

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2015

ILONA OŠŤÁDALOVÁ

Mendelova univerzita v Brně

Agromická fakulta

Ústav chemie a biochemie



Biologicky aktivní látky v medu

Bakalářská práce

Vedoucí práce:

Prof. RNDr. Bořivoj Klejdus, Ph.D.

Vypracovala:

Ilona Ošťádalová

Brno 2015

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci na téma „Biologicky aktivní látky v medu“ vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....
podpis

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu práce, panu prof. RNDr. Bořivoji Klejdusovi, Ph.D., za cenné rady, konzultace a vstřícný přístup při vedení mé bakalářské práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce seznamuje čtenáře s tématem „Biologicky aktivní látky v medu“. První část této literární rešerše se zabývá charakteristikou medu, především druhy medu, kde jsou popsány nejčastěji se vyskytující tuzemské i zahraniční medy a jejich vlastnosti. Dále je čtenář stručně seznámen s historií jeho používání pro léčebné účely, jak byl med využíván pro léčbu kožních onemocnění, zánětů, rakoviny a dalších nemocí. Na konci této kapitoly je popsáno složení medu. V další části této práce je vysvětlen pojem „Biologicky aktivní látka“, jsou zde popsány konkrétní biologicky aktivní látky vyskytující se v medu, jejich množství a porovnání s obsahem u jiných potravin. Dále jsou uvedeny jejich pozitivní účinky na zdraví člověka a metody jejich laboratorního stanovení.

Klíčová slova

Med, biologicky aktivní látky, antioxidanty, fenolické látky, karotenoidy, vitamin C, zdraví člověka.

Abstract

This thesis is introducing us a theme of „Biologically active compounds in honey“. The first part is introducing characteristic of honey, mostly types not only domestic, but also from abroad and their specifics. As next, the reader is shortly briefed about history of a use of honey for medical purposes such as skin treatments, inflammations, cancer and other diseases. At the end of this chapter there is a honey content described. Next chapter is explaining a term of biologically active compounds, describing some of them, their amount and comparing these amounts to others coming from different groceries. Also there is spoken about their positive influence on human health and methods of their laboratory determination.

Keywords

Honey, biologically active compounds, antioxidants, fenolic compounds, carotenoids, vitamin C, human health.

Obsah

1	ÚVOD.....	8
2	CÍL PRÁCE	9
3	CHARAKTERIZACE MEDU	10
3.1	Definice medu.....	10
3.2	Historie využívání medu pro léčebné účely.....	10
3.3	Druhy včelího medu.....	11
3.3.1	Tuzemské druhy medů	13
3.3.2	Zahraniční druhy medů	16
3.4	Vznik medu.....	17
3.4.1	Zdroje pro tvorbu medu	17
3.4.1.1	Nektar.....	18
3.4.1.2	Medovice	19
3.4.2	Proces tvorby medu	19
3.5	Složení medu.....	20
3.5.1	Voda	21
3.5.2	Sacharidy	21
3.5.3	Organické kyseliny	24
3.5.4	Aminokyseliny	24
3.5.5	Peptidy a bílkoviny	24
3.5.6	Minerální látky.....	25
3.5.7	Látky hormonálního charakteru.....	26
3.5.8	Barviva.....	26
3.5.9	Hydroxymethylfurfural	26
3.5.10	Vitaminy.....	27

3.5.11 Aromatické látky	27
3.5.12 Přírodní toxické látky	28
3.5.13 Tuky	28
3.5.14 Mikroorganismy v medu	29
3.5.15 Antibiotika	29
4 BIOLOGICKY AKTIVNÍ LÁTKY V MEDU	30
4.1 Pojem „bioaktivní látka“	30
4.2 Bioaktivní látky nacházející se v medu	31
4.2.1 Antioxidanty	31
4.2.1.1 Fenolické látky	32
4.2.1.1.1 Flavonoidy	33
4.2.1.1.2 Fenolové kyseliny	34
4.2.1.2 Karotenoidy	35
4.2.1.3 Vitamin C	37
4.3 Laboratorní stanovení bioaktivních látek v medu	38
4.3.1 Stanovení celkového obsahu fenolů	38
4.3.2 Stanovení celkového obsahu flavonoidů	39
4.3.3 Stanovení jednotlivých karotenoidů	40
4.3.4 Stanovení kyseliny askorbové	41
5 ZÁVĚR	42
6 SEZNAM LITERATURY	43
7 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	49
8 SEZNAM ZKRATEK	50

1 ÚVOD

Legendy a pohádky přisuzují medu jedinečné výživné vlastnosti a léčivé účinky. Již před 5000 lety byl využíván pro léčení nejrůznějších nemocí, byl také považován za elixír mládí a afrodiziakum.

Až do pozdního středověku byl med v Evropě jediným sladidlem jídel a nápojů. Obrat přišel s křížovými výpravami, kdy Evropané ochutnali sladké nápoje a jídla arabských zemí a Indie. V těchto dobách byl však využíván třtinový cukr, který byl desetkrát dražší než med, a proto na něj bylo nahlíženo jako na luxus a lék.

Jelikož si tento luxus mohly dovolit jen ty nejbohatší vrstvy, objevily se pokusy získávat cukr z jiných rostlin. Po objevení možnosti získávat sladkou šťávu z cukrové řepy se cukr stal lidovou potravinou a konzumace medu se výrazně snížila.

Konzumace medu se stala nemoderní, někteří lidé jsou dokonce přesvědčeni, že oproti cukru nemá med žádné výhody a může být i zdraví škodlivý. Léčivé účinky jsou popírány, nebo označovány za vědecky nepotvrzenou pověru.

Podle nejmodernějších výzkumů se stále potvrzují blahodárné účinky medu. Med je lehce stravitelná a energeticky hodnotná potravina podporující střevní peristaltiku, je součástí diet u rekonvalescentů po různých operacích a nemocech. Antioxidanty v medu pomáhají snižovat riziko vzniku vysokého krevního tlaku a zvýšené krevní hladiny cholesterolu, zabraňují rakovinotvorným procesům, snižují riziko vzniku některých druhů nádorových onemocnění a zpomalují stárnutí. Med také pomáhá v boji proti obezitě, jelikož jeho sladivost je v porovnání s cukrem vyšší.

Na základě těchto výzkumů lze konstatovat, že med by se měl stát součástí výživy lidí od útlého věku. Konzumace medu je nejen blahodárná pro naše smysly jako symfonie vůní, barev a konzistence, ale i pro tělo, jemuž med dodá cukry a stopové prvky v harmonické podobě, kterou v žádném jiném sladidle nenajdeme.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je poskytnout čtenářům ucelený přehled o biologicky aktivních látkách v medu, seznámit čtenáře s pozitivními účinky medu na naše zdraví, jeho preventivními, ale také léčebnými účinky. Dále bych touto prací ráda upozornila na výjimečnost medu a výhody využívání medu jako sladidla oproti bílému rafinovanému cukru.

3 CHARAKTERIZACE MEDU

3.1 Definice medu

Včelí med podle vyhlášky 76/2003 Sb. je definován jako:

„potravinu přírodního sacharidového charakteru, složená převážně z glukózy, fruktózy, organických kyselin, enzymů a pevných částic zachycených při sběru sladkých šťáv květů rostlin (nektar), výměšků hmyzu na povrchu rostlin (medovice), nebo na živých částech rostlin včelami (Apis mellifera), které sbírají, přetvářejí, kombinují se svými specifickými látkami, uskladňují a nechávají dehydratovat a zrát v plástech“ (Vyhláška 76/2003 Sb., 2003).

3.2 Historie využívání medu pro léčebné účely

Jak dokazují prastaré památky, včelí produkty byly využívány k lékařským účelům již v dávných dobách téměř všemi národy, převážně Babyloňany, Egyptany a Asijci. V knihovně Asyrského krále Aššurba-nirpala (669 – 633 před naším letopočtem) byly nalezeny na hliněných tabulkách při popisu léčiv i zmínky o medu. V Egyptské medicíně je nejstarším památkem napsaném před 3500 lety „Kniha přípravy léků na všechny části lidského těla“, kterou rozluštil Georg Ebers. V této lékařské knize je mimo jiné uvedeno, že med pomáhá při léčení ran, při žaludečních, střevních, ledvinových, očních a dalších problémech a může být také použit jako mast, náplast, obklad, výplachový odvar i jako tabletky.

Při rakovině žaludku bylo doporučeno používat nápoj nebo klystýr s obsahem medu, při žaludečních vředech se používaly tabletky s medem. Při potížích s močovou soustavou se podávaly tzv. „močopudné tabletky Chaa“, v nichž se rovněž nacházel med. V jiné lékařské knize rozluštěné Edwinem Smithem se vyskytují údaje o využití medu v chirurgii a při léčení ran.

V Indické medicíně Ayurveda i v zákonech Manu je uvedeno, že je možné při konzumaci elixíru a diety, která obsahuje med i mléko, prodloužit život člověka na 500 a více let. Indický lék „alternacia“, připravený převážně z medu, dodával člověku radost

a ochraňoval mláďa.

Dokonce Pythagoras a Aristoteles, kterému se přezdívalo „Slunce pravěkého včelařství“ zastávali názor, že med blahodárně působí na lidský organismus. Největší reformátor starověké medicíny Hippokrates úspěšně používal včelí med při léčení mnoha onemocnění. Legenda dokonce říká, že se na hrobě Hippokrata usadil včelí roj, který produkoval med léčící dětská onemocnění.

Stejného názoru na léčivé účinky medu byl také řecký učenec Dioskorides, lékař Claudius Galenus i římský vědec Plinius. Mohamed hlásal, že vyléčení je možné jen třemi způsoby: medem, obklady a opalováním.

Naši předkové byli velice moudří a v mnohém měli pravdu. Poznatky, které vyzorovali v přírodě, stejně jako recepty, které získali na základě zkušeností celých generací, moderní lékařská a farmaceutická věda plně potvrdila (Richter, 1999).

3.3 Druhy včelího medu

Medy získané od včel jsou mnohotvárné, což je způsobeno rozmanitostí rostlinného původu. Je prakticky nemožné získat jednodruhový med. Tyto medy vznikají pouze v cílených pokusech výzkumníků. V praxi včelaři získávají jednodruhový med pouze z tak vydatné snůšky, kterou u nás poskytuje akát, řepka, maliník, jetel a medovice (Veselý, 2003).

Podle vyhlášky č. 76/2003 Sb. dělíme med:

a) podle původu

1. květový
2. medovicový

b) podle způsobu získávání a úpravy

1. vytočený med
2. plástečkový med
3. lisovaný med
4. vykapaný med

5. med s plástečky
6. filtrovaný med
7. pastový med (Vyhláška 76/2003 Sb., 2003).

Pro účely této vyhlášky se rozumí:

- medem květovým (nektarovým) - med pocházející zejména z nektaru květů,
- medem medovicovým - med pocházející zejména z výměšků hmyzu (Hemiptera) sajícího z rostlin na živých částech rostlin nebo ze sekretů živých částí rostlin,
- pastovým medem - med, který byl po získání upraven do pastovité konzistence a je tvořen směsí jemných krystalů,
- vytočeným medem - med získaný odstředováním odvíčkových bezplodových plástů,
- plástečkovým medem - med uložený a zavíčkovaný včelami do bezplodových plástů čerstvě postavených na mezistěnách vyrobených výhradně ze včelího vosku nebo bez nich a prodávány v uzavřených celých plástech nebo dílech takových plástů,
- vykapaným medem - med získaný vykapáním odvíčkových bezplodových plástů,
- medem s plástečky - med, který obsahuje jeden nebo více kusů plástečkového medu,
- lisovaným medem - med získaný lisováním bezplodových plástů za použití mírného ohřevu do 45°C nebo bez použití tepla,
- filtrovaným medem - med, který byl po získání upraven odstraněním cizích anorganických nebo organických látek takovým způsobem, že dochází k významnému odstranění pylu,
- pekařským medem (průmyslovým medem) - med určený výhradně pro průmyslové použití nebo jako složka do jiných potravin; může mít cizí příchut'

nebo pach, může vykazovat počínající kvašení nebo mohl být zahřát (Vyhláška 76/2003 Sb., 2003).

3.3.1 Tuzemské druhy medů

Nejčastějším medem v České republice je **med řepkový**, který může obsahovat příměs nektaru trnky, ovocných stromů a na jaře kvetoucích bylin. Řepkový med do několika dnů krystalizuje, což je způsobeno vysokým obsahem glukózy. Barva tekutého medu je citronově žlutá, zkrystalizovaného pak téměř bílá. Řepkové medy přicházejí na evropský trh nejvíce z Francie a České republiky (Švamberk, 2003). Upravuje činnost střev a jater, urychluje hojení ran a vyniká svými antibakteriálními účinky (Lehnherr, 2000).



Obrázek 1 Brukev řepka olejka

(Zdroj: <http://www.biolib.cz/IMG/GAL/59634.jpg>)

Akátový med pochází z teplých oblastí Čech a jihovýchodní Moravy. V ČR tvoří až 20% podíl z celkové produkce, pro evropský trh jsou však hlavními zdroji státy Maďarsko, Rumunsko a Bulharsko. Akátový med je vodojasné až lehce nažloutlé barvy, má výrazně sladkou chuť s jemným aroma (Švamberk, 2003). Na rozdíl od řepkového medu zůstává v tekutém stavu až několik let (Veselý, 2003).



Obrázek 2 *Trnovník akát*

(Zdroj: <http://www.biolib.cz/IMG/GAL/103280.jpg>)

Slunečnicový med má typickou zlatožlutou až žloutkovou barvu. Vzhledem k vyššímu obsahu glukózy je krystalizace poměrně rychlá. Často se po krystalizaci vytvoří tekutá vrstva na povrchu.



Obrázek 3 *Slunečnice roční*

(Zdroj: <http://www.biolib.cz/IMG/GAL/1566.jpg>)

Med lipový je mezi včelaři považován za jeden z nejlepších medů. Jeho barva je v tekutém stavu zelenožlutá až jantarová. Med sbíraný v pozdějším období má až jasně hnědou barvu. Barvou a konzistencí připomíná ricinový olej. Chuťově je až nahořklý. Lipový med obsahuje velké množství éterických olejů, vykazuje také velkou antimikrobiální účinnost. V medicíně se využívá pro léčení nachlazení, obsah éterických olejů totiž likviduje bakterie na sliznicích dýchacích orgánů. Po konzumaci tohoto medu dochází také ke zvýšení potivosti (Holderna-Kedzia, 2001).



Obrázek 4 *Lipa srdčitá*

(Zdroj: <http://www.biolib.cz/IMG/GAL/65609.jpg>)

Dalším významným druhem jsou medy z bobovitých píceň – **jetelový, vikvový a vojtěškový**. Mají vysoký obsah glukózy a jsou považovány za výborný zdroj energie. Díky jemné sladké chuti je oblíben především u dětí. Česká i evropská produkce je ale nedostatečná, nejvíce je dovážen z Kanady.



Obrázek 5 *Tolice vojtěška*

(Zdroj: <http://www.biolib.cz/IMG/GAL/125338.jpg>)

Med z ovocných stromů bývá jasně žluté až hnědožluté barvy, pochází z nektaru ovocných stromů s příměsí jeřábů, hlohů a jírovců. Má velmi jemnou až ovocnou příchut'.



Obrázek 6 Třešeň obecná

(Zdroj: <http://www.biolib.cz/IMG/GAL/16108.jpg>)

Med pampeliškový, neboli z nektaru smetánky lékařské, má výraznou ovocnou příchut', sytě žlutou barvu.



Obrázek 7 Smetánka lékařská

(Zdroj: <http://www.biolib.cz/IMG/GAL/59406.jpg>)

V České republice se můžeme také vzácně setkat s **medem pohankovým, svazenkovým, maliníkovým, vřesovým** aj. (Švamberský, 2003).

3.3.2 Zahraniční druhy medů

Pro jih Francie je typický **levandulový med**, který patří mezi nejjemnější a chuťově

delikátní medy. Velmi jemné aroma je zvýrazněno vůní po levandulových květech.



Obrázek 8 *Levandule lékařská*

(Zdroj: <http://www.biolib.cz/IMG/GAL/103111.jpg>)

Ze subtropických oblastí celého světa pochází **med citrusový**. Má typickou vůni po pomerančovníkových květech a sytě žlutou až oranžovou barvu. Z Mexika a Střední Ameriky pochází **med kávovníkový** se slabým aroma po kávě. Z Floridy pochází **med tupelo**, z chilských And pak **med mydlokorový** (Švamberk, 2003).

Kaštanový med má nahořklou chuť, pomáhá při kašli, žilních onemocněních, chudokrevnosti, únavě. Pochází ze Švýcarska, Francie a Itálie (Lehnherr, 2000).

Dále se na trhu můžeme setkat s **medem tymiánovým, kopyšníkovým, rozmarýnovým, eukalyptovým, kmínovým, mátovým** a dalšími (Švamberk, 2003).

3.4 Vznik medu

3.4.1 Zdroje pro tvorbu medu

Až do roku 1761 byly včely považovány za nositelky medu (*Apis mellifera* - „včela, nositelka medu“). V tomto roce Carl von Linné zjistil, že včely med nenosí, ale vytváří ho z nektaru nebo medovice. Jde o sladké roztoky, které se liší ve složení (Vorlová, 2002).

Včela medonosná shromažďuje tyto látky, aby zajistila přežití včelstva:

- nektar, který dospělé včely přeměňují v med,
- vodu, která zajišťuje správnou vlhkost a teplotu v úlu,
- pyl, který obsahuje látky nezbytné pro včelstvo – proteiny, aminokyseliny, lipidy, minerální látky a vitaminy,
- propolis, který je využíván k těsnění štěrbin, tudíž pomáhá regulovat teplotu a udržovat hygienu v úlu (Somerville, 2000).

3.4.1.1 Nektar

Nektar je nejčastějším zdrojem medu. Je vylučován květy, popřípadě také listy rostlin. Množství je u různých květů rozdílné (Veselý, 2003). Sběr nektaru je možný pouze v době, kdy rostliny medují. Aktivita včel je k tomu přizpůsobena (Titěra, 2006).

Tento vodný roztok mnoha organických a minerálních látek obsahuje především cukry. Ostatní látky, jako jsou bílkoviny, minerální látky, organické kyseliny, barviva, vitaminy a aromatické látky, jsou v něm obsaženy v menším množství. Obsah popelovin se pohybuje v rozmezí 0,02-0,45%.

Z vitaminů se v nektaru vyskytuje thiamin, riboflavin, pyridoxin, kyselina nikotinová, biotin, kyselina listová a kyselina askorbová. Jejich obsah je však z hlediska biologické potřeby člověka málo významný. Dále se v nektaru vyskytují aminokyseliny a amidy.

Nejpodstatnější složkou nektaru jsou cukry, jejichž koncentrace kolísá od 5% do 86%. Pokud je koncentrace cukrů v nektaru nižší než 10%, včely ho nesbírají, nebo ho přijímají pouze jako vodu. Nejvíce je zastoupena sacharosa, glukosa a fruktosa, podle jejich poměru rozdělujeme 3 typy nektarů:

- nektary s převahou sacharosy,
- nektary se stejným poměrem sacharosy, glukosy a fruktosy,
- nektary neobsahující sacharosu, poměr glukosy k fruktose je proměnlivý, nektary s převládající glukosou jsou vzácné.

Jak bylo uvedeno u charakterizace jednotlivých druhů medů, poměr sacharidů

má vliv na tekutost a krystalizaci medů. V řepkových a pampeliškových medech je málo fruktosy, což vede k rychlé krystalizaci medu, zatímco například v medu akátu a hluchavky je převaha fruktosy, takže med zůstává dlouho tekutý.

Kromě těchto látek se do nektaru druhotně dostávají kvasinky, pyl a jiné příměsi, které ovlivňují složení nektaru, následně pak medu (Veselý, 2003).

3.4.1.2 Medovice

Medovice je hustá a sladká tekutina, která je vylučována stejnokřídlým hmyzem, v České republice nejčastěji mšicemi a červci (Přidal, 2003). Po částečném odpaření tato tekutina vytváří lepkavé povlaky nebo kapky na listech a jehličí stromů, na kterých se tento hmyz rozmnožil. Ústní ústrojí stejnokřídlých je uzpůsobeno pro nabodávání rostlinných pletiv a k sání (Háslbachová, 2004).

Po chemické stránce je medovice složitější látkou než nektar. Obsahuje přibližně 56% vody. Převážnou část tvoří cukry – sacharosa, glukosa, fruktosa, maltosa, melicitosa a řada dalších polysacharidů (Háslbachová, 2004). Obsahuje stopy mnoha bílkovin a aminokyselin, součástí jsou i minerální látky, barviva a aromatické látky, které proudí v míze rostlin. Zvláště významná jsou barviva obsažená v medovici, protože přecházejí do medů a způsobují jejich charakteristické zbarvení (Veselý, 2003).

3.4.2 Proces tvorby medu

Med v první řadě slouží jako potravina pro včely. Na rozdíl od vos, sršňů a čmeláků včely zůstávají v zimě aktivní a jejich společenství přežívá zimu ve svém obydlí, které si klimatizují. Pro přežití je nezbytné mít zásoby potravy, které tvoří 2 složky. Hlavní složku tvoří med, který včelám dodává energii, a pyl, který slouží jako zdroj výživných látek, převážně bílkovin. Med není pouze potravinou určenou pro lidskou spotřebu (Titěra, 2006).

Když včela svým věkem dospěje k práci ve volné přírodě, z včely mladušky se stává včela létavka, vylétá z úlu do přírody a získává nektar nebo medovici a plní

jimi medný váček. Při sběru přidává do směsi výměšky svých trávících žláz (Kolektiv pracovníků, 2012).

Po naplnění medného váčku přilétá do úlu, kde na sebe upozorní nabízením sladiny a tanečky, které mobilizují úlové včely – mladušky. Náklad předá 3-4 mladuškám, odpočine si, vyčistí oči, tykadla a hrudník, přijme potravu na cestu a vylétává. Za den vykoná 7-16 letů, které mohou trvat 7-80 minut.

Mladušky nektar obohacují o další výměšky trávících žláz s obsahem invertázy, nastává štěpení cukrů, kdy se sacharosa štěpí na jednoduché cukry – glukosu a fruktosu. Zároveň vodnatý nektar odpařují a zahušťují. Mednou surovinu následně předávají dalším mladuškám, probíhá další štěpení a odpařování do té doby, než může být uložen do buněk. Stále je ale řídký a musí se dále odpařovat – v buňkách, nebo přenášením medu do dalších buněk (Veselý, 2003).

Tato úprava nektaru probíhá z důvodu snížení objemu a zvýšení trvanlivosti. Během několika dnů by kvůli přítomným kvasinkám začal fermentovat (Titěra, 2006).

Zralý med, obsahující přibližně 20% vody, je zapečetěn voskovým víčkem a probíhají biochemické pochody zrání (Veselý, 2003).

Zralý med se pozná tak, že při trhnutí plástem nevystříkne. Konečný produkt je med, hustá viskózní tekutina, která je díky nízkému obsahu vody skladovatelná téměř neomezeně dlouho, protože se zde mikroorganismy nejsou schopny dále množit (Titěra, 2006).

3.5 Složení medu

Med je složitý produkt, který obsahuje více než 100 různých látek. Vedle jednoduchých monosacharidů a malého množství polysacharidů se v produktu nachází voda. Med dále obsahuje minerální látky, enzymy, vitaminy, flavonoidy, organické kyseliny, barviva, éterické oleje, antibiotické substance a biostimulátory (Ruzicka, 2000).

Největší vliv na složení medu má jeho původ, liší se složení nektarových a medovicových medů. Botanický původ má menší vliv. U medovicových medů na složení působí také producenti medovice (Přidal, 2003).

Tabulka 1 Průměrné složení medu v %

Složky medu	Kvěťový med	Medovicový med
Voda	17,2	16,3
Minerální látky	0,2	0,9
Kyseliny	0,5	1,1
Aminokyseliny, bílkoviny	0,3	0,6
Fruktosa	38,2	31,8
Glukosa	31,3	26,1
Sacharosa	0,7	0,5
Další disacharidy	5,0	4,0

(Zdroj: http://www.bee-hexagon.net/files/file/filesD/Bienenprodukte/bogdanov_mitteilungen_zbf_50_2002_sb.pdf)

3.5.1 Voda

Voda v medu tvoří 15-21%, nedokonale vyzrálé medy mají více vody, tudíž jsou náchylnější na kvašení. Obsah vody je tedy základním kritériem kvality medu. Zjišťuje se refraktometricky nebo ze specifické hmotnosti (Veselý, 2003).

Podle vyhlášky č. 76/2003 Sb. ze dne 6. března 2003 může být obsah vody u medu nejvýše 20% hmotnosti pro med kvěťový a 20% hmotnosti pro med medovicový. U vřesového medu a medu průmyslového může být nejvýše 23% hmotnosti, u medu z vřesu na průmyslové účely může být obsah vody nejvýše 25% hmotnosti (Vyhláška 76/2003 Sb., 2003).

Kvěťový med by měl být zavíčkovaný alespoň ze dvou třetin, nezralý vytočený med kvasí a hořkne (Boháč, 2002).

3.5.2 Sacharidy

Převážnou část sacharidů v medu tvoří fruktosa a glukosa. Ve většině medů převažuje fruktosa nad glukosou, což se projevuje tím, že stáčejí rovinu polarizovaného světla

doleva – jsou levotočivé. Medy z kaštanovníku, akátu a vřesu mají poměr fruktosy ke glukose vyšší než 1,3, ostatní medy od 1 do 1,3.

Podle vyhlášky č. 76/2003 Sb. mají mít květové medy nejméně 60% glukosy a fruktosy, medovicové medy minimálně 45% (Vyhláška 76/2003 Sb., 2003). Medovicové medy obsahují méně redukujících cukrů než nektarové, protože obsahují více složitějších cukrů (Veselý, 2003).

Sacharosa je přirozená součást medovice a nektaru, ale enzymaticky se štěpí při zpracování šťáv včelami. Enzym invertasa obsažený ve slinách včel štěpí sacharosu na glukosu a fruktosu, při tomto procesu dochází k zabudování části vody do nově vznikajících molekul, proto se zahušťuje nektar na med. Pokud je snůška intenzivní, invertasa není schopna rozštěpit tak velké množství sacharosy, což je příčinou většího množství sacharosy ve vzniklém medu (Vyhláška 76/2003 Sb., 2003).

Podle vyhlášky 76/2003 Sb. by obsah sacharosy neměl přesáhnout jak v medovicovém, tak i květovém nektaru 5%. Med květový jednodruhový z tolice vojtešky, akátu, banksie, kopyšníku, blahovičnicku, z *Eucryphia lucida*, *Eucryphia milliganii* a z citrusů může obsahovat nejvýše 10% sacharosy, med levandulový a med z brutnáku lékařského může obsahovat maximálně 15% sacharosy (Vyhláška 76/2003 Sb., 2003). Obsah sacharosy se však pohybuje okolo nižších hodnot, limity pro sacharosu v normách jsou vyšší, jelikož jsou vztaženy ke starší analytické metodě, která je schopna měřit pouze tzv. zdánlivou sacharosu – více podobných cukrů (Veselý, 2003).

Vyšší cukry, jako jsou oligosacharidy a dextriny, jsou součástí zejména medovicových medů. Jejich koncentrace může být i více než 10%. Nektarové medy obsahují tyto cukry v množství 2-3%. 1/3 všech oligosacharidů tvoří maltosa, v medu vznikají především enzymaticky.

V porovnání s cukrem má med příznivější vliv na zdraví člověka. Například Renate Frank ve své studii z roku 1998 uvádí:

„Pro strávení potravin s cukrem potřebuje tělo vitamin B1. Protože tento vitamin je ve sladkostech jen v malém množství, nebo vůbec ne, musí se brát požadovaný vitamin z tělesných rezerv. Na rozdíl od vitaminů rozpustných v tucích mohou být vitaminy B1 v těle rezervovány jen v malých množstvích. Při pravidelném mlsání jsou

rezervy již po málo dnech spotřebovány a vitamin B1 začne chybět. Následkem toho se nejdříve objeví vyložený hlad po sladkostech, později malátnost, únava, bolesti hlavy, zvýšená náchylnost ke stresu a infekci. Právě ve stavech zatížení bychom měli pojídat místo sladkostí potraviny s přírodními uhlohydráty. Ovoce, zelenina, hrubozrnné produkty a med nedodávají jen uhlovodany, nýbrž také průvodní látky, které jsou důležité pro překonání stresu. Med obsahuje vitamin B1 v množství, které postačuje, aby se cukr v medu využil beze ztrát. Stopový prvek mangan zesiluje účinek vitamínu B1“ (Frank, 1998).

Konzumace medu oproti cukru má také pozitivní účinky na srdce a krevní oběh. Čím více konzumuje člověk cukru, tím více se vytvoří tuku v játrech a mohou nastat problémy s váhou a tučněním jater. Pokud se člověk neobejde úplně bez sladkostí, je doporučeno sladit medem. V závislosti na množství ovocného cukru má med vyšší sladivost než domácí cukr. Při stejném množství tedy med vykazuje menší množství kalorií než sacharosa (Frank, 1998).

Med je velmi vhodný u pacientů s diabetickou hypoglykemií. Monosacharidy jsou přímo absorbovány do těla krví bez potřeby trávení. Přímá absorpce dextrosy a levulose zvyšuje rychle hladinu glukosy v krvi a dostává glukosu na normální úroveň. Fruktosa se absorbuje pomaleji než glukosa a nepotřebuje zásobu insulínu. Jestliže není glukosa a fruktosa využita přímo, bude se ukládat v játrech ve formě glykogenu. Ostatní cukry se budou asimilovat mnohem pomaleji, čímž přispějí k udržení normální hladiny glukosy v krvi po dlouhou dobu (Herro, 2003).

Na základě studie uvedené v Scottish Beekeeper z roku 2000 je doporučován med jako prostředek pro regeneraci sil po fyzické zátěži. Studie zahrnovala 39 atletů (mužů i žen), kteří trénovali se závažím. Atleti podstoupili sérii cviků určených pro vzpěrače. Po cvičení jim byl podán bílkovinný dodatek smíchaný buď s maltodextrinem, nebo s medem. Skupina, která dostala med, si oproti druhé skupině udržela optimální hladinu krevního cukru v průběhu dvou hodin po fyzické zátěži. U sledovaných osob, které dostaly med, byly zjištěny také pozitivní změny v poměru hormonů, což ukazuje také na dobrou regeneraci svalů (Scottish beekeeper, 2000).

3.5.3 Organické kyseliny

Důležitou součástí medu jsou organické kyseliny. Ovlivňují řadu jeho vlastností, stabilitu a chuť (Titěra, 2006). Kyseliny chrání med před mikrobiálním kažením a vytvářejí vhodné podmínky pro činnost enzymů (Frank, 2010). Nejvíce je zastoupena kyselina glukonová, dále kyselina citronová, jablečná, jantarová, octová, šťavelová, mravenčí a jiné (Titěra, 2006).

Kyselina glukonová vznikající enzymatickou oxidací z glukosy je v medu obsažena spíše ve formě laktonu, který po zředění vodou přejde na kyselinu glukonovou. Ve významném množství je dále v medu přítomna kyselina citronová, jablečná a jantarová. Bohaté spektrum organických kyselin značí pravost medu. Nektarové medy bývají zpravidla kyselejší (pH 3,4), kyselost medovicových medů může dosahovat kyselosti až pH 6,1 (Veselý, 2003).

Medovicové medy obsahují více kyselin než medy nektarové, avšak obsahují také větší množství minerálních látek a aminokyselin, které snižují hodnotu pH. Tedy kyselost medů tmavých je menší než kyselost medů světlých (Frank, 2010).

3.5.4 Aminokyseliny

Aminokyseliny se ve velké míře podílejí na chuti medů, podle obsahu aminokyselin je dokonce možné zjistit geografický původ některých druhů medů. Ve smíšených medech se vyskytuje nejvíce aminokyselin.

Prolin, převažující aminokyselina v medech, klesá pozvolna s dobou skladování, pravděpodobně reaguje s cukry, popřípadě i s hydroxymethylfurfurem (Veselý, 2003).

3.5.5 Peptidy a bílkoviny

Přibližně polovinu dusíkatých látek tvoří nízkomolekulární látky, peptidy. Druhou polovinu tvoří ostatní vysokomolekulární látky. Molekulová hmotnost bílkovin v medu je 40 – 400 000. Většina patří mezi enzymy, které urychlují metabolické reakce v živých organismech.

Významný enzym v medu je invertasa, která pochází z hltanových žláz včel. Rozkládá sacharosu na jednoduché cukry, nebo obráceným pochodem vytváří oligosacharidy, přičemž spotřebovává glukosu. Tímto procesem se sníží náchylnost medu ke krystalizaci.

Enzym diastasa také pochází z hltanových žláz včel, řadíme ji mezi enzymy štěpící škrob (Veselý, 2003). Dle vyhlášky 76/2003 Sb. musí být aktivita diastázy u medu nektarového i medovicového více než 8 stupňů podle Schadeho. U medů s nízkým obsahem enzymů (citrusové medy) a obsahem HMF nižším než 15mg/kg může být aktivita diastázy nejméně 3.

V medu je dále přítomná glukooxidasa, katalasa, kyselá fosfatasa a další enzymy (Vyhláška 76/2003 Sb., 2003).

3.5.6 Minerální látky

Med obsahuje ve stopovém množství velikou škálu prvků. Největší podíl tvoří draslík. Draslík zajišťuje správné hospodaření organismu s vodou, podílí se na přenosech nervosvalových vzruchů (Hajdušková, 2006). Konzumace medu přispívá k rychlému vyrovnání hladiny draslíku v těle, k jehož ztrátám dochází při silném pocení, horečkách a průjmech. V kombinaci s vitamínem B6 působí uklidňujícím způsobem na nervovou soustavu, odstraňují svalové napětí a chrání cévy (Frank, 2010).

Dalším důležitým prvkem, který zajišťuje pevnost kostí, chrupavek a dalších tkání, je vápník. Dále je obsažen hořčík, který udržuje hladinu cholesterolu v organismu (Hajdušková, 2006). Jako přirozený uklidňující prostředek chrání hořčík nervy, uklidňuje svaly a zužuje krevní cesty, a tak snižuje krevní tlak (Frank, 1998). Železa se vyskytuje pouze malé množství, ale organismem je plně využíván. Dále med obsahuje zinek, měď, mangan, fosfor, sodík a další (Hajdušková, 2006).

Minerální látky se vyskytují v medu do 1%, většinou jsou rostlinného původu. V medovicových medech je obsaženo více minerálních látek. S jejich obsahem také souvisí barva medu. Medovicové medy také bývají tmavší proto, že mají rostlinná barviva v přítomnosti většího množství železa, manganu a mědi tmavší barevné odstíny. Větší množství železa zjistíme přidáním medu do čaje, kdy po reakci s taninem vzniká

šedočerná barva, popřípadě i sraženina (Veselý, 2003).

3.5.7 Látky hormonálního charakteru

Acetylcholin pochází pravděpodobně z pylu, přenáší vzruchy v nervovém systému. Jeho koncentrace v medu je 45mg/kg. Med obsahuje také volný a vázaný adrenalin (Veselý, 2003).

3.5.8 Barviva

V medu se vyskytují rostlinná barviva, barviva vnesená do medu činností včely a dále barviva vznikající během skladování medu (Veselý, 2003). Tmavnutí medu je způsobeno Maillardovou reakcí, karamelizací fruktosy a reakcemi polyfenolů (Gonzales et al., 1999).

Z rostlinných barviv nejvíce ovlivňují barvu medu flavonoidy, antokyany, karotenoidy, xantofyly a chlorofyly. Z flavonoidních rostlinných barviv se vyskytuje v medu quercetin a rutin (Veselý, 2003).

Flavonoidy zabraňují ukládání tuků na stěny cév, je tedy zamezeno tvoření plaku cholesterolu. Tento proces zabezpečuje především flavonoid quercetin, který se více vyskytuje v medu medovicovém, tudíž je tento med vhodnější pro snižování cholesterolu v cévách (Frank, 2005).

3.5.9 Hydroxymethylfurfural

HMF, hydroxymethylfurfural, neboli 5–hydroxymethyl–2–furaldehyd je bezbarvá krystalická látka, která je velice reaktivní, na vzduchu okamžitě hnědne a s ostatními složkami medu tvoří žlutohnědá barviva (Veselý, 2003).

Hydroxymethylfurfural je rozkladný produkt cukrů, který vzniká přirozeně při skladování medu. Pokud je med zahříván, rychlost jeho tvorby se mnohonásobně zvyšuje. Proto se stanovení HMF využívá při zjišťování zahřátí medu. Některé země

mají stanoveny maximální limity pro množství HMF v medu (často 40 miligramů na kilogram) (Bradbear, 2009). 40 mg HMF na kilogram medu odpovídá zahřátí medu na 70°C po dobu 5 hodin. Čerstvé medy nebo medy skladované v chladném prostředí obsahují přibližně 10 mg HMF. Medy, u kterých bylo zjištěno několik set miligramů HMF na kilogram medu, byly několikanásobně nešetrně rozežhřívány, čímž se snižuje kvalita i biologická hodnota medu (Veselý, 2003).

3.5.10 Vitaminy

Med obsahuje pouze malé množství vitaminů, což je kritérium, které se nejčastěji uvádí při poukazování na bezcennost medu. Množství vitaminů není ale zcela důležité (med není jedinou přijímanou potravinou během dne), důležité je především, jak se vitaminy a další látky v medu vzájemně doplňují a podporují v účinnosti. Nejvýznamnější je přítomnost vitaminů skupiny B, jehož množství je srovnatelné s obsahem ve většině druhů ovoce a zeleniny.

Med obsahuje velmi malé množství vitamínu C, není tudíž přínosem pro zajištění denní potřeby. Avšak přítomnost kyseliny askorbové není bezvýznamná. Flavonoidy přítomné v medu chrání vitamin C před rozkladem a tak mnohonásobně zvyšují jeho účinek (Frank, 2010).

Z vitaminů je nejvíce obsažen riboflavin, thiamin a kyselina pantothenová (Veselý, 2003). Jejich množství ve 100 g medu je uvedeno v následující tabulce.

Tabulka 2 Množství vitaminů v mg ve 100 g medu

Vitamin	mg / 100 g medu
B1	0,003 - 0,03
B2	0,02 - 0,06
B3	0,11 - 0,36
B5	0,02 - 0,11
B6	0,008 - 0,32

(Zdroj: Frank, 2010)

3.5.11 Aromatické látky

Chuť medu tvoří přibližně 120 aromatických látek, které vytvářejí rostliny pro nalákání opylovačů a zároveň i jako ochranu před škůdci a plísněmi. Jsou to chemické substance, které zanikají při teplotách vyšších než 40°C.

Aromatické látky u člověka povzbuzují chuť a stimulují vylučování enzymů, hormonů a trávicích šťáv (Frank, 2010).

3.5.12 Přírodní toxické látky

Mezi hlavní původce toxických medů patří nektary z některých vřesovitých rostlin (*Ericaceae*) – pěnišníky, azalky, kyhanky a kalmie. První zprávy spojené s otravou těmito druhy, konkrétně rostlinou *Rhododendron ponticum* pocházejí z roku 401 před naším letopočtem, kdy došlo k otravě řeckých vojáků v Malé Asii.

Medovice z keře *Coriaria arboera* z Nového Zélandu je dalším zdrojem toxických medů. Další toxické medy byly zjištěny v Maďarsku, které pocházely z rulíku zlomocného nebo durmanu, a z virginského jasmínu rostoucího v Severní Americe (Veselý, 2003).

3.5.13 Tuky

Med obsahuje pouze 150 mg látek tukové povahy v 1 kg medu. Do medu se tyto látky dostávají pravděpodobně z mateří kašičky a dalších žlázových produktů mladých včel (Titěra, 2006). Asi 45% z lipidů tvoří estery cholesterolu, 22% triglyceridy, 18% volné kyseliny a 17% volný cholesterol. Z mastných kyselin obsahuje kyselinu kaprylovou, palmitolejovou, palmitovou, laurovou, stearovou, olejovou, arachidonovou a linoleovou (Veselý, 2003).

3.5.14 Mikroorganismy v medu

Jak již bylo výše uvedeno, mikroorganismy (s výjimkou kvasinek) nejsou v medu schopné růstu. V medu se vyskytují bakterie a další mikroorganismy, jejichž množství svědčí o hygienické úrovni včelaření a zpracování medu.

Když obsah sušiny v medu klesne pod 60% (nejčastěji pokud ponecháme med ve styku se vzdušnou vlhkostí vyšší než 60% relativní vlhkosti), začínají se rozmnožovat kvasinky z rodů *Zygosaccharomyces*, *Schizosaccharomyces*, *Saccharomyces* aj. V některých medech se také může objevit bakterie *Clostridium botulinum*, nálezy jsou však naprosto ojedinělé a nezpůsobují žádná reálná rizika pro člověka. V medovicových medech se mohou objevit i spory hub z rodu *Phycomycetes*, *Ascomycetes*, *Basidiomycetes* a *Deuteromycetes*.

Druhy patogenní pro člověka nebyly v medu prokázány, med ze včelstev nakažených morem včelího plodu může být však patogenní pro další včelstva. V České republice se všechna ohniska moru likvidují, tedy nález moru v medu svědčí o jeho zahraničním původu. Současně není jisté, jestli neobsahuje zbytky antibiotik, které se v zahraničí mohou používat.

Množství běžných nepatogenních mikroorganismů většinou nepřesáhne tisíc mikroorganismů v 1 kg medu, normy jich však povolují až 100 milionů (Veselý, 2003).

3.5.15 Antibiotika

Med nesmí obsahovat antibiotika, v Evropské unii je zakázáno používat pro včelařství antibiotika streptomycin, tetracykliny, penicilin a sulfonamidy. Tetracykliny mohou být používány pouze pod veterinárním dohledem a musí se dodržovat ochranné lhůty (Bradbear, 2009).

4 BIOLOGICKY AKTIVNÍ LÁTKY V MEDU

Zájem o výzkum biologicky aktivních látek se stále zvyšuje nejen v potravinářském průmyslu, ale i v geomedicíně, botanice, moderní farmacii, agrochemii, kosmetice a jiných odvětvích (Guaadaoui et al., 2014).

4.1 Pojem „bioaktivní látka“

Pojem „bioaktivní“ je složen ze dvou slov – bio, pocházející z řeckého *bios* = život, a aktivní, z řeckého *activus*, znamenající dynamický, plný energie, s energií nebo zahrnující aktivitu.

Ve striktně vědeckém významu, pojem „bioaktivní“ je synonymum pro „biologicky aktivní“. Bioaktivní látka je zjednodušeně látka vykazující biologickou aktivitu.

V medicínských slovnících je bioaktivní látka definována jako látka, která působí, způsobuje reakci, nebo spouští reakce ve tkáních.

Biologicky aktivní látka je tedy látka, která má přímý vliv na organismus. Tento efekt může být pozitivní, nebo negativní v závislosti na druhu látky, množství nebo biologické dostupnosti. Tyto látky mají široké působení začínající pozitivním působením na zdraví až léčebnými účinky, nebo mohou být nebezpečné až zhoubné. Množství přijaté látky je často rozhodující, zda bude účinek pozitivní nebo negativní.

Bioaktivní látky se nacházejí v malých množstvích v rostlinách a následně v potravinách. V rostlinách se primárně nevyskytují, tvoří se jako sekundární metabolity rostlin, které nejsou nezbytné pro funkce rostlin, jako je například růst (Guaadaoui et al., 2014). Všechny rostliny vytváří chuťové, vonné a barevné látky sloužící k přilákání opylovačů, ochraně rostlin před nemocemi, škodlivinami a UV zářením. V současné době je známo přes dvacet milionů těchto látek (Frank, 2010).

Rostliny však nejsou jediným zdrojem biologicky aktivních látek. Mohou vznikat i v mikroorganismech, jako jsou bakterie a houby, a také u některých skupin zvířat (Guaadaoui et al., 2014).

Zdrojem bioaktivních látek v medu jsou rostliny, v medu byly identifikovány aromatické látky, barviva, flavonoidy, kyseliny, enzymy a obsahové složky pylu (Frank, 2010).

4.2 Bioaktivní látky nacházející se v medu

4.2.1 Antioxidanty

Kyslík patří mezi nepostradatelné složky života. Pokud však jeho sloučeniny ve formě volných radikálů přesáhnou množství potřeby buněk, projeví se jeho negativní účinky. Tyto volné radikály mohou poškodit buňky, a proto proti nim mají detoxikační a antioxidační mechanismy, mezi které patří především vitaminy E a C, glutathion a enzym superoxid-dismutasa. V případě, že je reaktivních sloučenin kyslíku velké množství, jejich regulace už není možná a dochází k tzv. oxidačnímu stresu (Kalač, 2003).

Tvorbu volných radikálů způsobují také vnější vlivy svým toxickým působením, mezi vyvolávací faktory patří pylové nebo toxické znečištění vzduchu, alkohol, kouř z cigaret a uzené maso. Tyto pochody mohou být ale také vyvolány stárnutím organismu nebo i vyčerpávající tělesnou prací (Mindell et al., 2006).

Volné radikály jsou vysoce reaktivní látky. Vysoká reaktivita je dána nepárovým elektronem ve valenční vrstvě, tedy mají snahu si tento elektron doplnit, aby vznikl elektronový pár. Napadají tedy jiné molekuly.

Rozlišujeme dvě skupiny volných radikálů. První skupinou jsou „reaktivní formy kyslíku“, neboli ROS, které ve své molekule obsahují kyslík. „Reaktivní formy dusíku“, neboli RNS, mají ve své molekule dusík (Hřebíčková, 2009).

Tyto volné radikály jsou přirozenou složkou organismu. Jejich vliv může být i pozitivní – například bílé krvinky je využívají pro hubení mikroorganismů, ničení nádorových buněk. Dokonce je s těmito radikály spojené i oplození vajíčka. Na druhé straně však poškozují biomolekuly, z mastných kyselin vázaných v lipoproteinech membrán tvoří hydroperoxydy, oxidují bílkoviny a poškozují DNA.

Působení volných radikálů má za následek řadu onemocnění, jako je diabetes,

oční choroby (především šedý zákal), vznik zánětů, nádorů, plicních chorob, kožních onemocnění, Parkinsonovy a Alzheimerovy choroby, poruchy imunity, mužskou neplodnost a v neposlední řadě urychlují stárnutí (Kvasnička et al., 2009).

Antioxidanty jsou tedy látky, které zamezují nebo významným způsobem omezují oxidaci substrátu, kterým jsou proteiny, lipidy, sacharidy a DNA (Kalač, 2003). Dostatečný přísun antioxidantů z potravy může snížit riziko srdečních chorob (infarkt, ateroskleróza apod.) i některých druhů rakoviny. Mohou také snižovat hladinu cholesterolu, zpomalovat proces Alzheimerovy choroby, tlumit následky kouření a chránit zrak (Mindell et al., 2006).

Některé antioxidanty mají svůj původ zcela přírodní, jiné čistě syntetický. Do přírodních antioxidantů řadíme polyfenoly, silymarin, výtažek z jinanu dvoulaločného, vitamin C, karotenoidy, retinol a tokoferol (Hřebíčková, 2009).

Všechny bioaktivní látky nacházející se v medu můžeme zařadit mezi antioxidanty. Patří mezi ně převážně fenolické látky – flavonoidy, dále karotenoidy a vitaminy, z nichž je významný především vitamin C (Silva et al., 2012).

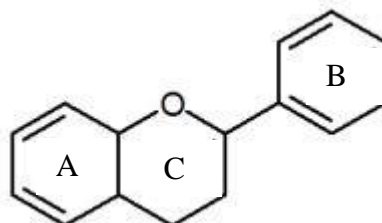
4.2.1.1 Fenolické látky

Fenolické látky patří mezi sekundární metabolity, které mají důležitý vliv na sensorickou a nutriční hodnotu ovoce, zeleniny, nápojů, medu a jiných potravin (Andersen, 2006). Podle jejich základní struktury je dělíme do několika skupin: jednoduché fenoly, fenolové kyseliny, kumariny, isokumariny, naftochinony, xanthony, stilbeny, antrachinony, flavonoidy a ligniny. Převážnou část tvoří flavonoidy, kterých bylo zatím popsáno více než 5000 (Silva et al., 2012).

Podle výsledků měření Al-Mamary et al., zveřejněných v roce 2002 v Nutrition Research se vyskytuje 56,32 až 246,21 mg fenolických látek na 1 kg medu (Al-Mamary et al., 2002). Převážně jsou zastoupeny flavonoidy, fenolické kyseliny a jejich deriváty (Tomás-Barberán et al., 2001).

4.2.1.1.1 Flavonoidy

Flavonoidy jsou velmi rozsáhlou skupinou rostlinných látek, jejichž molekuly obsahují flavanový cyklický skelet. Tento skelet je složený ze dvou substituovaných benzenových kruhů (A a B) a pyranového kruhu (C), který je napojen na kruh A.



Obrázek 9 Flavanový skelet

(Zdroj: Vodrážka, 1999)

Heterocykl obsahující atom kyslíku (C) je odpovědný za reakce typické pro flavonoidy. Pokud se jedná o flavonoidy, je fenyl B napojený na pyranový kruh v pozici 2, u isoflavonoidů je fenyl B napojený na pyranový kruh v pozici 3. U neoflavonoidů je pak napojen v pozici 4 (Vodrážka, 1999).

Mezi hlavní skupiny flavonoidů patří anthokyaniny, flavony, flavonoly, jejich dihydroderiváty, isoflavonoidy a neoflavonoidy (Krishnaswamy, 2010). Tato barviva se vyskytují pouze v rostlinách, zvířata ani lidé je nedokáží syntetizovat. Již v malém množství vykazují biologickou aktivitu (Frank, 2010).

Podle článku Janet Kyle et al., uvedeného v knize *Flavonoids: Chemistry, Biochemistry and Applications*, 2006 se v medu nejvíce vyskytují tyto flavony: luteolin, 0,3 mg/100g, apigenin 0,03 mg/100g, dále flavanoly: quercetin 0,2 mg/100g, kempferol 0,1 mg/100g, myricetin 0,1 mg/100g (Kyle, 2006).

Podle knihy *Zázračný med*, Renate Frank bylo ve vzorcích španělského medu zjištěno 18 různých flavonoidů. Nejvíce se vyskytovaly sloučeniny pinobanksin, pinocembrin a chrysin, dále v menším množství quercetin a kempferol (Frank, 2010).

Medy obsahují pouze malá množství flavonoidů, na rozdíl od ovoce, zeleniny, čajů aj (Andersen, 2006).

Flavonoidy patří mezi významné antioxidanty, působí jako enzymové regulátory, pozitivně ovlivňují imunitní systém, značně se také podílejí na prevenci

kardiovaskulárních a nádorových onemocnění. Bylo popsáno antikarcinogenní působení u myši a potkanů - střev, kůže, žaludku, jater, dvanácterníku, pankreatu a plic.

Quercetin například chrání vitamin C před jeho poškozením oxidací, tedy prodlužuje jeho trvanlivost, zůstává delší dobu v krvi a zlepšuje se jeho účinek. Dalším z jeho účinků je ochrana mastných kyselin a cholesterolu před rozpadem. Flavonoidy také snižují nebezpečí trombózy, jelikož zabraňují shlukování krevních destiček (Frank, 2010).

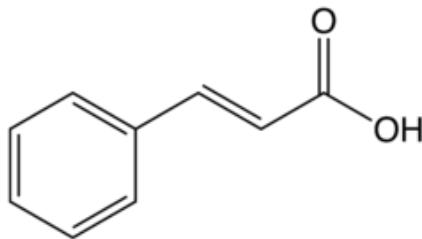
Při zvýšení obsahu flavonoidů ve stravě již o 30% se snižuje riziko koronárních nemocí (Frank, 2010). Rutin a další glykosidy flavonoidů vykazují antioxidační vlastnosti, mají vliv na permeabilitu a pružnost kapilár. Rutin se proto používá ve farmaceutickém průmyslu i v doplňcích potravy. V kombinaci s bioflavonoidy chrání kyselinu askorbovou před oxidací katalyzovanou ionty kovů a zvyšuje její využití v organismu. Z tohoto důvodu je pro lidský organismus významnější konzumace přírodních zdrojů vitamínu C obsahující flavonoidy než vitamin syntetický (Velíšek, 1999).

4.2.1.1.2 Fenolové kyseliny

Fenolové kyseliny a jejich deriváty řadíme mezi nejběžnější rostlinné polyfenoly vykazující účinky primárních antioxidantů. Jejich antioxidační aktivita závisí na množství hydroxylových skupin v molekule.

Vyskytují se převážně se strukturou C6 – C1 (kyselina benzoová a její deriváty) a se strukturou C6 – C3 (kyselina skořicová a její deriváty). Nejaktivnější jsou obecně skořicové kyseliny.

Mezi nejvýznamnější deriváty kyseliny skořicové patří kyselina kávová, p-kumarová kyselina, ferulová kyselina, rosmarinová kyselina a kyselina chlorogenová. Kyselina rosmarinová je významným antioxidantem obsaženým v majoránce, chlorogenová kyselina nacházející se v kávě, bramborách a dalších běžných potravinách (Velíšek, 1999).



Obrázek 10 Kyselina skořicová

(Zdroj: Velíšek, 1999)

Nejvýznamnějšími deriváty kyseliny benzoové jsou kyselina gallová, salicylová a katechol (Velíšek, 1999).

4.2.1.2 Karotenoidy

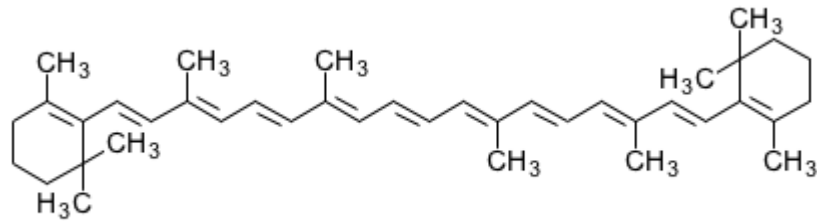
Karotenoidy řadíme mezi přírodní barviva vyskytující se v chromoplastech rostlin a dalších fotosyntetizujících organismů, jako jsou řasy, některé druhy hub a bakterií, kde plní různé funkce (Rosa et al., 2010). Živočichové karotenoidy nedokáží syntetizovat, je nutné je přijímat v potravě. Nejvíce jich je přítomno v povrchových tkáních, jako je kůže, krovky, šupiny a peří, také jsou přítomny ve vaječném žloutku a jako zrakové pigmenty (Vodrážka, 1999). Jejich vlastnosti se odvíjí od jejich struktury (Rosa et al., 2010).

Molekuly většiny karotenoidů jsou tvořeny atomy se 40 uhlíky a obecně se skládají z nenasyceného řetězce s 22 atomy uhlíku s methylovým větvením, které je typické pro isoprenoidy. Na obou koncích tohoto řetězce je připojena devítičlenná jednotka, která bývá cyklická, nebo acyklická. Díky polyenové struktuře získávají svou barevnost, od žluté po červenou (Vodrážka, 1999).

Je známo více než 600 druhů karotenoidů, dělí se do dvou skupin (Rosa et al., 2010). Čisté uhlovodíky nazýváme karoteny, druhou skupinou jsou xanthofyly obsahující jednu, dvě, nebo více hydroxylových skupin a etherové, aldehydové, ketonové nebo karboxylové substituenty (Vodrážka, 1999).

Nejznámějším acyklickým karotenoidem je lykopen, který způsobuje světle až tmavě červenou barvu zralých rajčat. Jméno karotenoidy však pochází od zástupců této skupiny β -karotenu a α -karotenu, které tvoří žluto-oranžové zbarvení mrkve. Dále

se v přírodě vyskytuje například zeaxanthin a violaxanthin. Barevné látky v chilli paprice jsou capsanthin a capsorubin (Krishnaswamy, 2010).



Obrázek 11 β -karoten

(Zdroj: Vodrážka, 1999)

70-90% karotenoidů pochází z ovoce a zeleniny. Khachik et al., 1997 jejich zdroje rozdělil do tří skupin. První skupinou je zelená zelenina, jako je brokolice, špenát a zelené fazolky, které obsahují velké spektrum xantofylů a karotenů. Do druhé skupiny řadíme žluté a červené ovoce a zeleninu – slívy, mrkev, melouny a rajčata. Zástupci této skupiny obsahují především karoteny. Žluté a oranžové ovoce zahrnující dýně, pomeranče a broskve obsahují hlavně xantofyly (Khachik et al., 1997).

Z výsledků výzkumu Ferreira et al., 2009 víme, že ve světlém jednodruhovém rozmarýnovém medu bylo zjištěno 9,32 mg β – karotenu a 6,55 mg/ kg lykopenu. Nižší hodnoty byly naměřeny u jednodruhového jantarového medu z hadince obecného, a to 8,64 mg β -karotenu na 1 kg medu a 6,19 mg lykopenu na 1 kg medu. Tmavý med vřesovcový obsahoval 9,49 mg/kg β - karotenu a 6,12 mg lykopenu na 1 kg medu.

Z tohoto výzkumu tedy vyplývá, že med obsahuje určité množství karotenoidů, ale toto množství je téměř zanedbatelné v poměru s množstvím u ovoce a zeleniny (Ferreira et al., 2009). Například mrkev obsahuje až 643,5 mg β – karotenu na 1 kg, meruňka až 69 mg/kg, špenát až 240 mg/kg, rajče 22 mg/kg. Lykopenu obsahuje rajče až 622 mg/kg, mrkev, meruňka a špenát obsahuje zanedbatelné nebo žádné množství lykopenu (Rosa et al., 2010).

U karotenoidů byly zjištěny zajímavé biologické vlastnosti, jako je antikarcinogenní efekt, protizánětlivý efekt a účinek proti volným radikálům v těle. Fucoxanthin má také za daných podmínek pozitivní vliv na snižování nadváhy, lutein je doporučován pro zlepšení zraku (Rosa et al., 2010).

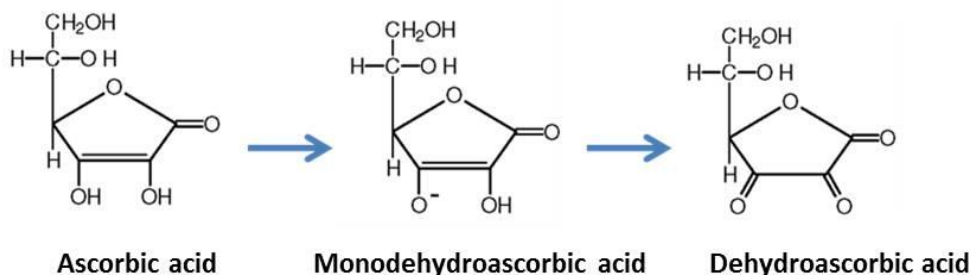
Skupina karotenoidů nazývaná retinoidy slouží jako prekurzory vzniku vitamínu A, neboli provitaminy A (Velíšek, 1999). Nejvýznamnějším provitaminem A je β -karoten. Avitaminóza se projevuje šeroslepostí, inhibicí růstu, deformacemi kostí a reprodukčních orgánů (Velíšek, 1999).

4.2.1.3 Vitamin C

Antioxidační účinky má také vitamin C neboli kyselina L-askorbová (Kalač, 2003). Většina živočichů může sama syntetizovat tento vitamin. Lidé, lidoopi a morčata jsou odkázáni na potravinové zdroje. Vitamin C je velmi významný pro organismus nejen jako antioxidant. Má důležitou úlohu při tvorbě kolagenu, účastní se při vstřebávání železa, brání oxidaci LDL cholesterolu, zvyšuje ochranu proti nádorovému bujení, pomáhá při léčbě nachlazení, snižuje krevní tlak aj.

Kyselina askorbová tvoří 4 různé stereoizomery díky asymetrickému uhlíku C-4 a C-5. Aktivitu vitamínu C vykazuje však jen L-askorbová kyselina. Její izomer D-askorbová kyselina a druhý pár enantiomerů – kyseliny D-isoaskorbová a L-isoaskorbová aktivitu vitamínu C nevykazují.

Název vitamin C nese pouze L-askorbová kyselina, ale také produkt její jednoelektronové oxidace – L-monodehydroaskorbová kyselina a dvouelektronové oxidace – L-dehydroaskorbová kyselina (Velíšek, 1999).



Obrázek 12 Produkty jednoelektronové oxidace L-askorbové kyseliny
(Zdroj: Velíšek, 1999)

Doporučený denní příjem kyseliny askorbové pro člověka se pohybuje v rozmezí 60 – 200 mg. U pacientů s respiračními nemocemi, při rekonvalescenci a v dalších případech se může denní dávka pohybovat okolo 1000 mg na den i více.

Denní potřeba vitamínu C je kryta příjmem z potravy – brambory (20-30%), zelenina (30-40%) a ovoce (30-35%) (Velíšek, 1999).

Při nedostatku vitamínu C praskají kapilární cévy, což má za následek pronikání krve do tkání a tvorbu modřin. Dále může docházet ke krvácení dásní při čištění zubů, snížení obranyschopnosti, vypadávání vlasů a zubů, špatnému hojení ran, zánětům sliznic, slabosti, únavě a dalším. Při nadbytku vitamínu C vznikají močové kameny, proto je vhodné přidávat vitamin B6 a Mg, aby se zabránilo srážení kyseliny šťavelové.

Ve studii Perna et al., 2013 bylo zkoumáno 90 vzorků medu, ve všech byla zjištěna přítomnost vitamínu C. Některé vícedruhové medy obsahovaly až 0,538 mg vitamínu C na 100 g medu. Jednodruhové medy obsahovaly množství od 0,268 mg do 0,392 mg vitamínu C na 100 g medu (Perna et al., 2013).

Oproti ostatním zdrojům vitamínu C je to však velice malé množství. Například ve 100 g šípku nalezneme až 550 mg vitamínu C na 100 g, v brokolici 110 mg, v bramborách 21 mg a v mléku 1,6 mg vitamínu C (Mandžuková, 2005).

4.3 Laboratorní stanovení bioaktivních látek v medu

4.3.1 Stanovení celkového obsahu fenolů

Pro toto stanovení se používají nejčastěji 2 metody. Metoda Folin-Denis je nejvíce rozšířená pro stanovení fenolických látek v rostlinách. V závislosti na přítomnosti fenolických látek dochází k redukci Folin-Denisova činidla na modře zbarvený roztok.

Pro stanovení fenolických látek v potravinách se častěji využívá metoda Folin-Ciocalteu. Toto činidlo není specifické, tudíž stanovujeme všechny fenolické látky. Nevýhodou je vzájemné ovlivňování redukujících látek - kyseliny askorbové a stanovované látky (Ötleş, 2012).

Při měření fenolických látek použitím upravené metody Folin-Denis podle výzkumu Salgueiro et al., 2014 byl roztok medu homogenizovaný s methanolem a následně bylo 0,5 ml tohoto roztoku smícháno s Folin-Denisovým činidlem. Po 5 minutách byly přidány 2 ml 14% Na₂CO₃. Po dvou hodinách byla změřena absorbance tohoto roztoku při vlnové délce 760 nm proti čistému roztoku vody. Celkové množství

fenolů bylo vyjádřeno v mg kyseliny gallové na 100 ml extraktu za použití kalibrační křivky kyseliny gallové (Salgueiro et al., 2014).

Při měření fenolických látek za použití metody Folin-Ciocalteu podle Meda et al., 2004, bylo 5 g vzorku medu doplněno na 50 ml destilovanou vodou a přefiltrováno přes filtrační papír Whatman no. 1. 0,5 ml tohoto roztoku bylo poté promícháváno po dobu 5 minut s 2,5 ml 0,2 N Folin- Ciocalteu činidlem. Na závěr byly přidány 2 ml Na_2CO_3 (75g/l). Po dvou hodinách při pokojové teplotě byla měřena absorbance při vlnové délce 760 nm proti slepému vzorku methanolu. Pro vytvoření kalibrační křivky byl použit roztok kyseliny gallové (Meda et al., 2005).

4.3.2 Stanovení celkového obsahu flavonoidů

Pro stanovení celkového obsahu flavonoidů se používá spektrofotometrické metody s chloridem hlinitým. Tuto metodu ve své studii použily také Miriam O. Iurlina a Rosalía Fritz.

1 ml roztoku medu byl smíchán s 5 ml 2% roztoku AlCl_3 v methanolu, vzorek byl následně ponechán inkubovat 10 minut při pokojové teplotě. Poté byla změřena absorbance při vlnové délce 425 nm proti slepému vzorku, který se skládal z 1 ml medu a 5 ml methanolu. Jako standard byl použit quercetin, výsledky byly tedy vyjádřeny v mg quercetinu na 100 g medu. Quercetin byl použit jako standard na sestavení kalibrační křivky, průměr ze tří měření a celkový počet flavonoidů byl vyjádřen v mg QCT (quercetin acid equivalents) na 100 g medu. Výsledky se pohybovaly v rozmezí 0,64 – 8,2 QCT /100g medu v závislosti na druhu medu (Iurlina et al., 2012).

Ferreira et al., 2009 ve svém výzkumu použili také spektrofotometrickou metodu s chloridem hlinitým a dusitanem. Vzorek (250 μ l) byl smíchán s 1,25ml destilované vody a 75 μ l 5% roztokem NaNO_2 . Po 5 minutách bylo přidáno 150 μ l 10% $\text{AlCl}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Po 6 minutách bylo přidáno 500 μ l 1M NaOH a 275 μ l destilované vody. Roztok byl dobře promíchán a intenzita růžového zbarvení byla měřena při vlnové délce 510 nm. U světlého jednodruhového rozmarýnového medu bylo naměřeno 123,62 mg celkových flavonoidů na 1 kg medu, u jednodruhového jantarového medu z hadince obecného bylo zjištěno 342,7 mg na kg medu a u tmavého vřesovcového bylo naměřeno

587 mg flavonoidů na kg medu (Ferreira et al., 2009).

4.3.3 Stanovení jednotlivých karotenoidů

Pro výzkum Ferreira et al., 2009, byl použitý vzorek portugalského medu pro zjištění antioxidační aktivity. Kromě flavonoidů, fenolických složek a kyselin bylo také zjišťováno množství karotenoidů. 100mg medu bylo protřepáno jednu minutu se směsí aceton-hexan (4:6) a přefiltrováno přes filtrační papír Whatman č. 4. Následně byla měřena absorbance filtrátu při vlnových délkách 453, 505 a 663 nm. Obsah β – karotenu se v různých druzích medu pohyboval v rozmezí 8,46 – 9,49 mg / kg medu, obsah lykopenu v rozmezí 6,12 – 6,55 mg na kg medu (Ferreira et al., 2009).

Pro analýzu karotenoidů je také možné použít metodu RP–HPLC (reversed–phase high–performance liquid chromatography). Dle Jelénkové, 2008, byla navážka vzorku medu rozpuštěna v 5 ml destilované vody. Následovala extrakce lipofilních látek diethyletherem. Po protřepání vzorku došlo k rozdělení jednotlivých vrstev a diethyltherová vrstva tedy mohla být odpipetována do připravené odpařovací baňky. Poté byla extrakce znovu zopakována přidáním dalšího diethyletheru k vodné vrstvě. Druhá diethyletherová vrstva byla následně odpipetována a přidána k první. Rozpouštědlo bylo odpařeno na rotační vakuové odparce. Odparek byl rozpuštěn v methanolu, zfiltrován a analyzován.

Dále bylo použito metody RP–HPLC, zvolena byla kolona Kromasil. Mobilní fází byl zvolen ethanol. Eluce byla prováděna izokraticky, rychlost průtoku fáze byla 1,1 ml za minutu, objem dávkovací smyčky byl 20 μ l. Detekce byla provedena spektrofotometricky při 450 nm, separace trvala 15 minut. Kvantitativní vyhodnocení bylo provedeno s použitím externí kalibrace pomocí standardů.

Ze zásobních roztoků, kde bylo přesně naváženo množství standardu rozpuštěného v ethanolu, byly ředěním vytvořené pracovní roztoky o koncentracích 0 – 300 μ l (Jelénková, 2008).

4.3.4 Stanovení kyseliny askorbové

Pro stanovení kyseliny askorbové v potravinách existuje veliké množství metod, Jelénková ve své diplomové práci z roku 2008 zvolila titrační metodu.

Navážka 4 g medu byla rozpuštěna v malém množství 2% HCl. Roztok byl kvantitativně převeden do odměrné baňky a doplněn na 25 ml 2% HCl. Tento roztok byl převeden do titrační baňky a titrován odměrným roztokem 2,6-dichlorindolfenolu o koncentraci $c = 0,0005 \text{ mol/l}$ do lososově růžového zbarvení. Standardizace byla provedena krystalickou kyselinou askorbovou (Jelénková, 2008).

5 ZÁVĚR

Ze všech poznatků uvedených výše vyplývá, že med kromě sacharidů a vody obsahuje zastoupení různých látek důležitých pro náš organismus, ke kterým patří především flavonoidy, fenolické kyseliny, vitamin C a karotenoidy. Všechny tyto látky se vyznačují svou antioxidační aktivitou, chrání tedy před volnými radikály – snižují riziko srdečních chorob, některých druhů rakoviny, snižují hladinu cholesterolu, zpomalují proces stárnutí aj. Díky vhodnému poměru sacharidů může být med využíván při redukčních dietách, pomáhá také při stresových situacích, blahodárně působí na srdce a krevní oběh.

I když z uvedených výzkumů víme, že med těchto antioxidantů obsahuje v porovnání s ostatními zdroji (ovoce, zelenina) malé množství, jejich správná kombinace a vzájemné podporování z medu vytváří čistě přírodní elixír, který by neměl chybět v našem jídelníčku, protože jeho účinky na naše zdraví se s něčím takovým, jako je bílý rafinovaný cukr, absolutně nedají srovnávat.

6 SEZNAM LITERATURY

AL-MAMARY, Mohamed, Ali AL-MEERI a Molham AL-HABORI. Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutrition Research*. 2002, č. 9. DOI: 10.1016/S0271-5317(02)00406-2.

Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0271531702004062>

ANDERSEN, Øyvind M a Kenneth R MARKHAM. *Flavonoids: chemistry, biochemistry, and applications*. Boca Raton, FL: CRC, Taylor & Francis, 2006. ISBN 0849320216.

BOHÁČ, Jindřich. Co má vliv na obsah vody?. *Včelařství*. 2002, č. 10, s. 172. ISSN 0042-2924.

BRADBEAR, Nicola. *Bees and their role in forest livelihoods: a guide to the services provided by bees and the sustainable harvesting, processing and marketing of their products*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009. ISBN 978-925-1062-760.

FERREIRA, Isabel C.F.R., Edmur AIRES, João C.M. BARREIRA a Leticia M. ESTEVINHO. Antioxidant activity of Portuguese honey samples: Different contributions of the entire honey and phenolic extract. *Food Chemistry*. 2009, vol. 114, issue 4, s. 1438-1443. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.11.028. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814608013733>

FRANK, Renate. Med = klíč ke zdravým cévám. *Schweizerische Bienen-Zeitung*. 2005, č. 1, s. 16-19. ISSN 0036-7540

FRANK, Renate. Med pomáhá při stresu. *Die Biene*. 1998, č. 10, s. 24-26. ISSN 0006-212X

FRANK, Renate. *Zázračný med*. Líbeznice: Víkend, 2010. ISBN 978-807-4330-247.

GONZALES, Adriana Pereyra, Leila BURIN a María del Pilar BUERA. Color changes during storage of honeys in relation to their composition and initial color. *Food Research International*. 1999, roč. 32, č. 3. DOI: 10.1016/S0963-9969(99)00075-7. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0963996999000757>

GUAADAOU, Abdelkarim, Soumaya BENAICHA, Naima ELMAJDOUB, Mohammed BELLAOUI a Abdellah HAMAL. What is a Bioactive Compound?: A Combined Definition for a Preliminary Consensus. *International Journal of Nutrition and Food Science*. 2014, č. 3. DOI: 10.11648/j.ijnfs.20140303.16. Dostupné z: <http://article.sciencepublishinggroup.com/pdf/10.11648.j.ijnfs.20140303.16.pdf>

HAJDUŠKOVÁ, Jana. *Včelí produkty očima lékaře*. Vyd. 2. Praha: Český svaz včelařů, 2006. ISBN 80-903309-2-4.

HÁSLBACHOVÁ, Hana. Medovice a zdroje její snůšky. *Včelařství*. 2004, č. 9, s. 235-237. ISSN 0042-2924.

HERRO, Maxime Ramzi. Léčebné účinky medu a diabetická hypoglykemie. *Apiacta*. 2002, č. 3, s. 9. ISSN 0003-6455

HOLDERNA-KEDZIA, Elzbieta. Charakteristika lipového medu. *Pszczelarstwo*. 2001, č. 6, s. 6. ISSN 0478-7080

HŘEBÍČKOVÁ, Šárka. Antioxidanty a volné radikály: rozdělení, jejich kapacita a aktivita. *Výživa a potraviny: časopis Společnosti pro výživu*. Praha, 2009, č. 2. ISSN 1211-846X

IURLINA, Miriam O. a Rosalía FRITZ. Characterization of antioxidant activity, flavonoid content and antimicrobial activity of clover Argentinean honeys. *Honey: production, consumption and health benefits*. New York: Nova science publishers, Inc.,

2012. ISBN 987-1-62100-159-1.

JELÉNKOVÁ, Zuzana. *Stanovení aktivních látek v medu*. Brno, 2008. Diplomová práce. Vysoké učení technické.

KALACH, Pavel. *Funkční potraviny: kroky ke zdraví*. 1. vyd. České Budějovice: Dona, 2003. ISBN 80-732-2029-6.

KHACHIK, Frederick, Zohar NIR, Rodney L. AUSICH, Andrea STECK a Hanspeter PFANDER. Distribution of Carotenoids in Fruits and Vegetables as a Criterion for the Selection of Appropriate Chemopreventive Agents. In: NIR a STECK. *Food Factors for Cancer Prevention*. Tokyo: Springer Japan, 1997, s. 204-208. ISBN 9784431670179.

KOLEKTIV PRACOVNÍKŮ SEKRETARIÁTU ÚSTŘEDNÍHO VÝBORU ČESKÉHO SVAZU VČELAŘŮ. Med je potravina s mimořádnými vlastnostmi a účinky. *Česká technologická platforma pro potraviny* [online]. 2012 [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://old.ctpp.cz/cze/article/36-med-je-potravina-s-mimodnmivlastnostmi-a-inky.html>

KRISHNASWAMY, N. *Chemistry of natural products: a unified approach*. 2nd ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2010. ISBN 14-398-4965-X.

KVASNIČKA, František a Rudolf ŠEVČÍK. Antioxidanty potravin. *Výživa a potraviny: časopis Společnosti pro výživu*. Praha, 2009, č. 5. ISSN 1211-846X

KYLE, Janet A.M. a Garry G. DUTHIE. Flavonoids in foods. In: *Flavonoids: chemistry, biochemistry, and applications*. Boca Raton, FL: CRC, Taylor, 2006, s. 219-262. ISBN 0849320216.

LEHNHERR, Berchtold. Druhy medů a regionální původ. *Schweizerische bienenzeitung*. 2000, č. 2, s. 86. ISSN 0036-7540.

MANDŽUKOVÁ, Jarmila. *Léčivá síla vitamínů, minerálů a dalších látek*. 1. vyd. Benešov: Start, 2005. ISBN 80-862-3136-4.

MEDA, Aline, Charles Euloge LAMIEN, Marco ROMITO, Jeanne MILLOGO a Odile Germaine NACOULMA. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chemistry*. 2005, č. 3. DOI: 10.1016/j.foodchem.2004.10.006. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814604007186>

MINDELL, Earl a Hester MUNDIS. *Nová vitaminová bible: nejnovější informace o vitamínech, minerálních látkách, antioxidantech, léčivých rostlinách, o doplňcích stravy, léčebných účincích potravin i lécích používaných v homeopatii*. 2. dopl. přeprac. vyd. Praha: Ikar, 2006. ISBN 80-249-0744-5.

ÖTLEŞ, Semih. *Methods of analysis of food components and additives*. 2. vyd. Boca Raton: Taylor, 2012. ISBN 978-143-9815-526.

PERNA, Annamaria, Immacolata INTAGLIETTA, Amalia SIMONETTI a Emilio GAMBACORTA. A comparative study on phenolic profile, vitamin C content and antioxidant activity of Italian honeys of different botanical origin. *International Journal of Food Science & Technology* [online]. 2013, č. 48 [cit. 2015-03-31]. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ijfs.12169/epdf>

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

RICHTER, Johan. *Léčení včelími produkty*. Vyd. 2. Bratislava: Eko-konzult, 1999. ISBN 80-88809-01-0.

ROSA, Laura A, Emilio ALVAREZ-PARRILLA a Gustavo A GONZÁLEZ-AGUILAR. *Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability*. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 2010. ISBN 978-081-3803-203.

RUZICKA, Ferdinand. Léčebné účinky včelích produktů v medu. *Bienenwelt*. 2000, č. 7, s. 29. ISSN 0006-2154.

SALGUEIRO, Fernanda B., Aline F. LIRA, Victor M. RUMJANEK a Rosane N. CASTRO. Phenolic Composition and Antioxidant Properties of Brazilian Honeys. *Química Nova*. 2014, č. 37. DOI: 10.5935/0100-4042.20140132. Dostupné z: <http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/0100-4042.20140132>

SCOTTISH BEEKEEPER. *Nová studie doporučuje med jako možný prostředek zlepšující regeneraci sil po fyzické zátěži*. *Scottish beekeeper*. 2000, č. 9.

SILVA, Luís R., Patrícia VALENTÃO a Paula B. ANDRADE Phenolic compounds in honey as health promoters. *Honey: production, consumption and health benefits*. New York: Nova science publishers, Inc., 2012. ISBN 987-1-62100-159-1.

SOMERVILLE, Doug. *Agnote*. *NSW Agriculture: Honey bee nutrition and supplementary feeding*. Goulburn: Apairy officer, DAI/178, July 2000. ISSN 1034-6848.

ŠVAMBERK, Václav. Druhy medu na českém a evropském trhu. *Včelařství*. 2003, č. 8, s. 184-189. ISSN 0042-2924.

TITĚRA, Dalibor. *Včelí produkty mýtů zbavené: med, vosk, pyl, materi kašička, propolis, včelí jed*. 1. vyd. Praha: Brázda, 2006. ISBN 80-209-0347-X.

TOMÁS-BARBERÁN, Francisco A, Isabel MARTOS, Federico FERRERES, Branka S RADOVIC a Elke ANKLAM. HPLC flavonoid profiles as markers for the botanical origin of European unifloral honeys. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2001, č. 5. DOI: 10.1002/jsfa.836. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/jsfa.836>

VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin 3*. 1. vyd. Tábor: OSSIS, 1999, 342 s. ISBN 80-902391-2-9.

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

VODRÁŽKA, Zdeněk. *Biochemie*. Vyd. 2., upr. Praha: Academia, 1999. ISBN 80-200-0600-1.

VORLOVÁ, Lenka et al. *Med: souborná analýza*. Vyd. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, 2002. ISBN 80-730-5450-7.

Vyhláška 76/2003 Sb. ze dne 6. března 2003, kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony, ve znění vyhlášky č. 43/2005 Sb. Vyhláška nabyla účinnosti dne 1. května 2004. Dostupné z:

<http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1006203&docType=ART&nid=11816>.

7 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

<i>Obrázek 1</i>	<i>Brukev řepka olejka</i>	13
<i>Obrázek 2</i>	<i>Trnovník akát</i>	14
<i>Obrázek 3</i>	<i>Slunečnice roční</i>	14
<i>Obrázek 4</i>	<i>Lípa srdčitá</i>	15
<i>Obrázek 5</i>	<i>Tolice vojtěška</i>	15
<i>Obrázek 6</i>	<i>Třešeň obecná</i>	16
<i>Obrázek 7</i>	<i>Smetánka lékařská</i>	16
<i>Obrázek 8</i>	<i>Levandule lékařská</i>	17
<i>Obrázek 9</i>	<i>Flavanový skelet</i>	33
<i>Obrázek 10</i>	<i>Kyselina skořicová</i>	35
<i>Obrázek 11</i>	<i>β-karoten</i>	36
<i>Obrázek 12</i>	<i>Produkty jednoelektronové oxidace L-askorbové kyseliny</i>	37
<i>Tabulka 1</i>	<i>Průměrné složení medu v %</i>	21
<i>Tabulka 2</i>	<i>Množství vitaminů v mg ve 100g medu</i>	27

8 SEZNAM ZKRATEK

HMF – hydroxymethylfurfural (5-hydroxymethyl-2-furaldehyd)

ROS – reactive oxygen species (reaktivní formy kyslíku)

RNS – reactive nitrogen species (reaktivní formy dusíku)

DNA – deoxyribonucleic acid (deoxyribonukleová kyselina)

LDL – low density lipoprotein (lipoprotein o nízké hustotě)

RP-HPLC – reversed-phase high-performance liquid chromatography (vysokoučinná kapalinová chromatografie na nepolárních adsorbentech)

QCT – quercetin acid equivalent (ekvivalent quercetinu)