

# Nutriční hodnoty medu a jeho využití v potravinářství

Vratislava Kostková

---

Bakalářská práce  
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická  
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2022/2023

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Vratislava Kostková
Osobní číslo:	T19817
Studijní program:	B0721A210002 Technologie a hodnocení potravin
Specializace:	Technologie potravin
Forma studia:	Kombinovaná
Téma práce:	Nutriční hodnoty medu a jeho využití v potravinářství

### Zásady pro vypracování

#### I. Teoretická část

Vypracujte literární přehled využití medu v gastronomii a potravinářství.

Složení medu, jeho nejvýznamnější složky. Uveďte také, jak je med nejčastěji falšován a jak se falšování projevuje na chemickém složení medu.

Historii, tradiční a netradiční využití medu v gastronomii. Diskutujte možnost využití historických netradičních receptů v současnosti.

Dopady konzumace medu na lidské zdraví. Diskutujte jak pozitivní zdravotní aspekty (např. terapeutické účely), tak i negativní dopad (např. alergie, těžké kovy, akrylamidy)

Vzniklé závěry dostatečně shrňte v závěru.

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

**Seznam doporučené literatury:**

- [1] RUBÁŠOVÁ, Petra. *Domácí medová kuchařka*. 1 vydání. Brno: CPress v Brně, 2018. ISBN 978-80-246-2059-0
- [2] PÍCHOVÁ, Jarmila. *Med v kuchyni lábužníka*. 2 vydání. Praha: Levné knihy a.s. 2010. ISBN 978-80-7309-885-8
- [3] KADLČÁK, Josef M. *Med a jeho zpracování v domácnosti*. Praha: Knihovna jednoty včelařů v Praze, 1918. 2430-A318.
- [4] KOPŘIVOVÁ, Marie. *Zužitkování medu v domácnosti*. Praha: Československý svaz včelařů pro potřebu svých členů, Polygrafia1, n.p., 1960. ISBN: D-13\*10015
- [5] BAYEROVÁ, Vlasta a kol. *Zužitkování medu v domácnosti*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1972. Publikace č. 2370, ISBN: 07-041-72-4/52
- [6] VLASÁKOVÁ, Olga. *Od medu k perníku*. Brno: ROVNOST, a. s., 1996. ISBN 80-85826-18-6
- [7] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin*. Vyd. 2. upr. Tábor: OSSIS, 2002. ISBN 80-86659-01-1

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. et Ing. Anna Adámková, Ph.D.**  
Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **31. prosince 2022**

Termín odevzdání bakalářské práce: **19. května 2023**

L.S.

---

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

---

**Ing. Robert Gál, Ph.D.**  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 20. února 2023

## **PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji 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;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – 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);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem 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.

### **Prohlašuji,**

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Tato teoretická bakalářská práce se zaměřuje na med jako komoditu s důrazem na jeho produkci, klasifikaci a fyzikálně-chemické vlastnosti. Představeny jsou také bioaktivní složky medu a jeho produktů, včetně sacharidů, organických kyselin, minerálních látek, enzymů, vitaminů a fytochemikálií. Dále se zaměřuje na funkční vlastnosti medu v potravinářských aplikacích, jako jsou konzervační a antimikrobiální účinky, textura, vlhkost a emulpace. Práce také představuje medové produkty a produkty s medem jako klíčovou složkou, například medovinu, medový ocet či medovník. Závěrečná část práce se věnuje moderním přístupům a vývoji v oblasti využití medu v potravinářském průmyslu, včetně hodnocení změn fyzikálně-chemických a antioxidantních vlastností medu během skladování a optimalizace technologických procesů.

Klíčová slova: med, fermentace, fruktóza, glukóza, nektar, Maillardova reakce, konzervační účinky, antimikrobiální účinky.

## **ABSTRACT**

This theoretical bachelor thesis deals with honey as a commodity, focusing on its production, classification and physicochemical properties. It also presents the bioactive components of honey and its products, including carbohydrates, organic acids, minerals, enzymes, vitamins and secondary plant compounds. Emphasis will also be placed on the functional properties of honey when used in foods, such as preservative and antimicrobial activity, texture, moisture and emulsification. Honey products and products with honey as a main ingredient are also presented, such as mead, honey vinegar or honeydew. The last part of the work is devoted to modern approaches and developments in the field of the use of honey in the food industry, including the evaluation of changes in physicochemical and antioxidant properties of honey during storage and the optimization of technological processes.

Keywords: honey, fermentation, fructose, glucose, nectar, Maillard reaction, preservative effects, antimicrobial effects

## Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala své vedoucí doc. Ing. end Ing. Anně Adámkové Ph.D. za odborné vedení a pomoc, trpělivost, prospěšné připomínky a nápady při zpracování mé bakalářské práce.

Ráda bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům za podporu při studiu a pochopení při psaní této práce.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
1.1 DEFINICE MEDU.....	10
1.2 JAKOST MEDU DLE ČESKÉ LEGISLATIVY.....	11
1.3 PROCES ZPRACOVÁNÍ A VÝROBY MEDU .....	12
1.3.1 Formování a ukládání .....	12
1.3.2 Sběr .....	12
1.3.3 Odvíčkování .....	12
1.3.4 Extrakce a skladování.....	13
1.3.5 Ohřev .....	13
1.4 KLASIFIKACE MEDU.....	13
1.4.1 Podle zpracování .....	13
1.4.2 Podle zdroje nektaru: .....	14
1.4.3 Podle způsobu získání.....	14
1.5 FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ VLASTNOSTI.....	14
1.5.1 Viskozita .....	15
1.5.2 Hustota .....	15
1.5.3 Krystalizace.....	15
1.5.4 Tepelná kapacita .....	16
1.5.5 Refrakční index .....	16
1.5.6 Hygroskopicitá .....	16
1.5.7 pH .....	17
1.5.8 Fyzikální a chemické vlastnosti dle Vyhlášky č. 76/2003Sb.....	17
1.5.9 Fyzikální a chemické parametry.....	17
1.6 FALŠOVÁNÍ MEDU .....	18
<b>2 SLOŽKY MEDU A JEHO PRODUKTY</b> .....	<b>20</b>
2.1 SACHARIDY.....	20
2.2 ORGANICKÉ KYSELINY .....	20
2.3 MINERÁLNÍ LÁTKY .....	21
2.4 ENZYMY .....	21
2.5 VITAMINY .....	22
2.5.1 Thiamin .....	22
2.5.2 Riboflavin.....	23
2.5.3 Kyselina pantothenová.....	23
2.5.4 Vitamin C.....	24
2.5.5 Niacin.....	24
2.6 FYTOCHEMIKÁLIE .....	25
2.6.1 Flavonoidy .....	25
2.6.2 Fenolové kyseliny.....	25
2.6.3 Methylglyoxal .....	26
2.6.4 Peroxid vodíku .....	27

2.6.5	Defensin-1 .....	28
<b>3</b>	<b>FUNKČNÍ VLASTNOSTI MEDU V POTRAVINÁŘSKÝCH APLIKACÍCH.....</b>	<b>29</b>
3.1	KONZERVAČNÍ A ANTIMIKROBIÁLNÍ ÚČINKY .....	29
3.1.1	Mikrobiologická stabilita medu a jeho antimikrobiální vlastnosti.....	29
3.1.2	Potenciální využití medu jako přírodního konzervačního činidla v potravinářském průmyslu.....	30
3.2	SLADIDLO A MODIFIKÁTOR CHUTI.....	31
3.3	TEXTURA A VLHKOST .....	33
3.4	EMULGACE .....	34
3.5	FERMENTACE.....	34
<b>4</b>	<b>MEDOVÉ PRODUKTY A PRODUKTY S MEDEM JAKO KLÍČOVOU SLOŽKOU.....</b>	<b>36</b>
4.1	MEDOVINA .....	36
4.2	MEDOVÝ OCET.....	37
4.3	MEDOVNÍK .....	38
4.4	MEDOVÝ PERNÍK.....	38
<b>5</b>	<b>MODERNÍ PŘÍSTUPY A VÝVOJ V OBLASTI VYUŽITÍ MEDU V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU.....</b>	<b>40</b>
5.1	HODNOCENÍ ZMĚN FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÝCH A ANTIOXIDANTNÍCH VLASTNOSTÍ MEDU BĚHEM SKLADOVÁNÍ PO DOBU JEDNOHO ROKU.....	40
5.2	STUDIUM ÚČINKŮ MEDU NA LIDSKÉ ZDRAVÍ A JEHO POTENCIÁLNÍ TERAPEUTICKÉ VYUŽITÍ.....	41
5.3	ZPRACOVÁNÍ MEDU PROSTŘEDNICTVÍM TERMOSONIKACE.....	42
5.4	OPTIMALIZACE TECHNOLOGICKÝCH PROCESŮ PRO ZVÝŠENÍ KVALITY MEDU A PRODLOUŽENÍ JEHO TRVANLIVOSTI.....	43
5.5	VÝVOJ PROCESU ZPRACOVÁNÍ MEDU.....	44
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>47</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>48</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>55</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>56</b>



## ÚVOD

Med, jeden z nejstarších a nejvíce ceněných potravinářských produktů, je sladká, viskózní směs produkovaná včelami z nektaru květin. Včely shromažďují nektar, který následně zpracovávají a skladují ve svých plástvích, kde probíhá proces zrání medu. Tento přírodní produkt, který obsahuje více než 200 složek, je známý svými výživovými hodnotami, léčivými vlastnostmi a širokým spektrem aplikací.

Jde o směs cukrů, enzymů, minerálních látek, vitamínů, aminokyselin a dalších bioaktivních látek, které činí med výjimečným produktem pro člověka. Med je zdrojem rychlé energie, protože obsahuje jednoduché cukry, které tělo snadno tráví. Jeho antioxidační, antimikrobiální a protizánětlivé vlastnosti mohou mít další zdravotní přínosy, jako je posílení imunitního systému, hojení ran či zlepšení trávení (Titěra, 2006)

Med je také surovinou pro řadu dalších aplikací, jako jsou farmaceutické a kosmetické výrobky, kde se využívá jeho hojivých a hydratačních vlastností. Navíc se med používá jako přírodní sladidlo a ochucovadlo v potravinářství.

Vzhledem k jeho potenciálnímu významu pro lidské zdraví je důležité se věnovat technologiím zpracování medu a zkoumat jeho účinky na lidské zdraví. Technologie zpracování medu zahrnuje řadu postupů, jako je extrakce, filtrace, zahušťování a pasterizace, které mají za cíl zlepšit jeho kvalitu, bezpečnost a trvanlivost. Při zpracování medu je nezbytné zachovat jeho bioaktivní složky a zároveň snížit přítomnost nežádoucích látek, jako jsou pesticidy a patogeny.

Tato práce je zaměřena na objasnění problematiky medu v kontextu současné doby, zkoumání jeho různých aplikací, technologií zpracování a vlivu na lidské zdraví. Cílem práce je přispět k lepšímu porozumění medu jako významné potravinářské komodity a zdůraznit jeho význam v rámci potravinářské technologie a lidského zdraví. Kromě toho práce usiluje o zvýšení povědomí o významu kvality medu a zodpovědných postupů v jeho výrobě a zpracování. Pro dosažení tohoto cíle je nezbytné zkoumat odborné publikace a články z posledních let, včetně zahraniční literatury.

## 1 MED JAKO KOMODITA

Med je komodita, která má svou tradici již tisíce let. Vyrábějí jej včely sběrem a zahušťováním nektaru z květů a medovice. Nejstarší doklady o využívání medu pocházejí z jeskynních maleb starých až 8000 let. Dochovaly se důkazy, že med byl významným zdrojem potravy a léčiva pro první příslušníky rodu Homo (Crane, 1999).

Písemné zmínky o medu sahají do období 2100–2000 př. n. l., kdy sumerská hliněná destička popisuje jeho použití při ošetření zranění. Také Ebersův papyrus z 1550 př. n. l. uvádí med ve 147 lékařských receptech pro léčení vnějších zranění. Med měl také značný léčebný potenciál ve starověké Číně (Crittenden, 2011).

S využíváním medu se rozvíjelo též včelařství. První záznamy o chovu včel pocházejí z Egypta (2450 př. n. l.) a postupně se rozšířily do Středomoří, Asýrie a Číny. Medonosná včela byla do Ameriky přivezena až v roce 1622, zatímco tropické části Ameriky již měly vlastní druhy medonosných včel (Quatrs, 2018).

Značně úspěšní ve včelařství byli Mayové, byli ve 3. stol. př. n. l. a využívali med jako obchodní artikl. Byl pro ně tak důležitý, že včely byly uctívány a měly dokonce svého boha (Crane, 1999).

V historii byl med používán ve výživě i jako léčivo. Jeho léčebné aplikace zahrnovaly ošetření zánětů, vředů, popálenin, ran či podporu hojení pooperačních stavů. Med byl také používán k léčbě plešatosti, zánětu spojivek nebo uvolnění ztuhlých kloubů. Jeho význam a účinnost přetrvala tisíce let a je stále ceněna ve zdravotnictví i gastronomii (Crittenden, 2011).

### 1.1 Definice medu

Podle relevantní legislativy, konkrétně Směrnice Rady 2001/110/ES, je med definován jako přírodní sladká substance produkovaná včelami medonosnými (*Apis mellifera*) a je předmětem regulace na úrovni Evropské unie, konkrétně Směrnice Rady 2001/110/ES. Tato směrnice stanovuje definici medu a jeho zpracování, které zahrnuje sběr nektaru či exsudátů živých částí rostlin, transformaci smícháním s včelími enzymy, dehydrataci, uskladnění a zrání v medových plástech (EUR-Lex, 2001).

Se vstupem České republiky do Evropské unie byl schválen standard Českého svazu včelařů, o.s., nazvaný Český med (SN ČSV 1/1999). Tento standard zahrnuje ochranné známky a specifikace pro český med (Lněnička, 2006).

Vyhláška č. 428/2017 Sb. ze dne 4. prosince 2017, kterou se mění vyhláška č. 327/2012 Sb., upravuje ochranu včel, zvěře, vodních organismů a dalších necílových organismů při použití přípravků na ochranu rostlin. Tato vyhláška se týká ochrany včel, odběru vzorků v případě jejich úhynu a porostu, který včely navštěvují (Česko, a2023).

Ministerstvo zemědělství a potravinářství ČR zařadilo med pod Vyhlášku č. 148/2015 Sb., jež stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony. Med je specificky řešen v oddílu 2, § 7, 8, 9, 10, který stanovuje požadavky na členění, označování a jakost medu (Česko, b2023).

## 1.2 Jakost medu dle české legislativy

Vyhláška č. 76/2003 Sb. definuje fyzikální a chemické charakteristiky medu, v souladu se směrnicí Rady EU 2001/110/ES a světovou normou *Codex Alimentarius*. Med vyráběný v České republice v souladu se základními pravidly péče o včelstva a zpracování dosahuje vyšší kvality, než vyžaduje tato vyhláška. Český svaz včelařů proto vydal svazovou normu nazvanou "Český med" (Kolínek, 2007).

Kvalita medu se kontroluje na základě souboru laboratorních parametrů, které se týkají chemického složení a fyzikálních vlastností medu. Tyto parametry se uvádějí jako limitní hodnoty v normách kvality. Smyslové požadavky zahrnují konzistenci, vzhled, chuť a barvu medu. Fyzikálně-chemické parametry zahrnují součet obsahů fruktózy a glukózy, obsah sacharózy, kyselost, hydroxymethylfurfural, obsah ve vodě nerozpustných látek, elektrickou vodivost a aktivitu diastázy (Titěra, 2006).

Český med je hodnocen dle „Harmonized methods of the European Honey Commission, 1997“. Výzkumný ústav včelařský, s.r.o., Dol u Libčic nad Vltavou, je kontrolním orgánem zodpovědným za dodržování fyzikálně-chemických parametrů Českého medu. Státní zemědělská a potravinářská inspekce ČR je orgánem pověřeným kontrolou kvality Českého medu. Státní veterinární správa ČR je orgánem, který má na starosti kontrolu chovu včel a zpracování medu z hlediska veterinárních předpisů (Lněnička, 2006).

Po vstupu České republiky do EU došlo ke změnám v požadavcích na kvalitu různých produktů, včetně medu. Nová vyhláška č. 76/2003 ze dne 6. března 2003 nahradila původní vyhlášku č. 336/1997, aby vyhověla sjednocujícím požadavkům EU (Lněnička, 2006).

Podrobný výčet a popis fyzikálních, chemických a smyslových parametrů je uveden v oddíle 1.5.8 v rámci podkapitoly „1.5 Fyzikální a chemické vlastnosti“ medu.

## 1.3 Proces zpracování a výroby medu

### 1.3.1 Formování a ukládání

Moderní úly se skládají z dřevěných, krabicovitých částí, které jsou naskládány na sebe. Každá krabice obsahuje 8–10 dřevěných ráků, z nichž každý nese tenký plát voskového základu. Na těchto základech včely staví své plásty. Med je uložen v horních částech úlů. Jedno včelstvo, tvořené přibližně 30 000 včelami, může ročně produkovat 60–100 kg medu, což znamená průměrně 40 kg přebytku medu za rok (Crane, 1999; Přidal, 2013).

Včely sběračky získávají květinový nektar pomocí svého dlouhého, trubicovitého jazyka a ukládají ho do svého speciálního žaludku zvaného „úroda“. Včelí žaludek pojme 70 mg nektaru a včely musí navštívit až 1 500 květů, aby jej naplnily. Pro výrobu jedné 0,5 kg medu musí včely navštívit zhruba dva miliony květů. Včely používají svou „úrodu“ k zahájení trávení nektaru. Po návratu do úlu včely předávají nektar ze svých žaludků dalším včelám, které jej opakovaně vyzvrací a nasává (Conrad, 2013; Čermáková a kol. 2012)

Enzymy mají zásadní roli při přeměně nektaru na med. Invertáza a diastáza spolu se žaludečními kyselinami rozkládají sacharózu na směs fruktózy a glukózy (Přidal. 2013). Tento proces trvá až 30 minut, během nichž včely spolupracují při vyzvracení<sup>1</sup> a trávení nektaru. Následně ukládají med s vlhkostí přibližně 20 % do buněk plástu (Delaplane, 2002). Po uložení medu do buněk včely nad nimi rychle ovívají svými křídly až 11 000krát za minutu, aby odpařily vodu z medu, dokud nedosáhne obsahu vlhkosti zhruba 18 %. Toto zvýšení cukernatosti je důležité pro zabránění kvašení medu. Následně včely uzavírají buňky voštinovými víčky, čímž je hermeticky zavírají (Garcia, 2002).

### 1.3.2 Sběr

Před zahájením odběru medu z ráků se včely v úlu obvykle zklidňují kouřem. Kouř snižuje agresivitu včel a narušuje jejich komunikaci prostřednictvím feromonů. Také stimuluje včely ke krmění, aby šetřily zdroje z úlu v případě ohrožení požárem (Escuredo a Sejio, 2019).

### 1.3.3 Odvíčkování

Prvním krokem při získávání medu je odvíčkování, což zahrnuje odstranění voskových víček z voštinových buněk. Menší zpracovatelé provádějí odvíčkování ručně, zatímco velcí

---

<sup>1</sup> Vyzvracení je regulérní odborný pojem, ovšem mnohdy se používá také např. emetický reflex či *vomitus*.

zpracovatelé využívají odvíčkovací stroje, které nepřetržitě strhávají vosková víčka z voštinových buněk v plně automatizovaném procesu (Fernandez, 2004; Wilson-Rich, 2014).

#### 1.3.4 Extrakce a skladování

Následně je třeba med z buněk získat pomocí extraktoru. Rámky se běžně umístí do odstředivky, která roztočí rámy a vymačká med z plástů. Med je poté stočen do stran extraktoru a stéká ze dna do sběrné nádoby. Zbývající vosk lze stlačit ve šroubovém lisu, čímž se odstraní zbytek medu (Escuredo a Sejio, 2019).

#### 1.3.5 Ohřev

Proces ohřevu snižuje obsah vlhkosti, zpomaluje krystalizaci a usmrcuje kvasinky, čímž se prodlužuje trvanlivost medu, což platí pro med pekařský. Zahřívání navíc zvyšuje hnědou barvu medu. Ohřev lze provádět v nádržích nebo pomocí infračervených ohřivačů či tepelných lamp umístěných nad produktem (Escuredo a Sejio, 2019).

### 1.4 Klasifikace medu

#### 1.4.1 Podle zpracování

Podle zpracování klasifikujeme med následovně (Přidal 2013; Wilson-Rich, 2014):

- surový med – tento med je nepasterizovaný a nefiltrovaný, což znamená, že obsahuje pyl, vosk a další částice, které přirozeně přicházejí s medem. Surový med může mít větší množství živin a enzymů než zpracovaný med;
- filtrovaný med – filtrovaný med prošel procesem, který odstraňuje pevné částice, jako je pyl nebo vosk. Tento med má obvykle jasnější vzhled a delší trvanlivost, ale může mít nižší obsah živin než surový med;
- pasterizovaný med – pasterizace zahrnuje zahřívání medu na vysokou teplotu, aby se zabránilo fermentaci a prodloužila trvanlivost. Pasterizovaný med má obvykle hladší texturu a jasnější barvu, ale může ztratit některé živiny a enzymy v důsledku vysokých teplot.

### 1.4.2 Podle zdroje nektaru:

Podle zdroje nektaru klasifikujeme med do dvou skupin (Flóttum, 2018):

- jednodruhový med (monoflorální) – tento typ medu je získán převážně z nektaru jednoho druhu rostliny. Některé příklady zahrnují akátový med, levandulový med, pomerančový med nebo eukalyptový med. Jednodruhové medy mohou mít specifické chuti, barvy a vlastnosti, které odrážejí zdrojovou rostlinu.
- vícedruhový med (polyfloralní) – tento med je získán z nektaru různých druhů rostlin. Vícedruhový med je často složen z místní flóry a může mít méně konzistentní chuť a barvu než jednodruhový med.

### 1.4.3 Podle způsobu získání

Získávat med lze dvěma způsoby (Wilson-Rich, 2014):

- med z nektaru – tento med pochází z nektaru květů, který včely sbírají a zpracovávají ve svých úlech. Med z nektaru je nejběžnější typ medu a má širokou škálu chutí, barev a vlastností v závislosti na zdroji nektaru.
- med z medovice (lesní med) – tento med se získává z medovice, což je sladká tekutina produkovaná mšicemi a jiným savým hmyzem, který se živí rostlinnými šťávami. Medovice je sbírána včelami a zpracována na med podobným způsobem jako nektar. Med z medovic má obvykle tmavší barvu, silnější chuť a vyšší obsah minerálních látek než med z nektaru.

## 1.5 Fyzikální a chemické vlastnosti

Med je viskózní, hygroskopická a sladká směs, která zahrnuje více než 180 různých složek. Jeho fyzikální a chemické vlastnosti jsou ovlivněny původem medu, druhem rostlin, ze kterých byl získán nektar, a způsobem zpracování. Získává svou výraznou barvu, chuť a vůni z nasbíraného nektaru (Kumar et al., 2010). Minerální látky, vitamíny, kyseliny, enzymy a aromatické složky zůstávají během procesu přeměny z nektaru na med nezměněny (Haydak, 1970). Tyto životně důležité složky tvoří méně než 3 % medu, ale přispívají k tomu, co dělá med tak jedinečným (Fernández, 2004).

Nektar obsahuje tři různé typy cukrů, a to sacharózu, glukózu a fruktózu. Každý nektar má rozdílnou distribuci těchto tří cukrů. Většina nektarů je však primárně složena ze sacharózy (Baglio, 2018; Balogh, 2018).

Produkovaná sacharóza není identická kvůli použité cestě fotosyntézy, konkrétně pro třtinový cukr ( $C_4$ ) a nektar ( $C_3$ ). Liší se C-izotopem uhlíku-12 ( $^{12}C$ ) pro  $C_3$  a uhlíku-13 ( $^{13}C$ ) pro  $C_4$  (Balogh, 2018).

Vzhledem k tomu, že med je převážně složen z glukózy a fruktózy, včely produkují enzym sacharázu ve svých hypofaryngeálních žlázách a smíchají jej s nektarem. Tento enzym katalyzuje chemickou reakci, která přeměňuje sacharózu a vodu na glukózu a fruktózu (Fernandez, 2004).

Chemický proces zde nekončí; medonosné včely přidávají další enzym, glukózooxidázu, který rozkládá glukózu na kyselinu glukonovou a peroxid vodíku (Balogh, 2018).

V průběhu času se molekuly glukózy v medu přeměňují na složitější cukry. Celkový obsah cukru v medu činí 99,5 %. Po chemických reakcích a rozkladu molekul se cukry v medu skládají z fruktózy (38,2 %), glukózy (31,3 %), sacharózy (1,3 % – zbytek po štěpení enzymu), maltózy a dalších redukujících disacharidů (7,3 %) a trisacharidů a dalších sacharidů (4,2 %) - (Balogh, 2018).

### 1.5.1 Viskozita

Med má vysokou viskozitu, která závisí na teplotě a obsahu vody. Viskozita medu se snižuje s rostoucí teplotou a naopak. Vysoká viskozita způsobuje, že med teče pomalu a vykazuje určitý odpor proti deformaci (Balogh, 2018).

### 1.5.2 Hustota

Hustota medu je přibližně  $1,4 \text{ g/cm}^3$ , což je více než voda (Balogh, 2018). Hustota medu závisí na obsahu vody a koncentraci cukrů. S nižším obsahem vody a vyšší koncentrací cukrů se hustota medu zvyšuje (Fernandez, 2004).

### 1.5.3 Krystalizace

Krystalizace medu a jeho hygroskopické vlastnosti úzce souvisí s jeho chemickým složením a zpracováním. Krystalizace medu je přirozený proces, který je ovlivněn faktory, jako jsou koncentrace cukrů (zejména glukózy), obsah vody a teplota (Royal Honey Emmet, 2021a). Med, který je čerstvý a nezpracovaný, obsahuje vyšší koncentrace glukózy a je náchylnější ke krystalizaci. Med z obchodu může zůstat tekutý po delší dobu, protože je často zpracován technikami, které potlačují krystalizaci, například přidáním sirupu, pasterizací nebo mikrofiltrací (Fernandez, 2004).

V případě kvalitního medu od včelaře dochází ke krystalizaci právě proto, že nebyl upraven nebo zpracován. Tento jev je spojen s přirozeným složením medu a není způsoben přidáním

cukru. Naopak, medy, které zůstávají tekuté po delší dobu, jsou často zpracovány tak, že potlačují krystalizaci (Royal Honey, Emmet, 2021b). Přidáním sirupu, který nekrystalizuje, pasterizací nebo mikrofiltrací se zamezí krystalizaci medu. Tyto zpracovatelské metody však mohou také negativně ovlivnit nutriční hodnotu medu, protože vysoké teploty používané při pasterizaci a mikrofiltraci mohou ničit prospěšné látky, jako jsou enzymy, vitamíny a antioxidanty. Výsledkem je med s nižší nutriční hodnotou a změněnými vlastnostmi (Fernañdez, 2004; Royal Honey Emmet, 2021a).

#### 1.5.4 Tepelná kapacita

Med má poměrně vysokou tepelnou kapacitu, což znamená, že je schopen udržet hodně tepla. Tato vlastnost může být užitečná při uchovávání medu, protože pomáhá udržovat jeho teplotu stabilní a zabraňuje rychlému zahřívání nebo chlazení (Royal Honey Emmet, 2021a).

#### 1.5.5 Refrakční index

Refrakční index medu se pohybuje okolo 1,48–1,49, což je výsledek vysoké koncentrace cukrů a dalších složek v medu. Refrakční index se používá k určení čistoty a kvality medu a může poskytnout informace o jeho původu a složení (Royal Honey Emmet, 2021b).

#### 1.5.6 Hygroscopicita

Hygroscopicitou se rozumí schopnost látky pohlcovat vlhkost z okolního prostředí. V případě medu je tato vlastnost zvláště významná, neboť ovlivňuje jeho fyzikálně-chemické vlastnosti, trvanlivost a kvalitu (Fernañdez, 2004).

Med je hygroscopický díky svému vysokému obsahu cukrů, především glukózy a fruktózy, které interagují s vodou. Přítomnost těchto cukrů v medu zajišťuje jeho schopnost vázat vlhkost a udržovat nízkou aktivitu vody, což je klíčovým faktorem pro jeho dlouhou trvanlivost. Nízká aktivita vody v medu zabraňuje růstu mikroorganismů, jako jsou bakterie a plísně, které mohou způsobit zkažení potravin (Alonso-Torre et al., 2006).

Hygroscopické vlastnosti medu však zároveň představují určitý problém, neboť pokud není med řádně skladován, může nasát vlhkost z okolního prostředí, což vede ke zvýšení jeho obsahu vody. Zvýšení obsahu vody v medu může mít za následek zkreslení jeho textury, barvy a chuti, což zhoršuje jeho kvalitu a snižuje trvanlivost. Navíc při vyšším obsahu vody může dojít ke kvašení medu, což je nežádoucí proces způsobený růstem kvasinek Karabagias et al., 2014).



Aby se předešlo negativním důsledkům hygroskopických vlastností medu, je důležité dodržovat několik zásad při jeho skladování. Med by měl být uchováván v uzavřených, nepropustných nádobách a umístěn na chladném, suchém a tmavém místě. Tímto způsobem je možné minimalizovat vliv hygroskopických vlastností medu na jeho kvalitu a trvanlivost (Alonso-Torre et al., 2006).

### 1.5.7 pH

Med má mírně kyselé pH, které se obvykle pohybuje mezi 3,2 a 4,5. Tato kyselost je dána přítomností organických kyselin, jako je kyselina glukonová. Kyselé pH má antimikrobiální účinky a přispívá k trvanlivosti medu (Fernañdez, 2004).

### 1.5.8 Fyzikální a chemické vlastnosti dle Vyhlášky č. 76/2003Sb

#### Smyslové požadavky

Vyhláška č. 76/2003 hodnotí následující smyslové požadavky (Tabulka 1), a to chuť, barvu, konzistenci a vzhled (Lněnička, 2006).

Tabulka 1 Smyslové požadavky na med podle Vyhláška č. 76/2003 (Česko ,2023c)

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

### 1.5.9 Fyzikální a chemické parametry

Nová vyhláška nepřináší jen vylepšení pro hodnocení medu, ve srovnání s vyhláškou předchozí, ovšem některé ze změn jsou spíše v opačném duchu. Vznikly dvě nové kategorie, a to med pekařský a filtrovaný. Med pekařský umožňuje využití mírně nakvašených medů s vyšším množstvím vody. Med filtrovaný je med, který kromě cezení prošel i procesem filtrace (zbavování pylových zrn za pomoci filtru z velikosti pórů pod 100  $\mu\text{m}$ ), což je vhodné pro alergiky (Přidal, 2005).

Pro zjištění potenciálního porušení sacharózou či škrobovými sirupy se stanovují v medu sacharóza a redukující cukry (glukóza, fruktóza a příp. maltóza). Hodnoty v nové vyhlášce jsou přísnější, avšak u medovicového medu je norma mírnější. Rozdíl je pak ve stanovení

sacharózy samotné. Dříve se stanovovala polarizační metodou, která nerozeznávala od sacharózy ostatní cukry (maltózu, melecitózu, aj.), proto také označení tzv. „zdánlivá“ sacharóza. Podle nové normy je nutno stanovovat sacharózu odděleně od ostatních cukrů (výjimka pro akátové medy zůstala) (Česko, 2023c).

Dále vznikla nová specifická charakteristika českých akátových medů, kdy obsah sacharózy je stanoven max. na 10 %. Jejich zvláštností je, že jsou-li skladovány po dobu 2 měsíců při teplotě 18–22 °C a ve tmě, tak také vyhovují max. obsahu 5 % sacharózy, její přebytek se totiž rozštěpí na glukózu a fruktózu (Česko, 2023c).

Mezi další změny patří zařazení parametru diastázy (tzv. Schadeho číslo), který již byl součástí českých předpisů a do předchozí vyhlášky zahrnut nebyl. Při jejím měření lze odhalit dlouhodobé skladování a nesprávné zahřívání. Dle nové vyhlášky by měl med obsahovat v celé EU minimálně 8 stupňů Schadeho jednotek (nižší hodnota znamená, že byl med nesprávně zahříván). U medů s nižším obsahem enzymů (citrusové) a obsahem HMF nižším než 15 mg/kg může být aktivita diastázy nejméně 3. Rovněž se změnil parametr kyselosti medu. Ve srovnání s předchozí vyhláškou je hodnota zvýšena na 50 mekv/kg. Zanikla kategorie medů smíšených, kdy nová vyhláška tento fakt zcela ignoruje a smíšené medy rozděluje rovnoměrně do obou zbývajících skupin – tzn. do medů květových a medovicových. Za květové považuje medy z vodivosti až do 80 mS · m<sup>-1</sup> a medovicové už od 80 mS · m<sup>-1</sup>. Pokud je však v medu naměřena hodnota vodivosti přesně 80 mS · m<sup>-1</sup>, zůstává med nezařazen do žádné ze dvou skupin (Česko, c2023; Přidal, 2005).

Také limit obsahu popela je z nové vyhlášky vyřazen. Tento parametr byl dříve využíván pro zařazení medu do příslušné skupiny medů. Dnes je však mnohem snadnější měřit vodivost. Limity pro popel dostatečně zastupuje parametr látek ve vodě nerozpustných. Výhodou je, že se tak projeví nejen nespalitelné, ale i částečně spalitelné nečistoty medu (Přidal, 2005).

## 1.6 Falšování medu

Podle definice USDA (United States Department of Agriculture) je med sladká sirupovitá substance, kterou včely produkují z rostlinného nektaru nebo sekretů živých částí rostlin či výměšků hmyzu sajícího rostliny. Včely sbírají tyto látky, zpracovávají je kombinací se specifickými enzymy, dehydratují a ukládají do pláství, kde dozrává. Med se primárně skládá z glukózy, fruktózy a dalších složek, které pocházejí ze zpracování nektaru včelami.

Barva, konzistence, chuť a vůně medu se mohou lišit v závislosti na původu rostlin (USDA, článek A-A-20380, 6.1.1) (Royal Honey Emmet, 2021 a, 2021b).

Nicméně v praxi je situace komplikovanější. Med, který je získaný ze zkrmování včel cukrovým sirupem, podle USDA definice medem není. Přesto má tato náhražka chuť podobnou skutečnému medu, což ztěžuje jeho rozlišení od pravého medu pro běžného konzumenta. Tento jev je označován jako „nepřímé falšování“ (Royal Honey Emmet, 2021 b).

Falšování medu se dělí na nepřímé falšování (získané zkrmováním včel cukrovým sirupem) a přímé falšování (přimíchávání sirupů do medu po extrakci a před plněním do obalů). Úskalím obou těchto forem falšování je, že náhražkový med nemá stejné zdravotní přínosy jako pravý med. Tento problém je celosvětový a má dopad na spotřebitele i na celý průmysl (Royal Honey Emmet, 2021 b).

Problematika falšování medu je zesílena skutečností, že někteří včelaři, včetně malých místních, nevědomky prodávají nepřímo falšovaný med získaný překrmováním včel cukrovým sirupem. V rámci odpovědného včelařství by se měl cukrový sirup používat pouze s mírou a v případech, kdy je to nezbytné. Pro včely i pro člověka má med z hlediska zdraví výhody oproti cukrovému sirupu (Royal Honey Emmet, 2021b).

Analytics Laboratories ve svém článku podrobně vysvětluje rozdíl mezi těmito dvěma typy cukrů. Existují tři způsoby, jak rostliny začleňují uhlík do svých struktur prostřednictvím fotosyntézy; mezi tyto cesty patří Calvinův cyklus ( $C_3$ ) a Hatch-Slackův cyklus ( $C_4$ ). Nektar je produkován rostlinami pomocí cyklu  $C_3$ , zatímco cukry jako třtinový cukr a kukuřičný sirup s vysokým obsahem fruktózy vznikají pomocí cyklu  $C_4$ . Uhlík se vyskytuje ve dvou stabilních izotopech,  $^{12}C$  a  $^{13}C$ , které se chovají stejně, ale mají mírně odlišné molekulové hmotnosti. Větší množství  $^{13}C$  je začleněno do cukrů produkováných v cyklu  $C_4$  a lze jej analyzovat izotopovou poměrovou hmotnostní spektroskopií (IRMS) (zdroj) (Baglio, 2018; (Royal Honey Emmet, 2021b).

## 2 SLOŽKY MEDU A JEHO PRODUKTY

Je nesporně důležité pojednat o složkách medu, které přispívají pozitivně na lidské zdraví, ale také o těch, které ovlivňují chuť, texturu či údržnost medu. Kapitola poskytuje podrobný přehled o sacharidech, organických kyselinách, minerálních látkách, enzimech a vitamínech, které se v medu nacházejí. Zvláštní pozornost je věnována fytochemikáliím, jako jsou flavonoidy, fenolové kyseliny, metyl-glyoxal, peroxid vodíku a defensin-1.

### 2.1 Sacharidy

Sacharidy představují hlavní složku medu, která tvoří přibližně 70–80 % jeho hmotnosti. V medu se vyskytují různé druhy cukrů, přičemž zdaleka nejčastějšími jsou jednoduché cukry, tedy monosacharidy, jako je fruktóza a glukóza.

. Fruktóza je obvykle zastoupena větším množstvím (38–44 %) než glukóza (31–35 %). Disacharidy, jako je sacharóza, maltóza a izomaltóza, se v medu vyskytují v menších množstvích, zhruba 1–7 %. Med může také obsahovat stopová množství dalších cukrů, jako jsou trisacharidy a oligosacharidy (Baglio, 2018).

Glykemický index medu se odhaduje kolem 60. Pro srovnání, glykemický index stolního cukru (sacharózy) je 65 (Boggs, 2013).

### 2.2 Organické kyseliny

Organické kyseliny představují asi 0,5 % hmotnosti medu (Mato et al., 2003) a hrají důležitou roli v mnoha jeho vlastnostech, jako jsou organoleptické, fyzikální a chemické vlastnosti (Chakir et al., 2016). Navzdory jejich nízkému obsahu mohou být organické kyseliny použity jako indikátory čerstvosti a pravosti medu a přispívají k antibakteriálním vlastnostem medu (Alonso-Torre et al., 2006).

V medu se vyskytuje široká škála organických kyselin, jako jsou octová, citronová, mravenčí, glutarová, fumarová, jantarová, D-glukonová, šťavelová, D-glukuronová, L-jablečná, propionová, D-chinová, L-vinná a mnoho dalších. Hlavní organickou kyselinou v medu je kyselina glukonová, kterou včely dodávají během zrání medu. Množství kyseliny glukonové závisí na aktivitě glukózooxidázy (Bučeková a kol., 2019; Karabagias et al., 2014).

Kyselina citronová byla také nalezena ve všech druzích medu a její koncentrace může sloužit k rozlišení květového od medovicového medu. Květový med má výrazně nižší obsah

kyseliny citronové než medovicový med (Mato et al., 2003; Da Silva et al., 2016). Některé organické kyseliny, jsou převážně přítomny v medu sklizeném na Novém Zélandu a mohou být použity k detekci pravosti medu (Alonso-Torre et al., 2006).

### 2.3 Minerální látky

Med obsahuje řadu minerálních látek, které přispívají k jeho výživovým a léčivým vlastnostem. Ačkoli koncentrace těchto minerálních látek může být nízká, jejich přítomnost v medu představuje důležitou součást celkového obsahu bioaktivních látek (Brodschneider, 2010).

Mezi nejčastěji se vyskytujícími minerální látky v medu patří draslík, hořčík, vápník a fosfor, které se podílejí na udržování zdraví kostí, nervového systému a svalové funkce. Stopové prvky, jako je železo, měď a zinek, jsou také součástí minerálního složení medu a hrají klíčovou roli v různých metabolických procesech (Bogdanov et al., 2008).

Koncentrace minerálních látek v medu se mohou lišit v závislosti na původu květů, z nichž byl nektar získán. Je známo, že med z tmavších květů, například z pampelišky nebo vrby, má tendenci obsahovat vyšší koncentrace minerálních látek než med z jasných květů. Tato variabilita odráží rozmanitost půdních a klimatických podmínek, které ovlivňují dostupnost minerálních látek pro rostliny (Bogdanov et al., 2008).

I přes relativně nízké koncentrace minerálních látek v medu je důležité vzít v úvahu jejich synergický účinek s ostatními složkami, jako jsou vitaminy, enzymy a fytochemikálie. V kombinaci tvoří tyto látky komplexní směs, která může poskytovat prospěšné účinky na zdraví a působit preventivně proti různým onemocněním (Brodschneider, 2010).

### 2.4 Enzymy

Enzymy v medu představují důležitou složku, která ovlivňuje jeho vlastnosti a potenciální využití v potravinářství. Tyto biokatalyzátory jsou zodpovědné za různé biochemické reakce, které probíhají v medu, a přispívají tak k jeho jedinečnému složení a charakteristikám (Gusmão, 2012).

Diastáza a invertáza jsou dva klíčové enzymy, které se v medu nacházejí. Diastáza se podílí na štěpení škrobu na jednodušší cukry, zatímco invertáza rozkládá sacharózu na glukózu a fruktózu. Tyto enzymy mají významný vliv na složení cukrů v medu a tím i na jeho sladkost a texturu. Dalším důležitým enzymem v medu je glukózooxidáza, která katalyzuje

oxidaci glukózy na glukonolakton a při tomto procesu se vytváří peroxid vodíku, což je látka s antimikrobiálním účinkem. Díky tomuto enzymu je med známý svými konzervačními vlastnostmi a schopností zabránit růstu škodlivých mikroorganismů (Baglio, 2018; Brodschneider, 2010)

Kataláza, další enzym obsažený v medu, slouží k neutralizaci peroxidu vodíku a tím zajišťuje jeho stabilitu. Tento enzym také hraje roli při ochraně medu před oxidačním stresem a degradací jeho složek (Gusmão, 2012).

Některé medy obsahují také lysozym, enzym s bakteriolytickými vlastnostmi. Lysozym může posílit antimikrobiální účinky medu a přispět k jeho širšímu využití jako přírodního konzervačního činidla v potravinářském průmyslu (Gusmão, 2012).

## 2.5 Vitaminy

Vitaminy představují další důležitou skupinu látek obsažených v medu, ačkoli jejich koncentrace bývá často nízká. Přestože není med zásadním zdrojem vitaminů, přispívá k celkovému obsahu bioaktivních látek a obohacuje tak výživovou hodnotu tohoto jedinečného přírodního produktu (Titěra, 2006)

Mezi vitaminy detekovanými v medu patří například vitaminy skupiny B, jako jsou thiamin, riboflavin, niacin a kyselina pantothenová. Tyto vitaminy hrají klíčovou roli v energetickém metabolismu a funkci nervového systému. Jejich přítomnost v medu může napomáhat udržovat optimální tělesné funkce a podporovat celkové zdraví.

Vitamin C se také nachází v medu, ačkoli opět v menších množstvích. Tento vitamin je silným antioxidantem, který chrání buňky před poškozením způsobeným volnými radikály. Jeho přítomnost v medu tedy přispívá k antioxidační kapacitě tohoto produktu.

I přes nízkou koncentraci vitaminů v medu je důležité vzít v úvahu jejich synergický účinek s dalšími bioaktivními látkami, jako jsou enzymy, minerální látky a fytochemikálie. Tyto látky společně tvoří komplexní směs, která může poskytovat prospěšné účinky na zdraví a působit preventivně proti různým onemocněním.

### 2.5.1 Thiamin

Thiamin, známý také jako vitamín B1, je esenciální vitamin, který hraje klíčovou roli v metabolismu energie, fungování nervového systému, růstu a vývoji buněk. Thiamin je vodou rozpustný, což znamená, že se neukládá v těle ve značném množství a musí být

pravidelně doplňován prostřednictvím stravy (Bogdanov et al., 2008; Čermáková a kol., 2012).

V medu se thiamin vyskytuje ve stopovém množství. Jeho koncentrace v medu se ovšem může lišit v závislosti na zdroji nektaru, geografickém původu, klimatu a zpracování medu. Thiamin je citlivý na teplo a světlo, což znamená, že jeho obsah může být ovlivněn způsobem skladování a zpracování medu (Gusmão, 2012).

Ačkoli obsah thiaminu v medu není vysoký, jeho přítomnost přispívá k celkovému nutričnímu profilu medu (Čermáková a kol, 2012).

Thiamin má v těle tři základní, ale klíčové úlohy: (Brodschneider, 2010)

- je nezbytný pro konverzi sacharidů, tuků a bílkovin na energii. Hraje klíčovou roli v Krebsově cyklu a přenosu energie ve formě ATP (adenosintrifosfátu);
- je důležitý pro syntézu neurotransmiterů, jako je acetylcholin, který je nezbytný pro přenos nervových signálů. Thiamin také podporuje udržení myelinových pochv kolem nervových vláken, které zajišťují rychlé a efektivní přenos signálů;
- Podílí se na syntéze nukleových kyselin, které jsou základní stavební jednotky DNA a RNA. Je nezbytný pro buněčný růst, dělení a diferenciaci.

### 2.5.2 Riboflavin

Riboflavin neboli vitamín B2 je esenciální vitamin, který má v těle významné funkce, včetně účasti na energetickém metabolismu, podpoře zdraví kůže a sliznic a při ochraně buněk před oxidativním stresem (Bogdanov et al., 2008). Obdobně jako u thiaminu, jde o vodu rozpustný vitamin, který se neukládá v těle ve velkém množství, což znamená, že je třeba jej pravidelně přijímat prostřednictvím potravy (Brodschneider, 2010).

Také riboflavin se v medu nachází v nízkých koncentracích, které se mohou lišit podle zdroj nektaru, geografického původu, klimatu či zpracování medu. Jako vitamin citlivý na světlo může být jeho obsah ovlivněn způsobem skladování a zpracování medu (Bogdanov et al., 2008).

### 2.5.3 Kyselina pantothenová

Kyselina pantothenová, známá také jako vitamín B5, je další člen skupiny vitamínů B-komplexu a má zásadní význam pro řadu biologických funkcí v těle. Vitamin B5 hraje

klíčovou roli v metabolismu sacharidů, tuků a bílkovin, stejně jako v syntéze koenzymu A, který je nezbytný pro řadu enzymatických reakcí. Kyselina pantothenová je také důležitá pro zdraví kůže, vlasů, očí a nervového systému (Alvarez-Suarez, 2013).

Med obsahuje malé množství kyseliny pantothenové spolu s dalšími vitaminy skupiny B, minerálními látkami a antioxidanty. Nicméně, množství kyseliny pantothenové v medu je obecně nízké ve srovnání s jinými potravinovými zdroji (Kumar et al., 2010). Obsah kyseliny pantothenové v medu se obvykle pohybuje okolo 0,1–0,5 mg na 100 g medu (Alvarez-Suarez, 2013).

Podobně jako u ostatních vitaminů závisí obsah kyseliny pantothenové v medu na řadě faktorů, jako jsou zdroje nektaru a pylu, půdní podmínky a klima, ve kterém rostliny rostou. Zpracování a skladování medu mohou také ovlivnit jeho obsah kyseliny pantothenové, ačkoli vitamin B5 je obecně stabilnější než vitamin C (Brodshneider, 2010).

#### 2.5.4 Vitamin C

Ačkoli med obsahuje řadu vitaminů, minerálních látek a antioxidantů, množství vitamínu C v medu je relativně nízké ve srovnání s jinými potravinovými zdroji. Typický obsah vitamínu C v medu se pohybuje okolo 0,1–1 mg na 100 g medu. Tato hodnota je značně nižší než doporučená denní dávka vitamínu C pro dospělé, která činí 80-100 mg denně (Brodshneider, 2010).

Obsah vitamínu C v medu může záviset na několika faktorech, včetně zdroje nektaru a pylu, který včely sbírají, půdních podmínkách a klimatu, ve kterém rostliny rostou. Kromě toho zpracování a skladování medu mohou také ovlivnit jeho obsah vitamínu C (Bogdanov et al., 2008). Během procesu zpracování medu, jako je například zahřívání nebo ultrafiltrace, mohou být citlivé vitaminy, jako je vitamin C, částečně zničeny nebo ztraceny. Stejně tak, pokud je med vystaven teplotě nebo světlu, může dojít k rozkladu vitamínu C (Brodshneider, 2010; Čermáková a kol, 2012).

#### 2.5.5 Niacin

Niacin, známý také jako niacin nebo vitamin B3, je jedním ze členů skupiny vitaminů B-komplexu a je nezbytný pro řadu biologických funkcí v těle. Vitamin B3 hraje klíčovou roli v energetickém metabolismu buněk, udržování integrity buněčných membrán a syntéze některých hormonů. Niacin je také důležitý pro zdraví kůže, nervového systému a trávicího systému (Brodshneider, 2010; Crittenden, 2011).



Med obsahuje malé množství niacinu spolu s dalšími vitaminy skupiny B a různými minerálními látkami a antioxidanty. Nicméně, množství niacinu v medu je obecně velmi nízké ve srovnání s jinými potravinovými zdroji (Bogdanov et al., 2008). Obsah niacinu v medu se pohybuje obvykle okolo 0,1–0,4 mg na 100 g medu. Tato hodnota je výrazně nižší než doporučená denní dávka niacinu pro dospělé, která činí 14–16 mg denně (Kaškonienė et al., 2007).

Podobně jako u vitamínu C může obsah niacinu v medu záviset na řadě faktorů, jako jsou zdroje nektaru a pylu a klimatické podmínky, ve kterých rostliny rostou (Bogdanov et al., 2008). Zpracování a skladování medu mohou také ovlivnit obsah niacinu, ačkoli niacin je obecně stabilnější než vitamin C (Samarghandian, 2017).

## 2.6 Fytochemikálie

Fytochemikálie v medu, zejména flavonoidy a fenolové kyseliny, představují významnou složku s antioxidačními vlastnostmi. Tyto látky přispívají k ochraně buněk před oxidativním stresem a posilují tak celkový prospěšný účinek medu na zdraví. Kombinace těchto fytochemikálií s dalšími bioaktivními složkami medu obohacuje jeho výživový profil a zvyšuje jeho terapeutický potenciál.

### 2.6.1 Flavonoidy

Flavonoidy jsou skupina přírodních sloučenin, které se nacházejí v rostlinách, ovoce a zelenině, ale také v medu. Tyto látky mají řadu biologických účinků, jako je antioxidační, protizánětlivý, antibakteriální a antivirový účinek. Flavonoidy také přispívají k barvě, chuti a vůni medu (Brodschneider, 2010).

Obsah flavonoidů v medu závisí na zdroji nektaru, ze kterého byl med získán, a také na způsobu zpracování a skladování medu. Různé druhy medu obsahují různé druhy a množství flavonoidů. Některé z flavonoidů, které se mohou v medu vyskytovat, zahrnují quercetin, který se nachází v medu z květů jako je lípa, javor, kaštan či řepka, kaempferol, myricetin či apigenin (Brodschneider, 2010; Kaškonienė et al., 2007).

### 2.6.2 Fenolové kyseliny

Fenolové kyseliny jsou další skupinou bioaktivních sloučenin přítomných v medu, které spolu s flavonoidy přispívají k jeho biologickým účinkům (Iglesias et al., 2004). Tyto sloučeniny mají antioxidační, protizánětlivé, antibakteriální a antivirové vlastnosti. Stejně

jako u flavonoidů závisí obsah fenolových kyselin v medu na zdroji nektaru, ze kterého byl med získán, a také na způsobu zpracování a skladování medu (Ponce de Leon & Cortes 2004).

V různých druzích medu byly identifikovány následující fenolové kyseliny: (Bogdanov et al., 2008)

- kyselina kávová – tato fenolová kyselina je známá svými antioxidačními a protizánětlivými vlastnostmi. Kyselina kávová se nachází v medu z květů jako jsou šalvěj, lípa a řepka.
- kyselina *p*-kumarová – jde o fenolovou kyselinu s antioxidačními a protizánětlivými vlastnostmi. Může být nalezena v medu z květů jako jsou řepka, lípa a jasan.
- kyselina chlorogenová – kyselina chlorogenová je fenolová kyselina s antioxidačními, protizánětlivými a antibakteriálními vlastnostmi. Nachází se v medu z květů jako jsou řepka, šalvěj a jasan.
- kyselina ferulová – kyselina ferulová je fenolová kyselina, která se nachází v medu z květů jako jsou řepka, šalvěj a jasan. Má antioxidační, protizánětlivé a antibakteriální účinky.
- kyselina sinapová – kyselina sinapová je fenolová kyselina s antioxidačními a protizánětlivými vlastnostmi. Může být nalezena v medu z květů jako jsou šalvěj, řepka a lípa.
- kyselina gallová – kyselina gallová je fenolová kyselina s antioxidačními, protizánětlivými a antibakteriálními vlastnostmi. Může být nalezena v medu z květů jako jsou lípa, šalvěj a jasan.

### 2.6.3 Metylglyoxal

Metylglyoxal (MGO) je klíčovou složkou především medu Manuka, která mu přisuzuje jeho výjimečné antibakteriální účinky. Vyšší koncentrace této chemické látky přímo souvisí se silnějším antibiotickým působením (Lusby et al., 2005).

Obrázek 1 Manuka med z Nového Zélandu <https://medymanuka.cz/>

Pro stanovení účinnosti medu Manuka výrobci používají měřítko zvané Unique Manuka Factor (UMF). UMF hodnocení odráží obsah methylglyoxalu v medu. Aby byl med považován za dostatečně silný pro terapeutické využití, musí mít minimální hodnocení 10 UMF (Mix, 2021).

Pro představu o síle aktivního Manuka medu s hodnocením 16+ lze uvést, že obsahuje tisíckrát vyšší koncentraci methylglyoxalu než běžné druhy medu. Navíc, ačkoli všechny surové medy obsahují určité množství enzymu glukózooxidázy, který katalyzuje přeměnu glukózy, vody a kyslíku na glukonovou kyselinu a peroxid vodíku, přínosy methylglyoxalu jsou o to významnější, neboť MGO ve stravě je odolný vůči teplotě, tělesným tekutinám, světlu a enzymatické aktivitě (Mix, 2021, Royal Honey Emmett, 2021a).

MGO a UMF hodnocení jsou důležitými ukazateli kvality medu Manuka a jeho potenciálních terapeutických vlastností, které zahrnují antimikrobiální a protizánětlivé účinky, podporu hojení ran a podporu celkového zdraví (Eterafatipour, 2018).

#### 2.6.4 Peroxid vodíku

Peroxid vodíku v medu představuje poměrně překvapivou složku, která zásadně přispívá k jeho antimikrobiálním vlastnostem. Tato sloučenina se v problematice medu objevuje jako pozoruhodný biologický fenomén, a přestože jej často vnímáme jako běžnou chemikálii používanou pro bělení či čištění, v medu plní důležitou úlohu (Shintani, 2009).

Peroxid vodíku v medu vzniká působením enzymu glukózooxidázy, který přeměňuje glukózu na glukonolakton a peroxid vodíku. Tento enzym je přítomen v medu díky činnosti včel a do nektaru je zanášen během procesu výroby medu. Zaujímá tak klíčové místo v boji proti mikroorganismům a rozvoji infekcí (Moniruzzaman et al., 2013).

Je pozoruhodné sledovat, jak příroda vytvořila dokonalý systém, aniž by byl nutný zásah člověka (Royal Honey Emmett, 2021a). Peroxid vodíku v medu účinkuje tak, že med zůstává mikrobiálně stabilní a zároveň poskytuje přínosy při konzumaci (Royal Honey Emmett, 2021a).

Jedinečnost peroxidu vodíku v medu spočívá v jeho nízké koncentraci, která umožňuje zachovat jeho antimikrobiální účinky, aniž by docházelo k poškození zdravých buněk nebo mikroorganismů v lidském těle. Tato nízká koncentrace také zabraňuje tomu, aby peroxid vodíku v medu měl nepříznivé účinky na chuť nebo texturu medu, což je důležité pro udržení jeho atraktivního vzhledu a přitažlivosti (Gilliam & Prest, 1987; Royal Honey Emmett, 2021a).

### 2.6.5 Defensin-1

Jedním z faktorů, který může stát za masivním poklesem a ztrátou řízených kolonií včel, je snížení imunity včel, kromě pesticidů, intenzivního využívání půdy, ničení přirozených biotopů a nedostatku potravních zdrojů. Zdraví včel je přímo spojeno s jejich schopností produkovat antibakteriální látky (Alaux & Le Conte, 2015). Včelí defensin-1 je jedním z hlavních antibakteriálních prvků v medu, ale jeho množství se liší (Bogdanov et al., 2008).

Defensin-1 je produkován v hypofaryngeálních žlázách všech dělnic, odkud se dostává do medu a larválního rosolu. Skrze potravu je defensin-1 podáván ostatním členům včelstva i larvám, slouží jako preventivní obranná strategie proti chorobám a hraje klíčovou roli ve zdraví včelstva uvnitř úlu. Produkce defensinu-1 se mezi jednotlivými koloniemi liší a ovlivňuje tak antibakteriální aktivitu medu (Royal Honey Emmett, 2021a).

V minulosti byl vyvinut citlivý enzymový test ELISA, pro měření množství defensinu-1 v medu. V této studii jsme sledovali vzorky medu z 12 včelstev na 5 různých včelnicích během roku 2014 pomocí ELISA. Předběžné výsledky ukazují, že (a) produkce defensinu-1 v rámci jedné kolonie se během roku mění, (b) jarní medy mají nejnižší antibakteriální aktivitu a obsah defensinu-1, (c) pozdější jarní a letní medy jsou pravděpodobně nejvíce antibakteriálně aktivní a bohaté na defensin-1, (d) mezi jednotlivými včelstvy byly zaznamenány významné rozdíly ve výrobě defensinu-1, (e) některá včelstva byla identifikována jako vysoce produktivní, produkující vysoké hladiny defensinu-1 po celou sezónu (Al-Haili & Haq, 2004; Baglio, 2018; Fernández, 2004).

### 3 FUNKČNÍ VLASTNOSTI MEDU V POTRAVINÁŘSKÝCH APLIKACÍCH

V této kapitole jsou zkoumány funkční vlastnosti medu, které jsou v potravinářském průmyslu využívány. Med je totiž nejen ceněn pro svou výživovou hodnotu a pozitivní účinky, ale také pro své technologické a potravinářské vlastnosti. Různé aspekty, jako jsou konzervační a antimikrobiální účinky, vlastnosti sladidla, modifikace chuti, textury, vlhkosti a další, jsou zde podrobněji prozkoumány. Důraz je kladen na inovativní přístupy a technologie, které umožňují efektivně využívat těchto vlastností medu v potravinářských aplikacích.

#### 3.1 Konzervační a antimikrobiální účinky

Klíčovými aspekty zkoumanými v této části jsou mikrobiologická stabilita medu a jeho antimikrobiální vlastnosti. Dále je zde popsáno o potenciálním využití medu jako přírodním konzervačním činidlem v potravinářském průmyslu. Pozornost je věnována možnostem, jak využít unikátních vlastností medu při vývoji nových potravinářských výrobků a jejich konzervaci.

##### 3.1.1 Mikrobiologická stabilita medu a jeho antimikrobiální vlastnosti

Mikroby nalezené v plástvičkách medu jsou především bakterie a kvasinky, které pocházejí od včel, surovin (nektaru) nebo z vnějších zdrojů. Larvy mohou být původně sterilní, ale jsou krmeny nektarem a pylem, což je vystavuje mikroorganismům z nektaru, pylu a flóry pracovníků před kuklením (Olaitan et al., 2007).

Bakterie rodu *Bacillus*, *Micrococcus* a kvasinky rodu *Saccharomyces* byly izolovány z plástviček medu a dospělých včel. Několik druhů mikroorganismů bylo izolováno z trusu včelích larev (Eterafatipour, 2018). Mezi nejčastější patří *Bacillus spp.*, plísně, aktinomycety, gramnegativní tyčinky (pravděpodobně z čeledi *Enterobacteriaceae*) a kvasinky. *Streptomyces spp.* byly získány z jedné larvy (Adeleke & Onakoya, 2002).

Střevo včel obsahuje 1 % kvasinek, 27 % grampozitivních bakterií včetně *Bacillus*, *Bacteridium*, *Streptococcus* a *Clostridium spp.*; 70 % gramnegativních nebo gramproměnlivých bakterií, jako jsou *Achromobacter*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Escherichia coli*, *Flavobacterium*, *Klebsiella*, *Proteus* a *Pseudomonas*. Primární zdroje osmotolerantních kvasinek jsou květy a půda (Sammataro & Avitabile, 2011; Snowdon & Cliver, 1996).

Sekundární zdroje mikrobiální kontaminace v medu zahrnují řadu faktorů, jako je člověk, zařízení, nádoby, vítr, prach atd. (Eterafatipour, 2018). Kvasinky byly získány ze zařízení v medových domech; kontaminovaná zařízení mohou zavést kvasinky do čistého medu. Možné cesty přenosu do extrahovaného medu zahrnují vzduch (v domě nebo během balení medu), manipulátory potravin (z kožních infekcí, kýchaní nebo fekální kontaminace (Perrin, 2018).

Olaitan et al. (2007) v článku uvádějí mikroorganismy nalezené v medu, jako bakterie, kvasinky a plísňe. Většina bakterií a jiných mikrobů nemůže v medu růst ani se rozmnožovat, což znamená, že jsou v medu v dormantním stavu. Toto je způsobeno antibakteriální aktivitou medu. Bylo provedeno několik studií, které zkoumaly schopnost bakterií přežít v medu za různých podmínek. Bylo zjištěno, že viabilita bakterií klesá během 8–24 dnů při 20°C. Pouze sporotvorné mikroorganismy mohou v medu přežít.

V dalších studiích byly zkoumány schopnosti různých bakteriálních spor přežít v medu při různých teplotách. Například spory *Clostridium botulinum* si udržovaly stálou populaci po dobu jednoho roku při 4 °C, zatímco při 65 °C nebyly žádné spory nalezeny po 5 dnech skladování. Některé studie uvádějí, že pokud je med zředěn vodou, podporuje růst nepatogenních bakteriálních kmenů a zabíjí nebezpečné kmeny (Adeleke & Onakoya, 2002; Gilliam & Prest, 1987).

Studie uvádějí, že med s koncentrací menší než 50 % ve vodě udržuje bakteriální život po delší dobu. V důsledku toho bylo dospěno k závěru, že pravděpodobnost medu jako nosiče tyfu, úplavice a různých infekcí způsobených průjmami je velmi nízká (Delaplane & Harbo, 2002).

### **3.1.2 Potenciální využití medu jako přírodního konzervačního činidla v potravinářském průmyslu**

Lze tvrdit, že v omezené míře má med skutečně konzervační vlastnosti. Tyto vlastnosti lze přičíst především jeho chemickému složení. Med je koncentrovaný roztok různých sacharidů ve vodě, přičemž hlavními jsou fruktóza a glukóza a v menší míře pak sacharóza (Krushna et al., 2007).

V medu se dále vyskytují různé další sloučeniny, které mají významný vliv na jeho chuť, vůni a barvu. Tyto sloučeniny mohou také přispívat ke konzervačním vlastnostem medu. Mezi ně patří flavonoidy, fenolové kyseliny, enzymy, vitaminy a minerální látky (Eterafatipour, 2018). Některé z těchto složek, zejména flavonoidy a fenolové kyseliny, mají

prokázané antimikrobiální účinky, což také přispívá ke konzervačním vlastnostem medu (Lusby et al., 2005).

Hlavní konzervační účinek medu je však způsoben jeho vysokým obsahem cukrů a nízkým obsahem vody. Tyto vlastnosti zajišťují schopnost cukrů odstraňovat vodu z mikroorganismů procesem osmózy<sup>2</sup>. V případě medu to znamená, že pokud je koncentrace rozpuštěného cukru vyšší vně mikroorganismu než uvnitř, voda bude difundovat skrz buněčnou membránu ven. Tímto způsobem dojde k dehydrataci a následné smrti mikroorganismů (Eterafatipour, 2018).

Nízký obsah vody a vysoká koncentrace cukrů v medu také zabraňuje růstu mikroorganismů tím, že zvyšuje osmotický tlak, což vede k inhibici růstu bakterií a plísní. Dalším faktorem přispívajícím ke konzervačním vlastnostem medu je jeho nízké pH, které obvykle kolísá v intervalu 3,2–4,5. Tato kyselost je způsobena přítomností organických kyselin, jako je kyselina octová a kyselina mléčná, které působí jako přirozené konzervanty. Nízké pH medu inhibuje růst mnoha druhů bakterií, které preferují neutrální nebo mírně zásadité prostředí.

Kromě osmotických a kyselostních vlastností hraje důležitou roli v konzervačních účincích medu také enzym glukózooxidáza, který je přítomný v medu díky včelím slinám. Tento enzym rozkládá glukózu na vodík a peroxid vodíku. Peroxid vodíku má silné antibakteriální účinky, což přispívá k celkové antimikrobiální aktivitě medu.

### 3.2 Sladidlo a modifikátor chuti

Med, jako přirozené sladidlo a zlepšovatel chuti, má unikátní chemické vlastnosti a složení, které ho činí atraktivním pro použití v širokém spektru potravin (Boggs, 2013).

Může být použit jako sladidlo a přírodní modifikátor chuti v teplých i studených nápojích, jako jsou čaje, káva, smoothie, koktejly nebo limonády. Jeho charakteristická chuť a aroma poskytují nápojům hloubku chuti a zajímavý chuťový profil. Často se jeho chuťových předností využívá také v pečivu, např. chlebech, koláčích, sušenkách či muffinech. Přispívá k přítomnosti hnědé barvy, vlhkosti a vyšší trvanlivosti výrobků díky svým hygroskopickým vlastnostem a Maillardovým reakcím (Baglio, 2018; Conrad, 2013)

Také chuťové profily různých dezertů jsou podporovány přidáním medu. Jde např. panna cotta, mousses, pudinky, ovocné saláty nebo jako polevy na palačinky a vafle. Med dodává

---

<sup>2</sup> Osmóza je proces, při kterém voda difunduje přes polopropustnou membránu z oblasti nižší koncentrace rozpuštěných látek do oblasti vyšší koncentrace.

dezertům jemnou a zároveň bohatou chuť sladkého charakteru. Med je také často používán jako sladidlo a „zlepšovatel“ chuti v barbecue, teriyaki či sladkokyselých omáčkách (Conrad, 2013).

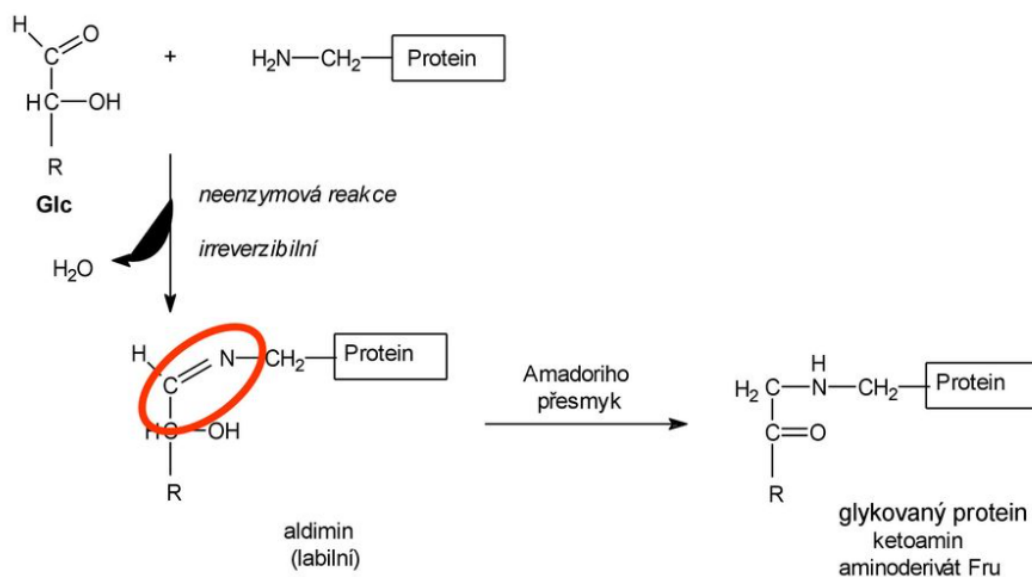
### Maillardova reakce

Maillardova reakce je chemická reakce mezi aminokyselinami a redukujícími cukry, která probíhá za vyšších teplot. Hraje důležitou roli v kulinářství, protože způsobuje hnědnutí a tvorbu chuti a aromatu u mnoha potravin během vaření, pečení nebo smažení (Kamal et al., 2019). Přestože se med vyrábí při teplotě okolo 45 °C, mohou v něm Maillardovy reakce probíhat za určitých podmínek, jako je zahřívání nebo uchovávání (Baglio, 2018).

Maillardovy reakce u medu mohou nastat při zahřívání, například při vaření nebo pečení, když se med smíchá s potravinami obsahujícími aminokyseliny, jako jsou mouka, vejce nebo mléčné výrobky. Výsledkem těchto reakcí je hnědnutí medu a tvorba nových chutí a aromat (Baglio, 2018).

Podobně jako Maillardova reakce, také tvorba hydroxymethylfurfuralu (HMF) je proces, který se odehrává v potravinách obsahujících cukry, v tomto případě konkrétně fruktózu, ovšem za určitých podmínek. Tvorba HMF je rovněž teplotně závislá a může být ovlivněna zahříváním nebo skladováním medu za vyšší teploty (Bogdanov et al., 2002).

Obrázek 2 Maillardova reakce <https://www.med.muni.cz/>



Ačkoliv Maillardova reakce a tvorba HMF jsou dvě různé chemické reakce, obě mají společné, že jsou závislé na teplotě a mohou ovlivnit kvalitu a vlastnosti potravin, také medu. Zatímco Maillardova reakce hraje klíčovou roli ve vytváření chuti a barvy mnoha



zpracovaných potravin, koncentrace HMF v medu slouží jako ukazatel kvality medu a může být ovlivněna procesy, jako je zahřívání nebo skladování medu za teplých podmínek (Baglio, 2018; Kamal et al., 2019).

Mezi Maillardovou reakcí a tvorbou HMF ovšem není žádný vztah, který by je spojoval. Obě reakce jsou závislé na teplotě a mohou probíhat současně ve stejných podmínkách, ale jejich mechanismy a produkty jsou odlišné (Baglio, 2018).

V případě Maillardovy reakce je závislost na teplotě spojena s rychlostí reakce mezi aminokyselinami a cukry, což vede k tvorbě barevných a aromatických sloučenin, které ovlivňují chuť produktu. Vyšší teploty zpravidla zvyšují rychlost Maillardovy reakce a tím i množství vytvořených produktů (Baglio, 2018).

U HMF je teplotní závislost spojena s degradací fruktózy za vyšších tepelných podmínek. Vyšší teploty zvyšují rychlost degradace fruktózy a tím i tvorbu HMF. V případě medu může koncentrace HMF poskytovat informace o kvalitě medu, jelikož vyšší koncentrace HMF mohou naznačovat, že med byl zahříván nebo skladován za nevhodných podmínek (Escuredo & Seijo, 2019; Iglesias et al., 2014).

### 3.3 Textura a vlhkost

Textura a vlhkost medu jsou důležité parametry, které ovlivňují jeho kvalitu, konzistenci a trvanlivost. Textura medu zahrnuje jeho viskozitu, krystalizaci a homogenitu, zatímco vlhkost je dána obsahem vody v medu (Bogdanov et al., 2002).

Viskozita medu je ovlivněna jeho složením, teplotou a obsahem vody. Vyšší teploty způsobují snížení viskozity medu, což usnadňuje jeho tečení. Med s nízkým obsahem vody má vyšší viskozitu, což může způsobit obtížnější manipulaci s produktem (Sohaimy, 2015).

Při krystalizaci medu se některé cukry, zejména glukóza, přeměňují z amorfni (tekuté) formy na krystalickou formu. Tento přechod je ovlivněn faktory, jako jsou teplota, obsah vody a koncentrace cukrů. Výsledkem správné krystalizace může být med s příjemnou texturou a dlouhou trvanlivostí (Sohaimy, 2015).

Homogenita medu znamená rovnoměrné rozložení složek v celém objemu. Homogenní med poskytuje konzistentní chuť, texturu a vlastnosti, zatímco heterogenní med může mít nežádoucí vrstvení nebo separaci složek (Bogdanov et al., 2002).

Vlhkost medu je důležitým parametrem, který ovlivňuje jeho trvanlivost a stabilitu. Med s nízkým obsahem vody je méně náchylný ke zkáze, protože voda je nezbytná pro růst

mikroorganismů (Escuredo & Seijo, 2019). Příliš vysoký obsah vody může způsobit kvašení medu, což vede ke zhoršení jeho kvality. Optimální obsah vody v medu se pohybuje mezi 15 až 20 % (Sohaimy, 2015).

Při zpracování medu je důležité kontrolovat texturu a vlhkost, aby se dosáhlo požadovaných vlastností a udržela se kvalita produktu. To zahrnuje správné skladování, regulaci teploty a pečlivé zacházení s medem během jeho výroby a balení (Sohaimy, 2015).

### 3.4 Emulgace

Emulgace představuje proces, při němž se dvě nesmíselné látky, často kapaliny, spojí do stabilního systému za pomoci emulgátoru. (Kamal et al., 2019).

V potravinářském průmyslu se med často využívá pro své emulgující vlastnosti. Díky svému složení, které zahrnuje bílkoviny, enzymy a některé mastné kyseliny, zlepšuje med stabilitu emulzí. Výsledkem je homogenní směs, jež předchází oddělování složek (Kamal et al., 2019).

Některé typické potraviny, v nichž se med využívá jako emulgátor, zahrnují dresinky, marinády či pečivo. Přítomnost medu v těchto potravinách zajišťuje lepší konzistenci, prodlužuje trvanlivost a dodává jemnou sladkou chuť. Emulgace s medem také zlepšuje texturu a snižuje krystalizaci tuků či cukrů, což vede k příjemnější konzistenci potravin (Elleuch, 2011).

Med tedy představuje v potravinářském průmyslu cenný přírodní emulgátor, který zvyšuje stabilitu emulzí, zlepšuje texturu a chuť potravin, a také prodlužuje jejich trvanlivost (Elleuch, 2011).

### 3.5 Fermentace

Fermentace medu je biochemický proces, během něhož mikroorganismy, zejména kvasinky, přeměňují cukry obsažené v medu na alkohol a oxid uhličitý. Tento proces probíhá za anaerobních podmínek a využívá se při výrobě tradičních nápojů, jako je medovina (Iglesias et al., 2014).

Med obsahuje primárně jednoduché cukry, jako glukózu a fruktózu, a v menší míře disacharid sacharózu. Kvasinky přeměňují tyto cukry na etanol a oxid uhličitý prostřednictvím glykolýzy, následného Krebsova cyklu a elektronového transportního řetězce. Tento proces je regulován enzymy, které katalyzují jednotlivé kroky (Baglio, 2018).

Při fermentaci medu je důležité kontrolovat několik faktorů, jako jsou teplota, pH a dostupnost živin pro mikroorganismy. Optimální teplota pro fermentaci se pohybuje mezi 20 a 30 °C, zatímco pH by mělo být v rozmezí 4,0 až 4,6, aby se zabránilo růstu nežádoucích mikroorganismů. V medu se nachází omezené množství živin, jako jsou dusíkaté sloučeniny, vitamíny a minerální látky, což může ovlivnit rychlost a účinnost fermentace. Proto se často přidávají další živiny, aby se podpořil růst a aktivita kvasinek (Baglio, 2018; Iglesias et al., 2014).

Výsledkem fermentace medu je medovina, alkoholický nápoj s bohatou historií, který je známý svou jedinečnou chutí a aromatem (podrobněji viz 4.1).

## 4 MEDOVÉ PRODUKTY A PRODUKTY S MEDEM JAKO KLÍČOVOU SLOŽKOU

### 4.1 Medovina

Tradiční česká medovina je alkoholický nápoj, který má své kořeny v dávné historii. Medovina je založena na fermentaci medu a vody a je považována za jeden z nejstarších alkoholických nápojů na světě. Přestože má medovina původ v mnoha starověkých kulturách, včetně Řecka, Říma a Egypta, česká medovina má svou vlastní unikátní historii a charakter (Baudar, 2022).

Výroba české medoviny začíná shromážděním kvalitního medu, který je základem nápoje. Med může být získán z různých druhů květin, což ovlivňuje jeho chuť a aroma. Med se poté smíchá s vodou v poměru, který závisí na požadované síle a sladkosti medoviny. Tato směs se nazývá „medový roztok“ (Baudar, 2022).

Proces fermentace začíná přidáním speciálních kvasinek do medového roztoku. Kvasinky jsou mikroorganismy, které rozkládají cukry obsažené v medu na alkohol a oxid uhličitý. Fermentace probíhá za pečlivě kontrolovaných podmínek, jako je teplota a vlhkost, aby se zajistil správný průběh procesu a dosažení požadovaného obsahu alkoholu (Escuredo & Seijo, 2019).

Fermentace trvá zpravidla několik týdnů až několik měsíců, v závislosti na požadovaném výsledném produktu. Během tohoto procesu se pravidelně kontroluje obsah cukru a alkoholu v medovině, aby se zajistila správná rovnováha mezi sladkostí a silou nápoje (Escuredo & Seijo, 2019).

Po dokončení fermentace se medovina přečerpá do nádrží nebo sudů, kde zraje. Doba zrání závisí na druhu medoviny a může trvat od několika měsíců až po několik let. Během zrání se medovina čistí a stabilizuje, což zlepšuje její chuť a aroma (Autodesk Instructables, 2023).

Když je medovina připravena k lahvování, může být filtrována, aby se odstranily nečistoty a zbytky kvasinek. Některé medoviny mohou být také slazený, ochuceny nebo dochuceny před lahvováním, aby se dosáhlo specifického profilu chuti (Autodesk Instructables, 2023).

## 4.2 Medový ocet

Medový ocet je přírodní produkt získaný z fermentace medu, který se v poslední době těší rostoucí popularitě díky svým účinkům na zdraví a různým využitím v kuchyni. Jeho příprava spočívá ve smíchání medu s vodou a následné fermentaci pomocí octových bakterií, které rozkládají cukry na kyselinu octovou a další látky, jež přispívají k jeho výjimečným vlastnostem (Flóttum, 2018).

Medový ocet může mít řadu prospěšných účinků na zdraví. Díky svým antibakteriálním vlastnostem se používá také jako prostředek k úpravě kůže a vlasů, přičemž pomáhá obnovit jejich přirozenou kyselost a zklidňuje podráždění (Harvard T.H. Chan, 2019).

V kuchyni se medový ocet často používá jako ingredience do salátových dresinků, marinád a omáček, kde přidává jemnou sladkokyselou chuť. Lze jej také přidávat do nápojů pro zvýšení jejich nutriční hodnoty a osvěžujícího účinku (Harvard T.H. Chan, 2019).

Obrázek 3 Organický medový ocet Brezzo <https://www.dudlu.cz/>



Některé studie naznačují, že medový ocet může mít pozitivní dopad na kontrolu tělesné hmotnosti, regulaci glykémie a zlepšení imunitního systému, avšak je třeba provést další výzkumy pro potvrzení těchto účinků (Flóttum, 2018).

Medový ocet je možné koupit v obchodech se zdravou výživou nebo si jej vyrobit doma. Při výrobě domácího medového octa je důležité dbát na správný poměr medu a vody a kontrolu kvality použitých surovin, což zaručuje optimální výsledky a účinnost produktu (Harvard T.H. Chan, 2019).

### 4.3 Medovník

Ačkoliv by se mohlo zdát, že medovník je medový produkt, ve skutečnosti jde spíše o pečivo, ve kterém je med použit jako klíčová přísada nebo složka. Jde o tradiční dezert, jehož kořeny sahají až do starověkého Egypta a Řecka. Od té doby se receptury a techniky výroby medovníku rozšířily do různých částí světa a dnes existuje mnoho různých variant tohoto chutného pečiva (Goldstein, 2015).

Medovník je známý svou vláčností, zlatavou barvou a charakteristickou chutí, která je dána především použitím medu. Kromě medu se do těsta medovníku často přidávají i další složky, jako mouka, cukr, vejce, kvasnice nebo prášek do pečiva, máslo či olej a různá koření, jako je skořice, hřebíček, zázvor, kardamom nebo anýz. Některé recepty mohou obsahovat také ořechy, sušené ovoce nebo čokoládu (Goldstein, 2015).

Při přípravě medovníku se nejprve smíchají suché přísady a koření. Poté se přidává med, máslo nebo olej a vejce. Vše se důkladně promíchá, aby vzniklo hladké a elastické těsto. Těsto se nechá odpočinout, často i přes noc, aby se chuť koření a medu mohly do těsta plně rozvinout. Poté se těsto vyválí, naformuje do požadovaného tvaru a peče v předem vyhřáté troubě (Wolfert, 2003).

Medovník může být podáván sám nebo s různými polevami a náplněmi, jako je tvaroh, ořechová nebo maková náplň, čokoláda, smetana nebo ovocné džemy. Medovník je oblíbeným dezertem zejména v období vánočních svátků a jiných slavnostních příležitostí (Wolfert, 2003).

### 4.4 Medový perník

Medový perník je tradiční pečivo, které se vyznačuje charakteristickou chutí a vůní medu, koření a dalších přísad. Jeho původ sahá do dávných dob a medový perník je populární v mnoha kulturách po celém světě. Med v medovém perníku hraje zásadní roli, neboť přispívá k jeho chuti, vláčnosti a konzistenci (Píchová, 2010).

Výroba medového perníku začíná přípravou těsta, které se skládá z několika základních složek: medu, mouky, cukru, vajec, koření (např. skořice, hřebíček, kardamom, zázvor, anýz atd.) a kypřicího prášku nebo jedlé sody (Píchová, 2010). Med je základní složkou perníkového těsta, která dodává sladkost, vlhkost a lepkavost. Dále med pomáhá uchovávat perník čerstvý po delší dobu díky svým konzervačním vlastnostem (Wolfert, 2003).

Při přípravě těsta se nejprve med a cukr zahřejí na mírném ohni, aby se zjemnily a získaly tekutější konzistenci. Poté se směs nechá vychladnout a postupně se do ní vmíchají ostatní ingredience. Těsto se musí důkladně promíchat, aby se všechny složky spojily a získaly hladkou a homogenní konzistenci (Píchová, 2010).

Po přípravě těsta se perníkové těsto nechá odpočinout, obvykle přes noc nebo několik hodin, aby se všechny přísady a koření důkladně spojily a navzájem si vyměnily chuť a aroma. Tímto krokem se dosáhne charakteristického perníkového aroma a chuti (Píchová, 2010).

Po odpočinku se těsto rozválí na požadovanou tloušťku a stříhají se z něj perníkové tvary, jako jsou srdce, hvězdy, andělé nebo zvířata. Perníkové kousky se poté pečou v předem vyhřáté troubě na přibližně 180 °C po dobu 10-15 minut, v závislosti na velikosti a tloušťce perníčků (Píchová, 2010; Wolfert, 2003).

## **5 MODERNÍ PŘÍSTUPY A VÝVOJ V OBLASTI VYUŽITÍ MEDU V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU**

V této kapitole je pojednáno o moderních přístupech a vývoji v oblasti využití medu v potravinářském průmyslu. Jedná se o aktuální inovace, které usilují o zlepšení kvality, trvanlivosti a výživových vlastností medu. Jsou popsány také nejnovější technologie a postupy, které přispívají k vyšší efektivitě ve výrobě a zpracování medu. Dále jsou zkoumány trendy ve vývoji nových produktů na bázi medu a jejich potenciální vliv na trh s potravinami.

### **5.1 Hodnocení změn fyzikálně-chemických a antioxidantních vlastností medu během skladování po dobu jednoho roku**

Med slouží jako zdroj přírodních antioxidantů, které hrají důležitou roli pro lidské zdraví snížením rizika srdečních onemocnění, rakoviny, šedého zákalu, poklesu imunitního systému a různých zánětlivých procesů. Fyzikálně-chemické vlastnosti a množství složek odpovědných za antioxidační aktivitu medu se značně liší v závislosti na zdrojové rostlině, klimatu a podmínkách prostředí, druhu včel, příspěvek včelaře a ošetření medu při vytáčení a skladování (Iglesias et al., 2004).

V minulých letech bylo provedeno mnoho studií ke stanovení fyzikálně-chemických a antioxidační vlastností různých druhů medu z celého světa. Nicméně, o změnách fyzikálně-chemických a antioxidačních vlastností je jen málo informací během skladování medu. Vzhledem k tomu, že med se často nekonzumuje bezprostředně po výrobě, je důležité tento problém řešit.

Zarei et al. (2019) provedli výzkum v této problematice na pěti různých typech medu: lucernový, višencový, lotosový, tymiánový a vícesložkový med. Byly analyzovány následující parametry: pH, volná kyselost, popel, vlhkost, elektrická vodivost, hydroxymethylfurfural, barva, celkový obsah fenolických látek a redukční antioxidační kapacita železa (FRAP).

Během skladování byly zaznamenány změny ve všech fyzikálně-chemických vlastnostech medu, ovšem tyto změny nepřekročily maximální přijatelné limity. Po jednom roce skladování byly fyzikálně-chemické vlastnosti všech druhů medu v rámci standardních limitů, kromě obsahu HMF u vícesložkového medu (43,8 mg/kg). Pokud jde o antioxidační



kapacitu medu, byl zaznamenán pokles DPPH radikálové likvidace o 38,9–73,3 % a pokles hodnot FRAP o 43,2–67,0 % u různých druhů medu během skladování (Zarei et al., 2019).

Z hlediska výživy je pokles antioxidační kapacity medu zvláště důležitý, protože tyto úrovně snížení by mohly ovlivnit výživové a zdravotní přínosy medu (Iglesias et al., 2004).

Jak bylo očekáváno, fyzikálně-chemické a antioxidační vlastnosti různých druhů medu se během skladování mění. Změny v některých z těchto vlastností jsou spíše důležité z hlediska dodržování národních a mezinárodních právních limitů, např. pH, kyselost, obsah HMF atd. Nicméně z hlediska výživy je důležité snížení antioxidační kapacity medu. Zjištěné úrovně snížení antioxidační kapacity by určitě mohly ovlivnit zdravotní přínosy medu, ovšem nikoli ve značné míře (Zarei et al., 2019).

## **5.2 Studium účinků medu na lidské zdraví a jeho potenciální terapeutické využití**

Studium účinků medu na lidské zdraví a jeho potenciální terapeutické využití představuje zajímavou oblast vědeckého bádání. Med, známý jako přírodní sladidlo, se v posledních letech stává předmětem zájmu vědců z mnoha disciplín. Průzkum jeho potenciálních léčivých vlastností odhaluje dalekosáhlé možnosti, které by mohly přinést značné přínosy pro lidské zdraví (Newman & Cragg, 2016).

Výzkumy ukazují, že med má antimikrobiální účinky, které mohou být užitečné při léčbě infekcí způsobených bakteriemi a houbami. Tyto účinky jsou přičítány vysokému obsahu cukru, nízkému pH a přítomnosti peroxidu vodíku, který se v medu produkuje enzymatickou reakcí. Díky těmto vlastnostem se med může stát lákavou alternativou k syntetickým antibiotikům, zejména v době narůstající rezistence bakterií (Atanasov et al. 2015; Zarei et al., 2019).

Další klíčovou oblastí studia je protizánětlivý účinek medu, který je způsoben přítomností antioxidantů a flavonoidů. Tyto složky mohou zmírňovat zánětlivé procesy v těle, snižovat oxidační stres a podporovat hojení tkání. Již řadu let je také zkoumáno potenciální využití medu při léčbě chronických zánětlivých onemocnění, jako je revmatoidní artritida či lupénka (Newman & Cragg, 2016).

V souvislosti s hojením ran se med v posledních letech stále více využívá v oblasti dermatologie. Jeho aplikace na poraněnou kůži může urychlit hojení, snížit zánět

a minimalizovat riziko infekce. V některých případech se med ukázal být účinný při léčbě těžko hojitelných ran, jako jsou dekubity či diabetické vředy (Atanasov et al. 2015).

Některé studie naznačují, že med může mít protinádorové účinky, které by mohly přispět k prevenci nádorového růstu či metastáz. I když jsou tyto poznatky stále ve stádiu experimentálního výzkumu, otevírají nové perspektivy pro vývoj léčebných přístupů v boji proti rakovině (Newman & Cragg, 2016).

Kromě toho se výzkum zaměřuje i na vliv medu na kardiovaskulární zdraví. Díky obsahu antioxidantů, jako jsou flavonoidy a fenolové sloučeniny, se předpokládá, že med může přispět k prevenci srdečních onemocnění, například snížením hladiny cholesterolu a zlepšováním elasticity cév. Tato zjištění by mohla vést k dalšímu zkoumání možností využití medu jako součásti zdravého životního stylu (Harvey, 2008).

Nutno zdůraznit, že i přes řadu potenciálních terapeutických účinků medu je nutné dbát na míru jeho konzumace. Med obsahuje vysoké množství cukru, který může při nadměrném příjmu vést ke zvýšenému riziku obezity. Proto je důležité najít optimální rovnováhu mezi jeho prospěšnými účinky a potenciálními riziky (Newman & Cragg, 2016).

### **5.3 Zpracování medu prostřednictvím termosonikace**

Chong et al. (2017) se zabývali výzkumem zaměřeným na optimalizaci zpracování medu „bezžihadlových“ včel (stingless bees) pomocí termosonikace. Cílem studie bylo zlepšit kvalitu medu, udržet jeho bioaktivní látky a zároveň zkrátit dobu zpracování a snížit energetické nároky. Autoři provedli experimenty, ve kterých byl med zpracován prostřednictvím termosonikace a následně byly hodnoceny jeho fyzikálně-chemické vlastnosti, antimikrobiální aktivita a antioxidační kapacita.

Termosonikace je inovativní technologie, která kombinuje teplotu a ultrazvuk pro účely zpracování potravin. Ultrazvuková energie produkuje kavitaci, což vede k tvorbě a následnému kolapsu malých bublin ve vzorku. Tento jev zvyšuje tepelné a mechanické účinky, což může zlepšit zpracování potravin, a přitom udržet jejich nutriční hodnotu (Ganesan et al. 2015).

V této studii autoři provedli řadu experimentů, ve kterých byly zkoumány vlivy různých parametrů termosonikace na med, jako je teplota (40–60 °C), doba sonikace (10–30 minut) a amplituda (20–100 %). Byla také provedena optimalizace procesu pomocí metody

povrchové odezvy (Response Surface Methodology – RSM), která umožnila získat optimální podmínky pro zpracování medu (Chong et al., 2017)

Výsledky studie ukázaly, že optimální podmínky pro zpracování medu pomocí termosonikace byly teplota 47,77 °C, doba sonikace 23,35 minut a amplituda 60,88 %. Za těchto podmínek byla dosažena nejvyšší antioxidační kapacita a antimikrobiální aktivita medu, zatímco byly zachovány jeho přirozené fyzikálně-chemické vlastnosti, jako je barva, viskozita a obsah vody (Chong et al., 2017)

Studie tedy dospěla k závěru, že termosonikace může být účinným způsobem zpracování medu bezžihadlových včel, který zlepšuje jeho bioaktivní vlastnosti a zkracuje dobu zpracování při nižší energetické náročnosti (Chong et al., 2017)

#### **5.4 Optimalizace technologických procesů pro zvýšení kvality medu a prodloužení jeho trvanlivosti.**

Optimalizace technologických procesů při zpracování medu a prodloužení jeho trvanlivosti vyžaduje zvážení několika klíčových faktorů a aplikaci nejmodernějších metod. Jednou z klíčových oblastí je kontrola teploty během zpracování medu (Iglesias et al., 2004). Nízká teplota zachovává živiny a enzymy v medu, zatímco vyšší teplota může vést ke zhoršení kvality a zkrácení trvanlivosti. Vědecké přístupy, jako je aplikace termostatických regulátorů a kontrola teploty během tavení, odstraňování vosků a dalších nečistot, mohou zajistit optimální zpracování medu (Kamal et al., 2019).

Dalším důležitým aspektem optimalizace je řízení vlhkosti. Vysoký obsah vody v medu vede k rychlejšímu kažení, zatímco nižší obsah vody prodlužuje jeho trvanlivost. Použití metod, jako je refraktometrie a spektroskopie, může poskytnout přesné údaje o obsahu vody v medu, což umožňuje upravit technologické procesy tak, aby se dosáhlo optimálního obsahu vlhkosti (Baglio, 2018).

Pro zajištění nejvyšší kvality medu je důležité také sledovat jeho chemické složení. Použitím analytické metody jako je chromatografie, lze získat podrobné informace o obsahu jednotlivých látek v medu. Díky tomu je možné přizpůsobit technologické procesy tak, aby se dosáhlo nejlepšího možného složení medu s ohledem na jeho živiny a zdravotní přínosy (Balogh & Bubán, 2018).

Kontrola mikrobiologické kvality medu představuje další klíčový faktor při optimalizaci procesů. Použitím metody rychlé mikroskopie, kultivace a molekulární analýzy lze

identifikovat přítomnost patogenů a kontaminantů v medu, což umožňuje upravit technologické procesy pro jejich eliminaci a zajištění bezpečnosti produktu (Perrin, 2018).

Z hlediska chemické stability medu hraje roli i inhibice Maillardovy reakce a tvorby hydroxymethylfurfuralu (HMF). Optimalizací procesů, které minimalizují tvorbu těchto látek, lze dosáhnout prodloužení trvanlivosti medu a zachování jeho nutričních hodnot (Olaitan et al., 2007)

Výsledkem optimalizace technologických procesů pro zvýšení kvality medu a prodloužení jeho trvanlivosti je vysoce kvalitní a zdravotně bezpečný produkt s dlouhou životností. Tento přístup zahrnuje nejen vědecké metody a technologie, ale také pečlivé sledování a kontrolu výrobního procesu, aby byly splněny všechny požadavky na kvalitu (Baglio, 2018).

Například zavedení systémů sledování a řízení kvality, jako je HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points), umožňuje identifikovat a řešit potenciální rizika v procesu zpracování medu. Tyto systémy zahrnují pravidelné monitorování kritických kontrolních bodů a aplikaci preventivních opatření, aby se minimalizovalo riziko kontaminace a zlepšila kvalita výsledného produktu (Baglio, 2018).

Pro zachování výživových vlastností medu je také důležité pečlivě vybírat a kontrolovat zdroje surovin. Zajištění čistoty a kvality medu ze včelstev může mít výrazný dopad na výslednou kvalitu medu (Iglesias et al., 2004).

Dále je třeba pravidelně aktualizovat a zdokonalovat technologické postupy, aby byly v souladu s nejnovějšími vědeckými poznatky a osvědčenými postupy. To zahrnuje školení a vzdělávání pracovníků, kteří se podílejí na procesech zpracování medu, aby byli schopni identifikovat a řešit problémy související s kvalitou a trvanlivostí (Perrin, 2018).

V neposlední řadě je nutné pečlivě sledovat změny v legislativě a nařízeních týkajících se výroby a prodeje medu, aby byly zajištěny nejen jeho kvalita a trvanlivost, ale také soulad s právními požadavky (Iglesias et al., 2004).

## 5.5 Vývoj procesu zpracování medu

Vývoj procesu zpracování medu prošel v průběhu staletí řadou změn a inovací. Od prvotních tradičních metod zpracování až po moderní technologické procesy, které umožňují efektivní výrobu a zachování kvality medu, byly pozorovány značné pokroky (Balogh & Bubán, 2018).

Ve starověku byly metody zpracování medu založeny především na ručním sběru a vytáčení medu z pláství pomocí jednoduchých nástrojů (Alaux & Le Conte, 2015). V průběhu staletí se však objevily nové techniky, které zjednodušovaly a zlepšovaly proces extrakce medu. Příkladem může být vynález medometu, který umožnil efektivnější získávání medu z pláství pomocí odstředivé síly (Perrin, 2018).

Současně byly prováděny pokusy o zlepšení kvality a trvanlivosti medu, například prostřednictvím různých metod čištění a filtrace. Experimentováno bylo také s teplotou a vlhkostí při skladování medu, aby se docílilo co nejlepšího zachování jeho vlastností (Baglio, 2018).

Ve 20. století byly do procesu zpracování medu zavedeny nové technologie, které umožnily výrobu na průmyslovém měřítku a zvýšily jeho kvalitu. Byly vyvinuty sofistikovanější metody extrakce, které minimalizovaly kontakt medu s kyslíkem a snížily riziko kontaminace. Dále byly zavedeny moderní techniky čištění, jako je ultrafiltrace, která umožňuje odstranění nečistot a zlepšení čistoty medu bez ztráty výživových látek (Balogh & Bubán, 2018).

Zároveň se stále více klade důraz na udržitelnost a ekologický dopad zpracování medu. Hledají se metody, které minimalizují ztráty medu v procesu extrakce a snižují spotřebu energie a vody. Tyto inovace přispívají k šetrnějšímu zpracování medu a ochraně životního prostředí (Perrin, 2018).

V posledních desetiletích se také rozšířilo vědecké zkoumání vlastností medu a jeho potenciálních zdravotních přínosů. Tyto poznatky vedou k dalšímu vývoji a zdokonalování procesů zpracování, aby byly lépe zachovány výživové a léčebné vlastnosti medu a zároveň se zajistila jeho bezpečnost pro konzumenty (Balogh & Bubán, 2018).

V dnešní době se vyvíjejí nové technologie, které mohou zlepšit zpracování medu i jeho kontrolu kvality. Například analytické metody, jako je spektroskopie, chromatografie nebo biosenzory, se stále více využívají k identifikaci a kvantifikaci jednotlivých složek medu. Tímto způsobem lze přesněji hodnotit kvalitu medu a odhalit případné nežádoucí přísady nebo kontaminanty (Sohaimy, 2015).

Výzkum a inovace se také soustředí na vývoj nových způsobů balení medu, které by mohly prodloužit jeho trvanlivost a chránit ho před vnějšími vlivy, jako je světlo, teplota nebo vlhkost. Použití materiálů s lepšími bariérovými vlastnostmi a vylepšené uzávěry mohou pomoci udržet kvalitu medu po delší dobu (Balogh & Bubán, 2018).

Vývoj procesu zpracování medu je neustálý a průběžný, s cílem zajistit kvalitu a bezpečnost výrobků pro konzumenty. Vědecký pokrok a inovace umožňují vytvářet nové metody, které přispívají k lepšímu pochopení medu jako potraviny a ke zlepšení jeho zpracování. V budoucnosti je možné očekávat další pokroky v technologiích a postupech, které budou směřovat k ještě kvalitnějšímu a udržitelnějšímu zpracování medu (Baglio, 2018).

## ZÁVĚR

V této práci byla popsána problematika technologií zpracování medu, optimalizace procesů pro zvýšení kvality a prodloužení jeho trvanlivosti, vývoje zpracování medu a studia účinků medu na lidské zdraví a jeho potenciálního terapeutického využití. Během mého šetření bylo zjištěno, že med jako přírodní produkt hraje důležitou roli ve světovém potravinářském průmyslu a má některá specifická využití.

V oblasti technologií zpracování medu bylo poukázáno na různé metody a postupy, které se používají k zajištění kvality medu, včetně metod odstraňování nečistot, pasterizace, krystalizace a skladování. Podle zmíněných studií by měl pokrok v těchto technologiích vést k dalším optimalizacím kvality medu a jeho trvanlivosti.

V procesech zpracování medu bylo šetřeno několik oblastí, ve kterých lze dosáhnout zlepšení, jako jsou kontrolovaná zahřívání medu, optimalizace vlhkostí a využití moderních analytických metod ke kontrole kvality. Tyto inovace mohou přispět ke zvýšení hodnoty medu na trhu a ke zlepšení spokojenosti spotřebitelů.

Při průzkumu vývoje zpracování medu bylo zjištěno, že tento průmysl prošel mnoha změnami od tradičních metod sběru až po moderní technologie. Tyto změny byly hnány jak potřebou zlepšení kvality medu, tak rostoucími požadavky spotřebitelů, konkurencí na trhu a efektivního využití lidských zdrojů.

Cílem této práce bylo ukázat med z různých úhlů pohledu, a to od chemického a nutričního složení, přes zpracovatelský průmysl až po aplikaci v cukrářských oblastech a kosmetice.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

ADELEKE O., ONAKOYA, T. Exposure of bacterial isolates from different pathological sources to honey. *African J Medical and Pharmaceutical Sciences*. 2002;7:79–83.

ALAUX, Cédric, LE CONTE, Yves. *Abeilles et paysages: L'apiculture en transition*. Éditions Quae, 2015, ISBN: 978-2-7592-2337-0

BAGLIO, Ettore. *Chemistry and technology of honey production*. Cham: Springer, 2018. Springer Briefs in molecular science. ISBN 978-3-319-65749-3.

BALOGH, Péter, BUBÁN, Tamás. *The Biology of Nectaries*. CRC Press, 2018, ISBN: 978-1-4987-6572-6

BAUDAR, Pascal. *Divoké kvašené nápoje: limonády, piva, vína, medoviny*. Přeložil Tomáš ROZTOČIL. Praha: Alferia, 2022. ISBN 978-80-271-3479-3.

BENEYTO, José María. *Estudio del origen botánico y geográfico de las mieles: Métodos analíticos y aplicaciones*. Aedos Editores, 1998, ISBN: 978-84-89986-19-2

BOGGS, Sharon. *The Honey Connoisseur: Selecting, Tasting, and Pairing Honey, With a Guide to More Than 30 Varietals*. Black Dog & Leventhal, 2013, ISBN: 978-1-57912-929-3

BRODSCHNEIDER, Robert, CRAILSHEIM, Karl. Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*, 2010, 41(3): 278-294, DOI: 10.1051/apido/2010012

CONRAD, Ross. *Natural Beekeeping: Organic Approaches to Modern Apiculture*. Chelsea Green Publishing, 2013, ISBN: 978-1-60358-362-6

CRANE, Eva. *The World History of Beekeeping and Honey Hunting*. Routledge, 1999, ISBN: 978-0-415-92467-2

ČERMÁKOVÁ, Tatiana, CHLEBO, Robert, HUSÁRIKOVÁ, Milena. *Kniha o medu*. Eastone Books, 2012, ISBN: 808-109-132-7

DELAPLANE, Keith S., HARBO, John R. *Apicultura: Criação de abelhas e produção de mel*. Funep, 2002, ISBN: 978-85-87632-29-3

ELLEUCH, Mohamed, et al. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry*, 2011, 124(2): 411-421. Dostupné z:



- <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.077> DOI:  
10.1016/j.foodchem.2010.06.077 FERNÁNDEZ, Marcelo. Manual de apicultura: Técnicas de manejo y producción. Editorial Hemisferio Sur, 2004, ISBN: 978-950-504-523-9
- FLÓTTUM, Kim. The Backyard Beekeeper: An Absolute Beginner's Guide to Keeping Bees in Your Yard and Garden. Quarry Books, 2018, ISBN: 978-1-63159-581-6
- GANESAN, B., MARTINI, S., SOORIO, J., WALSH M. Determining the effects of high intensity ultrasound on the reduction of microbes in milk and orange juice using response surface methodology. International Journal of Food Science, 2015: 350719.
- GARCÍA, José Antonio. Apicultura: Conocimiento de la abeja, manejo de la colmena. Ediciones Mundi-Prensa, 2002, ISBN: 978-84-8476-124-
- GILLIAM, M., PREST, D. Microbiology of Lanial honey bee (*Apis mellifera*) Journal of Invertebrate Pathology. 1987; 49:70–75
- GOLDSTEIN, Darra. The Oxford Companion to Sugar and Sweets. [s.l.]: Oxford University Press, 2015. ISBN 978-0199313396.
- GUSMÃO, Lucio Antonio. Mel de abelhas: Composição e propriedades terapêuticas. Editora UFLA, 2012, ISBN: 978-85-8127-042-5
- HAYDAK, Michael H. Honey Bee Nutrition. Annual Review of Entomology, 1970, 15(1): 143-156, DOI: 10.1146/annurev.en.15.010170.001043
- IGLESIAS, M., DE LORENZO, C., POLO, M., MARTIN-ALVAREZ, P., PUEYO, E. Usefulness of amino acids composition to discriminate between honeydew and floral honey. Application to honey from a small geographic area. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2004, 52:84-89.
- KRUSHNA, N., KOWSALYA, A., RADHA, S., & NARAYANAN, R. Honey as a natural preservative of milk. Indian journal of experimental biology, 2007, 45(5), 459–464.
- LEROUX, Michel. Traité Rustica de l'apiculture. Rustica Éditions, 2019, ISBN: 978-2-8153-1654-4
- LUSBY, P., COOMBES, A. L., WILKINSON, J. M. Bactericidal activity of different honeys against pathogenic bacteria. Archives of medical research, 2005, 36(5), 464–467.  
<https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2005.03.038>

MARCHAL, Paul. L'Apiculture pour les nuls. Éditions First, 2018, ISBN: 978-2-412-04113-1

MARSHALL, Charles. Honey: A Comprehensive Survey. Heinemann, 1975, ISBN: 978-0-434-52363-4

OLAITAN P., ADELEKE, O., OLA I. Honey: a reservoir for microorganisms and an inhibitory agent for microbes. Afr Health Sci, 2007 Sep;7(3):159-65. doi: 10.5555/afhs.2007.7.3.159. PMID: 18052870; PMCID: PMC2269714.

PERRIN, Jean-Marie. L'Apiculteur: Traité complet de l'abeille et de l'apiculture. Hachette Livre, 2018, ISBN: 978-2-01-621948-3

PÍCHOVÁ, Jarmila. Med v kuchyni labužníka. Vyd. 2. Praha: Levné knihy, 2010. ISBN 978-80-7309-885-8.

PONCE DE LEÓN, Yolanda, CORTES, M. Pilar. Miel: Características y propiedades. Editorial Trillas, 2004, ISBN: 978-968-24-5870-4

PŘIDAL, Antonín. Vznik, získávání, zpracování a kontrola medu: odborný kurz: další vzdělávání pedagogických pracovníků Středních odborných škol. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2013. ISBN 978-80-7375-737-3.

SAMMATARO, Diana, AVITABILE, Alphonse. The Beekeeper's Handbook. Cornell University Press, 2011, ISBN: 978-0-8014-7687-8

SNOWDON, J., CLIVER, D. Microorganisms in honey. Int J Food Microbiol, 1996 Aug;31(1-3):1-26. doi: 10.1016/0168-1605(96)00970-1. PMID: 8880294.

STEINHAUSEROVÁ, Iva. Produkce a zpracování drůbeže, vajec a medu. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2003. ISBN 80-7305-462-0.

TITĚRA, Dalibor. Včelí produkty mýtů zbavené. Vyd. 1. Praha: Brázda, s.r.o., 2006. ISBN 80-209-347-X.

WILSON-RICH, Noah, LAVELLE, Kelly, FEINER, Norman. The Bee: A Natural History. Princeton University Press, 2014, ISBN: 978-0-691-16096-8

WOLFERT, Paula. The Slow Mediterranean Kitchen: Recipes for the Passionate Cook. 1. vydání. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2003. ISBN 978-0-471-43148-3.

## Internetové zdroje

ALVAREZ-SUAREZ, José M., GIAMPIERI, Francesca, BATTINO, Maurizio. Honey as a Source of Dietary Antioxidants: Structures, Bioavailability and Evidence of Protective Effects against Human Chronic Diseases. *Current Medicinal Chemistry*, 2013, 20(5): 621-638. Dostupné z:

<https://www.ingentaconnect.com/content/ben/cmc/2013/00000020/00000005/art00006>

AL-WAILI, Noori S., HAQ, Anwaar. Effect of honey on antibody production against thymus-dependent and thymus-independent antigens in primary and secondary immune responses. *Journal of Medicinal Food*, 2004, 7(4): 491-494. Dostupné z: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/jmf.2004.7.491>

ATANASOV, Atanas G. et al. Discovery and resupply of pharmacologically active plant-derived natural products: A review. *Biotechnology Advances*, 2015, roč. 33, č. 8, s. 1582-1614. ISSN 0734-9750. doi: 10.1016/j.biotechadv.2015.08.001.

AUTODESK INSTRUCTABLES. How to make Mead (Honey Wine). Instructables [online] © 2023. Dostupné z: <https://www.instructables.com/How-to-make-Mead-Honey-Wine/>

BOGDANOV, Stefan, JURENDIC, Tomislav, SIEBER, Robert, GALLMANN, Peter. Honey for nutrition and health: A review. *Journal of the American College of Nutrition*, 2008, 27(6): 677-689. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07315724.2008.10719745>

CRITTENDEN, Alyssa. The Importance of Honey Consumption in Human Evolution. *Food and Foodways*. 2011-10-01, roč. 19, s. 257-273. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/07409710.2011.630618>

ČESKO. Vyhláška č. 428/2017 Sb., vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 327/2012 Sb., o ochraně včel, zvěře, vodních organismů a dalších necílových organismů při použití přípravků na ochranu rostlin. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS a2010-2023. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2017-428>

ČESKO. Vyhláška č. 148/2015 Sb., vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 76/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony, ve znění vyhlášky č. 43/2005 Sb.. In: *Zákony*

pro lidi.cz [online]. © AION CS b2010-2023 [cit. 28. 4. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-148>

ČESKO. Vyhláška č. 76/2003 Sb., vyhláška, kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony. In: Zákony pro lidi.cz [online]. © AION CS c2010-2023 [cit. 28. 4. 2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-76>

DALIR, Nima a JAVADIAN, Soheila. Thermodynamic study for the role of functional group on the honey-comb pattern interaction between CNT and E5CN7 nematic liquid crystal. *Journal of Molecular Liquids*, 2021, 341: 117287. ISSN 0167-7322. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2021.117287> DOI: 10.1016/j.molliq.2021.117287

ESCUREDO, Olga, SEIJO, M. Carmen. Honey: Chemical Composition, Stability and Authenticity. Department of Vegetal Biology and Soil Science, Faculty of Science, University of Vigo, 2019. Dostupné z: [https://pdfs.semanticscholar.org/5639/cb93752352eae18534af996d627b3e9b5911.pdf?\\_gl=1\\*1dmtbcs\\*\\_ga\\*MTYwNjE4MTA0OS4xNjgyNjc3MTA1\\*\\_ga\\_H7P4ZT52H5\\*MTY4MjY3NzEwNC4xLjEuMTY4MjY3NzExMS4wLjAuMA..](https://pdfs.semanticscholar.org/5639/cb93752352eae18534af996d627b3e9b5911.pdf?_gl=1*1dmtbcs*_ga*MTYwNjE4MTA0OS4xNjgyNjc3MTA1*_ga_H7P4ZT52H5*MTY4MjY3NzEwNC4xLjEuMTY4MjY3NzExMS4wLjAuMA..)

ETERAFATIPOUR, Hamid, SHARIF, Hamed, KAMALIDEHGHAN, Behnam, ESLAMIZAR, Fatemeh. Comparison of antioxidant and antimicrobial activity between the Iranian and Malaysian honey: Experimental and computational approaches. *PLOS ONE*, 2018, 13(9): e0203069. Dostupné z: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0203069>

EUR-LEX. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2001/110/ES ze dne 20. prosince 2001 o medu [online]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX%3A32001L0110>.

EVROPSKÁ KOMISE. Ochrana a kontrola kvality zemědělských produktů a potravin: Příručka pro země AKT. Evropská komise, Brusel, 2010. Dostupné z: <https://europa.eu/capacity4dev/file/32618/download?token=syxCWn8e>

HARVARD T.H. CHAN School of Public Health. Vinegar. The Nutrition Source [online]. 2019. Dostupné z: <https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/food-features/vinegar/>

HARVEY, Alan L. Natural products in drug discovery. *Drug Discovery Today*, 2008, roč. 13, č. 19-20, s. 894-901. ISSN 1359-6446. doi: 10.1016/j.drudis.2008.07.004.

HEALTHLY WITH HONEY. Honey in history. Prehistory, Ancient Egypt, Ancient China. Healthywithhoney.com [online]. 2023. Dostupné z: <http://www.healthywithhoney.com>

KAMAL, Mostafa, Rashi, Md & Mondal, Shakti & El Taj, Hasan Fuad & Jung, Chuleui. (2019). Physicochemical and microbiological characteristics of honey obtained through sugar feeding of bees. *Journal of Food Science and Technology -Mysore-*. 10.1007/s13197-019-03714-9.

KAŠKONIENĚ, Vilma, VENSKUTONIS, Rimantas & ČEKSTERYTE, Violeta. Radical scavenging activity of different floral origin honey and beebread phenolic extracts. *Food Chemistry*, 2007. 101. 502-514. 10.1016/j.foodchem.2006.02.007.

KOLÍNEK, Karel. Pravost medu [online]. 2007 [cit. 2012-01-22]. Dostupné z: <http://www.vceli-produkty.eu/novinky/pravost-medu>

KUMAR, K. P., BHAT, P. R., KARIM, A. A. Physicochemical and Rheological Properties of Honey from the Asian Stingless Bee *Trigona laeviceps*. *Food Biophysics*, 2010, 5(1): 18-25. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11483-009-9132-2>

LNĚNIČKA, Vladimír. Český med [online]. 2006. Dostupné z: <http://www.cesky-med.eu/index.php?event=onas>.

MONIRUZZAMAN, Mohammed, KHALIL, Md. Ibrahim, SULAIMAN, Siti Amrah, GAN, Siew Hua. Evaluation of physicochemical and antioxidant properties of sourwood and other Malaysian honeys: a comparison with Manuka honey. *Chemistry Central Journal*, 2013, 7(1): 138. Dostupné z: <https://ccj.biomedcentral.com/articles/10.1186/1752-153X-7-138>

NEWMAN, David J. a Gordon M. CRAGG. Natural products as sources of new drugs from 1981 to 2014. *Journal of Natural Products*, 2016, roč. 79, č. 3, s. 629-661. ISSN 0163-3864. doi: 10.1021/acs.jnatprod.5b01055.

QUATRS. When did people start to eat honey? [online]. 2018. Dostupné z: <https://www.quatr.us>

ROYAL HONEY EMMETT. The Chemistry of Honey [online]. Emmett Royal Honey, a2021 Dostupné z: <https://emmettroyalhoney.com/bee-education/the-chemistry-of-honey/>.

ROYAL HONEY EMMETT. Can honey bees turn sugar syrup into honey? [online]. Emmett Royal Honey, b2021. Dostupné z: <https://emmettroyalhoney.com/bee-education/can-honey-bees-turn-sugar-syrup-into-honey/>.

SHAFIEI, Zahra, MOHAMMADI, Maryam, TABRIZI, Arash. Honey: Processing Techniques and Properties. In: SAH, Poonam (ed.), MOHAMED, Suhail (ed.). Superfood and Functional Food – An Overview of Their Processing and Utilization. IntechOpen, 2017.

Dostupné z: <https://www.semanticscholar.org/paper/Chapter-2-Honey-%3A-Processing-Techniques-and/c0009e2e920c04fcb79f018a35f830dd3290e399>

SHINTANI, H. Application of vapor phase hydrogen peroxide sterilization to endoscope. Biocontrol science, 2009. 14(1), 39–45. <https://doi.org/10.4265/bio.14.39>

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 Manuka med z Nového Zélandu <a href="https://medymanuka.cz/">https://medymanuka.cz/</a> .....	27
Obrázek 2 Maillardova reakce <a href="https://www.med.muni.cz/">https://www.med.muni.cz/</a> .....	32
Obrázek 3 Organický medový ocet Brezzo <a href="https://www.dudlu.cz/">https://www.dudlu.cz/</a> .....	37

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Smyslové požadavky na med podle Vyhláška č. 76/2003 (Česko ,2023c)..... 17