



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH **FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ**

Katedra genetiky a biotechnologií

Diplomová práce

Kvalitativní analýza pylu v medu včel chovaných na území ČR

Autorka práce: Bc. Denisa Valešková

Vedoucí práce: Ing. Irena Hoštičková, Ph.D.

České Budějovice
2023

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracovala pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....
Podpis

Abstrakt

Pylová analýza je determinace pylových zrn v sedimentu medu. Cílem diplomové práce bylo pomocí pylové analýzy kvalitativně posoudit med od včel chovaných v různých částech ČR a vyhodnotit, zda se vyskytují rozdíly ve včelí pastvě mezi včelami chovanými ve městě a včelami chovanými na vesnici a prověření, zda pylová zrna souvisejí s nemocemi včelstev a tím i vyšší náchylností na pesticidy z polních plodin. Bylo zjištěno, že dominantními rostlinnými taxony jsou řepka a ovocné stromy. V centru měst byla hojně zastoupena pylová zrna dřevin, které včely zřejmě navštěvovaly v místních parcích. Venkov byl druhově rozmanitý převážně v bylinách, které jsou součástí luk.

Klíčová slova: Včela medonosná, med, pylová zrna, pylová analýza, včelí pastva

Abstract

Pollen analysis is the determination of a pollen grains in a honey sediment. The main goal of the thesis was to qualitatively assess a honey from the bees breed in different parts of the Czech republic and to evaluate, if there are any differences in bee grazing between a bees breed in the city and a bees breed in the countryside. Investigate, if a pollen is associated with the colony diseases and higher susceptibility to the pesticides from the field crop. It was found that the dominant plant taxon were canola and fruit trees. In the urban centers was high concentration of the pollen grains from a woody plants, which bees probably visit in local parks. Rural areas were miscellaneous species with high concentration of the herbaceous plants that are part of the meadows.

Keywords: Honey bee, honey, pollen grains, melissopalynology, bee forage

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucí mé diplomové práce Ing. Ireně Hoštičkové Ph.D. za vedení práce, cenné rady, ochotu a trpělivost. Dále bych ráda poděkovala své rodině a svým přátelům za podporu a trpělivost po celou dobu studia.

Velké díky patří také Dr. Fridgeirovi Grimssonovi z katedry botaniky a výzkumného ústavu biodiverzity Vídeňské univerzity a Dr. Francesce-Vittorii Grillenziové z výzkumného centra pro zemědělství a životní prostředí v Bologni za pomoc při determinaci pylového zrna z čeledi netýkavkovitých.

Obsah

ÚVOD	7
1 LITERÁRNÍ PŘEHLED	8
1.1 Včela medonosná (<i>Apis mellifera L.</i>)	8
1.2 Výživa včel	9
1.2.1 Nektar	10
1.2.2 Pyl	11
1.2.3 Med	12
1.2.4 Mateří kašička	14
1.2.5 Včelí chléb	15
1.2.6 Medovice	15
1.2.7 Propolis	16
1.3 Pylová analýza	17
1.4 Včelí pastva	17
1.5 Léčebný potenciál včelích produktů	19
1.6 Charakteristika základních jednodruhových medů a jejich účinky	20
2 Cíl práce	22
3 Metodika	23
3.1 Příprava preparátů na pylovou analýzu	23
3.2 Příprava preparátů referenčních vzorků	26
3.3 Vyhodnocení preparátů	28
4 Výsledky	30
4.1 České Budějovice	30
4.2 Praha	31
4.3 Plzeň	33
4.4 Šumava	34

4.5	Ostrava.....	35
4.6	Brno	36
4.7	Jihočeský kraj, okres Tábor	38
4.8	Vliv druhové rozmanitosti medů na výskyt DWV	38
4.9	Úhyny v jednotlivých oblastech	39
5	Diskuze.....	40
6	Závěr	45
	Seznam použité literatury	46
	Seznam obrázků	56
	Seznam tabulek	57
	Seznam grafů.....	58

ÚVOD

Včela medonosná patří mezi nejužitečnější druhy opylovatelů na světě. Celosvětově opyluje zhruba 87,5 % nahosemenných rostlin. Denně zvládne navštívit přibližně 2 000 květů při sběru nektaru a pylu. V České republice v roce 2021 byla produkce medu 6 086 tun od 660 912 včelstvech. Průměrně na 1 km² plochy vychází 8,4 včelstev. Můžeme říci, že ČR je na počet včelstev přesycená.

Analýza pylu v medu, tj. melissopalynologie se využívá ke stanovení botanického a zeměpisného původu. Pyl v medu je přirozený kontaminant, ale díky tomu lze spolehlivě identifikovat původ, avšak dochází k nesrovnalostem z pohledu pylodárnosti jednotlivých rostlin. Některé rostliny produkují velké množství pylu jiné zase naopak. Jednotlivá pylová zrna rostlin se značně liší ve velikosti od 10 do 100 μm a oválným, kulatým, fazolovitým nebo diskovitým vzhledem s povrchovými strukturami – póry, kolpy. Barvu mají od bílé po žlutou, červenou, hnědou či modrou. Pylová zrna jsou velmi malá, proto je k jejich pozorování nutné použít světelný nebo elektronový mikroskop. V poslední době se čím dál častěji na našem trhu objevuje med, který byl falšován např. přidávkem vody, považován za jednodruhový med nebo mylně regionálně označován.

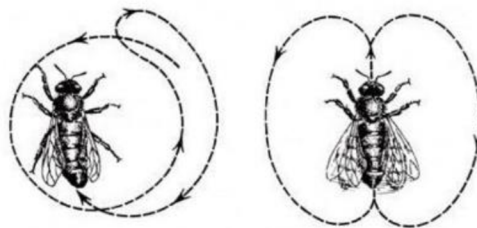
1 LITERÁRNÍ PŘEHLED

1.1 Včela medonosná (*Apis mellifera* L.)

Včela medonosná hraje důležitou, někdy nepostradatelnou roli při opylování plodin a planě rostoucích rostlin (TRUONG *et al.*, 2023). Dokáže biochemicky syntetizovat včelí vosk, jed, mateří kašičku, propolis a med. Již zmíněné včelí produkty se využívají k léčbě mnoha nemocí, včetně onemocnění dýchacích cest. Med, propolis a další včelí produkty používali v kombinaci s bylinkami k léčbě ran staří Egyptané, Asyřané, Číňané (EL-AIDY *et al.*, 2015).

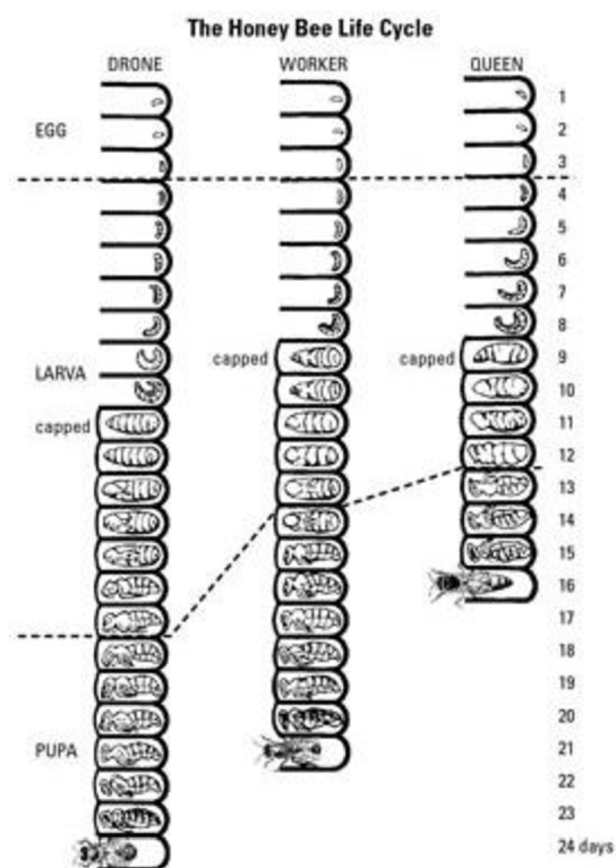
Včely jsou často považovány za ideální společenstvo. Dělí se do třech kast ve včelstvu: královna, dělnice a trubci (PERNAL, 2021). V čele včelstva stojí jedna královna, která má okolo 50 000 jedinců. Královny jsou jedinou reprodukční samicí zdravé kolonie a ztráta královny často předchází zániku kolonie. (MILONE *et al.*, 2021). Včely dělnice čistí a vyrábějí voskové plástve, krmí včelstvo a sbírají potravu – nejprve pyl a poté nektar. Podle Khana *et al.*, (2022) může včela medonosná denně navštívit kolem 2 000 květů. Samci neboli trubci plní čistě rozmnožovací funkci a obvykle se produkují v období páření. (BAILEY, & BALL, 1991).

Komunikace mezi včelami je za pomoci tanečků. Kruhovými tanečky a kývavým pohybem zadečku si předávají informace o směru a vzdálenosti zdroje snůšky (OREY, 2011). Včela, která přiletí do úlu se zastaví a rychlými pohyby zakmitá zadečkem doprava a doleva. Přitom nabídne potravu včelám v úlu a tím vzbouzí pozornost. Taneček opakuje a nabízí další ochutnávku. Ve směru osy taneční figury, počtu opakování a počtu kmitů zadečku a křídel je zakódován směr, vzdálenost a množství nalezeného zdroje potravy (TITĚRA, 2013). Čím vzdáleněji je zdroj potravy, tím méně tanečních figur opakují (VESELÝ *et al.*, 2013).



Obrázek 1: Informace létavek o zdroji pastvy osmičkovitou figurou v určitém směru (převzato z: www.em.muni.cz)

Včely procházejí čtyřmi vývojovými stádii: vejce, larva, kukla a dospělý jedinec. Doba vývoje se v závislosti na kasty včel liší. Trubci se vyvíjejí nejdéle, tj. 24 dní, včelí dělnice 21 dní a matky se vyvíjí pouze 16 dní (BLACKISTON, 2021). Dělnice se vyvíjí z oplozených vajíček, zatímco trubci se vyvíjejí z neoplozených vajíček zejména ve větších šestiúhelníkových buňkách na okraji plástve. Matky se vyvíjí z oplozených vajíček obvykle na okraji plástve. Buňka na vývoj královny je prodloužena do svislého tvaru, někdy je popisována jako skořápka arašídů (RUEPPEL *et al.*, 2016).



Obrázek 2: Vývojový cyklus včel (Blackiston, 2021)

1.2 Výživa včel

Výživa včel medonosných je složitá a jedinečná a není obdobná s výživou jiných hospodářských zvířat, u nichž jsou výživové potřeby dobře známy a byla sestavena vhodná krmiva, příp. diety. Potrava včel je velmi závislá na prostředí, tj. rozmanitost rostlinných druhů. Mezi primární zdroje potravy sbíranými včelami jsou pyl (bílkovina) a nektar (sacharid), uvedla v práci Tsurada *et al.* (2021). Včelari na podzim

a na jaře podávají včelám cukrové roztoky, aby nedocházelo k zimnímu hladovění (PARAY *et al.*, 2021).

Výživa včel v úlu je rozřazena do jednotlivých kast a také životní fáze včel mají různé nutriční potřeby (TSURADA *et al.*, 2021). Královna a larvy jsou živeny mateří kašičkou, dělnice se převážně živí pylem a nektarem a trubci jsou živeni od dělnic mateří kašičkou, která je redundantní (CORBY-HARRIS *et al.*, 2022).

Špatná výživa, tj. nedostatek nebo nedostatečně vyvážená strava, může způsobit zdravotní problémy, negativně ovlivnit fyziologické procesy, omezit růst a vývoj jedinců a snížit počet dělnic v koloniích společenských včel. Špatná výživa také narušuje vývoj hypofaryngeálních žláz u dělnic a může oslabit aktivaci vaječníků a snížit plodnost (DMITRUK *et al.*, 2022). Hýbl *et al.* (2021) uvádí, že podvýživa je jedním z hlavních problémů souvisejících s globálním hromadným kolapsem včelstev, protože u včel je podvýživa spojena se zhoršením imunitního systému a zvýšenou citlivostí na pesticidy. Mráz *et al.* (2021) uvádí, že kolaps včelstev je způsobem kombinací více faktorů. Proto je nutné nahlížet na zdravotní stav včelstev komplexně a zabývat se jím.

1.2.1 Nektar

Květový nektar je sladký vodný roztok, který rostliny nabízí jako odměnu živočišným partnerům za návštěvu. Protože jsou nektary velmi bohaté na živiny, často se v nich vyskytují významná mikrobiální společenstva (kvasinky nebo bakterie), která mohou být patogenní, neškodná nebo dokonce někdy prospěšná pro kondici rostlin (SCHMITT *et al.*, 2021). Každý rostlinný druh produkuje různé koncentrace nektaru jako strategii k přilákání opylovačů, jako jsou ptáci, včely, netopýři nebo mravenci. Včely preferují rostlinné druhy, které produkují 20–60% koncentraci cukru. Produkce nektaru je za pomoci nektarových žláz umístěných na nektariu neboli medníku (BASARI *et al.*, 2021).

Nektar je bohatý na sacharidy a je primárním zdrojem energie pro včely. Převládajícími cukry v nektaru jsou sacharóza, glukóza a fruktóza. Další látky jsou velmi často identifikovány ve stopovém množství. Nektar také obsahuje pro včely důležité fytochemikálie (např. fenolové kyseliny, flavonoly), které včelám prodlužují životnost, působí proti stresu způsobenému pesticidy a zvyšuje regulaci genů včely medonosné s antimikrobiálními vlastnostmi (TSURADA *et al.*, 2021).

Včely enzymaticky zpracovávají nektar, který je přeměněn na med. Bez medu jako zdroje energie včelstvo zahyne, přestože v plástvých může být uloženo velké množství pylu nebo včelího plodu (PARAY *et al.*, 2021).

1.2.2 Pyl

Včelí pyl je včelí přírodní produkt s význačným nutričním a bioaktivním složením (Salazar-González *et al.*, 2022). Včelí pyl se od květového liší přidávkem nektaru a slin, takže květový pyl na včelách ulpívá (KAŠKONIENE *et al.*, 2020). Je nutné zdůraznit, že med se vyrábí z květního nektaru, nikoli z květního pylu, a proto lze květní pyl považovat za přirozenou kontaminující látku medu (ISLAM *et al.*, 2022). Pyl je bezpochyby nejcennějším výživovým rostlinným produktem (KIELISZEK *et al.*, 2018). Obsahuje nejvíce bílkovin, minerálních látek, vitamínů, tuků, avšak záleží na botanickém původu. Proto se fyzikálně-chemické vlastnosti pylu, včetně jeho barvy, vůně a chuti připisují rozdílům v botanickém původu cílových rostlin a jejich chemické rozmanitosti (WATANABE *et al.*, 2023). Různé druhy včelího pylu jsou konzumovány lidmi jako funkční potraviny. Yamamoto *et al.* (2002) uvádí, že fenologické sloučeniny ve včelím pylu mají cenné biologické aktivity, například amidy kyseliny hydroxycinnamové (HCAA) jsou hlavní složky včelího pylu, které vykazují antidepresivní a antimykotickou aktivitu. Orey (2011) uvádí, že v pylu je více aminokyselin a vitamínů než v jakémkoliv dalším produktu obsahující aminokyseliny, např. hovězím mase, vejcích nebo sýru.

Proces získání pylu je náročný. Včela létá z květu na květ a na chloupkách se zachytávají pylová zrna. Kartáčky, které má umístěné na třetím páru nohou, sčesává do tzv. košíčků k uložení pylu. Do košíčku včely přidávají obsah medného váčku a košíček upěchovávají druhým párem nohou. Vzniká pylový rousek, se kterým letí do úlu. Po přeletu do úlu rousky ukládá do jednotlivých šestiúhelníkových buněk a nechává je dále ke zpracování jinými včelami (PLEVA, 2016). Včely skladují pyl odděleně od zásob medu (MĀRGĀOAN *et al.*, 2021).

Pyl jsou mikroskopické částice, které se vytvářejí v prašníku semenotvorných rostlin a přenášejí se na semeník příbuzných samičích rostlin (EZEGBOBU, 2021). Pylová zrna mají dvouvrstvou strukturu stěny, která chrání jejich obsah. Vnitřní stěna neboli intina je tvořena především celulózou a dalšími polysacharidy. Exina neboli vnější stěna se skládá hlavně ze sporolleninu a poskytuje odolnost proti biologickému

rozkladu, chemickému napadení a obsahuje různé látky, jako jsou některé typy karotenoidů, tokoferoly, provitamin A a vitamín D (ATKIN *et al.*, 2011). Pyl větrosnubných rostlin, např. trávy a jehličnaté stromy, obsahuje nízký obsah proteinů na rozdíl od pylů z vrby, máku, ovocných stromů a jetele, které vykazují vysoký obsah bílkovin a dalších cenných látek jako jsou např. enzymy a vitamíny B (HUANG, 2010).

1.2.3 Med

Med je přírodní sladká látka, kterou produkují včely medonosné sbírající nektar z rostlin a kombinujícího se specifickými vlastními látkami. Obsahuje bohaté nutriční a biologické složky, jako je fruktóza a glukóza, organické kyseliny a aminokyseliny, bílkoviny, minerální látky a další fytochemikálie (JIANG *et al.*, 2021). Složení medu je nejvíce závislé na klimatických podmínkách a botanickém zdroji snůšky (KRUŽÍK *et al.* 2020). Světoví spotřebitelé med dobře přijali díky jeho chuti a zdravotním účinkům, jako jsou antibakteriální, hepatoprotektivní, antimykotické, protizánětlivé a antioxidační účinky (JIANG *et al.*, 2021). Med může také zabránit degradačním oxidačním reakcím v potravinách, jako je maillardova reakce u ovoce a zeleniny, oxidace lipidů v mase a inhibovat růst patogenů přenášených potravinami a organismů způsobujících kažení masa (LACHMAN *et al.*, 2010). Spotřeba medu v ČR v roce 2021 se pohybovala na hranici 1 kg/osoba/rok – viz tab. č. 1.

Tabulka 1: Spotřeba medu na obyvatele za rok (ČSÚ, 2022)

Rok	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Spotřeba medu (kg)	0,7	0,7	0,7	1,0	0,9	1,0	0,9	0,9	0,6	1,0

Voda je v medu zastoupena v rozmezí 14–19 %. Obecně platí, že čím je obsah vody nižší, tím je med kvalitnější (TITĚRA, 2010). Obsah vody je zjistitelný refraktometricky podle indexu lomu světla. Podle Isengarda (2003) by neměl obsah vody přesáhnout 21 %, aby byl chráněn před mikrobiologickým znehodnocením.

Cukry představují hlavní složku medu (ANKLAN, 1998). Hlavní cukry v medu jsou kromě sacharózy a fruktózy i maltóza. Poměr fruktózy a glukózy ovlivňuje rychlost krystalizace (TITĚRA, 2013).

Bílkoviny jsou v medu v podobě aminokyselin. Podílí se na typickém aroma medu, který vytváří fenylalanin, kyselina fenylactová a fenylacetaldehyd. Med je zdrojem všech dvaceti aminokyselin. Největší množství je prolinu, dále fenylalanin (FRANK, 2010). Obsah jednotlivých aminokyselin závisí na botanickém původu (AHMAD *et al.*, 2023).

Enzymy obsažené v medu jsou buď rostlinného původu nebo přímo od včel a jejich původ je živočišný např. amyláza, invertáza a glukozoxidáza (FRANK, 2010). Ke zpracování medu se používá velké množství vitamínů, které jsou přirozenou součástí medu, jako jsou A, B, C, D, E a K (BARHATE *et al.*, 2002). V minimálním množství jsou v medu obsažena barviva a vonné látky, která dodávají medu typickou barvu a vůni (SOOKLIM *et al.*, 2022).

Přeměna nektaru a medovice na med prochází různými fázemi. Včely nasají nektar nebo medovici do medového včáčku, který je od žaludku oddělen chlopní, takže včela jej není schopna natrávit. Včely přiletí k úlu a dojde k mnohonásobnému předání objemu medového včáčku. Každá včela tím přispěje svými enzymy ze svých žláz. Dochází k odpařování vody a zhruba při 30% vlhkosti medu je vkládán do buňky. V úlu je kolem 35 °C, tak dochází k rychlému odpařování vody. Zhruba při 17% vlhkosti včely med zavičkují, tj. zakonzervují (PLEVA, 2021).

Vyhláška č. 76/2003 Sb. v souladu se Směrnicí rady 2001/110/ES., uvádí definici medu a požadavky na jakost:

- „Med“ je přírodní sladká látka produkovaná včelami medonosnými (*Apis mellifera*) z nektaru rostlin nebo výměšků živých částí rostlin nebo z výměšků hmyzu sajícího na rostlinách, které se nacházejí na živých částech rostlin, které včely sbírají, přetvářejí mísením se svými vlastními specifickými látkami a ukládají, nechávají dehydratovat, uskladňují a nechávají uležet a zrát v medových plástvích.
- Do medu nesmí být přidány, s výjimkou jiného druhu medu, žádné jiné látky včetně přídatných látek
- Z medu nesmí být odstraněn pyl ani jiná specifická součást medu, s výjimkou případů, kdy tomu při odstraňování cizorodých anorganických a organických látek, zejména filtrací, nelze zabránit
- Med s výjimkou pekařského (průmyslového) medu nesmí
 - mít jakékoliv cizí příchutě a pachy,

- začít kvasit nebo pěnit,
- být zahřát do takové míry, že přirozené enzymy jsou zničeny nebo významně inaktivovány
- být u něj uměle změněna kyselost

Tabulka 2: Fyzikální a chemické požadavky (Vyhláška č. 76/2003 Sb.)

Požadavek	Druh medu		
	Kvěťový	Medovicový	Pekařský (průmyslový)
Součet fruktózy a glukózy (% hmot. nejméně)	60,00	45,00	-
Obsah sacharózy (% hmot. nejvýše)	5,00	5,00	-
Obsah vody (% hmot. nejvýše)	20,00	20,00	23,00
Kyselost (mekv/kg nejvýše)	50,00	50,00	80,00
Hydroxymethylfurfural (mg/kg nejvýše)	40,00	40,00	-
Obsah ve vodě nerozpustných látek (% hmot. nejvýše)	0,10	0,10	-
Elektrická vodivost (mS. m ⁻¹)	Max. 80,00	Min. 80,00	-
Aktivita diastázy (stupňů podle Schadeho nejméně)	8,00	8,00	-

1.2.4 Mateří kašička

Mateří kašička je jedním z nejoblíbenějších včelích produktů. Jedná se o krémovitý, viskózní, bílý a silně kyselý žláznový sekret, jak uvádí Virgiliou *et al.* (2019). Mateří kašička je složená z bílkovin, lipidů, sacharidů, vitamínů a minerálních látek. Mateří kašička je také bohatá na flavonoly. Hlavními flavonoly jsou quercetin a kaempferol (KAVAS, 2022). Výživná mateří kašička je vylučována z hypofaryngeálních, mandibulárních a postcerebrálních žláz včelích dělnic *Apis mellifera L.* (HOU *et al.*, 2019).

Včely ji poskytují vyvíjejícím se královnám a ostatním larvám v prvních třech dnech po narození. Vystavení chemickým látkám, tj. pesticidům a podmínkám výživy může ovlivnit vývoj matek, a tím i kondici včelstva (MILONE *et al.*, 2021). Lidmi je

využívána nejen pro hydrataci, emulgaci a stabilizaci, ale také protinádorové, protizánětlivé vlastnosti, regulaci glykémie a paměti při léčbě Alzheimerovy choroby, uvádí ve své literatuře Schmidt (2000) a Guo *et al.* (2021). Oryeová (2011) uvádí, že se využívá při léčbě kožních chorob a jako doplněk stravy.

1.2.5 Včelí chléb

Fermentace včelího pylu shromážděného včelami z přirozeného prostředí se nazývá „včelí chléb“, který je bílkovinným základem potravy ve včelstvu (KIELISZEK *et al.*, 2018). Včelí chléb je pyl s přidavkem včelích sekretů a kapkou medu uzavřený do pláství. Během skladování dochází ke kvašení bakteriemi mléčného kvašení ze včelího sekretu slinných žláz, který zvyšuje biologickou využitelnost pylových látek. Fermentovaný pyl je pro člověka snáze stravitelný a další biologicky cenné látky pylu mohou být snáze asimilovány a využity (KAŠKONIENE *et al.*, 2020). Přirozená fermentace v úlu zvyšuje biologickou využitelnost včelího pylu jako včelího chlebu, který lze dlouhodobě skladovat bez ztráty výživové hodnoty (KIELISZEK *et al.*, 2018).

Metabolity zahrnuté ve včelím chlebu jsou základní chemické látky, jako jsou bílkoviny, vitamíny (C, B, K, E), karotenoidy a další. Složení závisí na zdroji pylu, který je daný pro každý druh rostlin. Klíčovou roli hraje geografický původ, typ půdy a klima (KHALIFA *et al.*, 2020).

Včely využívají včelí chléb především k výživě včelího plodu. Lidé ho používají v apiterapii, ale také jako funkční potravinu, z důvodu léčivých vlastností a obsahu bioaktivních, antibakteriálních, protiplísňových a antivirových molekul (ĆIRIĆ *et al.*, 2022).

1.2.6 Medovice

Medovice je výměšek bohatý na cukr, který produkuje celá řada hmyzu z řádu *Hemiptera*, včetně mšic, blanokřídlých, šupinatého hmyzu, moučných brouků, listonohů, ploštic a stromových brouků, kteří se živí floémem. Rostlinná šťáva, kterou se tento hmyz živí, je zdrojem potravy bohatým na uhlík, ale chudým na dusík a medovice je především odpadním produktem pro likvidaci přebytečných sacharidů

a vody (STARR, 2020). *Hemiptera* často vylučují medovici ze svých řitních otvorů a přitahují různé druhy hmyzu, uvádí Sakagami *et al.* (2018).

Včely medonosné sbírají medovici z obilovin a jiných plodin napadenými mšicemi. Kromě toho, že medovice poskytuje včelám výživu v podobě sacharidů, může je vystavit potenciálně škodlivým rostlinným produktům vylučovaným v medovici (KONRAD *et al.*, 2009).

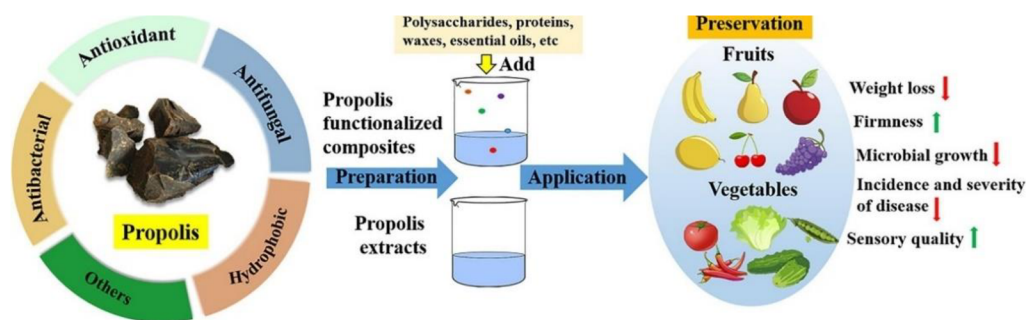
Medovice je považována za směs rostlinného původu, které se mění v závislosti na biotických a abiotických faktorech (TENA *et al.*, 2018).

1.2.7 Propolis

Propolis je komplexní přírodní produkt, který má antioxidační, protizánětlivé, imunomodulační, antibakteriální a antivirové vlastnosti, které jsou dány především vysokým obsahem flavonoidů, fenolových kyselin a jejich derivátů. Chemické složení propolisu je rozmanité (MAGNAVACCA *et al.*, 2022). Závisí na botanických zdrojích, resp. pryskyřicích, které včely sbírají z rostlin a mísí se včelím voskem a slinnými enzymy a který obsahuje komplexní směs sloučenin, uvádí Rivera- Yañez *et al.*, 2021.

Některé druhy propolisu jsou vysoce ceněny pro své léčivé vlastnosti, jako např. brazilský zelený propolis používaný jako léčivá ústní voda. Používá se také ve veterinární medicíně díky svým antibakteriálním, antiparazitárním a hepatokrevním účinkům (BERRETTA *et al.*, 2020).

Propolis lze využít také k posklizňové konzervaci ovoce a zeleniny. Propolisové extrakty a propolisem funkcionalizované filmy vykazují dobrou čerstvost u různých druhů ovoce a zeleniny, stejně jako u čerstvě nakrájené zeleniny. Používají se především k zabránění ztrátě vody po sklizni, k potlačení napadení bakteriemi a plísněmi po sklizni a ke zvýšení pevnosti a kvality ovoce a zeleniny, uvádí v práci Pu *et al.*, 2023.



Obrázek 3: Údržnost ovoce a zeleniny pomocí propolisu (převzato od Pu *et al.*, 2023)

1.3 Pylová analýza

Pylová analýza medu neboli melissopalynologie, má velký význam pro kontrolu kvality. Med vždy obsahuje četná pylová zrna z rostlinných druhů sháněných včelami a prvky medovice, např. voskové trubičky, řasy a spory plísní, které dohromady poskytují otisk prostředí, odkud med pochází (OHE *et al.*, 2004). Pylová analýza je široce využívána při detekci a monitorování alergenních částic v ovzduší. V posledních letech se pylové sezóny prodlužují v důsledku globálního oteplování a klimatických změn (LI *et al.*, 2023).

Analýza rozpoznání pylu se často provádí lidskou vizuální kontrolou pod mikroskopem, tzv. Melissopalynologickou analýzou a zahrnuje identifikaci rozdílů pylových zrn ve struktuře, velikosti a dalších specifických znaků kategorií pylů (LI *et al.*, 2023). Pověřený analytik musí nejprve najít minimálně 500 pylových zrn v pylovém sedimentu. Poté musí identifikovat morfologii přítomných pylů s cílem přiřadit jejich příslušnost k určitému botanickému druhu pomocí porovnání pylových profilů referenčních nebo srovnávacích vzorků (ESCRICHE *et al.*, 2023). Hlavní nevýhodou manuálních metod je, že vyhodnocení jednotlivých vzorků je časově velmi náročná, tj. 45–60 minut/vzorek, uvádí Oteris *et al.* (2019).

1.4 Včelí pastva

Včela medonosná a další hmyz, poskytuje životně důležitou ekosystémovou službu opylování plodin a planě rostoucích rostlin (GALLAI *et al.*, 2009). Klein *et al.* (2007) uvádí, že tři čtvrtiny světových potravinářských plodin jsou alespoň částečně závislé na opylování živočichy, zejména hmyzem. Nejrozšířenějšími a nejučinnějšími

opylovači jsou však včely, protože většina rostlin vykazuje v nepřítomnosti včel omezení pylu a produkuje méně plodů a semen, než by vyprodukovalo při dostatečném příjmu pylu. Celosvětová populace včely medonosné je však pod tlakem environmentálního stresu, parazitům a patogenům. Viry z čeledí *Iflaviridae* a *Dicistroviridae* spolu se svým přenašečem, parazitickým roztočem *Varroa destructor*, představují pro *Apis sp.* největší hrozbu (PROCHÁZKOVÁ *et al.*, 2020). Dále velký vliv na opylovače má změna klimatu (BROWN *et al.*, 2009). Ardalani *et al.* (2021) uvádí, že květy navštěvované včelami mohou být kontaminovány řadou pesticidů a mohou být těmito chemikáliím vystaveny během sběru potravy. Otrava pesticidy z kontaminovaného pylu a nektaru může mít závažné akutní a chronické následky, včetně vyčerpání včelstva a úhynu celého včelstva. Chemické analýzy odhalily, že většina včelstev v Severní Americe a Evropě je kontaminována řadou pesticidů včetně insekticidů, akaricidů a fungicidů.

Nejvhodnější pastvou pro včely je krajina, která kvete od jara až do pozdního podzimu. Krajina, která je tzv. dobrá snůšková základna je ta, ve které kvete mnoho druhů pylodárných a nektarodárných rostlin (VESELÝ *et al.*, 2013). Mezi hlavní zástupce nektarodárných a pylodárných rostlin v ČR patří vrby, ovocné stromy, Jírovec maďal, Dub letní, Hloh obecný, Jetel plazivý, Brukev řepka, Olše lepkavá, Líska obecná, jehličnany, Lípa velkolistá, Svazenka vratičolistá atd. (Včelařství, 2023). Brukev řepka je jednou z prvních a hlavních rostlin, která je pro včely atraktivní ve většině oblastí Evropy (WEN *et al.*, 2021). Bylo prokázáno, že hmyzí opylovači, zejména včely, mají pozitivní vliv na tvorbu semen této plodiny, ačkoliv je řepka převážně opylována větrem (WOODCOCK *et al.*, 2013). Vzdálenost letu, kterou včely urazí, je delší na jaře a na podzim, kdy je nižší květinová rozmanitost (BADEN-BÖHM *et al.*, 2022). Kala (2003) uvádí, že na řepkových polích byly nalezeny včely pátračky ve vzdálenosti více než 7 km od úlu. Sběr potravy včelami úzce souvisí s barvou květu (PAKEMAN & STOCKAN, 2013).

Mnoho rostlin netvoří nektar a nemá hodnotný pyl pro výživu včel, a přesto je včely vyhledávají. Tyto rostliny jsou hostiteli producentů medovice. (VESELÝ *et al.*, 2013).

Sady, zahrady, parky a louky jsou bohatým zdrojem nektaru a pylu po celou sezonu. Jedinci včely medonosné mohou vykazovat různé chování při hledání potravy v důsledku věku, zkušeností a genetických vlastností, které vedou k tomu, že někteří jedinci sbírají více nebo méně pylu/nektaru než jiní (RADEROVÁ *et al.*, 2022).

1.5 Léčebný potenciál včelích produktů

V současné době stále roste zájem o přírodní látky schopné působit proti účinkům oxidačního stresu, který je základem patogeneze řady onemocnění, jako jsou neurodegenerativní poruchy, rakovina, cukrovka a arteroskleróza, stejně jako negativní účinky různých škodlivých faktorů a léků (KOCOT *et al.*, 2028).

Med se používá jako biologický obvaz na rány s mnoha biologickými aktivitami, které spolupracují na urychlení procesu hojení. Jeho kyselost zvyšuje uvolňování kyslíku z hemoglobinu, čímž znevýhodňuje prostředí rány pro aktivitu destruktivních proteáz a vysoká osmolarita medu odvádí tekutinu z lůžka rány a vytváří odtok lymfy, ke kterému dochází při podtlakové terapii ran (MOLAN & RHODES, 2015). Med je účinný proti řadě bakteriálních infekcí a zánětlivých případů (ALBARIDI, 2019).

Mateří kašička se používá především v tradiční medicíně, zdravé výživě a kosmetice. Ahmad *et al.* (2020) uvádí, že se jedná o přírodní antibiotikum jak pro včely, tak pro člověka. Mateří kašička má navíc antioxidanty s potenciálem snižovat riziko rakoviny, vysokého krevního tlaku, cukrovky a kardiovaskulárních onemocnění. Zlepšuje reprodukční zdraví a je uváděná jako cenný léčivý prostředek pro zdravé stárnutí a dlouhověkost, uvádí MOGA *et al.* (2020).

Propolis je prospěšný lidstvu, protože vykazuje řadu biologických vlastností, jako jsou antimikrobiální, protizánětlivé, imunomodulační, antitumorózní, antioxidační a mnoho dalších. Pokud jde o antimikrobiální účinky propolisu, může působit antibakteriálně, antimykoticky a antivirově, a to samostatně nebo v kombinaci s farmakologickými léčivy (RIPARI *et al.*, 2021). Magnavacca *et al.* (2022) uvádí, že propolis může být využíván pro prevenci respiračních onemocnění a jejich škodlivých zánětlivých účinků na dýchací cesty u lidí. Tento přehled otevírá nové perspektivy klinického zkoumání opomíjených biologických vlastností propolisu, které jsou nyní více než kdy jindy důležité zejména s ohledem na nedávné propuknutí pandemických respiračních infekcí.

1.6 Charakteristika základních jednodruhových medů a jejich účinky

Med lze určit podle botanického původu, který je dán rostlinami, z nichž včely sbírají nektar. Jednodruhový med je založen na nektaru jedné hlavní rostliny, který se zpracovává na med, zatímco vícedruhový med je kombinací několika různých druhů nektarů, které včely kombinují při přeměně uskladněného nektaru na med, uvádí v práci Suharoschi *et al.*, 2022. V současné době se ke kontrole pravosti jednodruhových medů používají různé metody (SCHANZMANN *et al.*, 2022). Karabagias *et al.* (2020) ve své práci uvádí, že mezi metody určení se využívá plynová chromatografie spojená s hmotnostní spektrometrií nebo melissopalynologická analýza. Jednodruhový med má vytříbenou a jedinečnou chuť. To jsou hlavní faktory, které přispívají k tomu, že je tento druh medu považován za vysoce kvalitní produkt. Proto je jednodruhový med produktem, který je nejvíce náchylný k falšování nesprávným označením a smícháním s medem nižší kvality (PAULIUC *et al.*, 2020).

Obecně platí, že čím více je med tmavší, tím vyšší je obsah fenolů a antioxidační aktivita, naopak nejnižší antioxidační aktivita a obsah fenolů mají medy světlé (WILCZYŃSKÁ, 2010).

Řepkové medy se vyznačují různými barvami, tj. od velmi světlých až po světlé, jantarové. Jejich vůně připomíná vůni řepkového květu, uvádí García - Tenesaca *et al.* (2018). Tento med se vyznačuje rychlou granulací díky vysokému obsahu glukózy. Proto se často používá jako „krystalizační startér“, který se přidává k jiným medům, aby se dosáhlo vyššího obsahu cukru a jemnější granulace (ODDO *et al.*, 2004). Gobin *et al.* (2018) uvádí, že řepkový med se vyznačuje nižší antibakteriální aktivitou než ostatní medy.

Lipový med patří mezi světlé medy. Jedná se o nejaromatičtější druh medu s lehce nahořklou chutí. Med má vysokou enzymovou aktivitu. Je hojně využíván při nachlazení a chřipkách, protože usnadňuje vykašlávání a horečky (Včelařství, 2017).

Akátový med je jedním z nejoblíbenějších druhů jednodruhového medu pro svou výraznou vůni, chuť a vysokou výživovou hodnotu. Roční produkce akátového medu je však poměrně nízká, a proto je jeho tržní cena vyšší než u jiných druhů medu. V současné době se stále častěji objevují případy, kdy je akátový med falšován levným řepkovým medem (SONG *et al.*, 2020).

Pohankový med je tmavě zbarvený med. Tmavě fialová barva pohankového medu vypadá téměř černě (ZHOU *et al.*, 2012). Má výrazné aroma s chutí podobnou

melase, uvádí Džugan *et al.* (2020). Tento druh medu je znám svou nejsilnější antioxidační aktivitou, díky které mohou snížit oxidační stres vyvolaný reaktivními formami kyslíku, jak uvádí Kočániová *et al.* (2022). Pohankový med obsažen v lidské stravě dodává tělu exogenní antioxidanty, které podporují endogenní antioxidační obranný systém. Navíc bylo zjištěno, že pohankový med pomáhá snižovat hladinu cholesterolu v krvi, což může zlepšit zdraví srdce, a dokonce snížit vysoký krevní tlak (DZUGAN *et al.*, 2020).

2 Cíl práce

- 1) Provést kvalitativní pylovou analýzu sedimentů u vzorků medů, které byly odebrány z různých stanovišť na území České republiky
- 2) Porovnat druhovou rozmanitost zdrojů medné snůšky v centru větších měst a jejich okolí
- 3) Zjistit potenciální vliv druhové rozmanitosti zdrojů medné snůšky na úhyn včelstev či výskyt virových onemocnění

Hypotéza práce

- H1** Druhová rozmanitost pylových zrn v medu, tzn. druhová rozmanitost zdrojů snůšky včel se liší podle umístění včelnice v centru města či na venkově.
- H2** Druhová rozmanitost pylových zrn v medu tzn. druhová rozmanitost zdrojů snůšky včel má vliv na náchylnost včelstev k úhynu.
- H3** Druhová rozmanitost pylových zrn v medu, tzn. druhová rozmanitost zdrojů snůšky včel má vliv na výskyt viru deformovaných křídel (DWV) ve včelstvech.

3 Metodika

3.1 Příprava preparátů na pylovou analýzu

Vzorek medu o hmotnosti 10 g ($\pm 0,1$ g) byl zředěn 20 ml destilované vody a následně homogenizován. Připravený roztok byl kvantitativně převeden do předem připravené a označené kyvety. Destilovanou vodu byla kyveta doplněna do 30 ml, aby byl ve všech kyvetách stejný objem. Vzorek byl odstředěn v centrifuze (Eppendorf) při 3 000 otáčkách. min^{-1} po dobu pěti minut, při teplotě 25 °C. Po dokončení prvního cyklu byla opatrně odsána destilovaná voda tak, aby se nerozvířil sediment pylových zrn na dně kyvety, poté byla kyveta doplněna do 30 ml destilovanou vodou a cyklus se opakoval celkem pětkrát. Po dokončení odstřeďování byla odsáta přebytečná voda, ale již se nedolévala tak, jako v předchozích procesech. Sediment byl následně obarven roztokem karbolfuchsinu. Obarvený vzorek byl za pomoci kapátka převeden na podložní označené sklíčko. Na topné desce se nechal preparát zaschnout. Po uschnutí preparátu byl aplikována rozehřátá glycerol – želatina a preparát byl uzavřen krycím sklíčkem. K zamezení vysychání glycerol – želatiny byl využit lak na nehty, kterým bylo orámováno krycí sklíčko.

Tabulka 3: Odběr vzorků České Budějovice

Č. vzorku	Místo sběru	Přítomnost DWV	Přítomnost Virů	Úhyn
1	České Budějovice, město a)	-	-	-
2	České Budějovice, město b)	1	1	1
3	České Budějovice, město c)	-	-	-
4	České Budějovice, město d)	-	-	-
5	České Budějovice, město e)	1	1	0
6	České Budějovice, vesnice a)	0	1	1
7	České Budějovice, vesnice b)	1	1	0
8	České Budějovice, vesnice c)	0	1	1
9	České Budějovice, vesnice d)	0	1	1
10	České Budějovice, vesnice e)	-	-	-

Poznámka: 0 = nepřítomnost DWV / virů / úhyn; 1 = výskyt DWV / virů / úhyn

Tabulka 4: Odběr vzorků Šumava

Č. vzorku	Místo sběru	Přítomnost DWV	Přítomnost Virů	Úhyn
11	Šumava a)	1	1	0
12	Šumava b)	0	1	0
13	Šumava c)	-	-	-
14	Šumava d)	1	1	1
15	Šumava e)	0	1	0
16	Šumava f)	0	0	0

Poznámka: 0 = nepřítomnost DWV / virů / úhyn; 1 = výskyt DWV / virů / úhyn

Tabulka 5: Odběr vzorků Praha

Č. vzorku	Místo sběru	Přítomnost DWV	Přítomnost Virů	Úhyn
17	Praha, město a)	-	-	-
18	Praha, město b)	0	1	1
19	Praha, město c)	1	1	1
20	Praha, město d)	1	0	0
21	Praha, město e)	1	1	1
22	Praha, město f)	0	1	1
23	Praha, vesnice a)	0	0	1
24	Praha, vesnice b)	1	1	0
25	Praha, vesnice c)	-	-	-
26	Praha, vesnice d)	-	-	-
27	Praha, vesnice e)	1	1	0
28	Praha, vesnice f)	-	-	-

Poznámka: 0 = nepřítomnost DWV / virů / úhyn; 1 = výskyt DWV / virů / úhyn

Tabulka 6: Odběr vzorků Plzeň

Č. vzorku	Místo sběru	Přítomnost DWV	Přítomnost Virů	Úhyn
29	Plzeň, město a)	-	-	-
30	Plzeň, vesnice a)	1	0	1
31	Plzeň, vesnice b)	1	1	1
32	Plzeň, vesnice c)	1	1	0
33	Plzeň, vesnice d)	1	1	0
34	Plzeň, vesnice e)	1	1	1

Poznámka: 0 = nepřítomnost DWV / virů / úhyn; 1 = výskyt DWV / virů / úhyn

Tabulka 7: Odběr vzorků Ostrava

Č. vzorku	Místo sběru	Přítomnost DWV	Přítomnost Virů	Úhyn
35	Ostrava, město a)	-	-	-
36	Ostrava, město b)	-	-	-
37	Ostrava, město c)	0	1	0
38	Ostrava, město d)	1	1	1
39	Ostrava, město e)	1	1	1
40	Ostrava, vesnice a)	1	1	1
41	Ostrava, vesnice b)	-	-	-
42	Ostrava, vesnice c)	1	1	0
43	Ostrava, vesnice d)	-	1	0
44	Ostrava, vesnice e)	-	-	-
45	Ostrava, vesnice f)	-	-	-

Poznámka: 0 = nepřítomnost DWV / virů / úhyn; 1 = výskyt DWV / virů / úhyn

Tabulka 8: Odběr vzorků Brno

Č. vzorku	Místo sběru	Přítomnost DWV	Přítomnost Virů	Úhyn
46	Brno, město a)	0	0	1
47	Brno, město b)	0	1	0
48	Brno, město c)	1	1	0
49	Brno, město d)	0	1	0
50	Brno, město e)	-	-	-
51	Brno, vesnice a)	-	-	-
52	Brno, vesnice b)	-	-	-
53	Brno, vesnice c)	-	-	-
54	Brno, vesnice d)	-	-	-
55	Brno, vesnice e)	-	-	-
56	Brno, vesnice f)	-	-	-
57	Brno, vesnice g)	-	-	-
58	Brno, vesnice h)	-	-	-

Poznámka: 0 = nepřítomnost DWV / virů / úhyn; 1 = výskyt DWV / virů / úhyn

Tabulka 9: Odběr vzorků – ostatní

Stanoviště

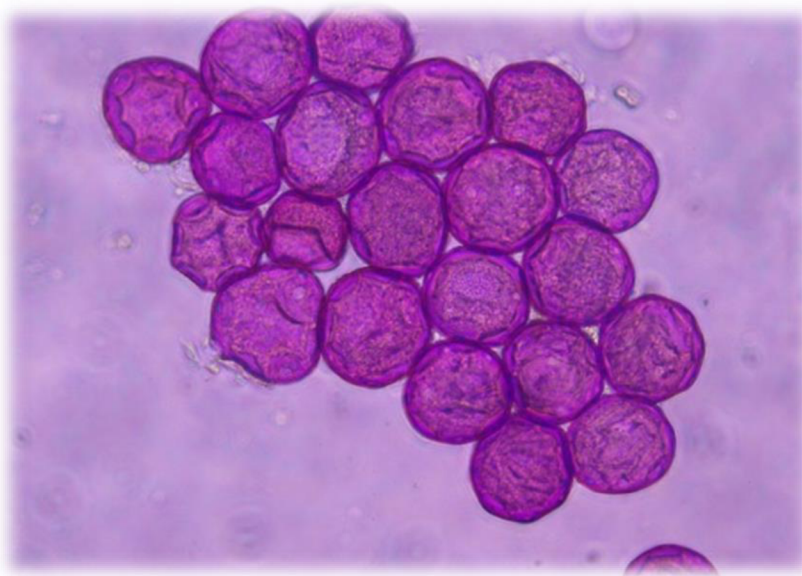
Č. vzorku	Místo sběru
59	Jihočeský kraj, okr. Tábor
60	Jihočeský kraj, okr. Tábor
61	Středočeský kraj, okr. Benešov
62	Jihočeský kraj, okr. Prachatice

3.2 Příprava preparátů referenčních vzorků

V jarních měsících roku 2022, byly do mikrocentrifugačních zkumavek postupně sbírány květy rostlin, které produkovaly pyl, v blízkém okolí mého bydliště. Zhotovení trvalého preparátu bylo provedeno v laboratoři. Do zkumavky s pylem byla přidána destilovaná voda a roztok karbolfuchsinu na obarvení pylových zrn. Obarvený vzorek byl převeden na podložní sklíčko. Na topné desce se nechal preparát zaschnout a následovala aplikace glycerol – želatiny a přiložení krycího sklíčka.



Obrázek 4: Obarvené pylové zrno borovice pod mikroskopem (Foto: vlastní)



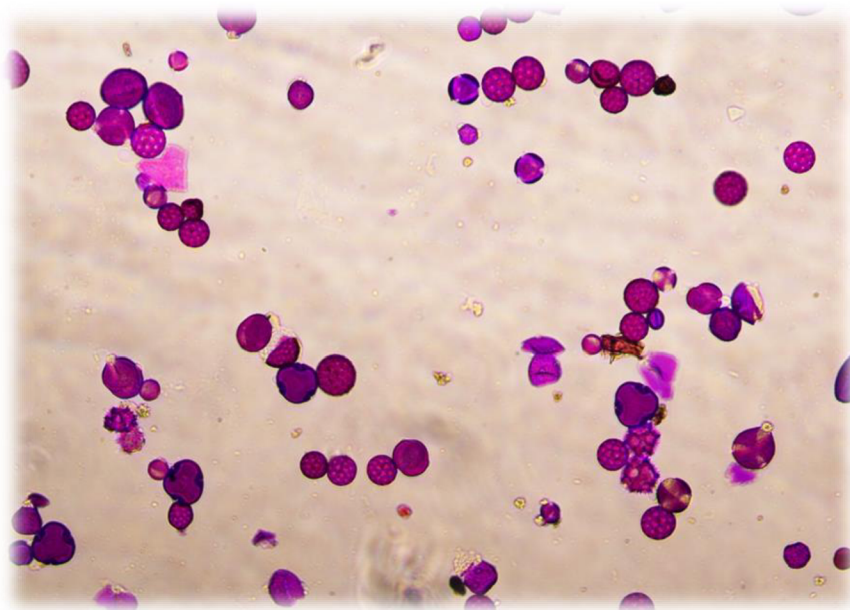
Obrázek 5: Obarvené pylové zrno ořešáku (Foto: vlastní)

Tabulka 10: Seznam referenčních vzorků

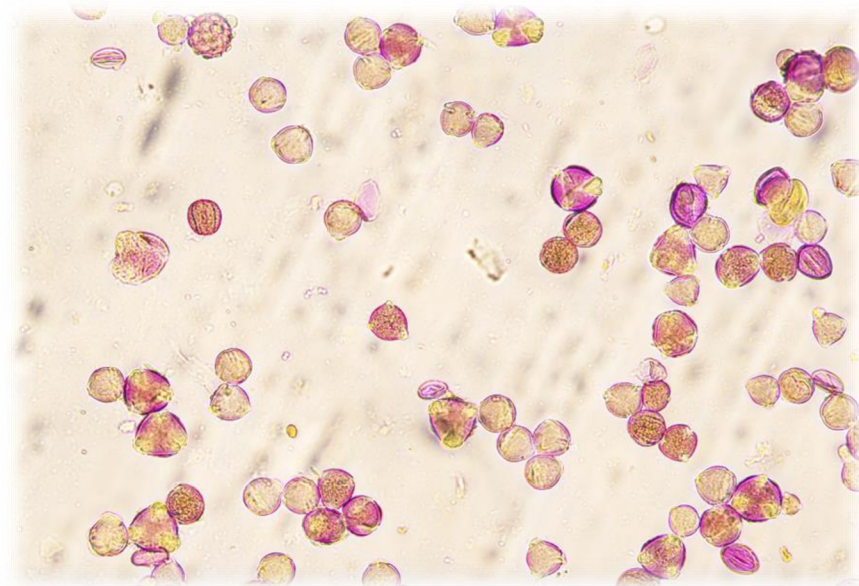
Č. ref. vzorku	Název rostliny
1	Amarylka, <i>Amarylis</i>
2	Bez černý, <i>Sambucus nigra</i>
3	Borovice lesní, <i>Pinus sylvestris</i>
4	Brukev řepka, <i>Brassica napus</i>
5	Bříza bělokorá, <i>Betula pendula</i>
6	Dub letní, <i>Quercus robur</i>
7	Frézie, <i>Freesia</i>
8	Chrupa modrá, <i>Centaurea cyanus</i>
9	Jabloň, <i>Malus</i>
10	Jedle bělokorá, <i>Abies alba</i>
11	Jeřáb ptačí, <i>Sorbus aucuparia</i>
12	Jírovec maďal, <i>Aesculus hippocastanum</i>
13	Kiwi, <i>Actinidia</i>
14	Kokoška pastuší tobolka, <i>Capsella bursa-pastoris</i>
15	Lípa srdčitá, <i>Tilia cordata</i>
16	Mák setý, <i>Papaver somniferum</i>
17	Narcis, <i>Narcissus</i>
18	Olše lepkavá, <i>Alnus glutinosa</i>
37	Ořešák královský, <i>Juglans regia</i>
19	Pampeliška smetánka, <i>Taraxacum officinale</i>
20	Podběl lékařský, <i>Tussilago farfara</i>
21	Pryskyřník hlíznatý <i>Ranunculus bulbosus</i>
22	Přeslička rolní, <i>Equisetum arvense</i>
23	Psárka luční, <i>Alopecurus pratensis</i>
24	Růže šípková, <i>Rosa canina</i>
25	Růže žlutá, <i>Rosa foetida</i>
26	Řebčík královský, <i>Fritillaria imperialis</i>
27	Sedmikráska chudobka, <i>Bellis perennis</i>
28	Slivoň švestka, <i>Prunus domestica</i>
29	Smrk ztepilý, <i>Picea abies</i>
30	Šeřík obecný, <i>Syringa vulgaris</i>
32	Štědřenec odvislý, <i>Laburnum anagyroides</i>
33	Tomka vonná, <i>Anthocanthum adoratium</i>
31	Třešeň, <i>Prunus avium</i>
34	Tulipán, <i>Tulipa</i>
35	Vlaštovičník větší, <i>Chelidonium majus</i>
36	Vrba jíva, <i>Salix carpea</i>

3.3 Vyhodnocení preparátů

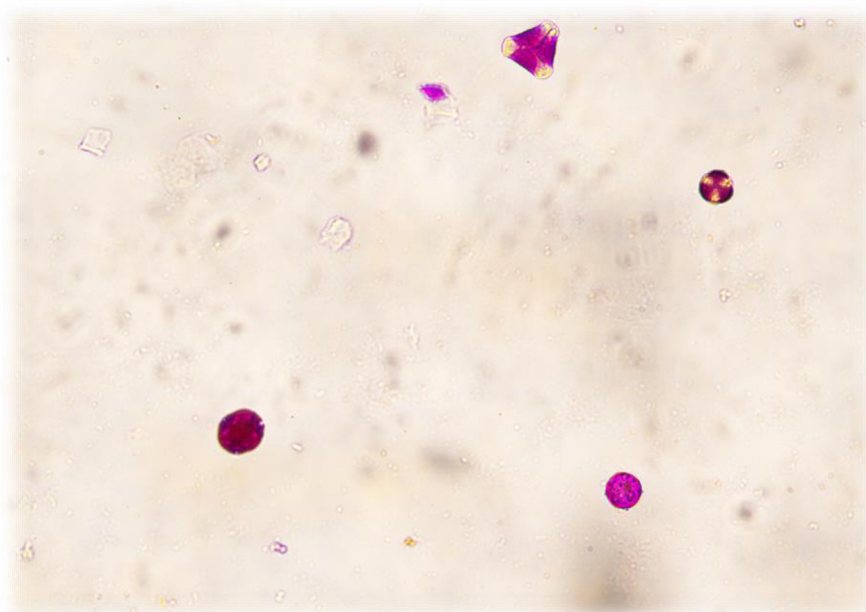
Analýze bylo podrobena 62 vzorků medu. Determinace jednotlivých pylových zrn ze vzorku byla provedena mikroskopem Nikon Eclipse E200, objektivem Nikon Plan při zvětšení 20×. Vlastní prohlížení trvalých preparátů a postup při determinaci pylových zrn proběhlo podle metodiky Von Der Ohe (2004). V průhledech bylo postupně od levého horního rohu krycího skla determinováno 100 pylových zrn a poté byl průhled posunut o řadu níž a stejným způsobem bylo počítáno dalších 100 pylových zrn. Tímto způsobem bylo celkem z každého vzorku určeno 500 pylových zrn. Pokud vzorek nedosáhl požadovaného počtu zrn, nemohl být zahrnut do hodnocení. Z celkových počtů pylových zrn jednotlivých rostlinných vzorků bylo následně vypočítáno procentuální zastoupení jednotlivých druhů ve vzorcích. Obecně se předpokládá, že botanický původ medu určuje více než 45% výskyt pylových zrn jednoho botanického druhu – pak lze med označit názvem konkrétní rostliny (např. řepkový).



Obrázek 6: Vzorek č. 19 pod mikroskopem (Foto: vlastní)



Obrázek 7: Vzorek č. 11 pod mikroskopem (Foto: vlastní)

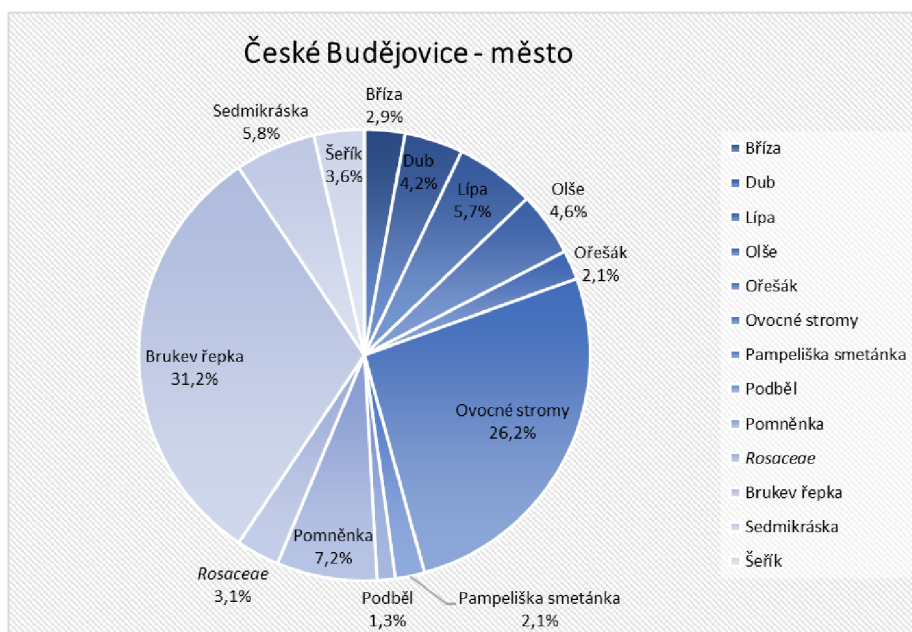


Obrázek 8: Vzorek č. 57 pod mikroskopem (Foto: vlastní)

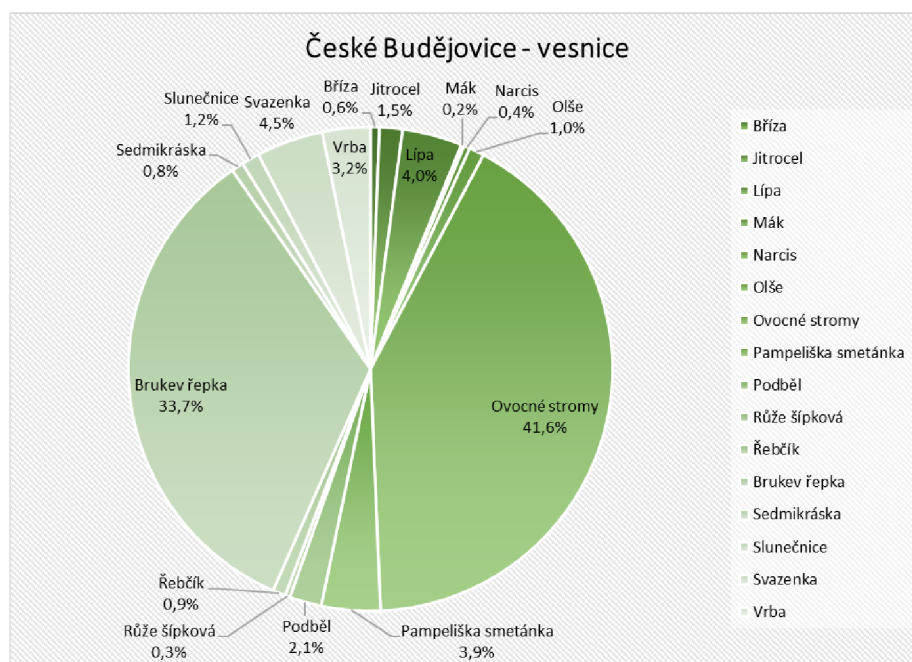
4 Výsledky

V rámci praktické části této diplomové práce bylo analyzováno celkem 62 vzorků medu od včel z různých částí České republiky. Vzorky byly odebírány vždy v centru větších měst a v zemědělské krajině v jejich okolí.

4.1 České Budějovice



Graf 1: Vyhodnocení pylových zrn z oblasti České Budějovice – město

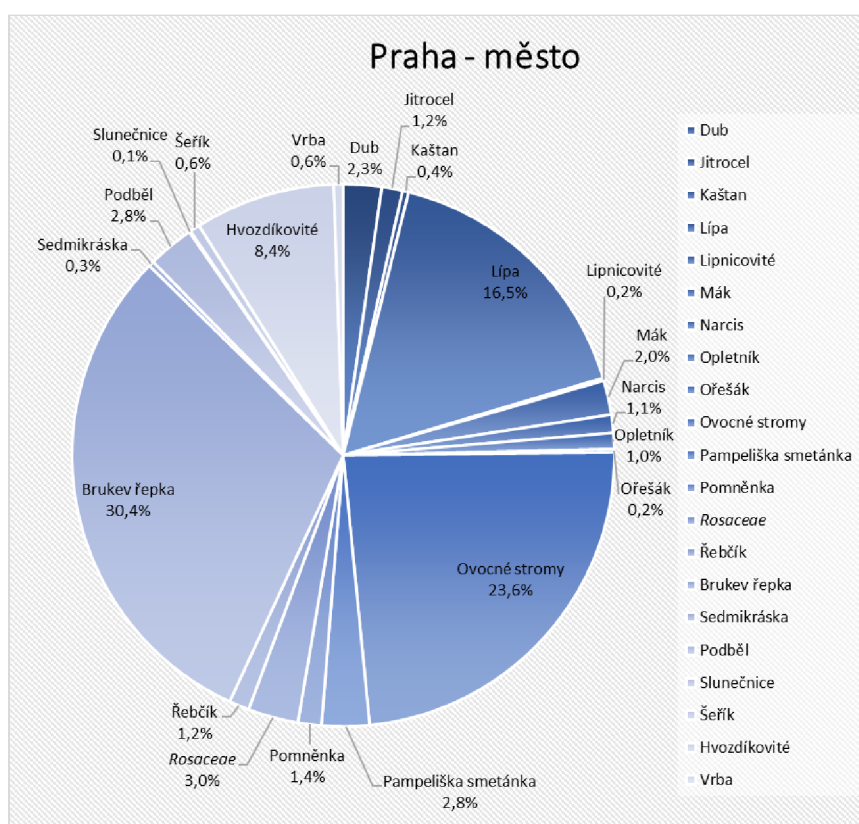


Graf 2: Vyhodnocení pylových zrn z oblasti České Budějovice – vesnice

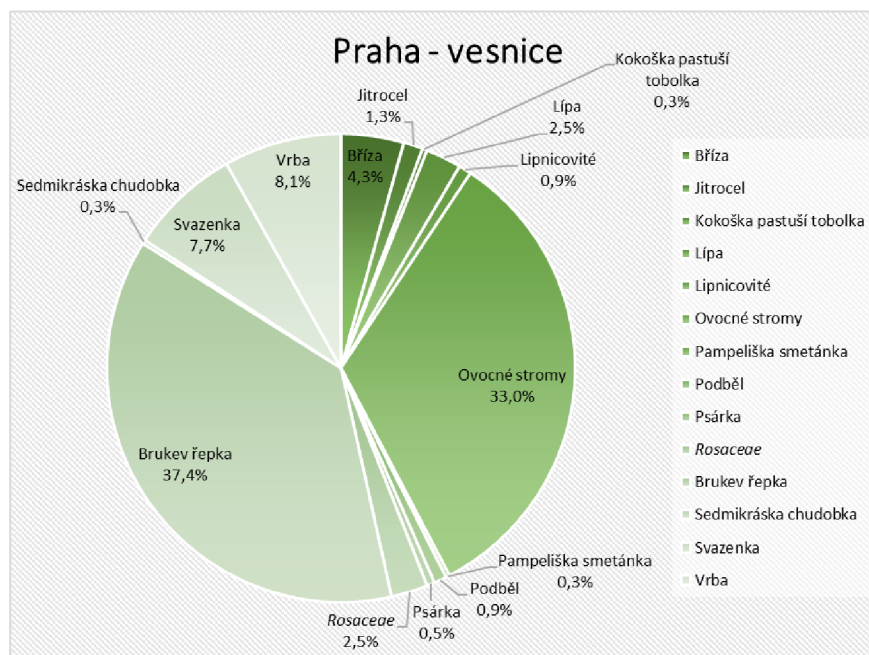
V medech včel chovaných v centru Českých Budějovic se nacházela v nejvyšším zastoupení (průměrně 31 %) pylová zrna řepky. Na druhém místě (průměrné zastoupení 26 %) pak byla pylová zrna z ovocných stromů. Více než 5% zastoupení pak v těchto medech měla ještě pomněnka, sedmikráska a lípa.

V medech včel chovaných na venkově v bezprostředním okolí Českých Budějovic převažovala pylová zrna z ovocných stromů (42 %). Na druhém místě (průměrné zastoupení 34 %) byla pylová zrna z řepky. Ostatní botanické druhy měly nižší než 5% zastoupení pylových zrn.

4.2 Praha



Graf 3: Vyhodnocení pylových zrn z oblasti Praha – město

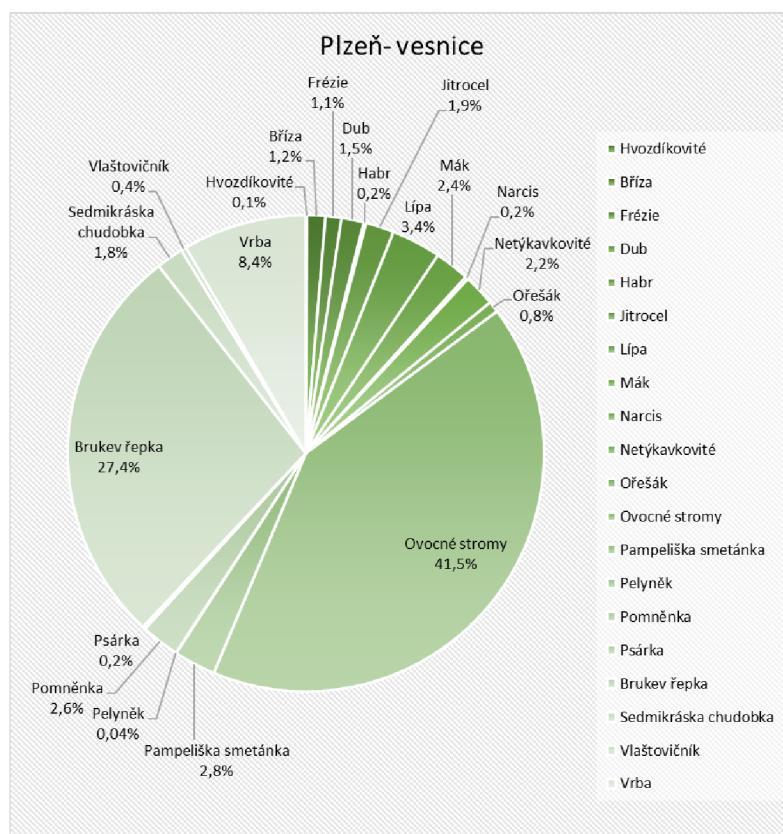


Graf 4: Vyhodnocení pylových zrn z oblasti Praha – vesnice

Z grafu č. 4 je zjevné, že v medech včel chovaných v centru Prahy byla nejčetněji zastoupena pylová zrna řepky (30,4 %). Významně byly zastoupeny ovocné stromy, které tvořily 23,6 % celkové analýzy a později kvetoucí lípa tvořící 16,5 % snůšky ze sledovaných stanovišť. Hvozdíkovité zaujaly 8,4% zastoupení pylových zrn. Dalších 17 botanických druhů se pohybovalo pod úrovní 5 %.

V medech včelstev chovaných na venkově v okolí Prahy byla nejvíce přinášena pylová zrna řepky, která tvořila 37 % snůšky. Ovocné stromy tvořily 33 % zastoupení ve vzorkách. Vrba a svazenka dosáhly srovnatelného množství na úrovni 7–8 %. Dalších 7 botanických druhů nedosáhlo 5% zastoupení za oblast.

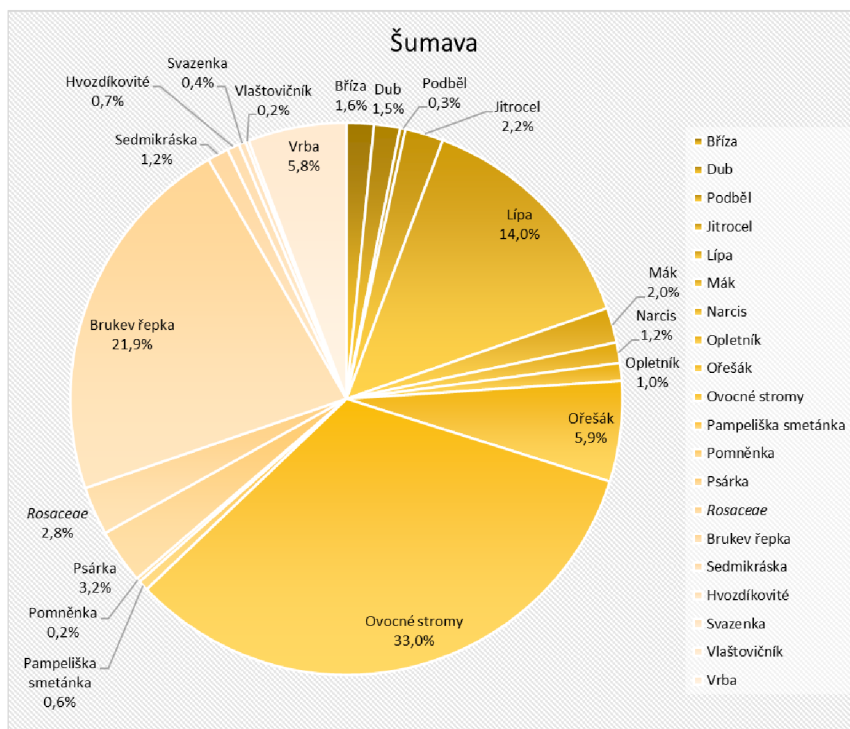
4.3 Plzeň



Graf 5: Vyhodnocení pylových zrn z oblasti Plzeň - vesnice

Graf č. 5 znázorňuje vyhodnocení pylové analýzy z oblasti Plzeň venkov. V této oblasti medy od včelstev obsahovaly 20 rostlinných taxonů, z nichž nejvíce pylu zastupovaly ovocné stromy, a to 41,5 %. Na druhém místě byla pylová zrna řepky, která zaujmula 27,4 % z celkové analýzy. Vrba, jako důležitá medonosná rostlina, je poslední determinovaný rostlinný druh, který přesahoval 5% zastoupení za oblast Plzeň venkov. Dalších 17 druhů bylo determinováno v malém až zanedbatelném množství.

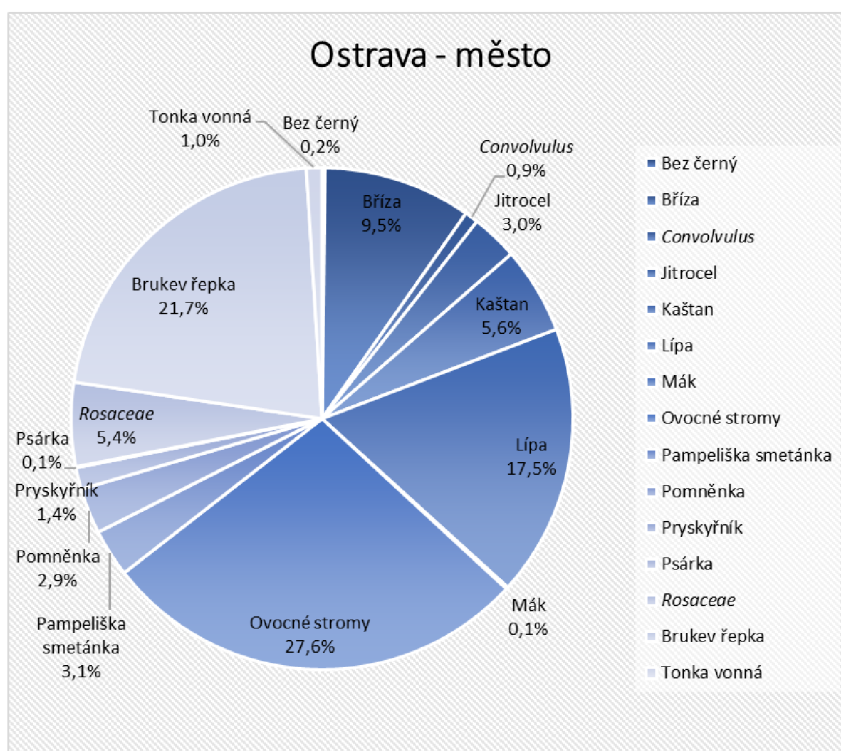
4.4 Šumava



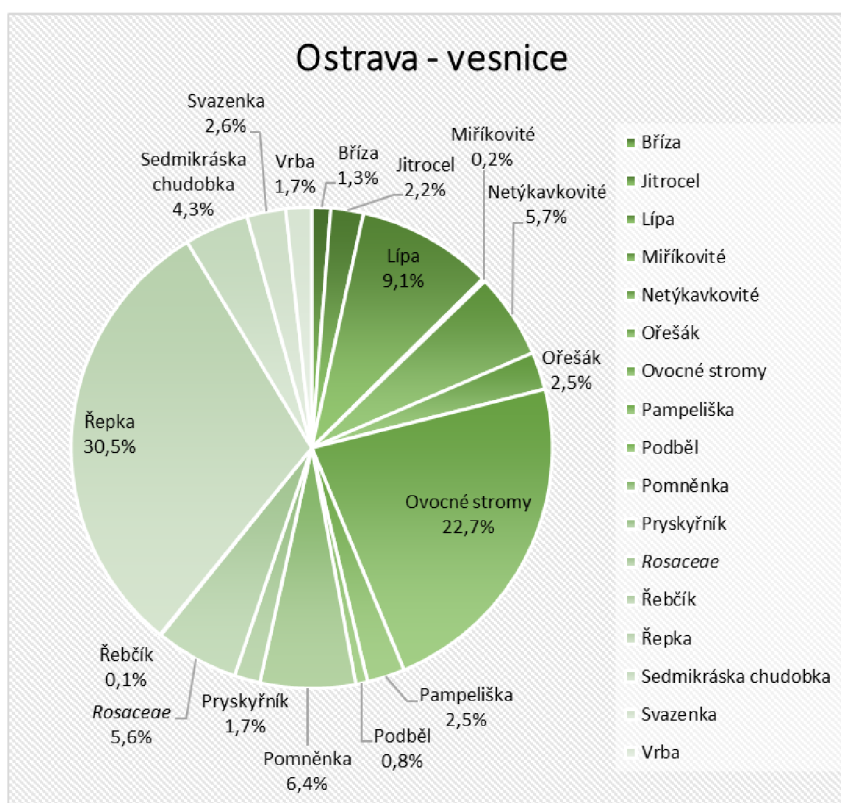
Graf 6: Vyhodnocení pylových zrn z oblasti Šumava

Z grafu č. 6 vyplývá, že v oblasti Šumavy bylo determinováno 20 rostlinných taxonů. Ze vzorků medů byly jednoznačně nejvíce navštěvující ovocné stromy (33 %). Druhým nejčastějším rostlinným druhem byla řepka, a to v 21,9% zastoupení. Dalšími zástupci rostlin byla lípa, ořešák a vrba, které přesahovali 5% hranici. V oblasti byly zaznamenány rostliny, které jsou typické svým výskytem se na loukách. V oblasti byla také determinována pylová zrna svazenky (0,4 %), která se využívá jako meziplodina.

4.5 Ostrava



Graf 7: Vyhodnocení pylových zrn z oblasti Ostrava – město

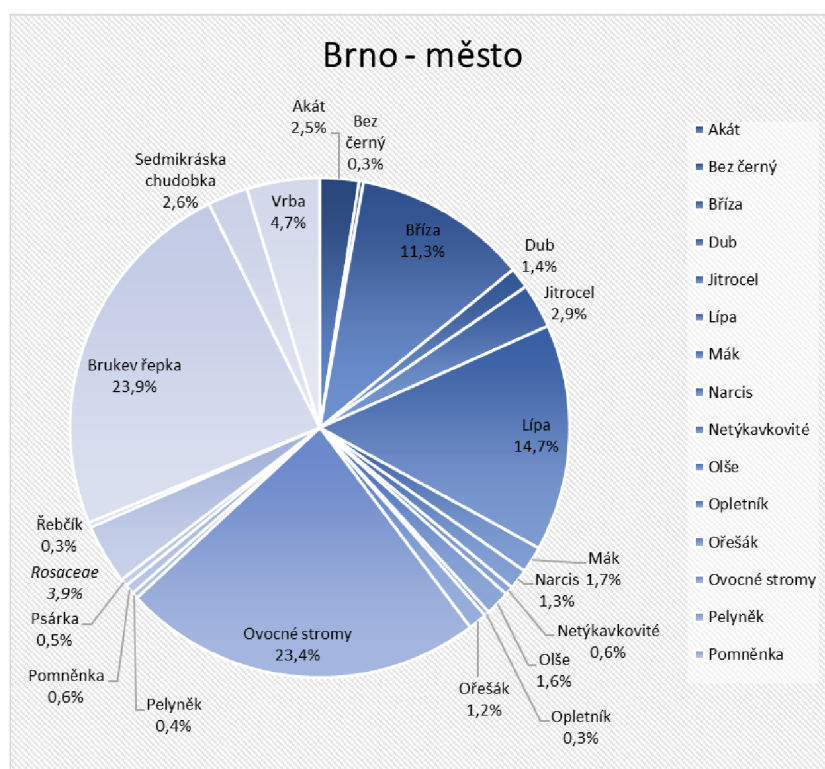


Graf 8: Vyhodnocení pylových zrn z oblasti Ostrava – vesnice

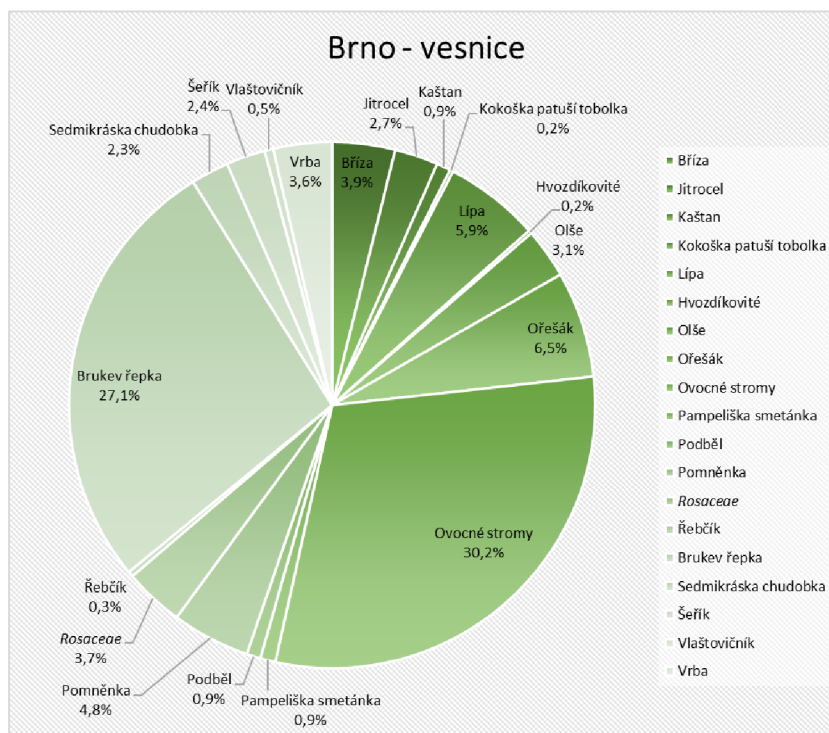
V grafu č. 7 znázorňujícím pylové spektrum rostlin v medech včel chovaných v centru Ostravy můžeme vidět, že byla nejvíce zastoupena pylová zrna ovocných stromů, a to 27,6 %. Druhý nejpočetnější rostlinný taxon v oblasti Ostrava – město zaujala pylová zrna řepky (21,7 %). Velmi početně se zde vyskytovaly dřeviny, jako lípa, bříza a kaštan, které tvořily 32,7 % celkové determinace pylových zrn ve vzorcích. Nad hranicí 5 % zastoupení pylových zrn se pohybovaly ještě růžovité rostliny (5,4 %).

Ve včelstvech na venkově v okolí Ostravy bylo ze vzorků determinováno 17 rostlinných taxonů, z něhož nejvíce zastoupena byla pylová zrna řepky (30,5 %). Druhým nejčtetnějším rostlinným taxonem byly ovocné stromy, a to 22,7 %. Mezi další rostlinné druhy pohybující se nad 5% zastoupením byla lípa (9,1 %), pomněnka (6,4 %), netýkavkovité (5,7 %) a růžovité (5,6 %). Dalších 11 rostlinných taxonů nedosáhlo 5% zastoupení pylových zrn.

4.6 Brno



Graf 9: Vyhodnocení pylových zrn z oblasti Brno – město

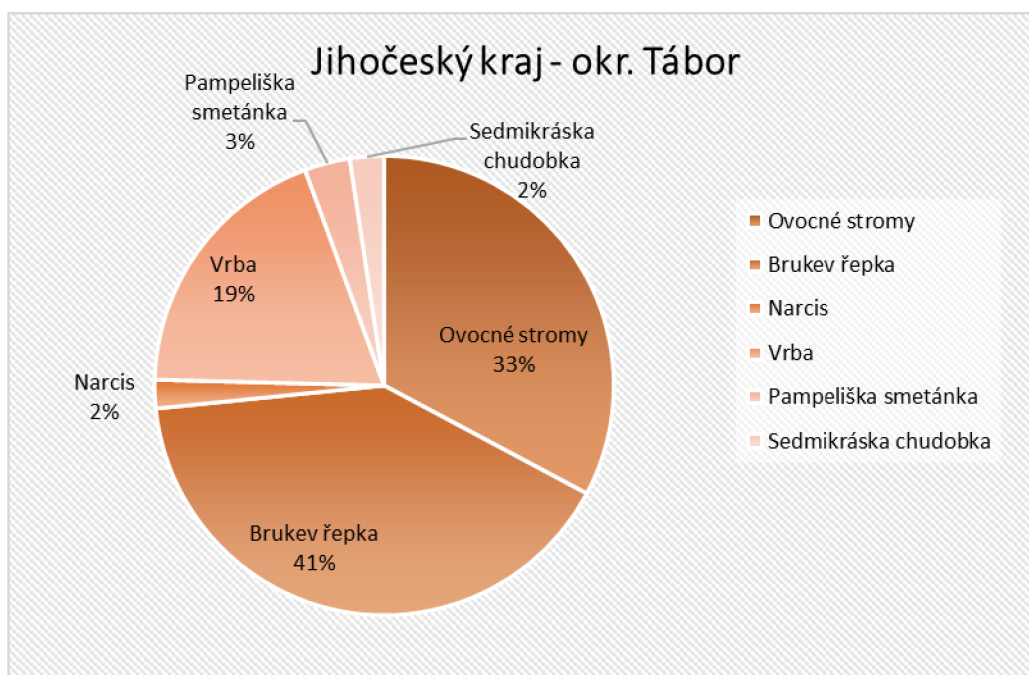


Graf 10: Vyhodnocení pylových zrn z oblasti Brno – vesnice

Graf č. 9 znázorňuje pylové spektrum rostlin sebraných včelami z oblasti centra Brna. Nejčetněji byla zastoupena pylová zrna řepky, a to 23,9 %. Druhá nejčetněji zastoupená pylová zrna byla z ovocných stromů (23,4 %). Rozdíl mezi dvěma nejvíce zastoupenými rostlinnými taxony je minimální rozdíl 0,5 %, tj. 13 pylových zrn. Dále byly zastoupeny dřeviny: lípa (14,7 %) a bříza (11,3 %). Pod hranicí 5 % zastoupení pylových zrn se skrývá 17 rostlinných taxonů. Významná pylodárná rostlina vrba se v oblasti vyskytuje s 4,7% zastoupením pylových zrn.

Z grafu č. 10 vyplývá, že na venkově Brna dominantně převládala pylová zrna ovocných stromů (30,2 %) a řepky (27,1 %). Dřeviny zaujaly 12,4 % celkového zastoupení v oblasti, a to ořešák (6,5 %) a lípa (5,9 %). Dalších 15 rostlinných taxonů nepřesáhlo hranici 5 % zastoupení pylových zrn v oblasti Brno venkov.

4.7 Jihočeský kraj, okres Tábor



Graf 11: Vyhodnocení pylových zrn z oblasti Tábora

V grafu č. 11 převládají pylová zrna řepky, a to 41% zastoupením v medu. Hojně zastoupeny jsou ovocné stromy, 33 % a pylová zrna vrby 19 %. Jedná se o jeden vzorek z této oblasti. Pod hranicí 5 % se pohybovaly zástupci bylin sedmikráska a pampeliška. Okrasná rostlina, tj. narcis byl zastoupen pouze 2 %.

4.8 Vliv druhové rozmanitosti medů na výskyt DWV

Během odebrání vzorků medů se současně odebíraly vzorky na detekci vybraných virových patogenů, např. Virus deformovaných křídel (DWV). DWV je v posledních letech hojně rozšířen na území ČR.

Tabulka 11: Výskyt viru deformovaných křídel na včelnicích

Kategorie (počet druhů rostlin v medu)	Počet včelnic prostých DWV	Počet včelnic pozitivně testovaných na přítomnost DWV
4–6	2	6
7–9	7	9
10–12	4	5

Na základě provedeného Pearsonova χ^2 testu se na hladině významnosti α 0,05, tj. s 95% spolehlivostí nepodařilo zamítnout nulovou hypotézu, která tvrdí, že druhová rozmanitost jednotlivých medů na včelnicích neovlivňuje výskyt viru deformovaných křídel (DWV) ($\chi^2= 0,91755$; $df=2$, $p=0,6321$). K validnějšímu výsledku by bylo nutné zahrnout do vyhodnocení více vzorků.

4.9 Úhyny v jednotlivých oblastech

Tabulka 12: Úhyny včelstev na sledovaných stanovištích

Oblast	Celkový počet	Počet stanovišť	Počet stanovišť
	stanovišť	bez úhynu	s úhynem
České Budějovice centrum	2	1	1
České Budějovice vesnice	4	1	3
Praha centrum	5	1	4
Praha vesnice	3	2	1
Šumava	5	4	1
Plzeň	5	2	3
Ostrava centrum	3	1	2
Ostrava vesnice	3	2	1
Brno město	4	3	1

Nejčetnější úhyny byly v centru Prahy, kdy došlo k úhynům na 4 stanovištích. Pouze jedno stanoviště bylo bez úhynu. České Budějovice venkov a Plzeň měly shodně 3 stanoviště kde došlo k úhynu včel. Nejméně zasaženou oblastí byla Šumava, kde bylo zasaženo pouze jedno stanoviště z celkových 5.

Na základě provedeného Pearsonova χ^2 testu se na hladině významnosti α 0,05, tj. s 95% spolehlivostí nepodařilo zamítnout nulovou hypotézu, která tvrdí, že druhová rozmanitost jednotlivých medů na včelnicích neovlivňuje úhyn ($\chi^2= 5.1$; $df=2$, $p=0.07808$). K validnějšímu výsledku by bylo nutné zahrnout do vyhodnocení více vzorků.

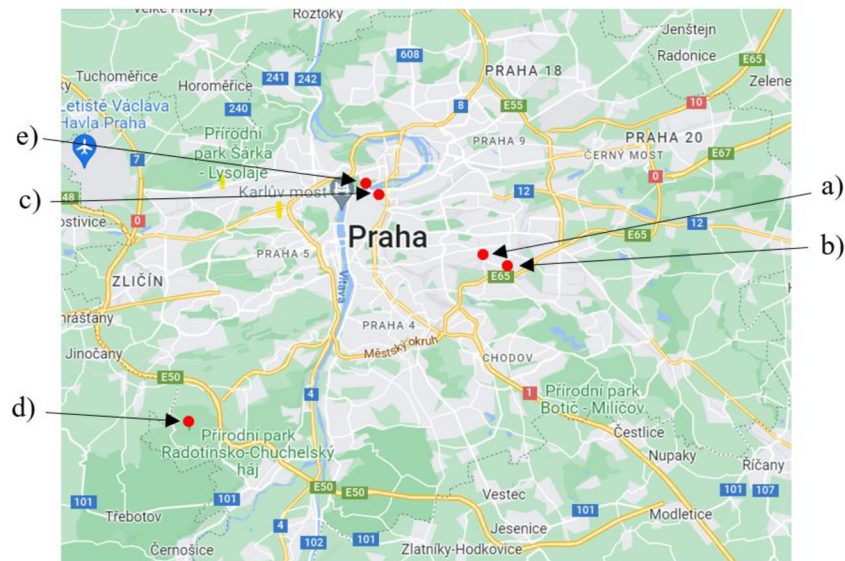
5 Diskuze

Ve všech zkoumaných oblastech, ze kterých byly získány vzorky medu, byla zjištěna převaha pylových zrn řepky a ovocných stromů, což odpovídá mému očekávání, neboť se jedná o významné pylodárné rostlinné druhy. Řepka je v současné době a v podmínkách, které v ČR panují, hlavním zdrojem energie v podobě nektaru i bílkovin v podobě pylu (ŠVAMBERK, 2019). Jednou z látek, která je typická pro řepkový med, je např. kaempferol, u kterého byly prokázány některé farmakologické účinky – např. protizánětlivé (KIM, *et al.*, 2016) a antioxidační účinky (DAR, *et al.*, 2017). Další z látek, která stojí za zmínku, může být rutin, který má antimikrobiální účinky (CHUA, *et al.*, 2013). Tyto látky zajišťují řepkovému medu jeho účinky, které využíváme my spotřebitelé při tzv. lidovém léčitelství, ale působí samozřejmě i na včely a mohou ovlivňovat jejich zdravotní stav. To mě přivedlo k myšlence statisticky vyhodnotit, zda má druhová rozmanitost pylových zrn v medu, tzn. druhová rozmanitost zdrojů snůšky statisticky významný vliv na úhyny včelstev, případně na výskyt některého virového onemocnění. Vzhledem k tomu, že v minulosti byly prováděny analýzy detekující virová onemocnění na včelnicích, ze kterých byly získány moje vzorky medu, snadno jsem získala potřebná data (ZAHRADNÍK, 2021).

Úhyny včelstev na jednotlivých stanovištích jsou velmi rozdílné. Na Šumavě byly úhyny pouze na jednom stanovišti z pěti. Na ostatních čtyřech stanovištích všechna včelstva 100 % přezimovala. V Ostravě venkov přezimovalo 100 % včelstev na dvou stanovištích a na jednom stanovišti byly úhyny, v centru Ostravy tomu bylo naopak. V Praze, v centru bylo pouze 1 stanoviště, kde přezimovala všechna včelstva a na čtyřech stanovištích vznikly úhyny. Na venkově Prahy byly dvě stanoviště 100% bez úhynu a jedno stanoviště s úhynem. Zajímavé je, že v centru Brna jsou 3 stanoviště, kde přezimovala všechna včelstva. Úhyny včelstev mají souvislost s DWV, neboť vir deformovaných křídel v posledních letech mezi včelstvy sílí. Nulovou hypotézu, že druhová rozmanitost zdrojů snůšky neovlivňuje úhyn včelstev se na hladině významnosti $p=0,05$ sice nepodařilo zamítnout, ale výsledek byl celkem těsný a věřím, že pokud by bylo zanalyzováno a do statistiky zahrnuto více vzorků medu, byl by vliv rozmanitosti snůšky na úhyny včelstev naopak potvrzen. Nulová hypotéza, která tvrdila, že druhová rozmanitost zdrojů snůšky neovlivňuje výskyt viru deformovaných křídel na včelnicích, také nebyla vyvrácena. Výsledky těchto statistických analýz tedy odpovídají tvrzení LI *et al.* (2014), který ve své studii uvádí, že vir byl nejčastěji

odhalen ve slabých včelstvech. Slabá včelstva, u kterých byl zjištěn vir deformovaných křídel, převážně přes zimní období zahynula, naopak silná včelstva s DWV zimní období přežila.

Předpokládala jsem, že v medech včel chovaných na venkově budou mít pylová zrna řepky větší zastoupení, než v medech včel chovaných v centrech měst. Tento předpoklad se mi podařilo potvrdit, i když jsem očekávala mnohem větší rozdíl, resp. neočekávala jsem, že v medech z centra měst bude jejich výskyt tak vysoký. Variabilita botanických druhů v hlavním městě byla velká – činila 21 determinovaných rostlinných druhů pylových zrn. Zavádějící bylo velké zastoupení řepky, neboť z pěti stanovišť byla pylová zrna ve velkém zastoupení pouze na třech stanovištích (na obr. č. 9 označeny písmeny a, b a d). Vzorek označený písmenem d, ve kterém jsem téměř 64 % pylových zrn určila za pylová zrna řepky, se nachází na okraji Prahy a bylo by tedy lepší ho zařadit do skupiny medů z venkova. Med s takto vysokým zastoupením pylových zrn jednoho botanického druhu můžeme jednoznačně označit za řepkový med, jak uvádí LOUVEAUX, *et al.* (2015). Medy ze zbylých dvou stanovišť měly zastoupení řepkových pylových zrn pouze 13,6 % (vzorek e) a 1,6 % (vzorek c). Vzhledem k vysoké pylodárnosti řepky dochází k hojnému výskytu řepkového pylu v medu i v případě, že vlastní nektar, ze kterého včely med tvořily, pochází spíše z jiných rostlin. Zároveň je ale nutné zmínit i vysokou nektarodárnost řepky, díky které je tento rostlinný druh hojně navštěvován v době květu více, než ostatní rostlinné taxony (STEJSKALOVÁ, 2017).



Obrázek 9: Mapa Prahy s vyznačenými stanovišti hodnocených včelstev (převzato z: Mapy Google)

Medy z centra Prahy jsou zajímavé také relativně vysokým obsahem pylových zrn z lípy. U lipových medů bývají pylová zrna lípy typicky podhodnocena, podobně jako u rozmarýny, šalvěje, vojtěšky či akátu. Podle LOUVEAUX, *et al.* (2015) svědčí zastoupení pylových zrn z lípy v rozmezí 20-30 % o tom, že se jedná převážně o lipový med. Vzorek medu, který byl na mapě označen písmenem c, obsahoval 26 % pylových zrn z lípy a pouze 1,6 % pylových zrn z řepky. S klidem ho tedy můžeme označit za lipový med. Průměrně se v medech z centra Prahy vyskytovalo 16,5 % pylových zrn z lípy. Tento vysoký výskyt odpovídá tomu, že lípa je velmi častým stromem vysazovaným v městských výsadbách a parcích.

Na venkově v okolí Prahy byla převládající pylová zrna řepky. Podle předpokladu se na venkově Prahy vyskytovaly dřeviny v podobě ovocných stromů (33 %), které jsou pro včely chované na našem území také velmi dobrým zdrojem nektaru i pylu, jak tvrdí ŠVAMBERK (2019), dále pak vrby (8,1 %) a břízy (4,3 %). Tyto dřeviny jsou charakteristické pro jarní pastvu. Velké zastoupení měla svazenka v průměru 7,7 %. Plochy porostů svazenky se v posledních letech rozrůstají, neboť se používá jako zelené hnojení či krmivo pro dobytek. Její výhodou je její velká medonosnost a dlouhá doba kvetení, díky které se také vysévá jako meziplodina či protierozní plodina do zelených pásů, kde poskytuje velmi cenný zdroj potravy nejen pro včely, ale i pro ostatní opylovače (BURZYŇSKA, *et al.*, 2022).

V medech včel chovaných v centru Českých Budějovic se nacházela v nejvyšším zastoupení (průměrně 31 %) pylová zrna řepky. Toto vysoké číslo může být

překvapující, ale je způsobeno pravděpodobně faktem, že České Budějovice jsou poměrně malé město a vzdušná vzdálenost z centra k nejbližším zemědělsky využívaným plochám není velká.

Medy sbírané na venkově, v okolí Českých Budějovic obsahovaly převážně pylová zrna ovocných stromů a řepky. Na venkově byla větší variabilita rostlinných taxonů, než ve městě, což neodpovídá mému očekávání. Očekávala jsem, že ve městech bude variabilita pylových zrn v medu větší díky výsadbám okrasných dřevin a bylin. Oproti centru se na venkově vyskytovala pylová zrna svazenky, která je při optimálních povětrnostních podmínkách vynikající medonosná rostlina. Dále se na venkově vyskytovaly taxonomické druhy, které lze vidět na louce, např. jitrocel, pampeliška, řebčík, či sedmikráska. Oproti centru se na venkově vyskytovala pylová zrna vrby, která je významnou pylodárnou a nektarodárnou rostlinou pro včely v předjaří (ONDŘEJ, 2022). Českobudějovicko (resp. celé Jižní Čechy) je typické vysokým výskytem rybníků, mokřadů a vlhkých luk, kde jsou vrby dominantními botanickými druhy.

Z oblasti centra Ostravy byly nejvíce zastoupeným taxonem ovocné stromy (27,6 %), dále řepka (21,7 %) a dřeviny (32,6 %), jako jsou např. bříza, lípa, kaštan, které se převážně vyskytují v městských parcích. Na venkově v okolí Ostravy bylo u vzorků determinováno široké spektrum rostlinných taxonů typických pro venkovskou krajinu. Bylo determinováno poměrně velké množství netýkavkovitých (5,7 %), které bylo pro mne překvapením a s jejichž determinací jsem měla problém. Pylové zrno netýkavky má specifický tvar velmi odlišný od ostatních pylových zrn. Toto pylové zrno jsem pozorovala pouze ve čtyřech vzorcích medu – ve dvou medech z Plzeňska, v jednom vzorku z Ostravy a jednom vzorku medu z Brna. Podle očekávání měla pylová zrna řepky menší zastoupení v medech z centra Ostravy, než z jejího okolí.

V centru Brna byly dominantní ovocné stromy (23,4 %) společně s řepkou (23,9 %). Dřeviny, kromě ovocných stromů, byly na tomto území zastoupeny z 37,4 % např. akát, lípa, bříza, ořešák, olše, dub a vrba. Akát byl ze všech vzorků zastoupen pouze na území Brna - město. Bylinná složka se skládala z typických lučních rostlinných taxonů, např. jitrocel, psárka, sedmikráska aj. Naopak na venkově se vyskytoval Šeřík, který je lákadlem pro opylovače v jarních měsících (YANG *et al.*, 2023).

Z celkového počtu 62 vzorků medů bylo zahrnuto do hodnocení pouze 44. Zbývajících 18 vzorků nedosáhlo požadovaného množství pylových zrn, abych je mohla zahrnout do hodnocení. Mikroskopické vyhodnocení vzorků bylo provedeno 2 – 3 roky po vytočení medu, proto mohlo dojít k částečnému zkreslení výsledků, tj. částečné degradaci pylových zrn. Některé medy však neobsahovaly pylová zrna téměř vůbec. Předpokládám, že dotyční včelaři odevzdali k analýze omylem med medovicový, který včely vyrábí z medovice vylučované některými hmyzími škůdci (HARAGSIM, 2016).

6 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo provést kvalitativní pylovou analýzu sedimentů u vzorků medů, které byly odebrány z různých stanovišť na území České republiky, porovnat druhovou rozmanitost zdrojů medné snůšky v centru větších měst a jejich okolí a zjistit potenciální vliv druhové rozmanitosti zdrojů medné snůšky na úhyn včelstev či výskyt virových onemocnění.

V průběhu kvalitativní analýzy se mi podařilo determinovat celkem 22 000 pylových zrn 40ti rostlinných taxonů ve 44 vzorcích medů. Nejčetnější byly ovocné stromy (30,4 %), řepka (25,4 %) a lípa (10,0 %).

V šesti sledovaných oblastech (centrum Prahy, okolí Prahy, centrum Brna, Tábořsko, okolí Ostravy, centrum Českých Budějovic) se nejčastěji vyskytovala řepková pylová zrna. V dalších čtyřech oblastech (okolí Českých Budějovic, Šumava, centrum Ostravy, okolí Brna) byly dominantní ovocné stromy, a to převážně na vesnicích. Větší druhová rozmanitost byla převážně na venkově z důvodu bohatší včelí pastvy, než v centrech větších měst. Ve sledovaných oblastech se nacházela velká druhová rozmanitost a poskytovala včelám dostatek výživy. Vliv druhové rozmanitosti pylových zrn v medu, tzn. druhové rozmanitosti zdrojů snůšky na úhyn a výskyt virových onemocnění ve včelstvech po celé ČR nebyl statisticky významný.

Seznam použité literatury

1. AHMAD, D. *et al.* (2020). New Insights into the Biological and Pharmaceutical Properties of Royal Jelly. *International Journal of Molecular Science*. 21(2), 382. Dostupné z: doi:10.3390/ijms21020382
2. AHMAD, N.M *et al.* (2023). Membrane-processed honey samples for pollen Characterization with Health benefits. *Chemosphere*. 319(1), 1-5. Dostupné z: doi: 10.1016/j.chemosphere.2023.137994
3. ALBARIDI, N.A. (2019). Antibacterial Potency of Honey. *International Journal of Molecular Science*. 1, 1-10. Dostupné z: doi: 10.1155/2019/2464507
4. ANKLAN, E. (1993). A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey. *Food Chemistry*. 63(4), 549-562. Dostupné z: doi: 10.1016/S0308-8146(98)00057-0
5. ARDALANI, H. *et al.* (2021). Metabolomics unveils the influence of dietary phytochemicals on residual pesticide concentrations in honey bees. *Environment International*. Dostupné z: doi: 10.1016/j.envint.2021.106503
6. ATKIN, S.L. *et al.* (2011). UV and visible light screening by individual sporopollenin exines derived from *Lycopodium clavatum* (club moss) and *Ambrosia trifida* (giant ragweed). *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jphotobiol.2010.12.005
7. BADEN-BÖHM, F. *et al.* (2022). Response of honeybee colony size to flower strips in agricultural landscapes depends on areal proportion, spatial distribution and plant composition. *Basic and Applied Ecology*. 60, 123-138. Dostupné z: doi: 10.1016/j.baae.2022.02.005
8. BAILEY, L. & BALL, B.V. (1991). Honey bee panthology. Second edition. *Elsevier Science*. ISBN 978-0-12-073481-8.
9. BARHATE, R.D. *et al.* (2002). Processing of honey using polymeric microfiltration and ultrafiltration membranes. *Journal of Food Engineering*. 60(1), 49-54. Dostupné z: doi: 10.1016/S0260-8774(03)00017-7

-
10. BASARI, N *et al.* (2021). Flowers morphology and nectar concentration determine the preferred food source of stingless bee, *Heterotrigona itama*. *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 24(2), 232-236. Dostupné z: doi: 10.1016/j.aspen.2021.02.005
 11. BECKEROVÁ, D. (2017). Jak si spolu povídají včely? Ve zvířecí říši zcela unikátním tancem. [online] *Masarykova univerzita*. [cit. 2023-02-15]. Dostupné z: <https://www.em.muni.cz/vite/9613-jak-roztancit-vcelu-jednoduse-dejte-ji-kvetinu>
 12. BERRETTA, A.A. *et al.* (2020). Propolis and its potential against SARS-CoV-2 infection mechanisms and COVID-19 disease. *Biomed Pharmacother*. 131, 315-320. Dostupné z: doi: 10.1016/j.biopha.2020.110622
 13. BLACKISTON, H. (2020). Beekeeping For Dummies. 5th edition. *John Wiley & Sons, Inc.*, New Jersey. ISBN 978-1-119-70258-0.
 14. BROWN, M. *et al.* (2009). The conservation of bees: A global perspective. *Apidologie*. 40(3), 410-416. Dostupné z: doi: 10.1051/apido/2009019
 15. BURZYŇSKA, *et al.*, (2022). Svazkový med pod lupou, *Moderní včelař*. 1, 30-31.
 16. ČIRIĆ, J. *et al.* (2022). Chemical composition of bee bread (perga), a functional food: A review. *Journal of Trace Elements and Minerals*. 2(1), 100038. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jtemin.2022.100038
 17. CORBY-HARRIS *et al.* (2022). Diet and pheromones interact to shape honey bee (*Apis mellifera*) worker physiology. *Journal of Insect Physiology*. 143, 8-9. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jinsphys.2022.104442
 18. ČSÚ, (2022). *Spotřeba potravin - 2021*. [online] [2023-01-18]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-2021>
 19. DAR, R. A., *et al.*, (2017). Evaluation of antioxidant activity of crocin, podophyllotoxin and kaempferol by chemical, biochemical and electrochemical assays. *Arabian journal of chemistry*, 10, 1119-1128.
 20. DMITRUK, M. *et al.* (2022). Plants enhancing urban pollinators: Nectar rather than pollen attracts pollinators of *Cotoneaster* species. *Urban Forestry & Urban Greening*. 74, 241-270. Dostupné z: doi: 10.1016/j.ufug.2022.127651
 21. DZUGAN, M. *et al.* (2020). Physicochemical quality parameters, antibacterial properties and cellular antioxidant activity of Polish buckwheat honey. *Food Bioscience*. 34, 100538. Dostupné z: doi: 10.1016/j.fbio.2020.100538

-
22. EL-AIDY, W. *et al.* (2015). Evaluation of propolis, honey, and royal jelly in amelioration of peripheral blood leukocytes and lung inflammation in mouse conalbumin-induced asthma model. *Saidy Journal of Biological Sciences*. 22(6), 780-788. Dostupné z: doi: 10.1016/j.sjbs.2014.11.005
 23. ESCRICHE, I. *et al.* (2023). An overview of the challenges when analysing pollen for monofloral honey classification. *Food Control*. 143(1), 4-6. Dostupné z: doi: 10.1016/j.foodcont.2022.109305
 24. FRANK, R. (2010). Zázračný med. Vikend, Libeznice. ISBN 978-80-7433-024-7.
 25. GALLAI, N. *et al.* (2009). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*. 68(3), 810-821. Dostupné z: doi: 10.1016/j.ecolecon.2008.06.014
 26. GARCÍA-TENESACA, M. *et al.* (2018). Influence of Botanical Origin and Chemical Composition on the Protective Effect against Oxidative Damage and the Capacity to Reduce In Vitro Bacterial Biofilms of Monofloral Honeys from the Andean Region of Ecuador. *International Journal of Molecular Science*. 19(1), 45. Dostupné z: doi: 10.3390/ijms19010045
 27. GOBIN, I. *et al.* (2018). Antibacterial potential of Croatian honey against antibiotic resistant pathogenic bacteria. *Med Glas*. 15(2), 139-144. Dostupné z: doi: 10.17392/951-18
 28. GUO, J. *et al.* (2021). Active components and biological functions of royal jelly. *Journal of Functional Foods*. 82(1), 8-11. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jff.2021.104514
 29. HARAGSIM, O., (2016). Medovice a včely, *Brázda*. ISBN: 978-80-209-0414-0
 30. HOU, J. *et al.* (2019). Simultaneous determination of ten neonicotinoid insecticides and two metabolites in honey and Royal-jelly by solid-phase extraction and liquid chromatography-tandem mass spektrometry. *Food Chemistry*. 270(1), 204-213. Dostupné z: doi: 10.1016/j.foodchem.2018.07.068
 31. HUANG, Z. (2019). Honey Bee Nutrition. [online] *Bee Health* [cit. 2023-02-18]. Dostupné z: <https://bee-health.extension.org/honey-bee-nutrition/>

-
32. HÝBL, M. *et al.* (2021). Polyphenols as Food Supplement Improved Food Consumption and Longevity of Honey Bees (*Apis mellifera*) Intoxicated by Pesticide Thiacloprid. *Insects*. 12,572. Dostupné z: doi: 10.3390/insects12070572
 33. CHUA, L. S., (2013). A review on plant-based rutin extraction methods and its pharmacological activities. *Journal of ethnopharmacology*, 150 (3), 805-817.
 34. ISENGARD, H. (2003). Water determination in honey—Karl Fischer titration, an alternative to refractive index measurements? *Food Chemistry*. 82(1), 151-154. Dostupné z: doi: 10.1016/S0308-8146(02)00543-5
 35. ISLAM, K. *et al.* (2022). An investigation of the suitability on melissopalynology to authenticate Jarrah honey. *Current Research in Food Science*. 5, 506-514. Dostupné z: doi: 10.1016/j.crfs.2022.02.014
 36. JIANG, W. *et al.* (2021). Quantification of major royal jelly proteins using ultra performance liquid chromatography tandem triple quadrupole mass spectrometry and application in honey authenticity. *Journal of Food Composition and Analysis*. 97(1), 48-62. Dostupné z: 10.1016/j.jfca.2021.103801
 37. KALA, J. (2003). Důkaz o doletu včel za snůškou. *Včelařské noviny*. [cit. 2023-01-30]. Dostupné z: <https://www.vcelarskenoviny.cz/index.php/joomla-page/54-vcelarska-praxe/21-dukaz-o-doletu-vcel-za-snuskou>
 38. KARABAGIAS, I.K. *et al.* (2020). A decisive strategy for monofloral honey authentication using analysis of volatile compounds and pattern recognition techniques. *Microchemical Journal*. 152, 104263. Dostupné z: doi: 10.1016/j.microc.2019.104263
 39. KAŠKONIENE, V. *et al.* (2020). Antimicrobial and antioxidant activities of natural and fermented bee pollen. *Food Bioscience*. 34(1), 100532. Dostupné z: doi: 10.1016/j.fbio.2020.100532
 40. KAVAS, N. (2022). Functional probiotic yoghurt production with royal jelly fortification and determination of some properties. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 28(1), 2-5. Dostupné z: doi: 10.1016/j.ijgfs.2022.100519
 41. KHALIFA, S. A. M. *et al.* (2020). Recent insights into chemical and pharmacological studies of bee bread. *Trends in Food Science & Technology*. 97(1), 300-316. Dostupné z: doi: 10.1016/j.tifs.2019.08.021
-

-
42. KHAN, K.A. *et al.* (2022). Honey bee (*Apis mellifera*) colony performance and queen fecundity in response to different nutritional practices. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 29(5), 3151-3156. Dostupné z: doi: 10.1016/j.sjbs.2022.01.056
43. KIELISZEK, M. *et al.* (2018). Pollen and bee bread as new health-oriented products: A review. *Trends in Food Science & Technology*. 71(1), 170-180. Dostupné z: doi: 10.1016/j.tifs.2017.10.021
44. KIM, O.k. K., *et al.* (2016). Effect of *Cudrania tricuspidata* and kaempferol in endoplasmic reticulum stress-induced inflammation and hepatic insulin resistance in HepG2 cells. *Nutrients*, 8(1), 59-65. Dostupné z: doi: 10.3390/nu8010060
45. KLEIN, A.M. *et al.* (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 274(1608), 303-313. Dostupné z: doi: 10.1098/rspb.2006.3721
46. KOCOT, J. *et al.* (2018). Antioxidant Potential of Propolis, Bee Pollen, and Royal Jelly: Possible Medical Application. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 3(1), 1-29. Dostupné z: doi: 10.1155/2018/7074209
47. KOČÁNIOVÁ, M. *et al.* (2022). Antimicrobial and Antioxidant Activity of Different Honey Samples from Beekeepers and Commercial Producers. *Antibiotics*. 11(9), 1163. Dostupné z: doi: 10.3390/antibiotics11091163
48. KONRAD, R. *et al.* (2009). Honeydew feeding in the solitary bee *Osmia bicornis* as affected by aphid species and nectar availability. *Journal of Insect Physiology*. 55(12), 1158-1166. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jinsphys.2009.08.012
49. KRUŽÍK, V. *et al.* (2020). Charakterizace medu vyprodukovaného v České republice. *Výživa a potraviny*. Vyd. 5. Společnost pro výživu. ISSN 1211-846X.
50. LACHMANN, J. *et al.* (2010). Evaluation of antioxidant activity and total phenolics of selected Czech honeys. *LWT – Food Science and Technology*. 43(1), 52-58. Dostupné z: doi: 10.1016/j.lwt.2009.06.008
51. Li, Ch. *et al.* (2023). Analysis of automatic image classification methods for Urticaceae pollen classification, *Neurocomputig*. 522(1), 181-193. Dostupné z: doi: 10.1016/j.neucom.2022.11.042
-

-
52. LI, J.L. *et al.* (2014). Systemic Spread and Propagation of a Plant-Pathogenic Virus in European Honeybees, *Apis Mellifera*. *mBio*. 5(1), 2-10. Dostupné z: doi: 10.1128/mBio.00898-13
53. LOUVEAUX, J. *et al.* (1978). Methods of melissopalynology, *Bee world*, 59 (4), 139-157.
54. MAGNAVACCA, A. *et al.* (2022). The antiviral and immunomodulatory activities of propolis: An update and future perspectives for respiratory diseases. *Medical Research Reviews*. 42(2), 897-945. Dostupné z: doi: 10.1002/med.21866
55. MĂRGĂOAN, R. *et al.* (2021). Bee collected pollen as a value-added product rich in bioactive compounds and unsaturated fatty acids: A comparative study from Turkey and Romania. *LWT – Food Science and Technology*. 149(1), 4-11. Dostupné z: doi: 10.1016/j.lwt.2021.111925
56. MILONE, P. *et al.* (2021). Colony-level pesticide exposure affects honey bee (*Apis mellifera* L.) royal jelly production and nutritional composition. *Chemosphere*. 263(1), 1-3. Dostupné z: doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.128183
57. MOGA, M. A. *et al.* (2020). Royal Jelly—A Traditional and Natural Remedy for Postmenopausal Symptoms and Aging-Related Pathologies. *Molecules*. 25(14), 3291. Dostupné z: doi: 10.3390/molecules25143291
58. MOLAN, P. & RHODES, T. (2015). Honey: A Biologic Wound Dressing. *Wounds*. 6(2), 141-151. Dostupné z: PMID: 26061489
59. MRÁZ, P. *et al.* (2021). Screening of Honey Bee Pathogens in the Czech Republic and Their Prevalence in Various Habitats. *Insects*. 12,1051. Dostupné z: doi: 10.3390/insects12121051
60. ODDO, L. P. *et al.* (2004). Main European unifloral honeys: descriptive sheets. *Apidologie*. 35, 38-81. Dostupné z: doi: 10.1051/apido:2004049
61. OHE, W. *et al.* (2004). Harmonized methods of melissopalynology. *Springer Verlag*. 35(1), 18-25. Dostupné z: doi: 10.1051/apido:2004050
62. ONDŘEJ, V. (2022). Včelí pastva v krajině. *Powerprint*. ISBN: 9788075685056
63. OREY, C. (2011). Zázračná síla medu. 1. vyd. *Kensington Books*, New York. ISBN 978-80-249-1932-4.
-

-
64. OTERIS, J. *et al.* (2019). Building an automatic pollen monitoring network (ePIN): Selection of optimal sites by clustering pollen stations. *Science of The Total Environment*. 688(1), 1263-1274. Dostupné z: doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.06.131
65. OZEGBOGU, M. O. (2021). Identifying the scene of a crime through pollen analysis. *Science & Justice*. 61(3), 205-213. Dostupné z: doi: 10.1016/j.scijus.2020.12.002
66. PAKEMAN, R. J. & STOCKAN, J. (2013). Using plant functional traits as a link between land use and bee foraging abundance. *Acta Oecologica*. 50, 32-39. Dostupné z: doi: 10.1016/j.actao.2013.04.004
67. PARAY, B. A. *et al.* (2021). Honeybee nutrition and pollen substitutes: A review. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 28(1), 1167-1176. Dostupné z: doi: 10.1016/j.sjbs.2020.11.053
68. PAULIUC, D. *et al.* (2020). Raspberry, Rape, Thyme, Sunflower and Mint Honeys Authentication Using Voltammetric Tongue. *Sensors*. 20(9), 2565. Dostupné z: doi: 10.3390/s20092565
69. PERNAL, S. (2021). The Social Life of Honey Bees. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 37(3), 387-400. Dostupné z: doi: 10.1016/j.cvfa.2021.06.012
70. PLEVA (2016). Co je květový pyl? [online] Pleva [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: <https://www.pleva.cz/advisor/co-je-to-kvetovy-pyl>
71. PROCHÁZKOVÁ, M. *et al.* (2020). Virion structures and genome delivery of honeybee viruses. *Current Opinion in Virology*. 45(1), 17-24. Dostupné z: doi: 10.1016/j.coviro.2020.06.007
72. PU, Y. *et al.* (2023). Advances in propolis and propolis functionalized coatings and films for fruits and vegetables preservation. *Food Chemistry*. 414, 1583-1835. Dostupné z: doi: 10.1016/j.foodchem.2023.135662
73. RADEROVÁ, R. *et al.* (2022). Pollen collection by honey bee hives in almond orchards indicate diverse diets. *Basic and Applied Ecology*. 64(1), 68-78. Dostupné z: doi: 10.1016/j.baae.2022.07.006
74. RIPARI, N. *et al.* (2021). Propolis antiviral and immunomodulatory activity: a review and perspectives for COVID-19 treatment. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 73(3), 281-299. Dostupné z: doi: 10.1093/jpp/rgaa067

-
75. RIVERA-YAÑEZ, N. *et al.* (2021). Biomedical Properties of Propolis on Diverse Chronic Diseases and Its Potential Applications and Health Benefits. *Nutrients*. 13(1), 78. Dostupné z: doi: 10.3390/nu13010078
76. RUEPPEL, O. *et al.* (2016). Ties between ageing plasticity and reproductive physiology in honey bees (*Apis mellifera*) reveal a positive relation between fecundity and longevity as consequence of advanced social evolution. *Current Opinion in Insect Science*. 16, 64-68. Dostupné z: doi: 10.1016/j.cois.2016.05.009
77. SAKAGAMI, K. *et al.* (2018). A diverse assemblage of moths feeding on aphid honeydew. *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 21(1), 413-416. Dostupné z: doi: 10.1016/j.aspen.2018.01.019
78. SALAZAR-GONZÁLES, C.Y. *et al.* (2022). Characterization of carotenoid profile and α -tocopherol content in Andean bee pollen influences by harvest time and particle size. *LWT – Food Science and Technology*. 170, 8-9. Dostupné z: doi: 10.1016/j.lwt.2022.114065
79. SCHANZMANN, H. *et al.* (2022). Differentiation of Monofloral Honey Using Volatile Organic Compounds by HS-GCxIMS. *Molecules*. 27(21), 7554. Dostupné z: doi: 10.3390/molecules27217554
80. SCHMIDT, J. O. (2000). Chemical Composition and Application. *Bee products*. 15-26. Dostupné z: doi: 10.1007/978-1-4757-9371-0_2
81. SCHMITT, A. *et al.* (2021). Nectar antimicrobial compounds and their potential effects on pollinators. *Current Opinion in Insect Science*. 44(1), 55-63. Dostupné z: doi: 10.1016/j.cois.2021.03.004
82. *Směrnice Rady 2001/110/ES ze dne 20. prosince 2001 o medu*. Dostupné z: EU: Úřední věstník Evropských společenství, 2001, ročník 13, číslo 27
83. SONG, X. *et al.* (2020). Detection of adulteration in Chinese monofloral honey using ^1H nuclear magnetic resonance and chemometrics. *Journal of Food Composition and Analysis*. 86, 103390. Dostupné z: doi: 10.1016/j.jfca.2019.103390
84. SOOKLIM, CH. *et al.* (2022). Enhanced aroma and flavour profile of fermented *Tetragonula pagdeni* Schwarz honey by a novel yeast *T. delbrueckii* GT-ROSE1 with superior fermentability. *Food Bioscience*. 50 (A), 1-3. Dostupné z: 10.1016/j.fbio.2022.102001
-

-
85. STARR, CH. K. (2020). Encyclopedia of Social Insects. *Springer*, Berlin. Str. 498-500. Dostupné z: doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-28102-1_61
86. STEJSKALOVÁ, M. *et al.*, (2017). Mají hybridní odrůdy řepky negativní vliv na včely? *Úroda*. 65(11) 34-38.
87. SUHAROSCHI, R. *et al.* (2022). Honey botanical origin and honey-specific protein pattern: Characterization of some European honeys. *LWT – Food Science and Technology*. 154, 376-520. Dostupné z: doi: 10.1016/j.lwt.2021.112883
88. ŠVAMBERK, V. (2019). Včelí pastva rostliny známé i neznámé. 2. vyd. Májka spolek pro rozvoj včelařství. ISBN: 978-80-88045-05-2.
89. TENA, A. *et al.* (2018). The influence of aphid-produced honeydew on parasitoid fitness and nutritional state: A comparative study. *Basic and Applied Ecology*. 29(1), 55-68. Dostupné z: doi: 10.1016/j.baae.2018.04.003
90. TITĚRA, D. (2013). Včelí produkty mýtů zbavené: med, vosk, pyl, mateří kašička, propolis, včelí jed. Vyd. 2. Praha: *Brázda*, 2013. ISBN 978-80-209-0398-3.
91. TRUONG, A. *et al.* (2023). Prevalence of honey bee pathogens and parasites in South Korea: A five-year surveillance study from 2017 to 2021. *Heliyon*. 9(2), 2-4. Dostupné z: doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e13494
92. TSURADA, J. M. (2021). Honey Bee Nutrition. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 37(3), 505-519. Dostupné z: doi: 10.1016/j.cvfa.2021.06.006
93. Včelařství (2017). Lipový med. [online] *Včelařství* [cit. 2023-02-20]. Dostupné z: <https://vcelarstvicb.cz/lipovy-med/>
94. Včelařství (2023). Včelařsky významné rostliny, 1-2. [cit. 2023-02-15]. Dostupné z: <https://www.vcelarstvi.cz/dokumenty-cms/vcelarsky-vyznamne-rostliny-1-.pdf>
95. VESELÝ, V. *et al.* (2013). Včelařství. 3. vyd. *Brázda, s.r.o.* ISBN: 978-80-209-0399-0.
96. VIRGILIOU, C. *et al.* (2019). A targeted approach for studying the effect of sugar bee feeding on the metabolic profile of Royal Jelly. *Journal of Chromatography A*. 1616(1), 5-8. Dostupné z: doi: 10.1016/j.chroma.2019.460783
-

-
97. VON DER OHE, W. *et al.* (2004). Harmonized methods of melissopalynology. *Apidologie*. 35, 18-25.
98. Vyhláška š. 76/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládou a čokoládové bonbony. [cit. 2022-12-15] Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-76#oddil1>
99. WATANABE, CH. *et al.* (2023). New acylated flavonoid isolated from Thai bee pollen using molecular networking analysis and determination of its catechol-O-methyltransferase inhibitory activity. *Phytochemistry Letters*. 53(1), 239-244. Dostupné z: doi: 10.1016/j.phytol.2023.01.003
100. WEN, X. *et al.* (2021). Pesticide residues in the pollen and nectar of oilseed rape (*Brassica napus* L.) and their potential risks to honey bees. *Science of The Total Environment*. 786(1), 147443. Dostupné z: doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.147443
101. WILCZYŃSKÁ, A. (2010). Phenolic content and antioxidant activity of different types of polish honey - A short report. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 60(4), 309-313. ISSN 122300322
102. WOODCOCK, B. A. *et al.* (2013). Crop flower visitation by honeybees, bumblebees and solitary bees: Behavioural differences and diversity responses to landscape. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 171(1), 1-8. Dostupné z: doi: 10.1016/j.agee.2013.03.005
103. YANG, Z. *et al.* (2023). Volatile secondary metabolome and transcriptome analysis reveals distinct regulation mechanism of aroma biosynthesis in *Syringa oblata* and *S. vulgaris*. *Plant Physiology and Biochemistry*. 196, 965-973. Dostupné z: doi: 10.1016/j.plaphy.2023.03.003
104. YEAMAMOTO, A. *et al.* (2002). A new nonpeptide tachykinin NK1 receptor antagonist isolated from the plants of compositae. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*. 50(1), 47-52. Dostupné z: doi: 10.1248/cpb.50.47
105. ZAHRADNÍK, V. (2021). Monitoring výskytu virů DWV, BQCV a CBPV ve včelstvech na území ČR, *Diplomová práce FZT JU*.
106. ZHOU, J. *et al.* (2012). Protective effects of buckwheat honey on DNA damage induced by hydroxyl radicals. *Food and Chemical Toxicology*. 50(8), 2766-2773. Dostupné z: doi: 10.1016/j.fct.2012.05.046
-

Seznam obrázků

Obrázek 1: Informace létavek o zdroji pastvy osmičkovitou figurou v určitém směru (převzato z: www.em.muni.cz)	8
Obrázek 2: Vývojový cyklus včel (Blackiston, 2021)	9
Obrázek 3: Údržnost ovoce a zeleniny pomocí propolisu (převzato od Pu et al., 2023)	17
Obrázek 4: Obarvené pylové zrno borovice pod mikroskopem (Foto: vlastní).....	26
Obrázek 5: Obarvené pylové zrno ořešáku (Foto: vlastní)	26
Obrázek 6: Vzorek č. 19 pod mikroskopem (Foto: vlastní).....	28
Obrázek 7: Vzorek č. 11 pod mikroskopem (Foto: vlastní).....	29
Obrázek 8: Vzorek č. 57 pod mikroskopem (Foto: vlastní).....	29
Obrázek 9: Mapa Prahy s vyznačenými stanovišti hodnocených včelstev (převzato z: Mapy Google)	42

Seznam tabulek

Tabulka 1: Spotřeba medu na obyvatele za rok (ČSÚ, 2022).....	12
Tabulka 2: Fyzikální a chemické požadavky (Vyhláška č. 76/2003 Sb.).....	14
Tabulka 3: Odběr vzorků České Budějovice	23
Tabulka 4: Odběr vzorků Šumava.....	24
Tabulka 5: Odběr vzorků Praha	24
Tabulka 6: Odběr vzorků Plzeň.....	24
Tabulka 7: Odběr vzorků Ostrava	25
Tabulka 8: Odběr vzorků Brno	25
Tabulka 9: Odběr vzorků – ostatní.....	25
Tabulka 10: Seznam referenčních vzorků.....	27
Tabulka 11: Výskyt viru deformovaných křídel na včelnicích.....	38
Tabulka 12: Úhyny včelstev na sledovaných stanovištích.....	39

Seznam grafů

Graf 1: Vyhodnocení pylových zrn z oblasti České Budějovice – město.....	30
Graf 2: Vyhodnocení pylových zrn z oblasti České Budějovice – vesnice	30
Graf 3: Vyhodnocení pylových zrn z oblasti Praha – město.....	31
Graf 4: Vyhodnocení pylových zrn z oblasti Praha – vesnice	32
Graf 5: Vyhodnocení pylových zrn z oblasti Plzeň - vesnice	33
Graf 6: Vyhodnocení pylových zrn z oblasti Šumava	34
Graf 7: Vyhodnocení pylových zrn z oblasti Ostrava – město	35
Graf 8: Vyhodnocení pylových zrn z oblasti Ostrava – vesnice	35
Graf 9: Vyhodnocení pylových zrn z oblasti Brno – město.....	36
Graf 10: Vyhodnocení pylových zrn z oblasti Brno – vesnice	37
Graf 11: Vyhodnocení pylových zrn z oblasti Tábora	38