakcií iniciovaná radikálmi vedie k následným zmenám v štruktúre buniek, k poškodeniu celých tkanív, orgánov a dôležitých funkcií organizmu. Reparatívne procesy v organizme nemôžu sami eliminovať poškodenie biomolekul, významnú rolu pri ochrane pred voľnými radikálmi hrá prevencia, tj. redukcia príčin ich vzniku. Jednou z možností ako organizmus chrániť pred vplyvom exogenných a endogenných voľných radikálov, je pôsobenie antioxidantov [40].

Antioxidanty hrajú dôležitú rolu v prevencii vzniku voľných radikálov a oxidatívneho stresu v biologických systémoch či potravinách. Rôzne antioxidanty sa líšia v redukčnej sile zhášať voľné radikály. Aktivita antioxidantov je definovaná ako schopnosť zlúčeniny inhibovať oxidačnú degradáciu rôznych zlúčenín (napr. zabraňovať lipoperoxidácii) [41].

Antioxidanty sú látky, ktoré predlžujú uchovateľnosť potravín tak, že ich chránia pred znehodnotením spôsobeným oxidáciou, ktorej prejavom je tuchnutie prítomných tukov a ďalších ľahko sa oxidujúcich zložiek potravín (napr. vonných látok) [26].

K prírodným látkam s antioxidačnými účinkami, ktoré sú prijímané potravou patria vitamíny C, E a karotenoidy. V poslednej dobe sa však omnoho väčší význam prikladá ďalším prírodným látkam, najmä polyfenolickým zlúčeninám. Medzi ne patria napr. flavonoidy, katechiny, fenolické kyseliny.

Väčšina prírodných antioxidantov je prijímaná ako súčasť zložitých zmesí, ktorých zložky môžu reagovať s rôznymi radikálmi rôznymi mechanizmami, môžu tiež na seba vzájomne pôsobiť (synergicky i inhibične). Preto je tiež snaha charakterizovať antioxidačnú aktivitu zmiešaných vzoriek i ako celku [40].

2.6.1 Metódy založené na eliminácii radikálov

Metódy spočívajúce v hodnotení schopnosti vzorku vychyávať voľné radikály. Radikály môžu byť v reakčnej zmesi generované alebo sú do reakčnej zmesi pridávané. Z hľadiska

chemického ide o radikály kyslíkové (hydroxyl, peroxy, superoxidový anion-radikál) alebo syntetické stabilné radikály (DPPH, ABTS^{•+}, galvinoxyl).

Metóda používajúca DPPH

Táto metóda je považovaná za jednu zo základných metódik pre posúdenie antiradikálových aktivít čistých látok i rôznych zmesí. Spočíva v reakcii testovanej látky so stabilným radikálom difenylpikrylhydrazylom – DPPH (1,1–difenyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl)hydrazyl). Pri reakcii dochádza k redukcii radikálu za vzniku DPPH-H (difenylpikrylhydrazin). Reakcia je najčastejšie sledovaná spektrofotometricky. Pokles absorbancie pri 517 nm sa meria buď po uplynutí určitého konštantného času alebo sa pracuje v kinetickom režime. Test sa dá robiť aj na mikrotitračných doštičkách. Reakcia sa dá sledovať i metódou elektrónovej spinovej rezonancie (ESR) alebo HPLC.

U zmesí sa radikálová aktivita niekedy vyjadruje v ekvivalentoch askorbovej kyseliny alebo v jednotkách štandardu Troloxu [40].

Metóda používajúca ABTS (metóda TEAC)

Je jednou zo základných a najpoužívanějších metód pre stanovenie celkovej antioxidačnej aktivity. Testuje schopnosť vzorky či látok zhasať kation-radikál ABTS^{•+} (2,2'-azinobis(3-ethyl-2,3-dihydrobenzotiazol-6-sulfonát)). Je tiež označovaná ako metóda TEAC (Trolox equivalent antioxidant capacity), vzhľadom k tomu, že výsledná antiradikálová aktivita vzorky je porovnávaná s antiradikálovou aktivitou syntetickej látky Troloxu (6-hydroxy-2,5,7-tetrametylchroman-2-karboxylová kyselina).

Zhášanie radikálu ABTS^{•+} antioxidantmi, ktoré sa chovajú ako donory vodíka, sa sleduje spektrofotometricky na základe zmien absorpčného spektra ABTS^{•+} (najčastejšie sa meria absorbancia pri 734 nm). V reakčnej zmesi sa kation-radikál ABTS^{•+} generuje oxidáciou ABTS. Prevažne je používaný systém ABTS/H₂O₂/peroxidáza alebo ABTS/metmyoglobin/H₂O₂. Pri vlastnom experimentálnom meraní sa používajú dva postupy. V prvom sa antioxidant pridáva do reakčnej zmesi, v ktorej už bol vytvorený radikál ABTS^{•+}. Častejšie sa využíva usporiadania, pri ktorom sa antioxidant pridáva k radikálu ABTS^{•+} už vyprodukovaného pomocou peroxidázy.

Celková antioxidačná aktivita vzoriek sa hodnotí parametrom TEAC. Označuje antioxidačnú kapacitu vzorky ekvivalentnej definovanému množstvu syntetického derivátu Troloxu. Pre čisté látky je TEAC definovaná ako milimolárna koncentrácia Troloxu vykazujúca rovnakú antioxidačnú aktivitu ako testovaná látka pri koncentrácii 1 mmol.l⁻¹. Pre zmesi

TEAC udáva koncentráciu Troloxu (mmol.l^{-1}), ktorá je rovná antioxidačnej aktivite vzorky [40].

II. PRAKTICKÁ ČASŤ

3 CIEĽ PRÁCE

Cieľom diplomovej práce bolo stanovenie vybraných analytických charakteristík, celkového obsahu polyfenolov a antioxidačnej aktivity vo vybraných vzorkách medu.

1. Formou literárnej rešerše charakterizovať med, popísať druhy medu, ich vlastnosti, chemické zloženie a biologicky aktívne látky v mede a uviesť prehľad metód využívaných pre stanovenie jednotlivých vybraných charakteristík, polyfenolických látok a antioxidačnej aktivity.
2. V rámci praktickej časti stanoviť základné analytické parametre medu - obsah vody, titračnú a aktívnu kyslosť, farbu medu, obsah cukrov - glukózy a fruktózy, obsah celkových polyfenolov a antioxidačnú aktivitu dvomi metódami, s DPPH a ABTS, vo vybraných vzorkách medu (kvetový, agátový, repkový, malinový, zmiešaný, lesný a medovicový).

4 MATERIÁL A PRÍSTROJE

4.1 Použité vzorky

V diplomovej práci bolo použité celkom 18 vzoriek medu, rôzneho druhu a pôvodu. Medy boli získané zo sezón 2013 a 2014. Pochádzajú z rôznych oblastí Slovenska, Česka a jedna vzorka z Rumunska. Vzorky boli získané od súkromných včelárov a vzorka z Rumunska bola zakúpená v obchodnej sieti. Prehľad analyzovaných vzoriek sa nachádza v tabuľke 6.

Tab. 6. Prehľad vzoriek medu

Značenie	Druh medu	Miesto zdroja	Krajina pôvodu
1	Kvetový	Bystřice pod Lopeníkem	ČR
2	Kvetový	Bánov	ČR
3	Kvetový	Zlín-centrum	ČR
4	Kvetový	Želechovice	ČR
5	Kvetový	Napajedla	ČR
6	Agátový	Veľký Krtíš	SR
7	Agátový	Rumunsko	RU
8	Repkový	Bánov	ČR
9	Malinový	Liesek	SR
10	Zmiešaný	Vyšný Kubín	SR
11	Zmiešaný	Vyšný Kubín	SR
12	Lesný	Zázrivá	SR
13	Lesný	Vápenice	ČR
14	Medovicový	Želechovice	ČR
15	Medovicový	Zlín-centrum	ČR
16	Medovicový	Napajedla	ČR
17	Medovicový	Valašské Meziříčí	ČR
18	Medovicový	Slušovice	ČR

4.2 Použité pomůcky a přístroje

- Analytické váhy (Voyager Pro, Švajčiarsko)
- Spektrofotometer (Libra S6 biochrom, Veľká Británie)
- Spektrofotometer (Lambda 25, Perkin Elmer, Veľká Británie)
- Vpichový pH meter (Hanna pH 211, ČR)
- Ultrazvuková čistička (PS04000A, Notus – Powersonic, SR)
- Elektrický varič
- Ručný refraktometer RMM
- Laboratórne sklo

4.3 Použité chemikálie

- Demineralizovaná voda
- Etanol (P. Švec, Chrudim, ČR)
- DPPH – difenylpikrylhydrazyl (Aldrich, USA)
- Kyselina octová (P. Lukeš, Uherský Brod, ČR)
- Kyselina askorbová (Fluka-Chemika, Švajčiarsko)
- ABTS – 2,2-azinobis(3-ethyl-2,3-dihydrobenzothiazol-6-sulfonát)) (Sigma, USA)
- $K_2S_2O_8$ – peroxidisíran draselný (P. Lukeš, Uherský Brod, ČR)
- Trolox – 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-karboxylová kyselina (Aldrich, USA)
- Folin-Ciocalteuovo činidlo (Penta, ČR)
- Uhličitan sodný (P. Lukeš, Uherský Brod, ČR)
- Kyselina gallová (Sigma, Nemecko)
- Hydroxid sodný (P. Lukeš, Uherský Brod, ČR)
- Indikátor Tashiro
- Indikátor Fenolftalein

- Hydrogenuhličitan sodný (Lachema, ČR)
- Roztok jódu (Penta, ČR)
- Kyselina sírová (P. Lukeš, Uherský Brod, ČR)
- Tiosíran sodný (P. Lukeš, Uherský Brod, ČR)
- Škrob (Penta, ČR)

5 METODIKA STANOVENIA

5.1 Stanovenie obsahu vody v mede

Obsah vody v mede bol stanovený pomocou špeciálneho ručného refraktometra RMM, ktorý má stupnicu kalibrovanú na obsah vody v mede v %. Každá vzorka medu bola meraná trikrát. Obsah vody v mede by mal byť do hodnoty 20 %. Med s vyšším obsahom má zníženú samoúdržnosť, môže dochádzať ku kvaseniu.

5.2 Stanovenie titračnej kyslosti medu

Pre titráciu bol pripravený odmerný roztok 0,1 M NaOH, ktorý bol štandardizovaný pomocou dihydrátu kyseliny šťavelovej a indikátora Tashiro. Pre štandardizáciu sa titrovalo odmerným roztokom NaOH do bodu ekvivalencie - zeleného zafarbenia. Výsledkom bol priemer z troch stanovení.

Pre stanovenie bolo do kádinky navážené 5 g vzorky medu s presnosťou na 0,001 g, pridalo sa 50 ml demineralizovanej vody, následne bola zmes 5 minút ultrazvukovaná. Potom sa pridalo 5 kvapiek fenolftaleinu (indikátor) a titrovalo sa odmerným roztokom NaOH do ružového zafarbenia, ktoré vydržalo 10 sekúnd. Titrácia bola vykonaná do 1 minúty. Výsledkom bol priemer z troch vykonaných stanovení u daných vzoriek.

Titračná kyslosť (TK) bola vyjadrená ako milimol kyseliny na 1 kg medu:

$$TK = \frac{a \cdot c}{n}$$

a - spotreba odmerného roztoku (ml)

c - presná koncentrácia NaOH (mol.l⁻¹)

n - presná navážka vzorky medu (kg)

5.3 Stanovenie pH - aktívnej kyslosti medu

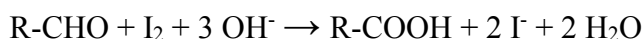
Aktívna kyslosť medu sa merala pomocou vpichového pH-metra v 10 % roztokoch medu. Zmes bola dôkladne rozpustená a ultrazvukovaná po dobu 5 minút. V takto pripravených roztokoch medu bolo merané pH u každej vzorky trikrát.

5.4 Stanovenie farby medu

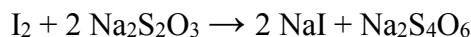
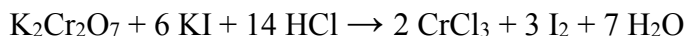
Intenzita farby sa stanovuje spektrofotometricky. Pre meranie sa použil 50 % roztok medu (10 g s presnosťou na 0,001 g doplnenej demineralizovanou vodou). Roztoky boli vložené na 5 minút do ultrazvuku a potom sa prefiltrovali cez papierový filter. U zfiltrovaných roztokov sa merala na spektrofotometri absorbancia pri dvoch rôznych vlnových dĺžkach, 450 nm a 720 nm. Výsledok sa uvádza ako rozdiel hodnôt absorbancií, meraných pri týchto vlnových dĺžkach. Konečný výsledok je priemerom troch stanovení.

5.5 Stanovenie obsahu glukózy a fruktózy v mede

Hlavnými zložkami medu je glukóza a fruktóza. Pri stanovení glukózy (aldózy) sa využíva jej oxidácia jódou v slabo alkalickom prostredí na kyselinu glukonovú, kedy sa prebytok jódu stanoví pomocou tiosíranu sodného (metóda Auerbacha-Bodländera-Borriese).

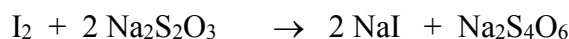
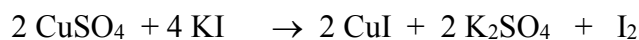


Odmerný roztok tiosíranu sodného sa štandardizoval na $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.



Fruktóza sa vypočítala z rozdielu redukujúcich cukrov (stanovených metódou podľa Luffa-Schoorla) a zisteného obsahu glukózy.

Metóda stanovenia redukujúcich cukrov je založená na ich schopnosti redukovať za varu v alkalickom prostredí meďnatú soľ na oxid meďný. Nezreagovaný prebytok meďnatej soli sa následne stanovil jodometricky, tak že v kyslom prostredí reaguje s jodidom draselným a uvoľnený jód sa titruje tiosíranom sodným a indikátorom škrobovým mazom.



5.5.1 Roztoky vzoriek medu

Do kadičky sa na analytických váhach s presnosťou na štyri desatinné miesta navážil 1 g vzorky medu, rozpustil v malom množstve demineralizovanej vody a roztok sa kvantitatívne previedol do 250 ml odmernej banky, ktorá sa doplnila po rysku demineralizovanou vodou.

5.5.2 Stanovenie obsahu glukózy v mede

Do Erlenmeyrovej banky so zábrusom sa pripravila reakčná zmes zložená z 25 ml roztoku vzorky, 50 ml uhličitanu sodného o koncentrácii $0,2 \text{ mol.l}^{-1}$, 50 ml hydrogenuhličitanu sodného o koncentrácii $0,2 \text{ mol.l}^{-1}$ a 15 ml roztoku jódu o koncentrácii $0,05 \text{ mol.l}^{-1}$. Banka sa uzavrela a nechala stáť v tme 1 hodinu. Obsah banky sa okyslil 12 ml 25 % H_2SO_4 a titrovalo sa roztokom tiosíranu sodného o koncentrácii $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$ s 1 ml škrobového mazu do odfarbenia. Stanovenie u každej vzorky prebehlo trikrát. Rovnakým spôsobom (bez vzorky, s vodou) sa zároveň pripravil slepý pokus.

Obsah glukózy v mg.g^{-1} v analyzovaných vzorkách bol vypočítaný podľa vzťahu:

$$S_G = \frac{(S_1 - a) \cdot C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot (M_{\text{glukózy}}/2) \cdot f_p}{n}$$

S_1 – spotreba $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ - slepý pokus [ml]

a – spotreba $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ - glukóza [ml]

c – koncentrácia $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ [mol.l^{-1}]

$M_{\text{glukózy}}$ – molárna hmotnosť glukózy $180,16 \text{ g.mol}^{-1}$

f_p – pomerový koeficient zriedenia

n – navážka medu [g]

5.5.3 Stanovenie obsahu redukujúcich cukrov v mede

Pre stanovenie redukujúcich cukrov sa vzorky medov zriedili. Zriedenie sa urobilo v 100 ml odmernej banke, do ktorej sa odpipetovalo 25 ml roztoku vzorky medu a doplnilo sa demineralizovanou vodou po rysku.

Do Erlenmeyrovej banky so zábrusom sa napipetovalo 25 ml Luffovho roztoku a 25 ml zriedenej vzorky. Banka sa na variči pod spätným chladičom behom dvoch až troch minút priviedla k varu a mierne varila 10 minút. Potom sa var prerušil a banka sa rýchlo ochladila prúdom studenej vody. K vychladnutému roztoku sa pridali 3 g KI a 20 ml 25 % H_2SO_4 a roztok sa ihneď titroval tiosíranom sodným o koncentrácii $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$ do odfarbenia s škrobovým mazom ako indikátorom. U každej vzorky sa stanovenie redukujúcich cukrov urobilo trikrát. Rovnakým spôsobom (s vodou) sa zároveň pripravila aj slepá vzorka. Zistil sa rozdiel spotrieb odmerného roztoku pri slepom pokuse a pri titrácii vzorky. Množstvo redukujúcich cukrov sa zistil z tabuľky. Táto hodnota sa vynásobila pomerovým koeficientom zriedenia a vzťahla na navážku medu – množstvo redukujúcich cukrov vyjadrené v mg.g^{-1} .

5.5.4 Stanovenie obsahu fruktózy v mede

Obsah fruktózy je daný rozdielom $S_{\text{Red}} - S_{\text{G}}$, kde S_{Red} je obsah redukujúcich cukrov a S_{G} obsah glukózy.

Získané výsledky obsahu glukózy a fruktózy v mede sú nakoniec vyjadrené v hmotnostných percentách (w/w).

5.6 Stanovenie celkového obsahu polyfenolov spektrofotometricky

Pre stanovenie celkového obsahu polyfenolov sa navážilo 10 g vzorky medu s presnosťou na 0,0001 g. Navážka vzorky medu sa rozpustila v 40 ml demineralizovanej vody. Takto pripravené roztoky vzoriek sa nechali 5 minút v ultrazvuku, potom sa prefiltrovali cez filtračný papier a kvantitatívne previedli do 50 ml odmerných baniek a doplnili po rysku demineralizovanou vodou.

5.6.1 Príprava reakčnej zmesi pre stanovenie celkového obsahu polyfenolov

Pre stanovenie celkového obsahu polyfenolov bola pripravená podľa predom experimentálne stanoveného postupu reakčná zmes s Folin-Ciocalteuovým činidlom:

- 0,1 ml filtrátu vzorky medu
- 1 ml demineralizovanej vody
- 1 ml 10 % Folin-Ciocalteuovho činidla

Pre stanovenie bol pripravený i slepý pokus, kde sa namiesto filtrátu vzorky medu napipetovalo 0,1 ml demineralizovanej vody.

Pripravené reakčné zmesi sa v skúmavkách zazátkovali, pretrepali a nechali stáť v tme 5 minút. Po 5 minútach sa do skúmaviek pridal 1 ml 10 % roztoku uhličitanu sodného. Skúmavky sa pretrepali, zazátkovali a opäť vložili do tmy na 15 minút, za občasného pretrepávania. Po uplynutí 15 minút sa odmerala absorbanca výluhu oproti slepému vzorku pri vlnovej dĺžke 750 nm.

Výsledné hodnoty obsahu celkových polyfenolov sa vyjadrili na základe prepočtu z kalibračnej krivky ako ekvivalent kyseliny gallovej (štandard).

5.6.2 Kalibračná krivka pre stanovenie celkového obsahu polyfenolov

Pre zostavenie kalibračnej krivky bol pripravený zásobný roztok kyseliny gallovej (štandard) o koncentrácii 1 mg.ml⁻¹. Nasledovne bola riedením pripravená kalibračná rada o koncentráciách: 0,4; 0,3; 0,2; 0,1; 0,05 a 0,03 mg.ml⁻¹. Reakčná zmes pre stanovenie kalibračnej krivky obsahovala rovnaké komponenty ako reakčná zmes pre filtrát vzorky, kde bol filtrát nahradený roztokom kyseliny gallovej. Slepý pokus obsahoval 0,1 ml demineralizovanej vody. Zmesi boli premerané na spektrofotometri pri vlnovej dĺžke 750 nm. Z nameraných hodnôt bol zostavený graf závislosti absorbancie na koncentrácii kyseliny gallovej. Zistila sa spojnice trendu a rovnica regresie. Z rovnice lineárnej regresie bola potom prepočítaná hodnota u filtrátu vzoriek na mg ekvivalentu kyseliny gallovej v 100 g vzorky.

5.7 Stanovenie antioxidačnej aktivity metódou DPPH

Metóda používajúca DPPH spočíva v reakcii testovanej látky so stabilným radikálom DPPH. Prítomnosť antioxidantov s antiradikálovou aktivitou spôsobí redukciu farebného stáleho radikálu DPPH na bezfarebnú molekulu. Reakcia je najčastejšie sledovaná spektrofotometricky. Pre stanovenie antioxidačnej aktivity vo vzorkách medu bola metóda DPPH zvolená vzhľadom k rýchlosti, citlivosti a reprodukovateľnosti výsledkov.

5.7.1 Příprava vzorky pre stanovenie antioxidačnej aktivity

Na analytických váhach bolo navážené 5 g vzorky medu s presnosťou na 0,0001 g. Navážka vzorky bola extrahovaná s 40 ml demineralizovanej vody a ultrazvukovaná 5 minút. Extrakt bol prefiltrovaný cez filtračný papier a kvantitatívne prevedený do 50 ml odmernej banky a doplnený demineralizovanou vodou. Takto pripravený roztok bol ďalej riedený a použitý k analýze.

5.7.2 Meranie antioxidačnej aktivity metódou DPPH

Pripravené roztoky medu boli riedené na koncentrácie 75, 50, 35, 25 a 15 %. Pre meranie bola použitá koncentrácia DPPH, ktorá bola experimentálne zistená ako najvhodnejšia – 0,02 mM v etanole. Do skúmaviek so zábrusom bola napipetovaná reakčná zmes, ktorá sa skladala z:

- 0,2 ml vzorku vodného extraktu medu
- 1,9 ml roztoku DPPH (0,02 mM)
- 1 ml acetátového tlmivého roztoku (pH = 5,5)

Skúmavka bola zazátkovaná a pretrepaná. Skúmavky boli uložené do tmy na 1 hodinu pri laboratórnej teplote. V priebehu reakcie boli skúmavky niekoľkokrát pretrepané. Po 1 hodine bola meraná absorbanca na spektrofotometri pri vlnovej dĺžke 517 nm oproti slepému vzorku.

Slepý pokus bol pripravený rovnako ako reakčná zmes s tým rozdielom, že namiesto DPPH bol použitý etanol (rozpušťač DPPH roztok). Pre výpočet inaktivácie bolo nutné premerať absorbanciu kontrolnej vzorky. Kontrolná vzorka bola pripravená zmiešaním 0,2 ml demineralizovanej vody, 1,9 ml DPPH a 1 ml acetátového tlmivého roztoku. Absorbanca u každého vzorku bola meraná trikrát.

Zo získaných hodnôt absorbancie kontrolných vzoriek a extraktu medu bola spočítaná inaktivácia v %.

Inaktivácia I [%] bola vypočítaná podľa vzťahu:

$$I = \frac{K-A}{K} \cdot 100$$

K - absorbanca kontrolného vzorku pri vlnovej dĺžke 517 nm

A – absorbanca roztoku vzorky pri vlnovej dĺžke 517 nm

Hodnoty inaktivácie boli nasledovne dosadené do kalibračnej krivky kyseliny askorbovej (štandardu) a vypočítané hodnoty mg ekvivalentu kyseliny askorbovej na gram vzorku.

5.7.3 Kalibračná krivka pre stanovenie antioxidačnej aktivity DPPH

Na prípravu kalibračnej krivky štandardu kyseliny askorbovej bol pripravený zásobný roztok kyseliny askorbovej o koncentrácii $0,3 \text{ mg.ml}^{-1}$. Zo zásobného roztoku boli pripravené roztoky základnej kalibračnej rady o koncentráciách: 0,2; 0,15; 0,1; 0,075; 0,05; 0,035; 0,025; $0,015 \text{ mg.ml}^{-1}$.

Pre zistenie inaktivácie sa pripravila reakčná zmes s kyselinou askorbovou:

- 0,2 ml roztoku z kalibračnej rady
- 1,9 ml roztoku DPPH (0,02 mM)
- 1 ml acetátového tlmivého roztoku (pH 5,5)

Podobne sa pripravila kontrolná a slepá vzorka, v kontrolnej vzorke namiesto roztoku z kalibračnej rady sa napipetovalo 0,2 ml demineralizovanej vody, v slepej vzorke bolo miesto roztoku DPPH napipetované 1,9 ml etanolu (rozpušťaadlo pre DPPH roztok).

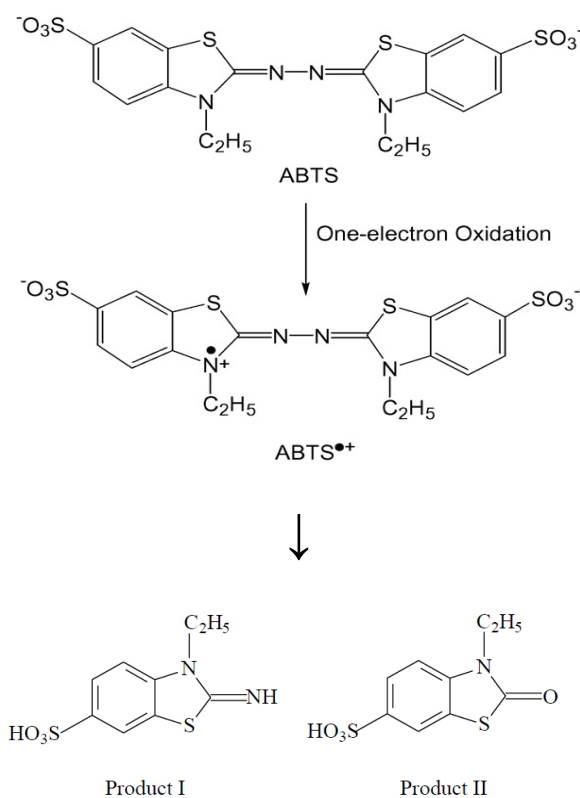
Skúmavky sa zazátkovali, pretrepali a nechali stáť v tme 1 hodinu. Po uplynutí 1 hodiny sa odmerala absorbanca pri vlnovej dĺžke 517 nm.

Inaktivácia roztokov štandardu kyseliny askorbovej sa vypočítala podľa vzťahu uvedeného v kapitole 5.7.2.

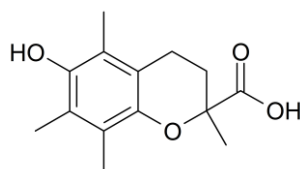
5.8 Stanovenie antioxidačnej aktivity metódou ABTS

Metóda testuje schopnosť vzorky zhášať kation-radikál ABTS^{*+} (2,2-azinobis(3-ethyl-2,3-dihydrobenzothiazol-6-sulfonát)). V reakčnej zmesi sa kation-radikál ABTS^{*+} generuje oxidáciou ABTS rôznymi zlúčeninami, chemicky napr. peroxidisíranom draselným. Vzorka antioxidantu sa môže pridať do reakčnej zmesi už pri generovaní radikálu, bežnejšie je však pridávaný k radikálu už k vytvorenému. Zhášanie radikálu sa prejaví zmenou absorpčného spektra (reakčná zmes sa odfarbuje) a sleduje sa spektrofotometricky pri vlnovej dĺžke 734 nm.

Antioxidačná aktivita sa hodnotí parametrom TEAC (Trolox equivalent antioxidant capacity) podľa bežne používaného štandardu syntetického derivátu vitamínu E s názvom Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2- karboxylová kyselina). Pre zmesi TEAC udáva koncentráciu Troloxu v mmol/l, ktorá je rovná antioxidačnej aktivite vzorku.



Obr. 1: Generovanie radikálu ABTS a vznik degradačných produktov pôsobením polyfenolov [42].



Obr. 2. Molekula Troloxu [42]

5.8.1 Príprava vzorky pre stanovenie antioxidačnej aktivity

Na analytických váhach bolo navážené 5 g vzorky medu s presnosťou na 0,0001 g. Navážka vzorky bola extrahovaná s 40 ml demineralizovanej vody. Každá extrakcia prebiehala 5

minút pod ultrazvukom. Extrakt bol prefiltrovaný cez filtračný papier a kvantitatívne prevedený do 50 ml odmernej banky a doplnený demineralizovanou vodou. Takto pripravený roztok bol ďalej riedený a použitý k analýze.

5.8.2 Meranie antioxidačnej aktivity metódou ABTS

Reakčná zmes bola pripravená podľa predom experimentálne stanoveného postupu:

- 0,0035 M roztok ABTS
- 0,06 M roztok $K_2S_2O_8$
- Generovaný radikál $ABTS^{*+}$
- Octanový tlmivý roztok o pH 4,3

Reakčná zmes sa pripravila zmiešaním tlmivého roztoku s roztokom ABTS a roztokom $K_2S_2O_8$ v pomere 39:1; 4 ml reakčnej zmesi sa zmiešalo s 50 μ l vzorky a nechalo sa stáť 30 minút v tme. Absorbancia sa merala pri vlnovej dĺžke 734 nm, ako slepý pokus bol použitý tlmivý roztok. Zmerala sa reakčná zmes oproti tlmivému roztoku (A_0) a absorbancia vzorky oproti tlmivému roztoku (A_1).

Inaktivácia I [%] sa vypočítala podľa vzťahu:

$$I = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \cdot 100$$

5.8.3 Kalibračná krivka pre stanovenie antioxidačnej aktivity ABTS

Na prípravu kalibračnej krivky štandardu Troloxu bol pripravený roztok Troloxu o koncentrácii 0,40 $mg \cdot ml^{-1}$. Z roztoku boli pripravené roztoky základnej kalibračnej rady o koncentráciách 0,30; 0,25; 0,20; 0,15; 0,10; 0,05; 0,01 $mg \cdot ml^{-1}$. Skúmavky sa nechali reagovať s reakčnou zmesou podľa postupu uvedeného v kapitole 5.8.2. Skúmavky sa zazátkovali, pretrepali a nechali stáť 30 minút v tme. Po uplynutí tohto času sa odmerala absorbancia reakčnej zmesi oproti tlmivému roztoku a absorbancia štandardu Troloxu oproti tlmivému roztoku pri vlnovej dĺžke 734 nm, ako slepý pokus bol použitý tlmivý roztok. Vypočítala sa inaktivácia I roztokov štandardu Troloxu podľa vzťahu uvedeného v kapitole 5.8.2.

6 VÝSLEDKY A DISKUSIA

V práci boli u 18 vzoriek medov stanovené obsah vody, titračná a aktívna kyslosť medu, farba medu a obsah glukózy a fruktózy v mede, celkový obsah polyfenolov a antioxidačná aktivita pomocou metódy DPPH a metódy ABTS.

6.1 Obsah vody v medoch

Postup merania obsahu vody u 18 vzoriek medu bol popísaný v kap. 5.1.

Obsah vody v mede bol meraný pomocou špeciálneho ručného refraktometra. Tabuľka 7 zhrňuje výsledky stanovených obsahov vody v medoch.

Tab. 7. Obsah vody vo vzorkách medu

Druh medu	Vzorka	Obsah vody [%] \pm S.D.
Kvetový	1	16,5 \pm 0
Kvetový	2	17,3 \pm 0,1
Kvetový	3	15,0 \pm 0
Kvetový	4	16,1 \pm 0,1
Kvetový	5	17,0 \pm 0,1
Agátový	6	14,5 \pm 0
Agátový	7	14,3 \pm 0
Repkový	8	19,5 \pm 0,2
Malinový	9	15,0 \pm 0
Zmiešaný	10	15,0 \pm 0
Zmiešaný	11	14,4 \pm 0,1
Lesný	12	14,2 \pm 0,1
Lesný	13	15,0 \pm 0
Medovicový	14	15,5 \pm 0
Medovicový	15	16,0 \pm 0,1
Medovicový	16	15,8 \pm 0
Medovicový	17	16,3 \pm 0,1
Medovicový	18	15,5 \pm 0

Nameraný obsah vody u 18 vzoriek medu sa pohyboval od hodnoty 14,2 % až do hodnoty 19,5 %. Najvyššia hodnota obsahu vody bola nameraná u vzorky repkového medu č. 8. Podobne vysoké hodnoty sa u ostatných medov nevyskytovali, boli do hodnoty 17,3 %.

Najnižší obsah vody 14,2 % bol zistený v lesnom mede vzorky č. 12 V zmiešanom mede č. 11 a agátovom mede č. 6 boli hodnoty obsahu vody okolo 14,5 %. U väčšiny vzoriek medu sa hodnota obsahu vody pohybovala okolo 15 %.

Zväzová norma Český med - norma akosti č. ČSV 1/1999 stanovuje maximálny limit obsahu vody vo všetkých druhoch medu 18 %, vyhláška č. 76/2003 Sb. požaduje maximálne 20 % vody [24]. Európska norma požaduje maximálne 20 % vody [10]. Všetky vzorky medu z diplomovej práce splňovali svojim obsahom Európsku normu a českú vyhlášku, normu Český med splnili vzorky medov až na vzorku č. 8 (repkový med z Bánova, ČR) s obsahom vody 19,5 %.

Kňazovická a kol. vo svojej štúdiu [43] porovnávali fyzikálno-chemické vlastnosti čerstvého repkového medu a repkového medu skladovaného pol roka. Obsah vody u 10 vzoriek medu bol stanovený pomocou refraktometra. Čerstvý repkový med obsahoval 18,3 % vody. Po pol roku skladovania sa obsah vody nevýznamne znížil na hodnotu 17,5 %. Hodnota obsahu vody stanovená v našej vzorke repkového medu bola vyššia, 19,5 %, bola najvyššou z hodnôt zistených v nami analyzovaných vzorkách medu.

V práci Krpana a kol. [44], kde sa zaoberali analýzou agátového medu z Chorvátska, zisťovali i obsah vody. Celkový obsah vody u 30 analyzovaných vzoriek agátového medu sa pohyboval v rozmedzí 15,36 – 19,48 %. V nami analyzovaných vzorkách agátových medov sa obsah vody pohyboval v rozmedzí 14,3 – 14,5 %, teda v nižších hodnotách.

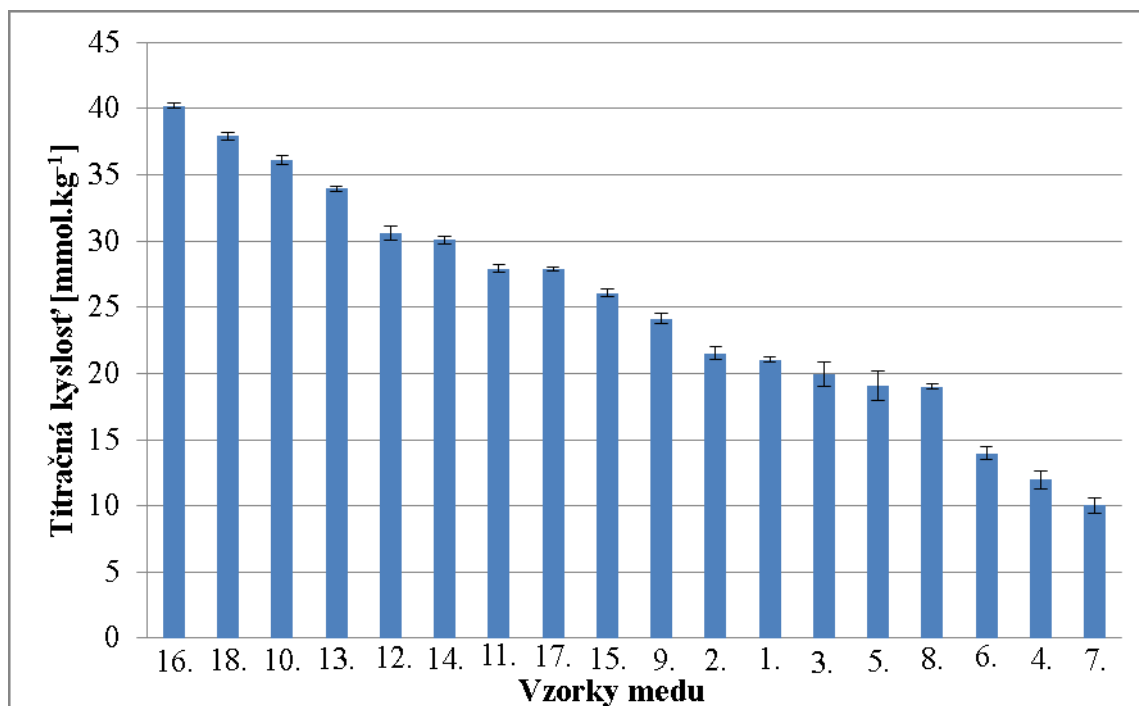
Cieľom štúdie Frausto-Reyes a kol. [45] bolo analyzovať vzorky mexických medov rôzneho botanického pôvodu, rôznych druhov, z rôznych klimatických podmienok. Hodnoty obsahu vody u analyzovaných vzoriek mexického medu sa pohybovali v rozmedzí 14,7 % až 20,0 %, u jedného medu bola zistená hodnota až 21 %. Podobne ako v štúdiu Frausto-Reyes a kol. boli v našej práci analyzované vzorky medov rôzneho botanického pôvodu, rôznych druhov. Obsah vody u 18 vzoriek medu v našej diplomovej práci sa pohyboval v podobnom rozmedzí a taktiež bola zistená najvyššia hodnota obsahu vody v jednodruhovom mede - repkovom.

6.2 Titračná kyslosť medov

Postup stanovenia titračnej kyslosti medu bol popísaný v kapitole 5.2.

Titračná kyslosť medu bola zisťovaná pomocou odmerného roztoku NaOH a indikátoru fenolftaleínu u celkom 18 vzoriek. Výsledná titračná kyslosť medu bola vyjadrená ako milimol kyseliny na 1 kg medu.

Obrázok 3 znázorňuje hodnoty titračnej kyslosti u jednotlivých vzoriek medu v zostupnom poradí.



Obr.3. Titračná kyslosť medov

Titračná kyslosť medov sa pohybovala v rozmedzí hodnôt od 10,03 mmol.kg⁻¹ do 40,22 mmol.kg⁻¹ vzorky medu. Z výsledkov stanovenia titračnej kyslosti bolo zistené, že priemerná hodnota titračnej kyslosti u 18 vzoriek medov skúmaných v diplomovej práci bola 25,09 mmol.kg⁻¹. Najvyššiu hodnotu titračnej kyslosti mal medovicový med č.16, priemerná hodnota u medovicových medov bola 32,44 mmol.kg⁻¹. Pomerne vysoká priemerná hodnota titračnej kyslosti 32,27 mmol.kg⁻¹ bola stanovená u lesných medov (vzorky č. 12 a 13). Zmiešaný med sa líšil svojou priemernou hodnotou (30,11 mmol.kg⁻¹) len málo od lesného medu. U kvetového medu bola zistená priemerná hodnota 20,39 mmol.kg⁻¹. Agátový med dosahoval najnižšieho priemeru zo stanovovaných 18 vzoriek (11,99 mmol.kg⁻¹), agátový med č. 7 mal najnižšiu hodnotu titračnej kyslosti (10,03 mmol.kg⁻¹).

V štúdií Kňazovickej a kol. [43], kde boli u 10 vzoriek repkového medu posudzované fyzikálno-chemické vlastnosti u čerstvého medu a medu po skladovaní pol roka, bola kyslosť

medu stanovovaná taktiež titračne. Titračná kyslosť repkového medu v čerstvom stave dosahovala hodnoty $12,7 \text{ mmol.kg}^{-1}$. Po pol roku skladovania medu sa kyslosť nevýznamne zvýšila na priemernú hodnotu $13,0 \text{ mmol.kg}^{-1}$. V porovnaní s našimi výsledkami bola u analyzovanej vzorky repkového medu stanovená hodnota titračnej kyslosti vyššia oproti štúdiu Kňazovickej a kol. ($18,99 \text{ mmol.kg}^{-1}$).

Pri analýze agátového medu v Chorvátsku Krpan a kol. [44] stanovili u 30 vzoriek tohto jednodruhového medu titračnú kyslosť, ktorá sa pohybovala v rozmedzí $6,94 - 12,19 \text{ mmol.kg}^{-1}$. Titračná kyslosť v našich vzorkách agátového medu dosiahla podobné hodnoty ako v tejto štúdiu, u vzorky č. 6: $13,96 \text{ mmol.kg}^{-1}$ a č. 7: $10,03 \text{ mmol.kg}^{-1}$.

6.3 Aktívna kyslosť pH medov

Postup stanovenia pH - aktívnej kyslosti medu bol popísaný v kapitole 5.3.

Aktívna kyslosť medu pH bola meraná u 18 vzoriek medu pomocou vpichového pH-metra, výsledné hodnoty sú zhrnuté v tab. 9.

Tab.8. Namerané hodnoty pH medov

Druh medu	Vzorka	pH medu \pm S.D.
Kvetový	1	$4,30 \pm 0,01$
Kvetový	2	$4,16 \pm 0,01$
Kvetový	3	$4,87 \pm 0,03$
Kvetový	4	$4,37 \pm 0,02$
Kvetový	5	$4,35 \pm 0,01$
Agátový	6	$3,92 \pm 0,01$
Agátový	7	$4,08 \pm 0$
Repkový	8	$4,00 \pm 0$
Malinový	9	$4,37 \pm 0,01$
Zmiešaný	10	$4,53 \pm 0,01$
Zmiešaný	11	$4,71 \pm 0,01$
Lesný	12	$4,71 \pm 0,03$
Lesný	13	$4,62 \pm 0,05$
Medovicový	14	$5,09 \pm 0$
Medovicový	15	$4,57 \pm 0,04$
Medovicový	16	$4,56 \pm 0$
Medovicový	17	$4,68 \pm 0,01$
Medovicový	18	$4,56 \pm 0,02$

Hodnoty pH medu sa pohybovali v rozmedzí od 3,92 do 5,09. Hodnota aktívnej kyslosti medu u všetkých analyzovaných 18 vzoriek bola v priemere 4,47. Najnižšie hodnoty boli stanovené u agátového medu č. 6 a 7, a u repkového medu č. 8. Najvyššie hodnoty pH boli namerané u medovicového medu č. 14 a kvetového medu č. 3. Priemerná hodnota pH medovicových medov bola 4,69. Podobné priemerné hodnoty, ale o niečo nižšie mali lesné medy (pH 4,67) a zmiešané medy (pH 4,62). Kvetové medy sa vyznačovali priemernou hodnotou pH 4,41.

Roshan a kol. [46] vo svojej štúdií analyzovali fyzikálno-chemické parametre 10 vzoriek kvetových medov zo západnej Austrálie. pH bolo stanovované v roztokoch medu pomocou pH metru. Hodnoty pH sa u skúmaných vzoriek medu pohybovali v rozmedzí od 4,0 do 4,7. V našej práci sa u 18 vzoriek medu pohybovali hodnoty pH vo veľmi podobnom rozmedzí.

Kivrak a kol. [47] vo svojej práci zhodnotili kvalitu 54 vzoriek medu z 18 rôznych oblastí Turecka. Hodnota pH u analyzovaných vzoriek medu bola meraná pomocou pH metra. Hodnoty pH u skúmaných vzoriek medu boli v rozmedzí od 3,33 do 5,54.

Pri štúdií marockého medu Charikem a kol. [48] bola stanovovaná hodnota pH u 73 rôznych vzoriek medov. Hodnoty pH sa u analyzovaných vzoriek medu pohybovali od 3,52 do 5,13. Hodnoty pH v tejto štúdií boli tiež veľmi podobné ako v nami analyzovaných vzorkách medu.

Fechner a kol. [49] analyzovali 142 vzoriek medov s rôznym botanickým pôvodom z provincie Cirrientes (Argentína). Stanovovali deväť fyzikálno-chemických parametrov, i pH. Hodnoty pH u vzoriek medu sa pohybovali v intervale 3,67 až 5,4. Priemerná hodnota pH bola 4,56. I rozsah hodnôt v tejto práci bol podobný rozsahu hodnôt nami analyzovaných vzoriek medu s priemernou hodnotou pH 4,47.

Kurtagić a kol. [50] vo svojej štúdií skúmali pH u 48 vzoriek rôznych druhov medu z Bosny a Hercegoviny získaných z rôznych klimatických oblastí v odlišných nadmorských výškach a vegetačných obdobiach. pH testovaných vzoriek medu sa pohybovalo v intervale hodnôt od 3,48 do 5,60, to sú podobné hodnoty ako v našej práci.

6.4 Farba medov

Intenzita farby u 18 vzoriek medov bola stanovovaná spektrofotometricky. Postup stanovenia farby medu bol popísaný v kapitole 5.4.

Výsledky stanovenia farby medu sú výsledkom rozdielu absorbancií nameraných pri vlnových dĺžkach 450 nm a 720 nm. Výsledné hodnoty rozdielu absorbancií ΔA sú zhrnuté v tabuľke 9.

Tab. 9. Farba medov - rozdiel absorbancií

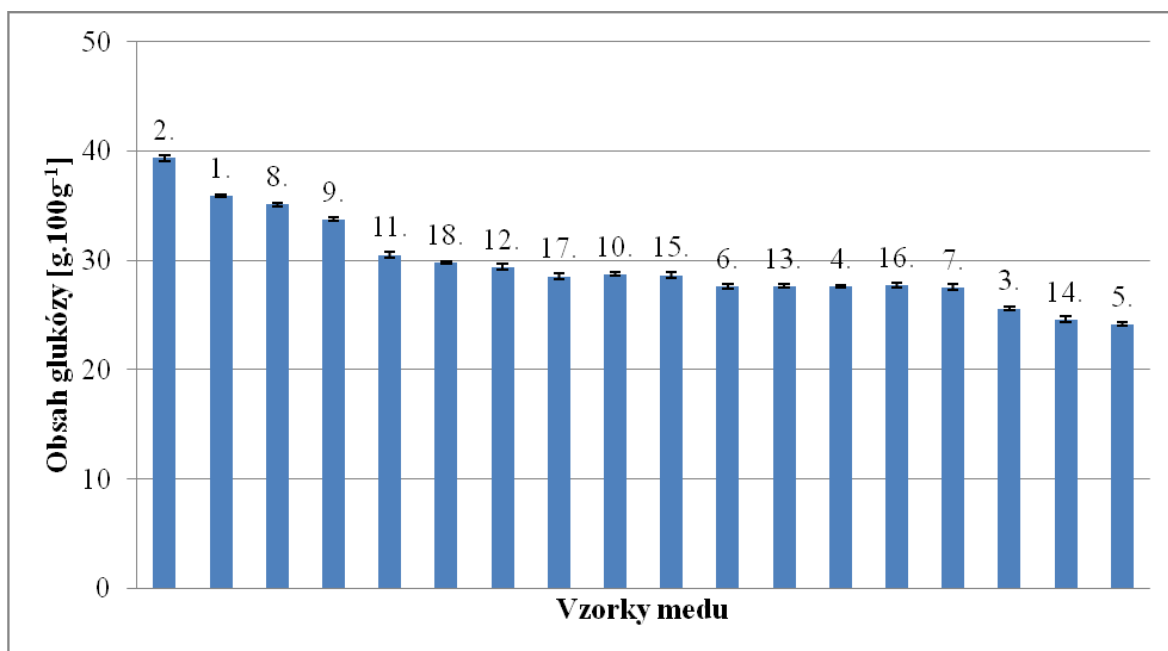
Druh medu	Vzorka	$\Delta A [-] \pm S.D.$
Kvetový	1	0,293±0,016
Kvetový	2	0,255±0,018
Kvetový	3	0,294±0,024
Kvetový	4	0,238±0,013
Kvetový	5	0,273±0,010
Agátový	6	0,139±0,009
Agátový	7	0,148±0,014
Repkový	8	0,183±0,016
Malinový	9	0,491±0,018
Zmiešaný	10	0,467±0,019
Zmiešaný	11	0,435±0,013
Lesný	12	0,552±0,024
Lesný	13	0,568±0,020
Medovicový	14	0,768±0,022
Medovicový	15	0,745±0,027
Medovicový	16	0,801±0,020
Medovicový	17	0,753±0,025
Medovicový	18	0,817±0,031

Najvyššia intenzita zafarbenia bola stanovená v medovicovom mede č. 18, nižšou intenzitou sa vyznačovali ostatné medovicové medy č. 16, 17 a tiež 14. Priemerná hodnota rozdielu absorbancií u medovicových medov bola 0,777. Najnižšiu hodnotu zafarbenia mali agátové medy č. 6 a 7, v priemere dosiahli hodnoty ΔA 0,144. U kvetového medu bola stanovená priemerná hodnota rozdielu absorbancií 0,271. Lesné medy môžeme zaradiť svojou intenzitou farby k tým tmavším, priemerná hodnota ΔA u našich vzoriek bola 0,560. Zmiešané medy sa svojim zafarbením od lesných medov líšili len málo, priemerná hodnota ΔA bola u nich stanovená na 0,450.

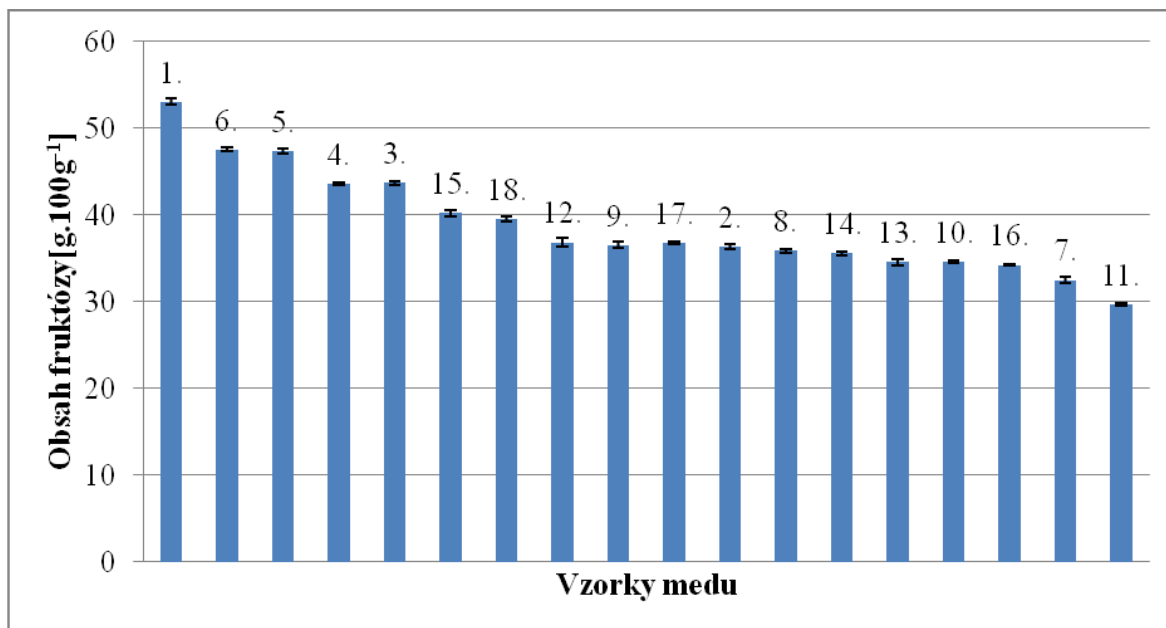
6.5 Obsah glukózy a fruktózy

Postup stanovenia obsahu glukózy a fruktózy u 18 analyzovaných vzoriek medu pomocou metódy Auerbacha-Bodländera-Borriesa bol popísaný v kap. 5.5.

Obsah glukózy v zostupnom poradí znázorňuje graf na obrázku 4 a obsah fruktózy je uvedený v zostupnom poradí na obrázku 5.



Obr. 4. Obsah glukózy v medoch



Obr. 5. Obsah fruktózy v medoch

Najvyššia hodnota obsahu glukózy zo všetkých 18 vzoriek medov bola stanovená vo vzorke č. 2 kvetového medu, nasledoval kvetový med č. 1 a repkový med č. 8. Najnižšia hodnota bola stanovená tiež u kvetového medu vzorky č. 5. Obsah glukózy bol u kvetových medov stanovený v priemere $30,57 \text{ g.100g}^{-1}$. Agátové medy obsahovali menej glukózy oproti kvetovým medom, priemerne $27,6 \text{ g.100g}^{-1}$. Priemerná hodnota obsahu glukózy u medovícových medov bola $27,86 \text{ g.100g}^{-1}$. Zmiešané medy obsahovali priemerne $29,70 \text{ g.100g}^{-1}$ glukózy a lesné medy podobne $28,95 \text{ g.100g}^{-1}$.

Stanovený obsah fruktózy u 18 vzoriek medu sa pohyboval v rozmedzí od hodnoty $29,8 \text{ g.100g}^{-1}$ až do hodnoty $52,7 \text{ g.100g}^{-1}$, v priemere $38,87 \text{ g.100g}^{-1}$. Najvyššia hodnota fruktózy bola stanovená vo vzorke č. 1 kvetového medu, podobne ako u obsahu glukózy. Vysokú hodnotu fruktózy mal tiež agátový med č. 6 pôvodom zo Slovenska. Druhá vzorka agátového medu č. 7 pôvodom z Rumunska obsahovala o $15,7 \text{ g.100g}^{-1}$ menej fruktózy ako agátový med zo Slovenska. Rozdiel môže byť spôsobený odlišným klimatickým pásmom, z ktorého vzorky pochádzali a ďalšími faktormi. Priemerná hodnota obsahu fruktózy u kvetových medov bola $44,87 \text{ g.100g}^{-1}$. Najnižšia hodnota fruktózy bola stanovená u zmiešaného medu č. 11. Obsah fruktózy sa pohyboval u zmiešaného medu v priemere $32,15 \text{ g.100g}^{-1}$. Vo vzorkách lesných medov bola fruktóza obsiahnutá v priemere $36,27 \text{ g.100g}^{-1}$.

Cieľom štúdie El Sohaimy a kol. [51] bolo zhodnotiť fyzikálno-chemické vlastnosti medu s rôznym pôvodom. Vo vzorkách medu, ktoré v tejto štúdií analyzovali, boli hodnoty fruktózy od 4,48 do 50,78 g.100g⁻¹ a hodnoty glukózy od 10,63 do 26,54 g.100g⁻¹.

V nami analyzovaných vzorkách medu v práci sa obsah fruktózy pohyboval v rozmedzí 29,8 - 52,7 g.100g⁻¹ a obsah glukózy 24 - 39,1 g.100g⁻¹. Vzorky medu štúdie El Sohaimy a kol. pochádzali z úplne odlišného klimatického pásma, čo môže byť príčinou rozdielu hodnôt obsahu fruktózy a glukózy oproti našim vzorkám medu.

Boussaid a kol. [52] stanovovali vo svojej štúdií obsah fruktózy a glukózy v 6 vzorkách medov z Tuniska. Obsah fruktózy sa pohyboval v rozmedzí 35,78 až 37,84 % a obsah glukózy 31,07 až 36,58 %.

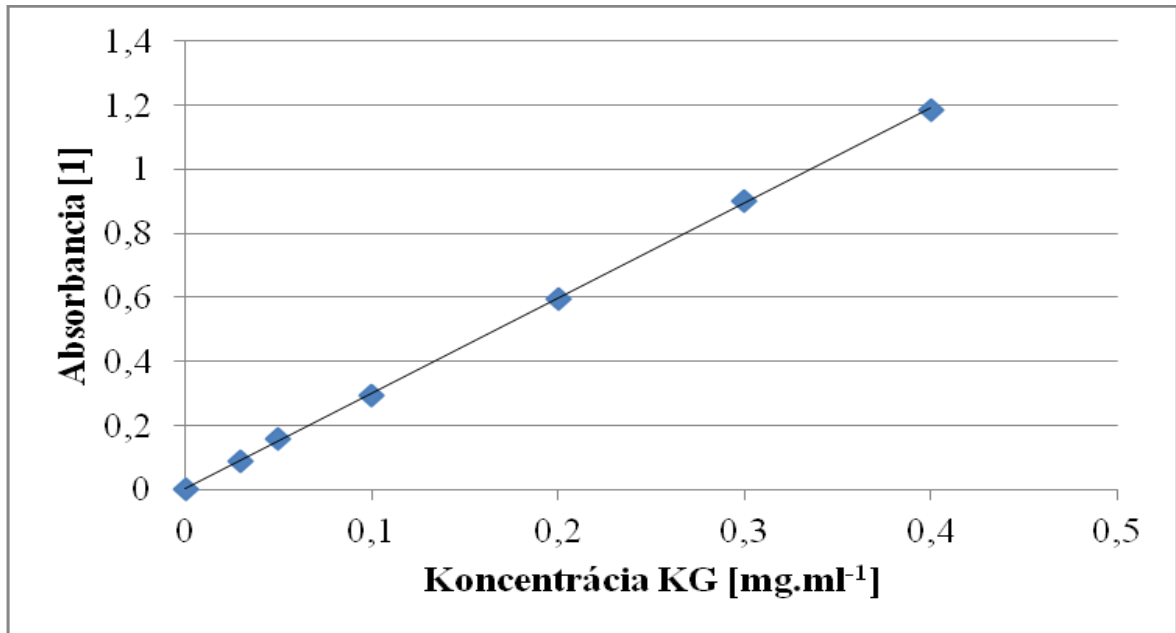
V štúdií Escuredo a kol. [53] určovali obsah fruktózy a glukózy u 136 vzoriek rôznych druhov medu. Obsah fruktózy bol stanovený v rozmedzí hodnôt 32,9 až 42,3 % a obsah glukózy 23,2 - 38,7 %. V našej diplomovej práci dosahoval obsah fruktózy u kvetových medov až 52,7 %, vysokú hodnotu obsahu fruktózy mal agátový med 47,8 %, najnižšiu hodnotu obsahu fruktózy mal zmiešaný med. Obsah glukózy v medoch sa v našej práci od tejto štúdie moc nelíšil, pohyboval sa v rozmedzí 24 až 39,1 %.

6.6 Celkový obsah polyfenolov

Postup stanovenia celkového obsahu polyfenolov u 18 vzoriek medu bol popísaný v kapitole 5.6.

6.6.1 Kalibračná krivka kyseliny gallovej

Kalibračná krivka kyseliny gallovej bola zostavená podľa postupu popísanom v kapitole 5.6.2. Obrázok 6 znázorňuje graf kalibračnej krivky kyseliny gallovej.



Obr. 6. Kalibračná krivka kyseliny gallovej

Rovnica regresie určená z kalibračnej krivky má tvar:

$$y = 2,9662x + 0,0027$$

y – absorbancia [1]

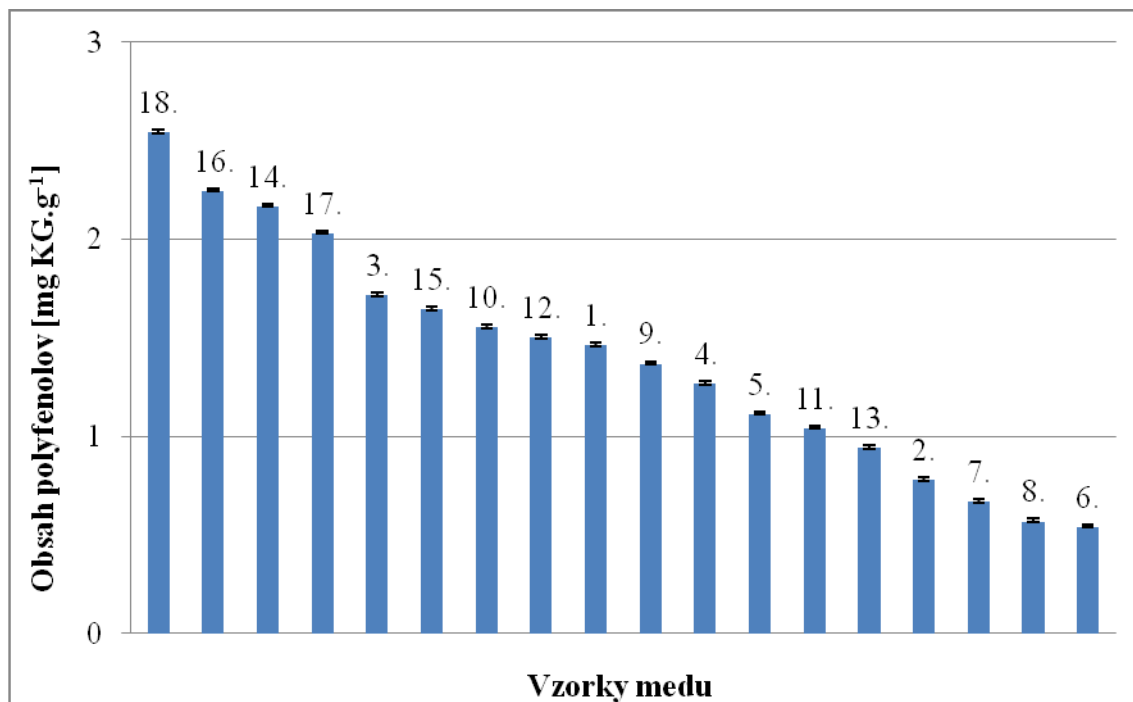
x – koncentrácia kyseliny gallovej [mg.ml⁻¹]

Hodnota spoľahlivosti $R^2 = 0,9998$

6.6.2 Celkový obsah polyfenolov v medoch

Pomocou Folin-Ciocalteuovho činidla bol spektrofotometricky stanovený celkový obsah polyfenolov celkom u 18 vzoriek medu. Na obrázku 7. je zostrojený graf celkového obsahu polyfenolov stanovených v mede v zostupnom poradí.

Hodnoty absorbancie jednotlivých vzoriek medu boli dosadené do rovnice regresie kalibračnej krivky kyseliny gallovej. Hodnoty celkového obsahu polyfenolov boli vyjadrené ako miligram ekvivalentu kyseliny gallovej na gram vzorky medu.



Obr. 7. Celkový obsah polyfenolov stanovený v medoch

Celkové množstvo polyfenolov stanovené v medoch sa pohybovalo v rozsahu hodnôt 0,540-2,542 mg ekv.KG.g⁻¹, priemerná hodnota bola 1,397 mg ekv.KG.g⁻¹. Najvyššia hodnota celkového obsahu polyfenolov bola zistená v medovicovom mede č. 18. Podobne vysoké hodnoty celkového obsahu polyfenolov boli zistené tiež v medovicovom mede vzoriek č. 16, 14 a 17. Priemerná hodnota stanovená v medovicových medoch bola 2,126 mg ekv.KG.g⁻¹. Najvyššia hodnota celkového obsahu polyfenolov u kvetových medov bola stanovená v kvetovom mede č. 3 (1,715 mg ekv.KG.g⁻¹), o niečo nižšia hodnota bola v kvetovom mede č. 1 (1,462 mg ekv.KG.g⁻¹), kvetové medy obsahovali v priemere 1,267 mg ekv.KG.g⁻¹. Pomerne vysoká hodnota bola stanovená u jednej vzorky lesného medu č. 12 (1,501 mg ekv.KG.g⁻¹), naopak u druhej vzorky č. 13 bola hodnota o dosť nižšia (0,941 mg ekv.KG.g⁻¹). U zmiešaného medu bola zistená priemerná hodnota polyfenolov 1,298 mg ekv.KG.g⁻¹. Najnižšie hodnoty celkového obsahu polyfenolov boli stanovené u jednodruhových kvetových medov, u agátového medu č. 6 (0,5402 mg ekv.KG.g⁻¹) a č. 7 (0,668 mg ekv.KG.g⁻¹). Nízky celkový obsah polyfenolov mal tiež repkový med č. 8 (0,5679 mg ekv.KG.g⁻¹).

Vo svojej práci sa Krpan a kol. [44] zaoberali stanovením celkového obsahu fenolických látok 30 vzoriek agátového medu z chorvátskeho územia. Obsah celkových fenolov u analyzovaných vzoriek sa pohyboval v rozmedzí od 0,03172 mg ekv.KG.g⁻¹ do 0,08011

mg ekv.KG.g⁻¹. U vzoriek agátových medov (č. 6 a 7) v našej práci boli stanovené pomerne vyššie hodnoty celkového obsahu polyfenolov, (0,540 - 0,668 mg ekv.KG.g⁻¹), za rozdiely môže byť zodpovedných niekoľko faktorov ako rozdielna metóda stanovenia, rozdielny pôvod vzoriek apod.

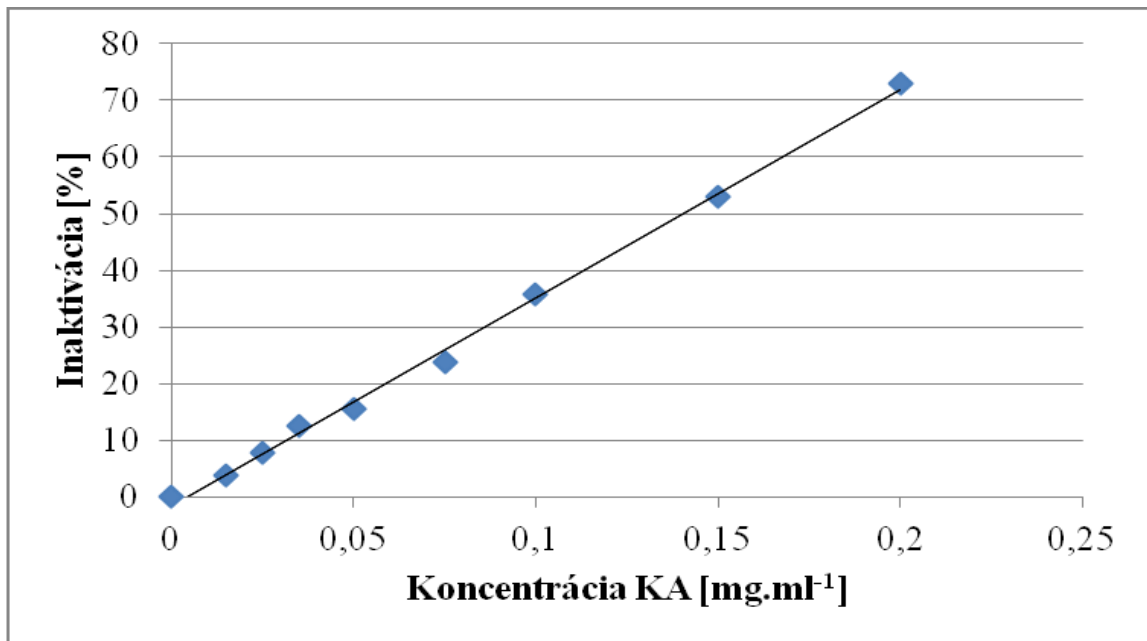
Dvadsaťdva vzoriek rôznych druhov kvetových medov zo západnej časti Nepálu bolo skúmaných na antioxidačné vlastnosti a celkový obsah fenolov. Neupane a kol. [54] v tomto výskume použili modifikovaný postup s Folin-Ciocalteuovým činidlom pre stanovenie celkového obsahu polyfenolov. Celkový obsah fenolických látok v mede, odobratých z vysokej a nízkej nadmorskej výšky, bol v rozmedzí hodnôt od 0,4190 do 1,5487 mg ekv.KG.g⁻¹. Hodnota celkového obsahu polyfenolov u vzoriek kvetových medov v našej práci sa pohybovala od 1,113 do 1,715 mg ekv.KG.g⁻¹. Nižšie hodnoty boli stanovené u svetlých medov, agátových medov a repkového medu.

6.7 Antioxidačná aktivita metódou DPPH

Pomocou metódy DPPH bola zisťovaná antioxidačná aktivita u 18 vzoriek medu. Postup metódy DPPH bol popísaný v kapitole 5.7.

6.7.1 Kalibračná krivka kyseliny askorbovej

Podľa postupu popísaného v kapitole 5.7.3 bola zostavená kalibračná krivka kyseliny askorbovej (KA). Kalibračná krivka bola zostavená pre koncentrácie: 0,015; 0,025; 0,035; 0,05; 0,075; 0,1; 0,15 a 0,2 mg.ml⁻¹. Na obrázku 8. je zostrojený graf pre kalibračnú krivku kyseliny askorbovej.



Obr. 8. Kalibračná krivka kyseliny askorbovej

Rovnica regresie určená z kalibračnej krivky má tvar:

$$y = 366,22x - 1,4449$$

y – inaktivácia I [%]

x – koncentrácia štandardu kyseliny askorbovej [mg.ml⁻¹]

Hodnota spoľahlivosti $R^2 = 0,9975$.

6.7.2 Antioxidačná aktivita medov stanovená metódou DPPH

Antioxidačná aktivita všetkých 18 vzoriek medu bola stanovovaná spektrofotometricky, podľa postupu popísaného v kapitole 5.7.2.

Z hodnôt zistených absorbancií bola vypočítaná hodnota inaktivácie, ktorá bola následne dosadená do rovnice regresie kalibračnej krivky kyseliny askorbovej.

Výsledné hodnoty antioxidačnej aktivity analyzovaných vzoriek medu zhrňuje tabuľka 10.

Tab. 10. Antioxidačná aktivita medov

Druh medu	Vzorka	Inaktivácia [%]	Antioxidačná aktivita [mg ekv.KA. g ⁻¹] \pm S.D.
Kvetový	1	19,037	0,278 \pm 0,008
Kvetový	2	18,182	0,266 \pm 0,012
Kvetový	3	76,810	1,061 \pm 0,019
Kvetový	4	26,349	0,379 \pm 0,020
Kvetový	5	27,121	0,387 \pm 0,028
Agátový	6	6,849	0,113 \pm 0,013
Agátový	7	17,345	0,256 \pm 0,018
Repkový	8	19,257	0,281 \pm 0,009
Malinový	9	28,943	0,412 \pm 0,003
Zmiešaný	10	40,224	0,567 \pm 0,003
Zmiešaný	11	32,684	0,462 \pm 0,014
Lesný	12	34,745	0,491 \pm 0,009
Lesný	13	35,724	0,505 \pm 0,017
Medovicový	14	72,027	0,998 \pm 0,003
Medovicový	15	52,320	0,731 \pm 0,013
Medovicový	16	76,596	1,012 \pm 0,018
Medovicový	17	85,764	0,995 \pm 0,011
Medovicový	18	71,615	1,187 \pm 0,013

Antioxidačná aktivita medov stanovená pomocou metódy DPPH sa pohybovala v rozmedzí hodnôt od 0,113 mg ekv.KA.g⁻¹ do 1,187 mg.g⁻¹, v priemere 0,577 mg ekv.KA.g⁻¹. Najvyššie hodnoty antioxidačnej aktivity boli stanovené v tmavých medovicových medoch s priemernou hodnotou 0,985 mg ekv.KA.g⁻¹. Nasledovali medy zmiešané s priemernou hodnotou 0,515 mg ekv.KA.g⁻¹ a lesné medy s hodnotou 0,498 mg ekv.KA.g⁻¹. Najnižšie hodnoty boli stanovené u medov kvetových a svetlých agátových. Antioxidačná aktivita u kvetových medov dosiahla priemernej hodnoty 0,474 mg ekv.KA.g⁻¹, u agátových medov bol stanovený priemer 0,185 mg ekv.KA.g⁻¹. Malinový med mal antioxidačnú aktivitu blízku medom kvetovým (0,412 mg ekv.KA.g⁻¹).

Z našich stanovení môžeme teda konštatovať, že tmavšie medy (medovicové, lesné) majú vyššie hodnoty antioxidačnej aktivity, ako medy svetlé (agátové, repkové, kvetové).

Lachman a kol. vo svojej práci [55] stanovovali antioxidačnú aktivitu u 40 vzoriek rôznych druhov medu pomocou metódy DPPH. Hodnoty antioxidačnej aktivity sa pohybovali v rozmedzí od 0,109 mg ekv.KA.g⁻¹ do 0,442 mg ekv.KA.g⁻¹. To sú hodnoty v rámci stano-

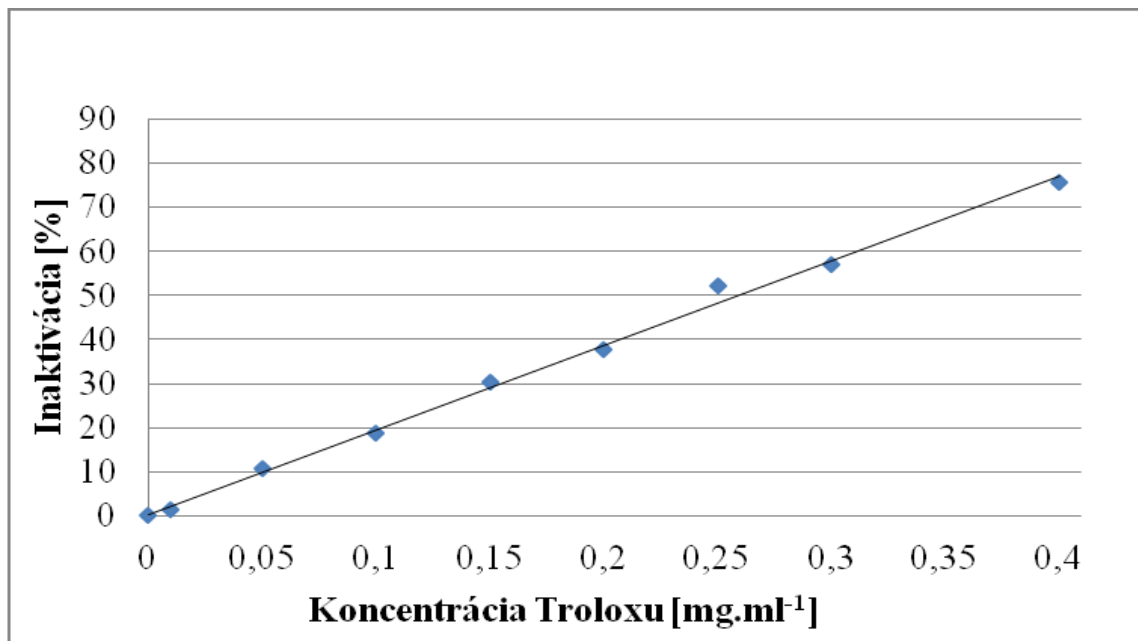
vených výsledkov u kvetových a agátových medov našich vzoriek. Hodnoty antioxidačnej aktivity u medovicových vzoriek sa pohybovali vo vyššom rozmedzí.

6.8 Antioxidačná aktivita metódou ABTS

Antioxidačná aktivita bola stanovená u všetkých vzoriek medu spektrofotometricky aj metódou ABTS. Postup metódy bol popísaný v kapitole 5.8.

6.8.1 Kalibračná krivka metódy ABTS

Podľa postupu popísaného v kapitole 5.8.2 bola zostavená kalibračná krivka štandardu Troloxu. Kalibračná krivka bola zostavená pre koncentrácie 0,40; 0,30; 0,25; 0,20; 0,15; 0,10; 0,05; 0,01 mg.ml⁻¹. Pre kalibračnú krivku štandardu Troloxu bol zostrojený graf na obrázku 9.



Obr. 9. Kalibračná krivka štandardu Troloxu

Rovnica regresie určená z kalibračnej krivky má tvar:

$$y = 191,34x + 0,4163$$

y – inaktivácia I [%]

x – koncentrácia štandardu Troloxu [$\text{mg}\cdot\text{ml}^{-1}$]

Hodnota spoľahlivosti $R^2 = 0,9961$.

6.8.2 Antioxidačná aktivita medov stanovená metódou ABTS

Antioxidačná aktivita vzoriek medu bola pomocou metódy ABTS stanovená spektrofotometricky pri vlnovej dĺžke 734 nm. Hodnota inaktivácie [%], ktorá bola vypočítaná z hodnôt absorbancie, sa dosadila do rovnice regresie a vyjadrená ako ekvivalent redukčnej účinnosti štandardu Troloxu v $\text{mg}\cdot\text{ekv. Troloxu}\cdot\text{g}^{-1}$. Výsledky stanovenia antioxidačnej aktivity zhrňuje tabuľka 11.

Tab. 11. Antioxidačná aktivita medov

Druh medu	Vzorka	Inaktivácia [%]	Antioxidačná aktivita [$\text{mg}\cdot\text{ekv. TE}\cdot\text{g}^{-1}$] \pm S.D.
Kvetový	1	15,211	0,385 \pm 0,016
Kvetový	2	17,687	0,447 \pm 0,082
Kvetový	3	25,607	0,655 \pm 0,021
Kvetový	4	13,054	0,330 \pm 0,010
Kvetový	5	19,331	0,492 \pm 0,095
Agátový	6	6,381	0,155 \pm 0,024
Agátový	7	5,666	0,136 \pm 0,020
Repkový	8	8,020	0,190 \pm 0,002
Malinový	9	15,803	0,395 \pm 0,077
Zmiešaný	10	25,835	0,660 \pm 0,030
Zmiešaný	11	21,306	0,537 \pm 0,016
Lesný	12	22,057	0,560 \pm 0,011
Lesný	13	22,885	0,583 \pm 0,007
Medovicový	14	33,982	0,875 \pm 0,033
Medovicový	15	23,090	0,592 \pm 0,043
Medovicový	16	34,520	0,891 \pm 0,090
Medovicový	17	32,854	0,845 \pm 0,020
Medovicový	18	34,897	0,896 \pm 0,025

Antioxidačná aktivita, stanovená pomocou metódy ABTS, sa u analyzovaných 18 vzoriek medov pohybovala v rozmedzí od 0,136 mg ekv.TE.g⁻¹ do 0,896 mg ekv.TE.g⁻¹ s priemernou hodnotou 0,535 mg ekv.TE.g⁻¹. Najnižšia hodnota antioxidačnej aktivity bola stanovená vo svetlých jednodruhových agátových medoch č. 7 a č. 6, v priemere 0,146 mg ekv.TE.g⁻¹. Nízku hodnotu mal aj svetlý repkový med č. 8 (0,190 mg ekv.TE.g⁻¹). U ďalších vzoriek kvetových medov boli hodnoty antioxidačnej aktivity vyššie, so zisteným priemerom 0,462 mg ekv.TE.g⁻¹. Malinový med mal antioxidačnú aktivitu blízku medom kvetovým (0,395 mg ekv.TE.g⁻¹). Najvyššie hodnoty boli stanovené u tmavých medovicových medov č. 17, 14, 16 a 18, v rozmedzí od 0,8453 do 0,8960 mg ekv.TE.g⁻¹ so stanovenou priemernou hodnotou 0,876 mg ekv.TE.g⁻¹.

Lachman a kol. vo svojej štúdií [55] stanovovali antioxidačnú aktivitu u 40 vzoriek rôznych druhov medu i pomocou metódy ABTS. Hodnoty antioxidačnej aktivity v tejto štúdií sa pohybovali v rozmedzí od 0,431 mg ekv.TE.g⁻¹ do 1,026 mg ekv.TE.g⁻¹. Najvyššie hodnoty vykazovali tmavé medovicové medy, nízke hodnoty boli u svetlých kvetových medov. Hodnoty antioxidačnej aktivity stanovovanej pomocou metódy ABTS v našich vzorkách medu boli v rozmedzí od 0,136 mg ekv.TE.g⁻¹ do 0,896 mg ekv.TE.g⁻¹. Rovnako ako v tejto štúdií vykazovali naše tmavé medovicové medy najvyššie hodnoty antioxidačnej aktivity a u svetlých kvetových medov boli hodnoty najnižšie.

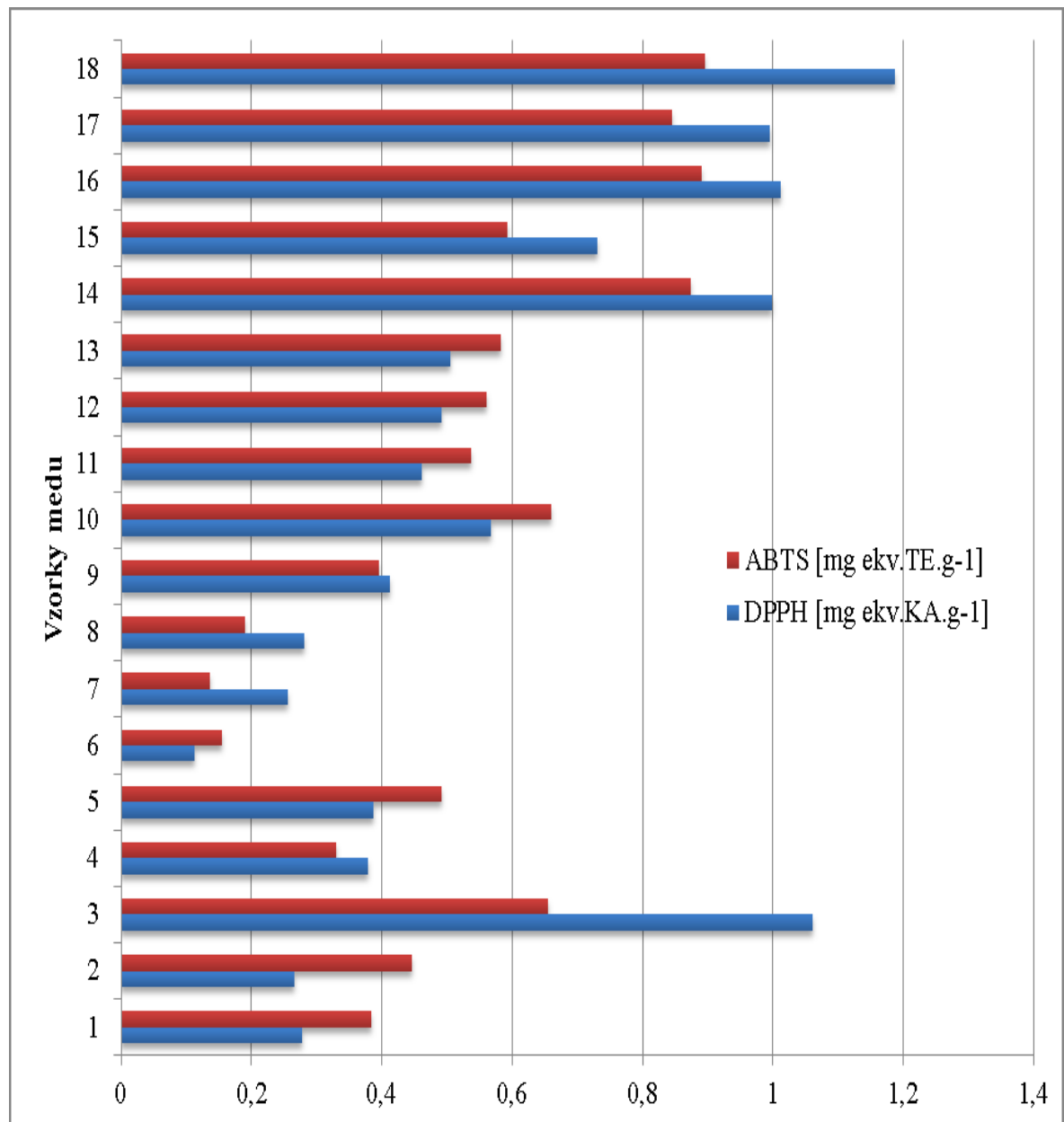
Vzhľadom k rozdielnym metódam stanovenia a tým neporovnateľným hodnotám udávaným pre antioxidačnú aktivitu v mnohých vedeckých prácach nie je možné vo väčšine prípadov porovnať naše výsledky s výsledkami iných autorov.

6.9 Porovnanie antioxidačnej aktivity medov

Porovnanie antioxidačnej aktivity medov stanovenej pomocou DPPH a ABTS metód je na obrázku 10.

Z našich stanovení antioxidačnej aktivity metódou DPPH a ABTS je zrejmé, že najvyššie hodnoty antioxidačnej aktivity sa vyskytovali u tmavých medovicových medov č. 18, 17, 16 a 14, ďalej nasledovali lesné medy č. 12 a 13. Zmiešané medy č. 10 a 11 sa svojimi hodnotami približovali medom lesným, potom nasledovali medy kvetové, kde výrazne pre-

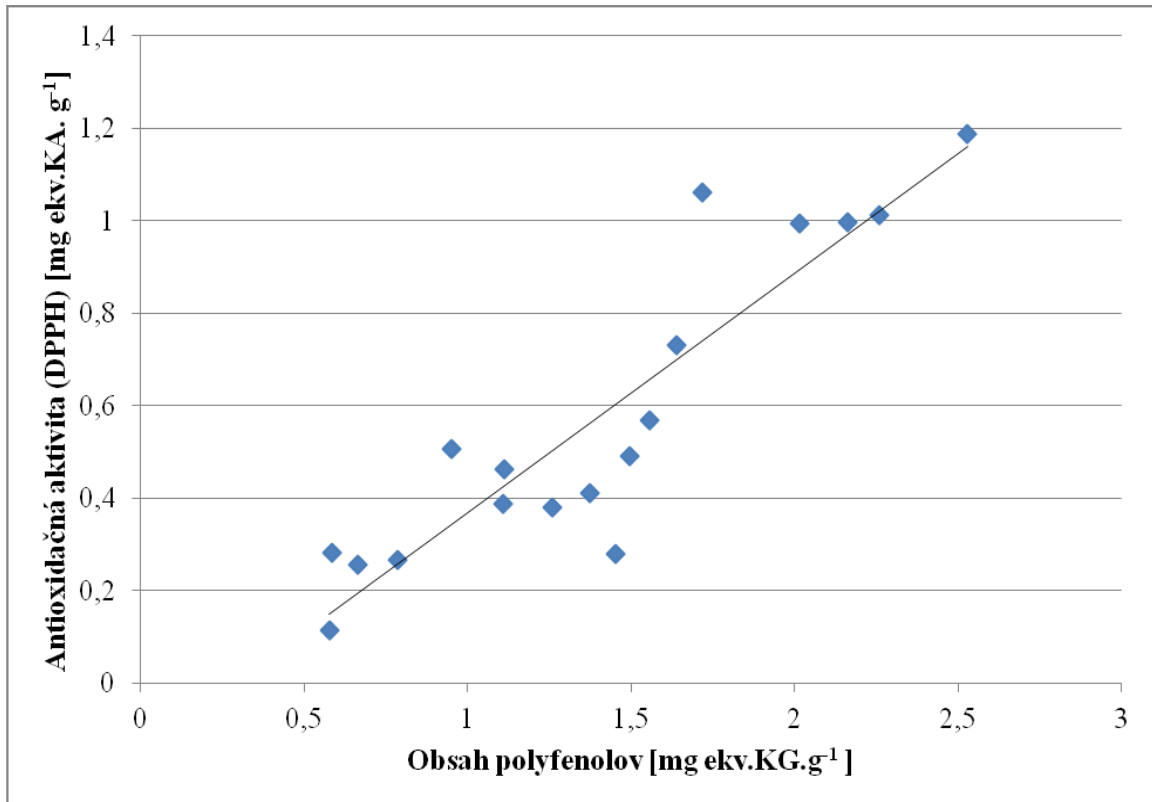
vyšoval med č. 3, najnižšími hodnotami sa vyznačovali svetlé medy, repkový č. 8 a agátové č. 6 a 7.



Obr. 10. Porovnanie antioxidačnej aktivity medov stanovenej pomocou DPPH a ABTS metód

Na Obr. 11 je znázornený korelačný graf medzi obsahom polyfenolov a antioxidačnou aktivitou stanovenou metódou DPPH.

Korelačný koeficient: 0,8229.

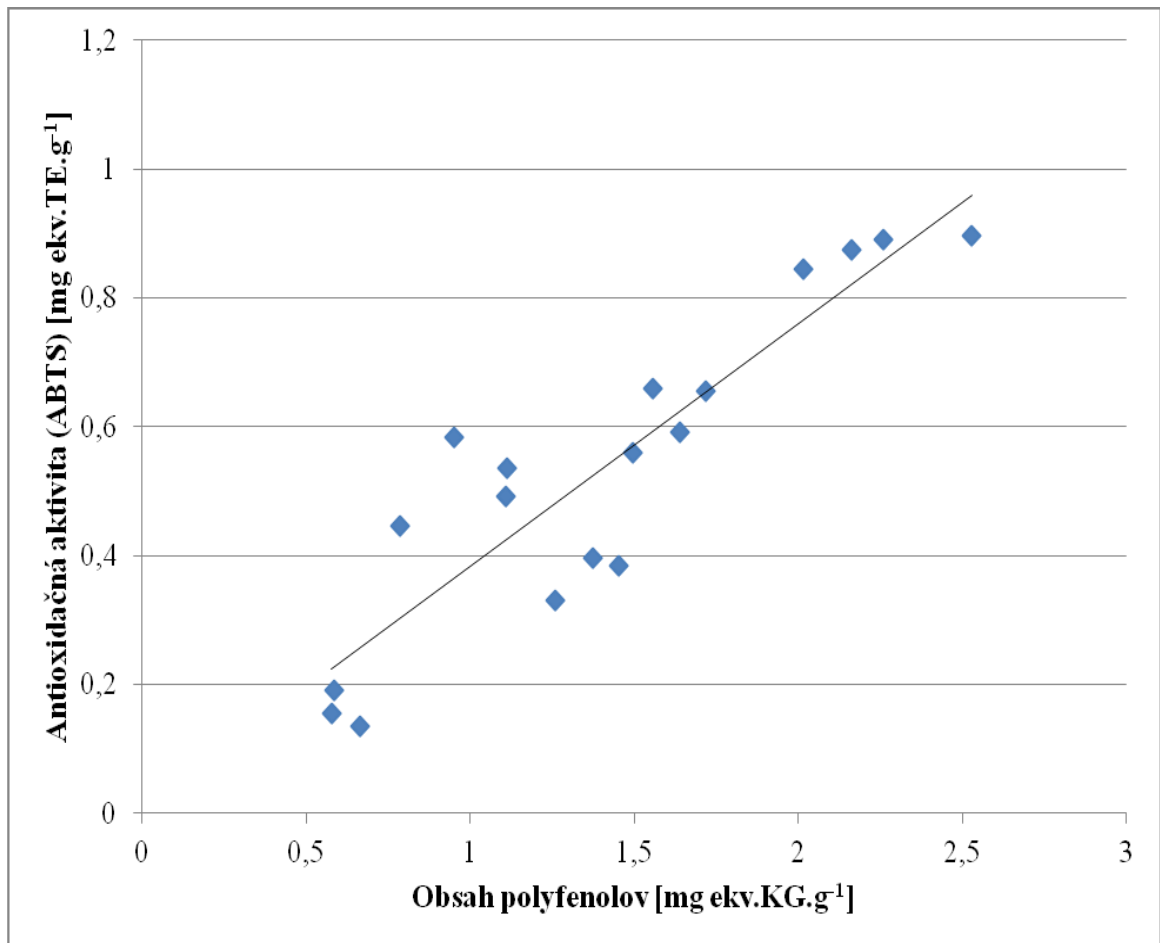


Obr. 11. Korelačný graf celkového obsahu polyfenolov a antioxidačnej aktivity stanovenej metódou DPPH

Na Obr. 12 je znázornený korelačný graf medzi obsahom polyfenolov a antioxidačnou aktivitou stanovenou metódou ABTS.

Korelačný koeficient: 0,8105.

Z hodnot korelačných koeficientov je vidieť, že existuje dosť významná závislosť medzi obsahom polyfenolov a antioxidačnou aktivitou, mierne vyššia u polyfenolov a antioxidačnou aktivitou stanovenou metódou DPPH.



Obr. 12. Korelačný graf celkového obsahu polyfenolov a antioxidačnej aktivity stanovenej metódou ABTS

ZÁVER

Diplomová práca sa zaoberá analýzou vybraných 7 druhov medov - kvetový, agátový, repkový, malinový, zmiešaný, lesný a medovicový, celkom 18 vzoriek.

Cieľom diplomovej práce bolo stanovenie obsahu vody, titračnej a aktívnej kyslosti, farby a obsahu glukózy a fruktózy titračne a vzhľadom k tomu, že med obsahuje antioxidačne pôsobiace látky s účinkom proti voľným radikálom, a tým proti oxidácii, bol stanovený i obsah celkových polyfenolov a antioxidačnej aktivity metódou DPPH a ABTS spektrofotometricky.

Rozsah hodnot obsahu vody v medoch bol 14,2 – 19,5 %, s priemerom 15,7 %. Všetky vzorky medu splňovali svojim obsahom vody Európsku normu a českú vyhlášku, normu Český med splnili všetky vzorky medov až na jednu vzorku repkového medu (19,5 %).

Titračná kyslosť medov sa pohybovala v rozmedzí hodnôt 10,03 - 40,22 mmol.kg⁻¹ vzorky medu. Priemerná hodnota bola 25,09 mmol.kg⁻¹. Medovicové a lesné medy mali najvyššiu priemernú hodnotu. Agátové medy dosahovali najnižší priemer (11,99 mmol.kg⁻¹).

Hodnoty pH medu sa pohybovali v rozmedzí od 3,92 do 5,09. Hodnota aktívnej kyslosti medu u všetkých vzoriek bola v priemere 4,47.

Intenzita zafarbenia vzoriek medov sa pohybovala v rozmedí rozdielu absorbancií 0,139 – 0,817. Vyššiu intenzitu zafarbenia mali medovicové a lesné medy, najnižšie hodnoty mali svetlé agátové medy.

Obsah glukózy u všetkých vzoriek bol stanovený v rozmedzí 24,15 – 39,35 g.100g⁻¹. Kvetové medy mali priemerne glukózy 30,57 g.100g⁻¹. Agátové medy obsahovali menej glukózy, 27,6 g.100g⁻¹. Priemerná hodnota u medovicových medov bola 27,86 g.100g⁻¹, u zmiešaných medov 29,70 g.100g⁻¹ a lesné medy podobne 28,95 g.100g⁻¹. Stanovený obsah fruktózy u všetkých medov sa pohyboval v rozmedzí 29,8 - 52,7 g.100g⁻¹, v priemere 38,87 g.100g⁻¹. Priemerná hodnota obsahu fruktózy u kvetových medov bola 44,87 g.100g⁻¹, u zmiešaného medu 32,15 g.100g⁻¹, vo vzorkách lesných medov v priemere 36,27 g.100g⁻¹ a u medovicových medov 37,27 g.100g⁻¹.

Celkové množstvo polyfenolov stanovených v medoch sa pohybovalo v rozsahu hodnôt 0,540 - 2,542 mg ekv.KG.g⁻¹, priemerná hodnota bola 1,397 mg ekv.KG.g⁻¹. V medovicových medoch bola najvyššia priemerná hodnota (2,126 mg ekv.KG.g⁻¹), kvetové medy, zmiešaný med, lesný med mali podobné priemery. Najnižšie hodnoty celkového obsahu

polyfenolov boli stanovené u jednodruhových kvetových medov, u agátového medu v priemere $0,6041 \text{ mg ekv.KG.g}^{-1}$.

Antioxidačná aktivita medov stanovená pomocou metódy DPPH sa pohybovala v rozmedzí hodnôt $0,113 - 1,187 \text{ mg.g}^{-1}$, v priemere $0,577 \text{ mg ekv.KA.g}^{-1}$. Najvyššie hodnoty antioxidačnej aktivity boli stanovené v tmavých medovicových medoch s priemernou hodnotou $0,985 \text{ mg ekv.KA.g}^{-1}$. Nasledovali medy zmiešané a lesné medy. Najnižšie hodnoty boli stanovené u medov kvetových, malinového a svetlých agátových ($0,185 \text{ mg ekv.KA.g}^{-1}$).

Antioxidačná aktivita stanovená pomocou metódy ABTS sa u analyzovaných 18 vzoriek medov pohybovala v rozmedzí od $0,136 \text{ mg ekv.TE.g}^{-1}$ do $0,896 \text{ mg ekv.TE.g}^{-1}$ s priemernou hodnotou $0,535 \text{ mg ekv.TE.g}^{-1}$. Najnižšia hodnota antioxidačnej aktivity bola stanovená vo svetlých jednodruhových agátových medoch, v priemere $0,146 \text{ mg ekv.TE.g}^{-1}$. U ďalších vzoriek kvetových medov a malinového medu boli hodnoty antioxidačnej aktivity vyššie. Najvyššie hodnoty boli stanovené u tmavých medovicových medov so stanovenou priemernou hodnotou $0,876 \text{ mg ekv.TE.g}^{-1}$.

Z našich stanovení antioxidačnej aktivity metódou DPPH a ABTS je zrejmé, že najvyššie hodnoty antioxidačnej aktivity sa vyskytovali u tmavých medovicových medov, ďalej nasledovali lesné medy. Zmiešané medy sa svojimi hodnotami približovali medom lesným, potom nasledovali medy kvetové, najnižšími hodnotami sa vyznačovali svetlé medy, repkový a agátové medy.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY

- [1] TITĚRA, Dalibor. *Včelí produkty mýtů zbavené: med, vosk, pyl, mateří kašička, propolis, včelí jed*. Praha: Ve spolupráci s Českým svazem včelařů vyd. nakl. Brázda, 2006. ISBN 80-209-0347-X.
- [2] Vyhláška č. 43/2005 Sb., kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony. In: *Sbírka zákonů České republiky*, 2003, částka 32, s. 2470 – 2487.
- [3] WEIß, Karl. *Víkendový včelař: škola včelaření s nástavkovými úly*. Líbeznice: Víkend, 2005. ISBN 80-722-2368-2.
- [4] HAJDUŠKOVÁ, Jana. *Včelí produkty očima lékaře*. Český svaz včelařů, Praha, 2006. ISBN 80-903309-2-4.
- [5] HARAGSIM, Oldřich, HARAGSIMOVÁ, Ludmila, ed. *Včelařské dřeviny a byliny: pro milovníky krásného koníčka*. 2., upr. vyd. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4647-0.
- [6] BIENEFELD, Kaspar. *Včelařství krok za krokem: pro milovníky krásného koníčka*. Líbeznice: Víkend, 2006. ISBN 80-868-9130-5.
- [7] CRAMP, David, HARAGSIMOVÁ, Ludmila, ed. *Včelařství: obrazový průvodce : od pořízení včelstev po medobraní : více než 400 návodných fotografií*. 2. vyd. Čestlice: Rebo, 2014. ISBN 978-80-255-0831-2.
- [8] PRITSCH, Günter. *Pastva pro včely*. Líbeznice: Víkend, 2016. ISBN 978-80-7433-112-1.
- [9] ANONYM. *Med*. Praha: Sun, 2010. Užitečné rady. ISBN 978-80-7371-342-3.
- [10] VESELÝ, Vladimír. *Včelařství*. Praha: Brázda, 2003. ISBN 80-209-0320-8.
- [11] ČERMÁKOVÁ, T., R. CHLEBO a M. HUSÁRIKOVÁ. *Kniha o medu*. Bratislava: Eastone Books, 2010. ISBN 978-80-8109-132-2.
- [12] PŘIDAL, Antonín. *Včelí produkty*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2005. ISBN 80-7157-711-1.

- [13] PŘIDAL, Antonín. Hodnocení medu podle platné evropské legislativy. *VETERINÁŘSTVÍ: Odborný stavovský měsíčník*. Brno, 2013, č. 6, s. 453-455. ISSN 05068231.
- [14] Pošumavský bio med a ekologický chov včel. *Informační centrum bezpečnosti potravin* [online]. Praha, 2008 [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/posumavsky-bio-med-a-ekologicky-chov-vcel.aspx>
- [15] FRANK, Renate. *Zázračný med*. Líbeznice: Víkend, 2010. ISBN 978-80-7433-024-7.
- [16] BUREŠOVÁ, Alena. Fyzikálně-chemické vlastnosti medu. *Chempoint* [online]. Brno, 2012 [cit. 2017-04-27]. Dostupné z: <http://www.chempoint.cz/fyzikalne-chemicke-vlastnosti-medu>
- [17] PŘIDAL, Antonín a Květoslav ČERMÁK. *Včelařství*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2005. ISBN 80-7157-850.
- [18] DOBROVODA, Ivan. *Včelie produkty a zdravie*. 1. Bratislava, 1986.
- [19] BÍLIKOVÁ, Katarína. *V čelí med ako liek* [online]. Bratislava [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <https://www.vedatechnika.sk/SK/VedaASpolocnost/NCPVaT/Documents/Veda%20v%20CENTRE%20Bratislava/BA%202012/Veda-v-CENTRE-Bilikova-02-2012.pdf>. Slovenská akadémia vied.
- [20] Med a zdravá výživa. *Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum* [online]. [cit. 2017-04-27]. Dostupné z: <http://www.vup.sk/index.php?start&mainID=1&navID=35&id=12>
- [21] Složení medu. *Apivital krmivo pro včely* [online]. [cit. 2017-04-27]. Dostupné z: <http://www.apivital.cz/invertni-krmivo-pro-vcely-med>
- [22] BOGDANOV, S., K. RUOFF a L. PERSANO ODDO. Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. *Apidologie* [online]. 2004, roč. 35, s. 4-17 [cit. 2017-04-27]. ISSN 0044-8435.
- [23] PŘIDAL, Antonín. *Včelí produkty- cvičení*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 80-715-7717-0.

- [24] Svazová norma ČESKÝ MED. *Český svaz včelařů, z. s.* [online]. Ústřední výbor Českého svazu včelařů, 1999 [cit. 2018-04-23].
- [25] KUKUROVÁ, K., Z. KOHAJDOVÁ, J. KAROVIČOVÁ a L. VRBIKOVÁ. Autentifikačné parametre vhodné na odhaľovanie falšovania medu. *Potravinárstvo* [online]. Nitra: Združenie HACCP Consulting, 2009, č.3, s. 44-50 [cit. 2017-04-27]. ISSN 1337-0960.
- [26] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin*. Tábor: OSSIS, 1999. ISBN 80-902-3915-3.
- [27] JORDÁN, Václav a Marie HEMZALOVÁ. *Antioxidanty: zázračné zbraně : vitaminy, minerály, stopové prvky, aminokyseliny a jejich využití pro zdravý život*. Brno: Jota, 2001. Jak na to (Jota). ISBN 80-721-7156-9.
- [28] PATOČKA, Jíří. 5-Hydroxymethylfurfural v lidské stravě: je nebezpečný?. *Toxicology* [online]. 2016 [cit. 2018-04-23]. Dostupné z: <http://toxicology.cz/modules.php?name=News&file=article&sid=920>
- [29] KUKUROVÁ K., J. KAROVIČOVÁ a Z. KOHAJDOVÁ: Metódy identifikácie falšovania a autentifikácie medu. *Bulletin potravinárskeho výskumu (Bulletin of food research)*. 2004, č. 43, s. 25–36.
- [30] Co to je HMF? *Výzkumný ústav včelařský v Dole* [online]. [cit. 2017-04-27]. Dostupné z: <http://www.beedol.cz/dotazy-a-odpovedi/co-to-je-hmf/>
- [31] PAVELEKOVÁ, Ivona. *Analytická chémia* [online]. 2010 [cit. 2017-04-29]. ISBN 978-80-8082-388-7. Dostupné z: http://katchem.truni.sk/prilohy/analyticka_chemia.pdf
- [32] Lom (refrakce) světla. *Encyklopedie fyziky* [online]. [cit. 2017-04-29]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/438-lom-refrakce-svetla>
- [33] VACÍK, Jiří. *Obecná chemie*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství Praha, 1986. ISBN 11-88/1985-30.
- [34] MISSIO DA SILVA, P., C. GAUCHE, L. VALDEMIRO GONZAGA, A. C. O. COSTA a R. FETT. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry* [online]. 2016, č. 196, s. 309-323 [cit. 2018-04-04].
- [35] KLOUDA, Pavel. *Moderní analytické metody. 2., upr. a dopl. vyd.* Ostrava: Pavel Klouda, 2003. ISBN 80-863-6907-2

- [36] DAVÍDEK, Jiří. *Laboratorní příručka analýzy potravin*. 2. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1981, 720 s.
- [37] KÁŠ, J., M. KODÍČEK a O. VALENTOVÁ. *Laboratorní techniky biochemie*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2005. ISBN 80-708-0586-2.
- [38] SUKOVÁ, Irena. Polyfenoly v ovoci a zelenině. *Informační centrum bezpečnosti potravin* [online]. 2006 [cit. 2018-04-22].
- [39] ZLOCH, Z., J. Č ELAKOVSKÝ a A. AUJEZDSKÁ. *Stanovení obsahu polyfenolů a celkové antioxidační kapacity v potravinách rostlinného původu*. UK Ústav hygieny Lékařské fakulty, Plzeň, 2004.
- [40] PAUOLVÁ, H., H. BOCHOŘÁKOVÁ a E. TÁBORSKÁ. Metody stanovení antioxidační aktivity přírodních látek in vitro. *Cemické listy* [online]. Brno, 2004, č. 98, s. 174-179 [cit. 2017-04-29].
- [41] *Stanovení celkové antioxidační kapacity metodou TEAC* [online]. [cit. 2017-04-29]. Dostupné z: <http://www.vfu.cz/inovace-bc-a-navmgr/pub-files/realizovane-klicove-aktivity/ls-2013-2014/h3bl/index/h3bl-stanoveni-antioxidacni-kapacity-ls-13-14.pdf>
- [42] LEE, Y., J. YOON a U. GUNTEN. Spectrophotometric determination of ferrate (Fe(VI)) in water by ABTS. *Water Research* [online]. 2005, 3.5., , 1946-1953 [cit. 2018-04-22].
- [43] KŇAZOVICKÁ, V., A. BAČIKOVÁ, R. BÁNYIOVÁ, J. TKÁČOVÁ, M. ČANIGOVÁ a P. HAŠČÍK. Honey characteristic after extraction and half year storage. *Potravinářstvo ® Scientific Journal for Food Industry* [online]. 2015, č. 9, s. 1-7 [cit. 2018-03-28]. DOI: 10.5219/ 560. ISSN 1337 - 0960.
- [44] KRPAN, M., K. MARKOVIĆ, G. ŠARIĆ, B. SKOKO, M. HRUŠKAR a N. VAHČIĆ. Antioxidant Activities and Total Phenolics of Acacia Honey. *Czech Journal of Food Science* [online]. Zagreb, 2009, s. 245-247 [cit. 2017-05-03].
- [45] REYES, C F., R C. PEÑUELAS, JL Q. STEPHANO, E M. LÓPEZ, JM B. PÉREZA a I M. RAMÍREZ. Spectroscopic study of honey from *Apis mellifera* from different regions in Mexico. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* [online]. 2017, č. 178, s. 212-217 [cit. 2017-04-21].

- [46] ROSHAN, N., T. RIPPERS, C. LOCHER a K. A. HAMMER. Antibacterial activity and chemical characteristics of several Western Australian honeys compared to manuka honey and pasture honey. *Archives of Microbiology* [online]. 2017, č. 2, s. 347–355 [cit. 2017-04-21]. DOI: 10.1007/s00203-016-1308-3.
- [47] KIVRAK, Ş., İ. KIVRAK, E. KARABABA a A. BAST. Characterization of Turkish honeys regarding of physicochemical properties, and their adulteration analysis. *Food Science and Technology (Campinas)* [online]. 2017, č. 37, s. 80-89 [cit. 2017-05-02]. DOI: 10.1590/1678-457x.07916. ISSN 1678-457x.
- [48] CHAKIR, A., A. ROMANE, G. L. MARCAZZAN a P. FERRAZZI. Physicochemical properties of some honeys produced from different plants in Morocco. *Arabian Journal of Chemistry* [online]. 2016, č. 9, s. 946–954 [cit. 2017-04-21].
- [49] FECHNER, C., D., A. L. MORESI, J. D. RUIZ DÍAZ, R. G. PELLERANO a F. A. VAZQUEZA. Multivariate classification of honeys from Corrientes (Argentina) according to geographical origin based on physicochemical properties. *Food Bioscience* [online]. 2016, č. 15, s. 49–54 [cit. 2017-04-21].
- [50] KURTAGIĆ, H., M. MEMIĆ a S. BARUDANOVIĆ. Determination of type of honey produced in the different climatic regions of Bosnia and Herzegovina. *International Journal of Environmental Science and Technology* [online]. 2016, č. 13, s. 2721-2730 [cit. 2017-04-21]. DOI: 10.1007/s13762-016-1101-5. ISSN 1735-1472.
- [51] EL SOHAIMY, S.A., S.H.D. MASRY a M.G. SHEHATA. Physicochemical characteristics of honey from different origins. *Annals of Agricultural Science* [online]. 2015, December 2015, č. 60, s. 279-287 [cit. 2018-04-04].
- [52] BOUSSAID, A., M. CHOUAIBI, L. REZIG, R. HELLAL, F. DONSI, G. FERRARI a S. HAMDI. Physicochemical and bioactive properties of six honey samples from various floral origins from Tunisia. *Arabian Journal of Chemistry* [online]. 2018, fenruár, č. 2, s. 265-274 [cit. 2018-04-05].
- [53] ESCUREDO, O., I. DOBRE, M. FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ a M. C. SEIJO. Contribution of botanical origin and sugar composition of honeys on the crystallization phenomenon. *Food Chemistry* [online]. 2013, s. 84-90 [cit. 2018-04-05].

[54] NEUPANE, B. P., K. P. MALLA, A. KAUNDINNYAYANA, P. POUDEL, R. THAPA a S. SHRESTHA. Antioxidant Properties of Honey from Different Altitudes of Nepal Himalayas. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* [online]. Zagreb, 2015-01-1, č. 65, - [cit. 2017-05-03]. DOI: 10.1515/pjfn-2015-0024. ISSN 2083-6007.

[55] LACHMAN, J., M. ORSÁK, A. HAJTMÁNKOVÁ a E. KOVÁŘOVÁ. Evaluation of antioxidant activity and total phenolics of selected Czech honeys. *LWT - Food Science and Technology* [online]. January 2010, č. 1, s. 52-58 [cit. 2018-04-04].

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

AAS	Atomová absorpčná spektrometria
ABTS	2,2'-azinobis(3-ethyl-2,3-dihydrobenzothiazol-6-sulfonát)
AES	Atomová emisná spektrometria
DPPH	1,1-difenyl-2-(2,4,6-trinitrofenyl)hydrazyl
GC	Plynová chromatografia
GC/MS	Plynová chromatografia s hmotnostnou spektrometriou
HPLC	Kvapalinová chromatografia
HPLC/MS	Kvapalinová chromatografia s hmotnostnou spektrometriou
IR	Infračervená spektroskopia
KA	Kyselina askorbová
KG	Kyselina gallová
TE	Trolox
UV	Ultrafialovo-viditeľná spektroskopia
ΔA	Rozdiel absorbancií
\pm S.D.	Smerodatná odchylka

ZOZNAM OBRÁZKOV

<i>Obr. 1.</i>	<i>Generovanie ABTS radikálu a vznik degradačných produktov</i>	<i>56</i>
<i>Obr. 2.</i>	<i>Molekula Troloxu</i>	<i>56</i>
<i>Obr. 3.</i>	<i>Titračná kyslosť medov</i>	<i>60</i>
<i>Obr. 4.</i>	<i>Obsah glukózy v medoch</i>	<i>64</i>
<i>Obr. 5.</i>	<i>Obsah fruktózy v medoch</i>	<i>65</i>
<i>Obr. 6.</i>	<i>Kalibračná krivka kyseliny gallovej</i>	<i>67</i>
<i>Obr. 7.</i>	<i>Celkový obsah polyfenolov stanovených v medoch</i>	<i>68</i>
<i>Obr. 8.</i>	<i>Kalibračná krivka kyseliny askorbovej</i>	<i>70</i>
<i>Obr. 9.</i>	<i>Kalibračná krivka štandardu Troloxu</i>	<i>72</i>
<i>Obr. 10.</i>	<i>Porovnanie antioxidačnej aktivity medov stanovenej pomocou DPPH a ABTS metód</i>	<i>75</i>
<i>Obr. 11.</i>	<i>Korelačný graf celkového obsahu polyfenolov a antioxidačnej aktivity stanovenej metódou DPPH</i>	<i>76</i>
<i>Obr. 12.</i>	<i>Korelačný graf celkového obsahu polyfenolov a antioxidačnej aktivity stanovenej metódou ABTS</i>	<i>77</i>

ZOZNAM TABULIEK

<i>Tab. 1.</i>	<i>Závislosť špecifickej hmotnosti na obsahu vody v medoch [10]</i>	<i>27</i>
<i>Tab.2.</i>	<i>Index lomu medu v závislosti na obsahu vody [10].....</i>	<i>28</i>
<i>Tab. 3.</i>	<i>Chemické zloženie medu [21]</i>	<i>30</i>
<i>Tab. 4.</i>	<i>Obsah vitamínov a vybraných prvkov v mede [1]</i>	<i>34</i>
<i>Tab. 5.</i>	<i>Metódy hodnotenia pravosti včelieho medu [19].....</i>	<i>37</i>
<i>Tab. 6.</i>	<i>Prehľad vzoriek medu</i>	<i>46</i>
<i>Tab. 7.</i>	<i>Obsah vody vo vzorkách medu</i>	<i>58</i>
<i>Tab. 8.</i>	<i>Namerané hodnoty pH medov</i>	<i>61</i>
<i>Tab. 9.</i>	<i>Farba medov - rozdiel absorbancií</i>	<i>63</i>
<i>Tab. 10.</i>	<i>Antioxidačná aktivita medu [mg ekv. KA.g⁻¹]</i>	<i>71</i>
<i>Tab. 11.</i>	<i>Antioxidačná aktivita medu [mg ekv. TE.g⁻¹]</i>	<i>73</i>
<i>Tab. 12.</i>	<i>Produkcia nektáru u rastlín, ktoré poskytujú včeliiu pastvu – byliny [8]</i>	
<i>Tab. 13.</i>	<i>Produkcia nektáru u rastlín, ktoré poskytujú včeliiu pastvu – dreviny [8]</i>	

ZOZNAM PRÍLOH

1. PRÍLOHA P I: Produkcia nektáru u rastlín, ktoré poskytujú včeliu pastvu [8].

PŘÍLOHA P I: PRODUKCIA NEKTÁTU U RASTLÍN, KTORÉ POSKYTUJÚ VČELIU PASTVU [8].

Tab. 12. Produkcia nektáru u rastlín, ktoré poskytujú včeliu pastvu – byliny [8].

Slovenský názov byliny	Botanický názov	Obsah cukru v nektáre [%]	Med [kg/ha]
Agastache	<i>Agastache foeniculum</i>	n	400-900
Archangelika lekárska	<i>Archangelika</i>	n	150-300
Ježibaba guľatohlavá	<i>Echinops</i>	n	300-900
Farbovník obyčajný	<i>Isatis tinctoria</i>	n	60-80
Kapusta	<i>Brassica</i>	56	n
Kaleráb	<i>Brassica oleracea</i>	31	123-171
Kapusta repková pravá	<i>Brassica napus</i>	44-59	40-230
Borák lekársky	<i>Borago officinalis</i>	19-52	59-211
Srdcovník obyčajný	<i>Leonurus cardiaca</i>	n	300-400
Cesnak cibuľový	<i>Allium cepa</i>	50-70	35-200
Cesnak	<i>Allium</i>	40-50	n
Pamajorán obyčajný	<i>Origanum vulgare</i>	76	500-900
Hadinec krétsky	<i>Echium creticum</i>	n	200-700
Hadinec obyčajný	<i>Echium vulgare</i>	17-43	182-429
Hluchavka biela	<i>Lamium album</i>	29-38	173-203
Hluchavka škvrnitá	<i>Lamium maculatum</i>	56	95
Horčica biela	<i>Sinapis alba</i>	19-68	22-90
Horčica roľná	<i>Sinapsis arvensis</i>	17-73	17-38
Hul'avník	<i>Sisymbrium</i>	n	300-400
Chrastavec	<i>Knautia</i>	20	n
Nevädza horská	<i>Centaurea montana</i>	n	200-400
Nevädza lúčna	<i>Centaurea jacea</i>	45	154
Nevädza modrá	<i>Centaurea cyanus</i>	31-60	400-600
Jahoda obyčajná	<i>Fragaria vesca</i>	26-31	n
Jahoda veľkoplodá	<i>Fragaria ananassa</i>	45	n
Ďatelina purpurová	<i>Trifolium incarnatum</i>	31-60	60-80
Ďatelina lúčna	<i>Trifolium pratense</i>	17-70	20-148
Ďatelina plazivá	<i>Trifolium repens</i>	25-64	92-100
Vojnovka belasá	<i>Polemonium caeruleum</i>	n	50-100
Pakost lúčny	<i>Geranium pratense</i>	57-71	28-80
Glejovka	<i>Asclepias</i>	n	200-500
Komonica biela	<i>Melilotus albus</i>	35	200-600
Komonica lekárska	<i>Melilotus officinalis</i>	35	12,0-30
Koriander siaty	<i>Coriandrum sativum</i>	n	100-150
Kostihoj lekársky	<i>Symphytum officinalis</i>	n	35-39
Vrbica	<i>Lythurum</i>	52-72	255-265
Ľan siaty	<i>Linum usitatissimum</i>	26-49	2,0-12

Slovenský názov byliny	Botanický názov	Obsah cukru v nektáre [%]	Med [kg/ha]
Ligurček lekársky	<i>Levisticum officinale</i>	n	300-500
Materina dúška obyčajná	<i>Thymus vulgaris</i>	27-45	125-185
Materina dúška úzkolistá	<i>Thymus serpyllum</i>	n	48-161
Materina dúška vajcovitá	<i>Thymus pulegioides</i>	n	48-161
Kotúč modrastý	<i>Eryngium planum</i>	n	250-800
Púpavec jesenný	<i>Leontodon autumnalis</i>	7,0-45	n
Mäta dlholistá	<i>Mentha longifolia</i>	n	700-900
Mäta prieporná	<i>Mentha x piperita</i>	n	100-200
Medovka lekárska	<i>Melissa officinalis</i>	n	50-100
Náprstník červený	<i>Digitalis purpurea</i>	n	180-200
Netýkavka žliazkatá	<i>Impatiens glandulifera</i>	n	200-600
Uhorka siata	<i>Cucumis sativum</i>	n	2-3,0
Hrdobarka	<i>Teucrium</i>	61	n
Púpava	<i>Taraxacum sect. Rudelaria</i>	43-55	n
Smohla lekárska	<i>Anchusa officinalis</i>	40-58	200-500
Hluchavník žltý	<i>Galeobdolon luteum</i>	34	12,0-20
Pohánka jedlá	<i>Fagopyrum esculentum</i>	7,0-45	90-490
Ibiš lekársky	<i>Althea officinalis</i>	44	97
Eruka siata	<i>Eruca sativa</i>	36-56	87-125
Veronika klásnatá	<i>Veronica spicata</i>	40	n
Rezeda	<i>Reseda</i>	n	80-300
Red'kev siata	<i>Raphanus sativus</i>	31	n
Saturejka	<i>Satureja</i>	85	n
Slez lesný	<i>Malva sylvestris</i>	45	26-150
Slezovec	<i>Lavatera</i>	12,0-18	57
Slezovec durinský	<i>Lavatera thuringiaca</i>	n	80-100
Slnečnica ročná	<i>Helianthus annuus</i>	50-80	35-38
Facélia vratičolistá	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	22-43	214-496
Šalvia hájna	<i>Salvia nemorosa</i>	20-66	190-600
Šalvia praslenatá	<i>Salvia verticillata</i>	n	200-300
Kocúrik obyčajný	<i>Nepeta cataria</i>	n	100-200
Kocúrník	<i>Nepeta nuda</i>	n	600-900
Štetka lesná	<i>Dipsacus fullonum</i>	n	200-400
Eadenec rožkatý	<i>Lotus corniculatus</i>	13-66	16-60
Tavolín zimný	<i>Eranthis hyemalis</i>	26	n
Lucerna siata	<i>Medicago sativa</i>	17-60	35-83
Psojazyk	<i>Cynoglossum</i>	36-65	n
Tekvica obyčajná	<i>Cucurbita pepo</i>	16-65	n
Včelník	<i>Dracocephalum</i>	36-42	129-650
Vičenec vikolistý	<i>Onobrychis viciifolia</i>	26-52	75-200
Lupina úzkolistá	<i>Lupinus angustifolius</i>	n	9,0-26
Lupina žltá	<i>Lupinus luteus</i>	n	26

Slovenský názov byliny	Botanický názov	Obsah cukru v nektáre [%]	Med [kg/ha]
Kyprina úzkolistá	<i>Epilobium angustifolium</i>	44-63	140-240
Zlatobyľ kanadská	<i>Solidago canadensis</i>	n	600-900
Zlatobyľ obrovská	<i>Solidago gigantea</i>	38	179-800
Zvonček prostredný	<i>Campanula medium</i>	n	150-400

Tab. 13. Produkcia nektáru u rastlín, ktoré poskytujú včeliu pastvu – dreviny [8].

Slovenský názov dreviny	Botanický názov	Obsah cukru v nektáre [%]	Med [kg/ha]
Broskyňa obyčajná	<i>Prunus persica</i>	12,0-42	n
Brusnica čučoriedková	<i>Vaccinium myrtillus</i>	20-61	30-130
Brusnica pravá	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	20-61	30-130
Brečtan popínavý	<i>Hedera helix</i>	13-16	230
Karagana stromovitá	<i>Caragana arborescens</i>	34	50-350
Gledíčia	<i>Gleditsia</i>	n	85-250
Hloh	<i>Crataegus</i>	n	100-200
Hlošina úzkolistá	<i>Elaeagnus angustifolia</i>	33	80-100
Hruška obyčajná	<i>Pyrus communis</i>	14-21	n
Jabloň domáca	<i>Malus domestica</i>	30-87	n
Javor poľný	<i>Acer campestre</i>	41	200
Javor horský	<i>Acer pseudoplatanus</i>	37-46	550
Javor miliečny	<i>Acer platanoides</i>	30-50	420
Javor tatársky	<i>Acer tataricum</i>	n	40-80
Sofora japonská	<i>Sophora japonica</i>	39-48	110-300
Jarabina vtáčia	<i>Sorbus aucuparia</i>	25	n
Brest	<i>Ulmus</i>	n	10
Pahaštan konský	<i>Aesculus hippocastanum</i>	46-76	383
Pagaštan pleťový	<i>Aesculus x carnea</i>	43	120
Dulovec japonský	<i>Chaenomeles japonica</i>	49	306
Krkovnik amurský	<i>Phellodendron amurense</i>	n	200
Krušina olšová	<i>Frangula alnus</i>	15-58	35-44
Kustovnica cudzia	<i>Lycium barbarum</i>	n	20
Krídlatec trojlistý	<i>Ptelea trifoliata</i>	n	40-50
Levanduľa úzkolistá	<i>Lavandula angustifolia</i>	21-48	200-300
Lipa	<i>Tilia</i>	26-34	n
Lipa japonská	<i>Tilia japonica</i>	n	50-150
Likovec jedovatý	<i>Daphne mezereum</i>	20-30	n
Tymián	<i>Thymus vulgaris</i>	n	100-200
Ríbezľa egrešová	<i>Ribes uva-crispa</i>	16-82	n
Beztvarec krovitý	<i>Amorpha fruticosa</i>	n	50
Ostružina	<i>Rubus</i>	49	n
Ostružina malinová	<i>Rubus idaeus</i>	21-70	39-122

Slovenský názov dreviny	Botanický názov	Obsah cukru v nektáre [%]	Med [kg/ha]
Pavinič trojlaločný	<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	29-67	188-262
Zob vtáči	<i>Ligustrum vulgare</i>	34-40	20
Pajaseň žliazkatý	<i>Ailanthus altissima</i>	n	300
Imelovník biely	<i>Symphoricarpos albus</i>	23	80-400
Skalník lesklý	<i>Cotoneaster lucidus</i>	n	80-150
Lavaterka	<i>Lavatera</i>	10-18	57
Čremcha neskorá	<i>Prunus serotina</i>	n	20-30
Šalvia lekárska	<i>Salvia officinalis</i>	n	200-350
Slivka domáca	<i>Prunus domestica</i>	19-35	n
Trnka obyčajná	<i>Prunus spinosa</i>	n	25-40
Agát biely	<i>Robinia pseudoacacia</i>	34-67	50-1000
Čerešňa vtáčia	<i>Prunus avium</i>	40	n
Vrba	<i>Salix</i>	60	150
Vrba košíkarska	<i>Salix viminalis</i>	53-78	n
Vrba lykovcová	<i>Salix daphnoides</i>	48-63	n
Vrba rakyta	<i>Salix caprea</i>	66-79	n
Vres obyčajný	<i>Calluna vulgaris</i>	20-47	2,0-39
Yzop lekársky	<i>Hyssopus officinalis</i>	n	200-400
Zemolez obyčajný	<i>Lonicera xylosteum</i>	38-46	26-80
Mechúrnik stromovitý	<i>Colutea arborescens</i>	n	50-100

n - neuvedené