

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2017

Dominika Friedlová

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA EKOLOGIE



PATOGENY A PARAZITÉ *APIS MELLIFERA*
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Pavel Jakubec, Ph.D.

Bakalant: Dominika Friedlová

2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Dominika Friedlová, DiS.

Aplikovaná ekologie

Název práce

Patogeny a parazité *Apis mellifera*

Název anglicky

Pathogens and parasites of *Apis mellifera*

Cíle práce

- Shrnout nejnovější poznatky o ekologii, fyziologii, domestikaci a využití včely medonosné (*Apis mellifera*)
- Popsat hlavní příčiny jejího ohrožení v podobě nemocí a parazitů a jejich projevy. Případně mechanismy přirozené obrany proti nim.
- Porovnat různé přístupy k ochraně včel a včelstev (přirozená vs. umělá, zákonná vs. alternativní)

Metodika

Zpracovat literární rešerši na dané téma.

Doporučený rozsah práce

30

Klíčová slova

Apis mellifera, parazitismus, patogeny, ekologie

Doporučené zdroje informací

- De Miranda JR, Bailey L, Ball B V, Blanchard P, Budge GE, Chejanovsky N, Chen Y, Gauthier L, Genersch E, Graaf DC De, Ribière M, Ryabov E, De Smet L, van der Steen JJM. 2013. Standard methods for virus research in Apis mellifera. Journal of Apicultural Research 52:1–56. DOI: 10.3896/IBRA.1.52.4.22.
- Dietemann V, Nazzi F, Martin SJ, Anderson DL, Locke B, Delaplane KS, Wauquiez Q, Tannahill C, Frey E, Ziegelmann B, Rosenkranz P, Ellis JD. 2013. Standard methods for varroa research. Journal of Apicultural Research 52:1–54. DOI: 10.3896/IBRA.1.52.1.09.
- Fries I, Chauzat, M-P, Chen Y-PP, Doublet V, Genersch E, Gisder, S, Higes M, McMahon DP, Martín-Hernández R, Natsopoulou M, Paxton RJ, Tanner G, Webster TC, Williams GR, Chauzat M-P, Gisder S. 2013. Standard methods for nosema research. Journal of Apicultural Research 52:1–28. DOI: 10.3896/IBRA.1.52.1.14.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Pavel Jakubec, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Elektronicky schváleno dne 21. 2. 2017

Ing. Jiří Vojar, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 2. 2017

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 17. 04. 2017

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Prohlašuji, že se tištěná verze shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze dne 25. dubna 2017

.....
Dominika Friedlová

Poděkování:

Ráda bych na tomto místě poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Pavlu Jakubcovi, Ph.D. za příjemnou spolupráci, cenné rady a podněty k přemýšlení. Mému muži za to, že společně sdílíme lásku ke včelám a mým dětem za trpělivost, kterou musely mít během mého studia.

Abstrakt:

V této bakalářské práci vyzdvihuji význam a.mellifera jako součást přirozeného řetězce, jejímž hlavním posláním je opylování, nikoliv být pouze subjektem, který je hospodářsky exploatován. První část práce je věnována stručnému popisu a.mellifera, jejího původu, zoologie a etologie. Druhá část se věnuje zdravotnímu stavu, patogenům a parazitům a.mellifera. V závěrečné části práce je popsána a zvažována léčba tradičními i alternativními metodami.

Klíčová slova: apis mellifera, patogeny, parazité, alternativní včelaření, varroáza, kleštík,

Abstract:

In this bachelor thesis I would like to point out the importance of Apis mellifera being a constituent of natural chain and its main purpose which is to pollinate not only to be economically misused. The first part of the thesis is aimed at a brief description of Apis mellifera, its origin, zoology and ethology. The second part is dedicated to its state of health, pathogens and parasites. In the closing part I describe and analyse Apis mellifera's treatment using traditional and alternative methods.

Keys words: Apis mellifera, pathogens, parasites, alternative methods, Varroa destructor

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíle práce	2
3	Charakteristika <i>Apis mellifera</i>	2
3.1	Původ a rozšíření	2
3.2	Zoologie včely medonosné	3
3.3	Vývoj.....	4
3.4	Etologie.....	5
3.4.1	Přirozené rojení	8
3.4.2	Dorozumívání, smysly	8
4	Zdravotní stav včelstev a faktory, které je ovlivňují	10
5	Patogeny <i>A. mellifera</i>	10
5.1	Mor včelího plodu/ <i>Paenibacillus larvae</i> / Americká hniloba plodu....	11
5.2	Virózy.....	17
5.2.1	Virus deformovaných křídel/ Deformed Wing Virus, DWV	17
5.2.2	Virus akutní paralýzy včel/Acute Bee Paralysis Virus/ABPV	18
5.2.3	Virus chronické paralýzy včel/Chronic Bee Paralysis Virus/ CBPV	18
5.2.4	Virus pytlíčkovitého plodu/Sacbrood Virus/ SBV	19
5.2.5	Virus černání matečnicků/ Black Queen Cell Virus/BQCV	20
5.2.6	Kašmírský virus/ Kashmir Bee Virus/KBV	20
6	Parazité <i>Apis mellifera</i>	21
6.1	Varroáza/kleštíkovitost/ Varroasis apium	21
6.2	Nosematóza/ <i>Nosema apis</i> a <i>Nosema ceranae</i> / Hmyzomorka včelí	
	26	

6.3	Zvápenatění včelího plodu/ <i>Acosphaerosis larvae apium</i>	27
6.4	Zkamenění včelího plodu/ <i>Aspergillois larvae apium</i>	29
6.5	Zavíječ voskový a zavíječ malý	29
6.6	Lesknáček úlový (<i>Aethina tumba</i>)	30
6.7	Myši, ptáci, mravenci a ostatní škůdci.....	30
7	Ochrana a chov včelstev.....	31
7.1	Léčba tradičními/standardními metodami	32
7.2	Alternativní metody chovu.....	33
7.3	Doporučené a povinné léčení včelstev.....	37
7.4	Očkování proti <i>V.destructor</i>	37
8	Diskuse	38
9	Závěr.....	41
10	Citovaná literatura	42
11	Seznam tabulek.....	48
12	Seznam obrázků.....	48

„Společensky žijící včely jsou mimořádně druhově chudou živočišnou skupinou, avšak jejich schopnost tvořit a udržovat biotopy je mimořádná.“

(Jürgen Tautz)

1 Úvod

Tato práce je věnována chovu *Apis mellifera* tj. včely medonosné a charakteristice jejích patogenů. Toto téma jsem si pro svou závěrečnou práci zvolila, jelikož se sama aktivně věnuji chovu *A. mellifera*, a to formou alternativního chovu bez použití očkovacích látek a případné choroby u včelstev jsou léčeny tradičními postupy.

A. mellifera je nezastupitelná v přírodě a hlavně v zemědělské výrobě, protože opylením nejenom umožňuje rostlinám rozmnožování, ale významně se podílí na množství plodů a semen, na jejich vybarvení, nebo velikosti a přispívá k rozmanitosti volně rostoucích rostlin. Uvádí se, že Česká republika má v Evropě největší zastoupení včelstev v průměru na 1 km², a to 6 včelstev (Bentzien, 2008).

Mezi hlavní potíže při chovu včely medonosné v České republice patří především jejich choroby a škůdci, kteří je způsobují. V této práci jsou původci chorob rozděleni na patogeny tj. bakterie a viry a na parazity tj. eukaryotické původce onemocnění.

V první části práce se zabývám krátkou charakteristikou druhu *A. mellifera* a její fyziologií. Z literatury zde uvádím, které faktory mají největší význam na zdravotní stav českých včelstev. Rozdělují je na fyzikální, chemické a biologické. Dále se věnuji popisu chorob a škůdcům, kteří je u včely medonosné způsobují. Poslední teoretická kapitola je věnována druhům chovu včelstev a jejich ochraně, a to jak pomocí očkování, tradičními postupy nebo chovem alternativním.

V závěru shrnuji získané informace, tj. které faktory mají nejvýznamnější vliv na zdravotní stav včelstev, kteří škůdci se u včelstev mohou objevit v českých zeměpisných šířkách, a kteří z nich jsou nejčastější a nejnebezpečnější. Závěrem shrnuji informace získané k různým způsobům ochrany včelstev před jejich škůdci a patogeny.

2 Cíle práce

Cílem bakalářské práce je získat základní informace o patogenech a parazitech *a.mellifera* a jejich léčbě. Porovnat konvenční, ekologické a alternativní tradiční včelaření a nastínit tak problematiku zdravotního stavu včel.

Tyto základní informace chci využít pro diplomovou práci, kde se chci hlouběji zabývat výzkumem a srovnáním imunity včel z alternativních chovů oproti chovům konvenčním. Pokud má diplomová práce potvrdit hypotézu, že se léčiva v konvenčním včelařství nadužívají, potom smyslem bakalářské i diplomové práce je změnit přístup včelařů k chovu včel u nás a zprostředkovat tak informace, že lze včely chovat i bez nadužívání léčiv a udržet tak přirozenou imunitu včel.

3 Charakteristika *Apis mellifera*

3.1 Původ a rozšíření

Včely obývaly planetu dříve, než člověk, první fosílie, které se podobaly dnešním včelám, se našli na území dnešní střední Evropy (Randsome, 2012). Tautz se domnívá, že první výskyt včel se odhaduje na dobu před 30 milióny let. (Tautz, 2016)

Podle Butlera se včely vyvinuly asi před 80. mil. let z předků podobným vosám a postupně se přizpůsobily sběru nektaru a pylu. Postupně se včely přizpůsobily nepříznivým podmínkám, začaly si vytvářet zásoby a zimu se naučily přečkat v chomáči, využívat schopnost svalového chvění a tím tak udržovat v hníždě optimální podmínky pro život. Tuto schopnost měli pravděpodobně již jejich předchůdci, kteří ještě nevytvářeli společenstvo. (Butler, 1975) První důkazy o sběru medu z hnízd pro potřebu člověka existují z pozdního paleolitu. Záznamy o počátku včelaření jsou známy ze starověkého Říma, Egypta, Číny, Indie a Řecka (Randsome, 2012).

Od doby prvního výskytu včel nikdo nepochyboval o tom, že *A. mellifera* je hmyz až do 19.st, kdy včelař Johannes Meiring (1815-1878) vyšel s nevšedním srovnáním, které spočívalo v tvrzení, že včelstvo je jedna bytost a odpovídá obratlovcům. Tato koncepce dala vznik pojmu „der Bien“ – jeden živý organismus, včelstvo jako nedělitelný celek. V roce 1911 vznikl pojem superorganismus podle biologa W.M.Wheelera, který vycházel se svého studia mravenců. (Tautz, 2016)

Včela medonosná se dnes vyskytuje jak v Evropě, tak Asii, Africe i Americe.

3.2 Zoologie včely medonosné

Zoologicky se včela *A. mellifera* zařazuje do kmene Anthropoda, podkmene Tracheata, třídy Ectognatha, řádu Hymenoptera, podřádu Apocrita, nadčeledi Apoidea, čeledi Apidae a rodu *Apis*. Do tohoto rodu je kromě *A. mellifera* řazena ještě *A. cerana* (včela východní), *A. florea* (včela květná) a *A. dorsata* Fabricius (včela obrovská/zlatá).

Včely jsou vysoce sociální hmyz s velmi vyvinutým způsobem komunikace (včelí tanec a feromony) a dokonalou dělbou práce. Ve včelstvu můžeme rozeznat specifickou hierarchii a to dělení na:

- Matku královnu
- Trubci
- Dělnice

Tyto tři skupiny se morfologicky liší – vzhled, velikost a ontogenetický vývoj. Matka může dosahovat 20-25 mm a 220-250 mg, trubci 12-14 mm a cca 100 mg váhy a dělnice 15-17 mm a váhy cca 220 mg. Obecně může být fyziologie včely medonosné popsána třemi částmi – hlava – hrud' – zadeček. Hlava je trojúhelníková s nápadně velkýma složenýma očima (ze 4 - 9 tisíc oček), tykadly, kusadly a sosákem. Hrud' nese dva páry blanitých křídel a tři páry nohou (každý pár slouží k odlišné činnosti). V zadečku je většina vnitřních orgánů (trávicí a vyměšovací ústrojí, cévní a nervová soustava, medný váček, vzdušnice i žihadlo) (Veselý, 2003; Vidal-Naquet, 2015).

Hlava včely je s hrudí spojena tenkým zúžením, obdobou lidského krku, které umožňuje pohyb hlavy a hrudi nezávisle na sobě. Kostra je tvořena chitinem. Po stranách hlavy jsou umístěna očka, která jak je uvedeno výše, jsou složená z několika podjednotek. Každá zvlášť je samostatně obrvena, a proto při prvním pohledu se jeví, že oči včel jsou chlupaté (Vidal-Naquet, 2015).

Na přední straně hlavy jsou umístěna tykadla, která jsou centrem smyslových vjemů včel a jsou pro včelu nezbytným pomocníkem. Pomocí nich včela dovede vnímat čichová a hmatová podráždění, teplotu nebo vlhkost vzduchu. Na zvětšeném povrchu tykadla lze rozlišit různé formy smyslových orgánů. Jejich stavba je článkovitá – u dělnic se tykadlo skládá z 11 částí (u trubce z 12). První část tzv. násadec je nejdelší a spojuje samotné tykadlo s hlavou včely. Násadec pokračuje krátkým válcovitým kolínkem, které ho spojuje s ostatními články tzv. bičíky (u

samiček 10 článků, u trubce 11 článků). Články tykadel jsou duté, vedou zde nervy, vzdušnice a proudí zde hemolymfa. (Vidal-Naquet, 2015; Tautz, 2016)

Hrud' včel, mesosoma, je mohutně osvalena, jelikož jejím hlavním úkolem je nést křídla a nohy. Je složena ze 4 článků, tři z nich jsou hrudní – předohrud', středohrud' a zadohrud'. Poslední článek, tzv. předsunutý kroužek, je připojený k hrudi, ale jedná se o zadečkový článek. (Capinera, 2008) Z hrudi vyrůstají tři páry nohou. Jejich hlavní funkcí je pohyb, ale nohy včel dále slouží ke kontaktu s ostatními včelami, přenosu šupinek vosku, sběru pylu a čištění tykadel. Jsou na nich též umístěné receptory pro chemické látky a mechanoreceptory (Green, 2002; Vidal-Naquet, 2015).

Křídla jsou umístěna z boku na každé straně hrudi. Každý pár křídel je blanitý a pokryt drobnými chloupky. Křídla jsou zpevněna vzdušnicemi a již ve fázi larvy jimi proudí hemolymfa a jsou zde lokalizována i nervová zakončení. Žilky na křídlech mohou sloužit ke geografickému určení dané včely. Včela je pomocí vysoce vyvinutých hrudních svalů schopna křídly vyvinout až frekvenci 230 mávnutí v jedné minutě. Tato frekvence se nemění, ani když se dělnice vrací do úlu s pylem. Včela přizpůsobí úhel postavení křídel z 90° a frekvence zůstává nezměněna (Veselý, 2003).

Třetí částí těla včely je její zadeček, metasoma. Ten je důležitý pro včelu tím, že zde má uloženy trávicí orgány, medový váček, jedovou žlázu a samotné žihadlo. Žihadlo včely je duté, jelikož jím při vbodnutí při ohrožení včela nechá proudit jed z jedového váčku. Po vnější straně žihadla jsou umístěny zpětné háčky, které v místě vpichu zůstávají a včela tak musí žihadlo vytrhnout, což pro ni bývá fatální. Pokud je však žihadlo použito v boji s jinou včelou, nemusí dojít po bodnutí žihadlem k úmrtí včely, jelikož jejich kostra tvořena chitinem je relativně měkká a útočící včela tak má možnost vytáhnout své žihadlo, aniž by to pro ni mělo větší zdravotní následky (Veselý, 2003; Green, 2002).

3.3 Vývoj

Královna (Obrázek 1) se vyvíjí z oplozených vajíček na okrajích plástů ve velkých útvarech tzv. matečnicích.



Obrázek 1: Královna včelího úlu a dělnice. Zdroj: vcelky.cz



Obrázek 2: Buňky pláství, kde se vyvíjejí včely dělnice. Zdroj: vcelky.cz

Mimo matečníky, v šestiúhelníkovitých buňkách se z oplozených vajíček vyvíjí včely dělnice (Obrázek 2). Budoucí královna je po celou dobu svého vývoje krmena tzv. mateří kašičkou až do zavíčkovaní matečníku, ke kterému dochází 5 dnů od vylíhnutí malých larviček. Mateří kašička je výživnější než kašička pro včely dělnice, koncentrát živin umožňuje královně žít déle (až 5 let, včely dělnice se dožívají pouze 2-4 měsíců) a zároveň umožňuje královně v období kladení snést 2000-3000 vajíček denně. Larvy dělnic a trubců jsou zavíčkovány později (po 6 resp. 7 dnech), včely krmíčky produkují tzv. sesterské mléko, kterým krmí včely dělnice. Larva po zavíčkovaní prochází metamorfózou, kdy se zakuklí a kuklu následně svléká. Včely poskytují svým potomkům konstantní teplotu 35 °C za každé situace. Dospělá včela prokousne voskové víčko buňky a vylézá sama ven. Celý vývoj trvá 16 dní u včelí matky, 21 dní u dělnice a 24 dní u trubce. Společenstva včel ukazují, jak lokalizace a péče o potomky může mít vliv na jejich pozdější roli ve společenstvu a na jejich morfologii (Veterinární a farmaceutická univerzita v Brně, 2016; Tautz, 2016).

3.4 Etologie

Po vylíhnutí matka dospívá a stává se schopnou oplodnění. To se uskutečňuje na tzv. shromaždištích, kdy je matka oplodněna několika trubci najednou – 6-10 trubců, kteří po oplodnění královny umírají. Jejich sperma královna ve svém těle uskladní a je schopna tvořit se vajíčka oplodňovat během celého svého života (3-5 let). K oplodnění královny dochází pouze jedenkrát za její život. Královna klade

oplozená vajíčka v množství až 2000 vajíček za jeden den. V podnebí České republiky začíná matka klást vajíčka na přelomu ledna a února a vrcholí na přelomu května a června (Vidal-Naquet, 2015).

Dělnice po vylíhnutí plní několik funkcí. Ihned po vylíhnutí je nazývána jako tzv. mladuška tj. čistička, kdy jejím úkolem je čistit buňky pláství (Včelky, Bakteriální onemocnění včel, 2016). Od 4. dne po vylíhnutí začíná již sama krmít starší plody medem, pylem a vodou. Po 6. dnu se vyvíjí hltanové žlázy a mladuška se stává kojíčkou a krmí plody dělnic a trubců příp. matku. Po 12. dnu se včelce tvoří voskotvorné žlázy a stává se stavitelkou – zavíčkává plodové buňky a buňky se zásobami. Během 21. dne se včelka stává létavkou. Její doba dožití přes léto je 30-40 dní, následně včela dělnice hyne. Létavka je schopná při přímočarém letu uletět vzdálenost až 10 km, na tuto trasu jí postačí zásoba medu, kterou si nese s sebou na cestu, pak je spotřeba energie přibližně stejná jako její zisk. Takovou vzdálenost včela podniká pouze v extrémních podmínkách, běžně se létavky vzdalují od hnízda 2-4 km. Život létavky je zřejmě nejnáročnější období v životě včely. Tautz popisuje objev zřetelných stavů spánku, létavky spí déle, především v noci v hnízdě, ale občas i venku mimo hnízdo přímo na květech. Jak píše Tautz včely poznáme podle držení těla, podle ochablého svalového napětí (svěšená tykadla, nohy pod tělem, Obrázek 3).



Obrázek 3: : Včela spící přes den na květu. Zdroj: Fenomenální včely

Dělnice vylíhnuté v období posledního líhnutí se mohou dožít 8-9 měsíců (Veterinární a farmaceutická univerzita v Brně, 2016; Green, 2002; Vidal-Naquet, 2015; Tautz, 2016).



Obrázek 4: Buňky pláství, ze kterých se líhnou trubci. Zdroj: vcelky.cz

Trubci (Obrázek 3) se líhnou z neoplozených vajíček, mají tak jen geny od své matky, geny od otce chybí a jak uvádí Přidal (Přidal, 2007) jde o tzv. hemizygoty – jedince s polovičním počtem chromozomů a jsou geneticky identičtí. Žijí pouze v letním období – jedná se tedy o partenogenezi. V jednom úlu je zhruba 500 trubců. Jejich hlavním úkolem je oplodnit královnu matku, z tohoto důvodu nemají vyvinuté žihadlo. Trubec se páří jen jednou, po oplodnění královny zahyne, tím je zajištěno, že potomstvo dvou matek nebude nikdy totožné. (Tautz, 2016)

Veselý (Veselý, 2003) uvádí, že trubci se mohou vyskytovat i s diploidním genomem (s úplným počtem chromozomů od matky i otce, tzn. 32). Tito trubci se vyvíjejí v buňkách původně určených dělnicím a z neoplozených vajíček královny matky, která již vyčerpala zásobu spermií, nebo nebyla vůbec oplodněna. Jak uvádí Přidal (Přidal, 2007) dělnice likvidují diploidní larvy trubců do 3-6 hodin po jejich vylíhnutí z vajíčka. Tyto larvy produkují feromon, ve kterém chybí některé látky obsažené v samičím feromonu. Dělnice tak poznají diploidní samčí larvy čichem. Tito trubci však v úlu nedojdou vylíhnutí, jelikož jsou dělnicemi požíráni (Veselý, 2003; Green, 2002).

Kladená vajíčka, ze kterých se mají vyvinout trubci, jsou královnou vysoce kontrolována – vajíčka jsou nakladena do šestibokých buněk, které jsou však větší než ty určené pro vajíčka dělnic. Buňky královna rozeznává přeměněním pomocí svých předních nohou – do buněk dělnic královna naklade vajíčka oplozená, do

větších tj. trubčích buněk naklade vajíčka neoplozená (Veselý, 2003; Vidal-Naquet, 2015).

3.4.1 Přírozené rojení

Rojení je přirozený způsob rozmnožování včel. Včelstvo může vytvořit i více než jeden roj, kdy se včely, které zůstanou v úlu, rozdělí ještě jednou mezi dvě matky a vznikne tzv. poroj. Tyto roje již včelstvo oslabují, nejsou tak velké jako prvoroj a jejich šance na přežití se zmenšují. Roje se tvoří na jaře přibližně v období od dubna do června v okamžiku, kdy včelstvo dosáhne maxima a zároveň je v úlu dostatečná plocha plodu, aby původní včelstvo vyrovnalo ztrátu, která nastane po vylétnutí staré matky s asi 70% dělnic (Tautz, 2016) (Backhaus, 1990).

Matečnickové misky, ve kterých se budoucí matka vyvíjí mohou být připravené na spodním okraji plástu několik týdnů před rojením, ale teprve samotné zaklazení vajíčky a odchov larev signalizuje bezprostřední přípravu na rojení. Včelstvo může založit více matek ovšem pouze jedna je skutečnou budoucí královnou. Stará matka opustí kolonii pár dnů před vylíhnutím mladé matky. Dělnice, které opouští hnízdo společně se starou matkou naplní své medné váčky zásobou medu. Je to zásoba potravy, která jim musí vystačit, než najdou vhodné místo na uhníždění. (Tautz, 2016)

Druhé dělení zbývajících včelstva nenastane, pokud včelstvo není dostatečně silné, dělnice v tomto případě zbývajících matečnicků i s kuklami zničí. (Tautz, 2016)

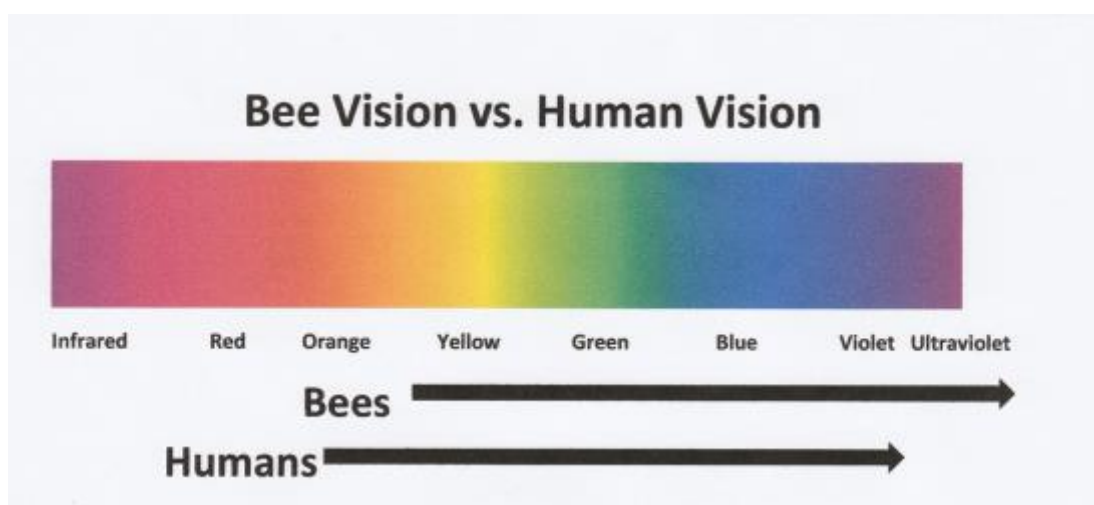
Moderní včelaření ovšem nepřipouští tuto přirozenost a snahou je rojení potlačit. Rojení včel z pohledu konvenčního včelaře je nežádoucí, protože potlačuje sběrací instinkt a nebezpečné, protože je potencionálním přenašečem chorob.

3.4.2 Dorozumívání, smysly

Smysly včel se postupně přizpůsobily signálům vysílanými květy. Včely barvy vidí a mají vysoce vyvinutý čich. Včela létavka musí rozeznat mnoho informací o květech, aby její výprava z hnízda byla co nejefektivnější. Musí rozeznat květy jako takové, ale mimo to: jejich druh, stav, tvar, stanovit denní dobu, kdy mají různé květy nejvíce nektaru, určit polohu v krajině a nakonec musí umět sdělit ostatním létavkám nové zkušenosti, zároveň musí umět i přijmout jiná sdělení ostatních létavek. (Tautz, 2016).

Zrakový vjem včely je tvořen rastrem oddělených bodů, díky tomu rozlišují detaily až na vzdálenost několika centimetrů. Včela má schopnost vnímat barvy na konci

krátkovlnného spektra (Obrázek 5), vidí tedy ultrafialové světlo, oproti tomu červená barva se jim jeví jako černá. Plocha korunních lístků mnoha květů dokáže odrážet ultrafialové světlo a vytváří tak pro včelu dobře rozpoznatelné vzory. To, jak včely barvy vidí, závisí na vlnové délce světla a na rychlosti jakou se včela pohybuje. Pokud včela letí rychle, kdy její rychlost může dosahovat až 30 km za hodinu, barevné vidění je vypnuto a včela vidí černobíle, v tuto chvíli jsou barvy pro včelu nepotřebnou informací. Teprve, když včela zpomalí a krouží nad květy vnímá jejich barvu. Dobře rozpoznají pouze modrou barvu, která má pro včely před všemi ostatními přednost. (Tautz, 2016; Backhaus, 1990)



Obrázek 5: Barevné spektrum vidění včely s porovnáním barevného spektra, které vnímá člověk. Zdroj: <http://www.beeculture.com/bees-see-matters/>

Oproti tomu vůně květů mohou včely přilákat i z velké vzdálenosti. Další zajímavou vlastností včel je florokonstantnost, pro rostliny je tento jev výhodou v tom, že včely nepřenáší pyl na nevhodné blizny a zvyšuje se efektivita opylovací činnosti. (Švamberg, 2015) Včelám tato vlastnost umožňuje, aby létaly delší čas na květy stejného druhu, ostatní květy nechávají bez povšimnutí. (Tautz, 2016; Švamberg, 2015)

Včely opouští svůj úl hvězdicovitě v různých směrech, aby zmapovali okolí hnízda. Při cestě zpět létavkám pomáhají staré včely, které stojí před česnem a vonnými žlázami na konci zadečku vypouštějí aromatickou látku, geraniol. Informace o okolí si včely předávají tzv. tanečkem, kruhovým či osmičkovým podle vzdálenosti stanoviště květů. Karl von Frisch odhalil, že změny tanečních figur během dne souvisejí s postavením slunce na obloze, včely tedy v průběhu dne určují i směr ke zdroji potravy. (Tautz, 2016)

4 Zdravotní stav včelstev a faktory, které je ovlivňují

Zdravotní stav a forma imunitního systému včelstva je ovlivňována různými faktory. Jedním ze zásadních činitelů je stav životního prostředí, který následně ovlivňuje i náchylnost včelstva k napadení parazity a patogeny. Zdravotní stav včelstva je ovlivněn i způsobem jejich chovu, metodami diagnostiky chorob a následnou terapií.

Významným faktorem jsou makroklimatické ukazatele, tj. průměrná roční teplota, srážky v dané lokalitě, relativní vzdušná vlhkost, nadmořská výška a povětrnostní podmínky. Tito ukazatelé mají vliv na diverzitu flory v okolí úlu, a tedy na jeho výživové podmínky. Dále ovlivňují i výskyt určitých chorob – např. při vlhčích jarních měsících může docházet k snazšímu rozvoji plísňovitých onemocnění včelstva či viróz, kdy mladé larvy kvůli náhlému ochlazení nastydnou. Mykotická onemocnění jsou též častější v lokalitách s vyšší průměrnou roční vlhkostí vzduchu, než v sušších oblastech (Veselý, 2003).

Významný vliv na stav úlu má i jeho samotná lokalita – konfigurace terénu, natočení úlu, ochrana před prudkými nárazy větru. Uvádí se, že úl by měl být umístěn na rovinném terénu, s dostatečnou včelí pastvou do vzdálenosti 2 km (tj. louka, les) a s nedalekým zdrojem vody, který slouží i ke stabilitě vzdušné vlhkosti v průběhu roku. Stanoviště včel by neměla být zakládána v blízkosti měst, průmyslových a zemědělských zón, jelikož zde hrozí vysoká míra znečištění chemickými prostředky, což se krom zdravotního stavu včelstva projeví i na objemu jeho snůšek (Veterinární a farmaceutická univerzita v Brně, 2016).

Biotickým vlivem na zdravotní stav včelstva je přítomnost původců chorob a jejich schopnost přežít v prostředí. Příkladem mohou být spory vyvolávající mor včelího plodu, jejichž likvidace je náročná, jelikož samotné spory jsou vysoce fyzikálně-chemicky odolné. Dalším významným bodem je virulence a patogenita škůdců a přítomnost jejich rezervoárů v blízkosti včelího úlu příp. přítomnost jejich přenašečů (Veselý, 2003).

5 Patogeny *A. mellifera*

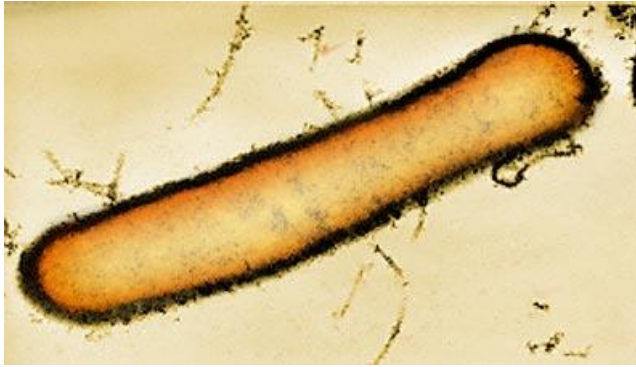
Jak uvádí Veselý včela a její plod mohou trpět mnoha chorobami, ty mohou být nakažlivé i nenakažlivé, typické pro dospělé, či pro včelí plod. Nenakažlivá onemocnění včel a včelího plodu se objevují zpravidla přechodně či ojediněle. Příčinami jsou většinou výkyvy v přísunu potravy, hlad, chlad nebo naopak přehřátí. Nenakažlivý bývá i průjem včel. K tomu nejčastěji dochází též na konci zimního období a jeho původem je stav, kdy včela vytvoří více výkalů, tj. hmotnost

výkalového vaku je větší než polovina hmotnosti včely. Dochází ke znečišťování úlu výkaly. Příčinou bývá těžko stravitelná strava, či nedokonale zpracovaná strava při pozdním krmení včelstva. Průjem včel se často spojuje s nosematózou (viz dále), a proto se doporučuje při úhynu celého včelstva veškeré jeho pozůstatky odstranit spálením a úl vydezinfikovat jako prevenci. Opakem průjmu je zácpa. Její přesné důvody nejsou dodnes známy. Předpokládá se, že zácpou trpí mladé včely, které spotřebují velké množství pylu příp. i pylu jedovatých rostlin. Nejčastěji se tento problém u včel vyskytuje od března do září s kulminací v květnu (Veselý, 2003).

Mezi nakažlivé choroby včel patří jednak parazitická onemocnění a onemocnění způsobená bakteriemi a viry. Může se jednat o onemocnění včely dospělé i pouze včelího plodu. Většinou tyto choroby nejsou vzájemně přenositelné mezi generacemi včel. Výjimku tvoří nákaza aspergilem, varroáza a některé virové nákazy. Pro účely této práce je zvoleno dělení chorob na ty, způsobené patogeny a ty, které jsou způsobeny parazity. Přičemž patogenem se rozumí biologický faktor, který může zapříčinit onemocnění hostitele. Mezi patogeny patří: živočichové, prvoci, houby, bakterie a viry. Parazitem se rozumí organismus, který žije ve vztahu s hostitelem a z tohoto vztahu má zisk, nesnaží se jej tedy zabít. (Veselý, 2003; Vidal-Naquet, 2015).

5.1 Mor včelího plodu/ *Paenibacillus larvae*/ Americká hniloba plodu

Původcem onemocnění moru včelího plodu je Gram-pozitivní tyčinka *Paenibacillus larvae*. Jedná se o bakteriální onemocnění mladých včelích larev, které bylo poprvé popsáno (White, 1906). Toto onemocnění spadá mezi nebezpečné a je povinné jej u včelstev hlásit. V Evropě je zjištěna promořenost zhruba u 3-5 % včelstev, v České republice se jedná o jednorázová ohniska. Poslední krizová situace proběhla v letech 2011-2014. *P. larvae* je tyčinka schopná tvořit spory. Vegetativní forma, tyčinka, bývá různě veliká – od délky 2,5-8,5 um po šířku 0,5-0,8 um, bývá vybavena bičíky pro lepší pohyblivost. Spory mají průměrné rozměry 1,2-1,9 um až 0,4-0,9 um, (viz. obrázek 6) (Mendelova univerzita v Brně, 2016).



Obrázek 6: : *Paenibacillus larvae* Zdroj: <http://web2.mendelu.cz/> Bakteriální onemocnění

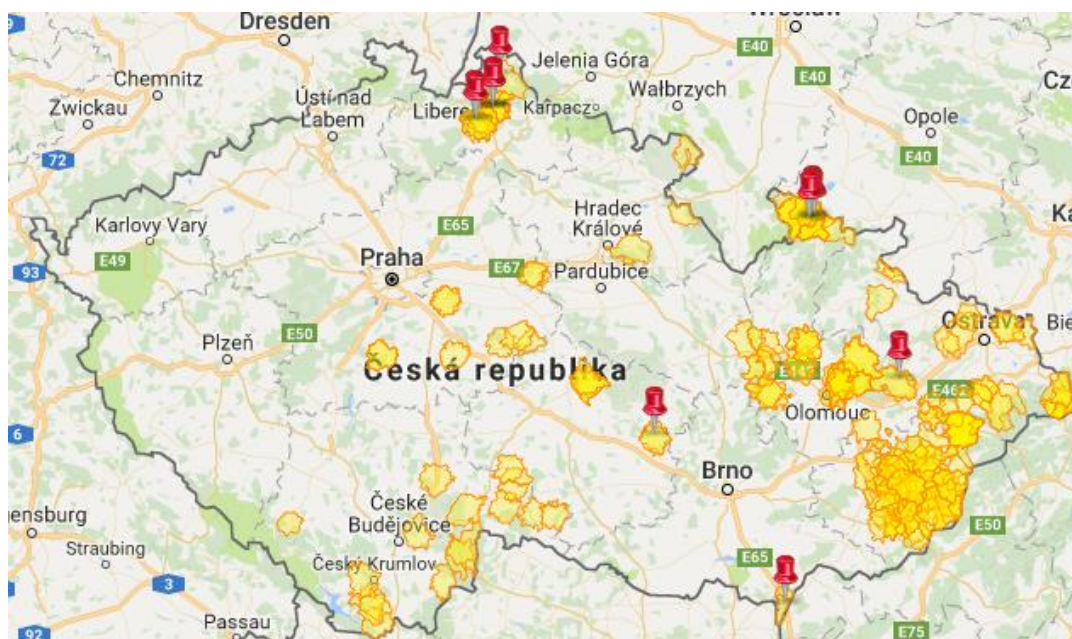
Spory jsou obecně vysoce odolné vůči vyšším teplotám i působení extrémních hodnot pH a dezinfekčním prostředkům. Díky své schopnosti přežívat i takto extrémní podmínky jsou spory *P.larvae* schopny v půdě v blízkosti úlu (v plástvích, zásobách, včelařských pomůckách) zůstat i po několik desítek let (Veterinární a farmaceutická univerzita v Brně, 2016).

K nákaze včelích larev dochází kontaminovanou potravou. Nejčastěji k nakažení dochází u larev starých 8-24 hodin. Senzitivní k nákaze jsou plody jak dělnic, trubců, tak budoucích matek. Nákaza je podporována oslabením včelstva – např. po proběhlé viróze viz dále (Veterinární a farmaceutická univerzita v Brně, 2016).

Nákaza se u larev projeví po sedmidenní inkubační době, kdy spory v žaludku larev vyklíčí – kyselým prostředím jsou aktivizovány enzymy, které spory aktivizují. Jakmile se spora dostane do metabolizujícího stadia, je schopná se reprodukovat a nákaza se úlem šíří. Biochemicky dochází k narušení stěny žaludku a následně i těla larvy a ostatních tkání. Následným stavem je celková sepse organismu a smrt larvy. I poté, co larva zemře, probíhá stále její degradace. Larvy mění barvu z šedavě bílé na šedožlutou, hnědou až černou. Larva vlivem přítomnosti aktivní bakterie ve své hemolymfě získává gumovitou zapáchající konzistenci, což ukazuje i skutečnost, že je možné larvu natáhnout do vlákna o délce až 4 cm. Následně larva vysychá, hnědne a mění se na tzv. příškvar, ve kterém se již *P. larvae* opět dostává do stadia spory, která nakazí další larvu (Veterinární a farmaceutická univerzita v Brně, 2016; Titěra, 2009; Govan, 1999).

Klinickými příznaky onemocnění je postupně slábnoucí včelí úl, a to po dobu 3 až 4 let – je důležité zde upozornit, že mor včelího plodu nedecimuje úl jednorázově, ale dochází k postupnému oslabení a postupným úhynům včelstva. Z tohoto důvodu je patogen o to nebezpečnější, jelikož nákaza nemusí být rozpoznána v zárodku a

dochází tak k jejímu šíření nejen po celém úlu, ale i do dalších včelstev v okolí. Toto je i jedním z důvodů proč je nutné nález hlásit na státních veterinárních správách, které následně určí oblasti nákazy a ochranná pásma v jejich okolí. (viz. obrázek 7) (Státní veterinární správa České republiky, Ohniska nákaz a ochranných pásem, 2016) znázorňuje aktuální stav nákazy morem včelího plodu – žlutě jsou označena ochranná pásma a červenými špendlíky místa nákazy. Informace jsou aktuální k datu 28.12. 2016 (Veselý, 2003; Veterinární a farmaceutická univerzita v Brně, 2016; Haddad, 2015).



Obrázek 7: Stav nákazy morem včelího plodu v České republice. Zdroj: (Státní veterinární správa České republiky, Ohniska nákaz a ochranných pásem, 2016)

Nakažený úl je snadno rozpoznatelný již při jeho prohlédnutí, jedním z brzkých klinických příznaků je typický klišovitý pach po otevření úlu a změny na buňkách s larvami včel. Plodové plástve vykazují nápadnou změnu, tzv. mezerovitost plodu, která se ovšem může objevit i u jiných nemocí, popřípadě u špatně kladoucí matky. Víčka bývají propadlá, zvlhlá a proděravělá (viz. obrázek 8). Rozkládající se larvy se dají odhalit zápalkovým testem, kdy se do buňky plástve vloží sirka a při vytahování se táhne typické blákné rozkládající se larvy podobné karamelu (Titěra, 2009; Veselý, 2003)



Obrázek 8: : Patologické změny na víčkách larev napadeným *P. larvae*. Zdroj: <http://web2.mendelu.cz/> Bakteriální onemocnění

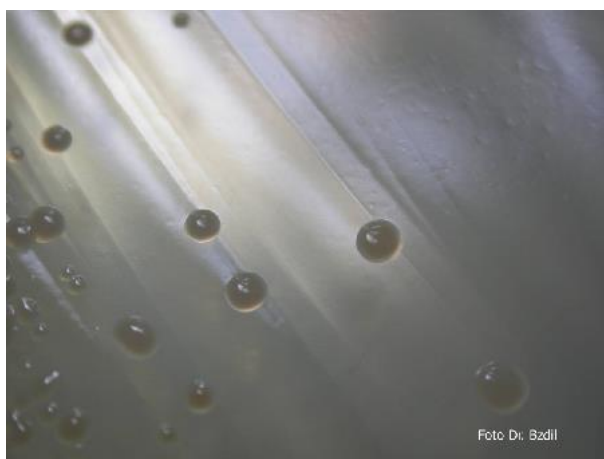
Včasná diagnostika je zásadní. Státní veterinární správa vydává doporučení k odběru materiálu k vyšetření na přítomnost nákazy včelím morem následovně:

„Vyšetřovaným materiálem může být včelí med, vosk a plodové plásty. Uhynulé včely resp. larvy se běžně nevyšetřují, jelikož obsahují spory bakterie, které je problematické kultivovat v laboratorních podmínkách a je vhodnější určit přítomnost bakterie, když se nachází ve vegetativním stadiu vývoje. Vyšetření materiálu provádějí laboratoře akreditované a to Státního veterinárního ústavu (Praha, Jihlava, Olomouc) a podřízených pracovišť, přičemž Národní referenční laboratoř pro zdraví včel se nachází na Státním veterinárním ústavu v Olomouci.“ (Ministerstvo zemědělství České republiky, 2013).

Laboratorní diagnóza se opírá o mikroskopické vyšetření a následnou mikrobiální kultivaci. Další možností je využití průkazu proteáz produkovaných *P. larvae*, či sérologie, nebo metody polymerázové řetězové reakce, jak uvádí např. Govan a kol. (Govan, 1999), nebo Bakonyi a kol. ve své práci z roku 2003 (Bakonyi, Development and Evaluation of PCR Assays for the Detection of Paenibacillus larvae in Honey Samples: Comparison with Isolation and Biochemical Characterization., 2003). Bakonyi ve své studii s kolegy srovnává využití metody PCR k rychlému vyšetření vzorků vs. metoda identifikace izolátů a jejich biochemická charakteristika. K návrhu primerů je použita 16S rRNA a metaloproteinázový prekurzor příslušného genu bakterie. Z výsledků práce plyne, že metoda PCR je vhodná pro větší množství vzorků k rychlému vyšetření, s větším počtem vzorků se též snižují i ekonomické náklady na jednu analýzu. Biochemická

charakteristika a kultivace se ukázaly jako metody s větší citlivostí a specificitou než metoda PCR v tomto případě. Ke stejnému výsledku dospěl i tým doktora Haddady. Studie byla publikována v dubnu roku 2016 a srovnávala specificitu mikrobiologické kultivace s metodou PCR (primery navrženy dle enterobakteriální repetitivní sekvence ERIC tj. Enterobacterial Repetitive Integric Consensus, a 35KDa úseku metaloproteázy *P. larvae*) (Haddad, 2015). Studie ukázala, že úspěšnost kultivační metody byla ve 41,6 % vzorků, metody PCR 38,5 % vzorků. Přestože se metoda PCR obecně jeví jako specifitější, pro diagnózu moru včelího plodu nikoli. Důvodem může být nedostatečně prozkoumaný genom bakterie a nevhodně zvolené primery. (Bakonyi, Development and Evaluation of PCR Assays for the Detection of *Paenibacillus larvae* in Honey Samples: Comprison with Isolation and Biochemical Characterization., 2003; Govan, 1999; Haddad, 2015)

Biochemická a mikrobiologická identifikace je postavena na barvení postižených larev a následně jejich mikroskopickém obrazu. V metodě barvení preparátu se postupuje dle Grama a dle Giemsky, příp. barvení malachitovou zelení a karbolfuchsinem. Kultivace se provádí na mediích s kvasničným extraktem a beranými krvinkami tj. na různých formách krevních agarů příp. na srdco-mozkovém agaru s krví tj. BHI s krví berana. K dalšímu specifickému obrazu se následně použije přeočkování na agar s kyselinou nalidixovou jako diferenciálním činidlem. *P. larvae* zde roste v neprůsvitných koloniích s možným mléčným zákalem viz. následující obrázek (Obrázek 9) (Bakonyi, 2003; Haddad, 2015).



Obrázek 9: *Paenibacillus larvae* – kultivace Zdroj: dr.Bzdil

Potvrzovacím testem je reakce s peroxidem vodíku tzv. katalázový test. Výsledek je negativní, tj. po aplikaci peroxidu vodíku nedochází k uvolnění kyslíku (projevil by se únikem bublinek) tj. přítomnosti enzymu katalázy (Bakonyi, 2003).

Léčba se může provádět aplikací antibiotik – oxytetracyklinu a tylosinu, avšak v České republice je tento postup zakázaný (Státní veterinární správa, 2016). Antibiotika se používat nesmí, jelikož by mohla zakrýt klinické příznaky nákazy a tím by mohlo dojít k šíření nákazy, aniž by byla monitorována. Likvidace bakterie se provádí pouze spálením úlů a některého včelařského vybavení. Nutná kontrola včelstev v okolí nakaženého úlu je až do 5 km tj. vzdálenost možného doletu včely. (Státní veterinární správa České republiky, 2016)

V České republice jsou preventivní opatření následovná:

- Chov silných včelstev tj. neoslabených virózami, dodržení technologie chovu a jeho hygieny
- Důsledné zjišťování příčin zimního úhynu včelstev
- Nepoužívání včelstev a jejich produktů, pokud není znám a prokázán jejich původ
- Kontrola komerčního prodeje královen
- Průběžná dezinfekce úlu
- Zneškodnění divokých včelích rojů
- Pravidelná bakteriologická kontrola dováženého medu a ostatních včelích produktů
- Dodržovat nastavená ochranná pásma po dobu 5 let od jejich stanovení tj. zjištění nákazy

Jak je již uvedeno výše (Státní veterinární správa České republiky, Ohniska nákaz a ochranných pásem, 2016), nakažená včelstva a včelstva v ochranném pásmu se léčit nesmí. Je nutná jejich kontrola a i při neprokázání výskytu bakterie je nutné je okamžitě zlikvidovat. Včelařská komunita argumentuje tím, (jelikož se jedná o velké ztráty), že pokud by včelstva v ochranném pásmu nebyla nakažena, bylo by možné pouze vydezinfikovat preventivně úl a následně sledovat stav včelstva. Výsledkem by měla být paralela s očkováním vakcínou s mrtvými viry, kdy si organismus sám vyrobí protilátky, avšak nedojde k jeho ohrožení reálnou nákazou (Včelařské forum, 2012). Vědecká pracoviště např. Univerzita Palackého v Olomouci se zabývají izolací a následným použitím antimikrobiálních peptidů izolovaných např. přímo z včely medonosné (Dostálková, 2014) k potlačení bakterií *Escherichia coli*, *P. larvae*, *Micrococcus luteus* atd.

5.2 Virózy

Viry jsou původci mnoha onemocnění všech organismů. Sami jsou těmi nejmenšími částicemi, které jsou schopny se rozmnožovat. Vedou se debaty nad tím, zda se jedná o živé organismy, či pouze o částice. Důvodem je schopnost virů množit se pouze v prostředí buněk hostitele, nikdy mimo tento prostor (Houser, 2012).

Obecně platí, že virus se dostává do buňky hostitele, zde se lokalizuje v cílové části buňky – jádro, mitochondrie atd. a využije její rozmnožovací aparát k vlastnímu pomnožení. Konkrétní typ buňky resp. tkáně, kde se virus uchytí, určují povrchové glykoproteiny buňky hostitele, které pokud jsou kompatibilní s glykoproteiny na povrchu virové částice, tak způsobí prostupnost buněčné membrány pro virus. Virus se v dané buňce pomnoží a následuje její zničení a tím uvolnění zralých virových částic do těla hostitelského organismu, kde se celý cyklus od rozpoznání povrchových glykoproteinů až po usmrcení hostitelské buňky opakuje (Klobásová, 2010).

Nejčastěji vyskytující se virové nákazy včely medonosné jsou (Včelky, Bakteriální onemocnění včel, 2016):

- Virus deformovaných křídel
- Virus chronické paralýzy včel
- Virus pytlíčkovitého plodu
- Virus černání matečnicků
- Kašmírský virus

Virózy obecně nepatří samy o sobě k příliš nebezpečným onemocněním, avšak oslabují včelstvo, které tak je náchylnější k nákaze dalším patogenem, či parazitem. Nejčastěji jím je *V. destructor* a zároveň je významným přenašečem viróz, které do příchodu varroázy nebyly významným problémem. Virózy není povinné hlásit.

5.2.1 Virus deformovaných křídel/ Deformed Wing Virus, DWV

Virus deformovaných křídel (Obrázek 10), DWV je rozšířen na celém světě. Jedná se o virový patogen způsobující trvalou infekci bez příznaků nebo infekci projevující se deformací křídla. Nejčastěji postihuje včelstva, u kterých je diagnostikována nákaza varroázou. Výskyt deformace je spojen s přenosem DWV přes *V. destructor* během stádií kukly. DWV způsobuje uhynutí jak plodu, tak přímo dospělých včel (Veterinární a farmaceutická univerzita v Brně, 2016).



Obrázek 10: Virus deformovaných křídel. Zdroj: Vcelky.cz

5.2.2 Virus akutní paralýzy včel/Acute Bee Paralysis Virus/ABPV

Virus akutní paralýzy včel - ABPV je tvarem kulovitý virus o velikosti cca 30 nm, běžně se vyskytuje ve vnitřním orgánu (tukovém tělísku) včely umožňující přezimování a ve slinných žlázách. Aktivuje se proniknutím do krve včely přenosem z *V. destructor* nebo z tukového tělíska poškozeného sáním *V. destructor*. Výskytem je známý v Evropě a Austrálii. Virus není nakažlivý pro larvy, pouze pro dospělé včely. *V. destructor* napomáhá šíření, bílkoviny slin roztoče podporují množení viru. Včely hynou po 3-4 dnech od nakažení, přičemž nákaza nabývá na frekvenci nejvíce na konci zimy, nástupem jara (Bakonyi, Development and Evaluation of PCR Assays for the Detection of Paenibacillus larvae in Honey Samples: Comparison with Isolation and Biochemical Characterization., 2003). Diagnóza se provádí na základě klinických příznaků, či pomocí metody PCR (Govan, 1999).

5.2.3 Virus chronické paralýzy včel/Chronic Bee Paralysis Virus/ CBPV

Nakažení virem chronické paralýzy včel, často nazývaný také virus F (*Filamentous virus*), má obdobný průběh jako u nakažení bakterií rickettsií. Tento virus spadá do skupiny DNA virů a jeho nebezpečí tkví především v tom, že napadá nervový systém a oslabí včelí organismus a ten se stává citlivější k dalším chorobám. Přenos se děje bezprostředním kontaktem nejčastěji ve včelstvech s vysokou hustotou jedinců. Dochází k olamování chloupků na celém těle včel, dochází tak k povrchovým poškozením a ty jsou vstupním místem infekce (Benjeddou, 2001).

Vztahy a korelace mezi různými nákazami a CBPV zkoumala Hartmanová a kol. (Hartman, 2015). Zjistila, že včelstvo je tímto virem nakaženo už po týdnu od vylíhnutí. Stejnou prevalenci mají i choroby způsobené mikrosporidii a trypanosomou, avšak signifikantně významná korelace mezi těmito třemi chorobami zjištěna nebyla. Nebylo ani prokázáno specifické období, kdy se procento výskytu CBPV zvyšuje. Obecně platí, že rizikem nákazy je období na konci zimy, kdy je včelstvo již unavené dlouhotrvající zimou, což platí i pro ostatní virové nákazy. Zajímavé jsou i závěry práce Ribiera a kol. (Ribiere, 2007), která je zaměřena na dynamiku šíření choroby ve včelím úlu. K detekci viru byla opět použita metoda PCR, konkrétně pomocí reverzní transkripce. Výsledkem je zjištění, že včely nakažené virem F produkují trus, kde se vyskytují infekční částice tohoto viru a tím jsou schopné nepřímo infikovat i včely zatím zdravé v úlu. Nakažené včely se jsou dezorientované a projevují se zmateně. Projevuje se v pozdním létě a nemá souvislost s *V. destructor* (Ribiere, 2007; Vidal-Naquet, 2015)

Virové paralýzy nejsou dle Veselého řazeny mezi nebezpečné infekce, ale jak sám autor uvádí, mohou zapříčinit významné oslabení včel a tím i snazší nákazu jinou chorobou. (Veselý, 2003; Vidal-Naquet, 2015).

5.2.4 Virus pytlíčkovitého plodu/Sacbrood Virus/ SBV

Původcem je virus *Morator aetatule* neboli Sacbrood virus (SBV). Morfologicky se jedná šestistěn s velikostí 30 nm, je citlivý k vyšší teplotě okolo 58 °C. Při vyšší teplotě tj. okolo 80°C ztrácí svou virulenci tj. schopnost množení se a nákazy dalších buněk hostitele (Vidal-Naquet, 2015).

Virus postihuje larvy včelího plodu i dospělé. Larvy jsou nakaženy alimentární cestou tj. podávanou potravou od krmiček, u kterých se virus množí v hltanových žlázách. Významným přenašečem viru je *V. destructor*, původce včelí varroázy.



Obrázek 11: Virus pytlíčkovitého plodu

Postižení dospělci dříve hynou oproti zdravým včelám. Larvy hynou před fází zakuklení, mezi posledními dvěma svlékáními, kdy larvální obal se sice od těla larvy oddělí, ale již nesvlékne a v meziprostoru se hromadí nevstřebaaná tekutina. Larvy hynou a jejich tělíčka tvoří tzv. příškvary, který lze snad z plástve vyjmout (Veterinární a farmaceutická univerzita v Brně, 2016; Grabensteiner, 2001) (viz Obrázek 11).

Veselý uvádí, že výskyt SBV je zjištěn na všech světových kontinentech. Jeho největším nebezpečím je oslabení včelstva (Veselý, 2003).

Diagnóza se provádí na základě uvedených klinických příznaků. Možná je i serologická diagnóza či využití metody PCR (Govan, 1999). Léčba se medikamentózně neprovádí, choroba se nechá volnému průběhu. Pokud je dlouho trvající, je nutné vyměnit královnu, odstranit plásty s plodem nebo přeložit do dezinfikovaného úlu. (Veselý, 2003; Veterinární a farmaceutická univerzita v Brně, 2016).

5.2.5 Virus černání matečnic/ Black Queen Cell Virus/BQCV

Jak napovídá název, virus způsobuje černání matečnic a následně úhyn larev a kukel v nich. Výskyt tohoto viru byl zaznamenán i u dospělých včel, kde nákaza probíhá bez symptomů a jediným znakem přítomnosti viru je zkrácená doba života včel. Přestože stejně jako ostatní virové nákazy se nejedná o nejnebezpečnější chorobu, studie ukázaly, že např. ve Francii je až 68 % včelnic pozitivních k výskytu tohoto viru (Benjeddou, 2001)

Stejně jako u SBV napadené larvy hynou a tvoří tzv. příškvary lehce vyjmutelný z pláství.

Diagnóza choroby je problematické vzhledem k asymptomatickému průběhu. Jednou z možností průkazu viru je opět použití metody PCR ve formátu reverzní transkripce. Je možné dokonce kombinovat detekci ACPV s BQCV formátem multi-RT-PCR, jak potvrzuje práce Benjeddou a kol. (Benjeddou, 2001). Vědecká skupina využila podobnosti obou RNA virů a sestrojila tak primery kompatibilní k RNA obou virů o celkové velikosti 1 kb přičemž dochází k amplifikaci 900 bp z genomu viru ABPV a 700 bp genomu BYCV (Bednář, 1996; Benjeddou, 2001)

5.2.6 Kašmírský virus/ Kashmir Bee Virus/KBV

Tento virus má podobný průběh a následky jako APV u včel. Není však dosud zcela jasné, jestli a příp. jaký vliv má na výskyt paralelních onemocnění např. *Varroa destructor* (Da Miranda, 2010).

6 Parazité *Apis mellifera*

Jako parazitismus se definuje vztah dvou organismů, kdy jeden je cizopasníkem, tj. parazitem a druhý organismus je utiskován cizopasníkem. Parazit může ovlivňovat buď přímo svého hostitele, tj. hostitel je parazitem osídlen a ten se živí jeho tkáněmi, přičemž může dojít k úhynu nedobrovolného dárce živin. V druhém případě se parazit živí potravou či produkty hostitele. V případě parazitů včely medonosné se jedná o likvidace pylových zásob a ostatních produktů včelstva. Parazité stejně jako patogeny mohou napadat jak plody včel, tak i samotné dospělce (Bednář, 1996; Vidal-Naquet, 2015). O parazitismu se též může mluvit jako o antagonistické symbióze (Votava, 2003).

6.1 Varroáza/kleštíkovitost/ Varroasis apium

Virózy nebyly takový problém do příchodu varroázy. Roztoč *Varroa destructor*, který varroázu způsobuje, je jejich významným přenašečem (Ministerstvo zemědělství České republiky, 2013).

V. destructor, česky kleštík včelí je zavlečený parazit původem z Asie. V tamních oblastech nepůsobí varroáza značné potíže jako v Evropě, jelikož je zde historické soužití asijského druhu včely s kleštíkem a včely jsou geneticky vybaveny systémy, jak nákazu udržet v neškodných mezích. V České republice je výskyt *V. destructor* zaznamenán od roku 1978 na východní hranici s tehdejším Sovětským svazem. Dále se uvádí, že první vážnější situace nastala na jaře roku 1981, kdy byl kleštík zavlečen do okresu Ústí nad Orlicí, odkud se dál naším územím šířil. (Veselý, 2003)

V České republice patří nákaza varroázou k povinně hlášeným nálezům a postup likvidace parazita je dán konkrétní vyhláškou státní veterinární správy (Státní veterinární správa České republiky, Metodika pro dodávání vzorků uhynulých včel, 2014).

Původce nemoci, kleštík včelí, má oválné tělo široké do 1,9 mm a dlouhé až 1,5 mm. Barva samiček je v mládí žlutobílá a postupem času samičky hnědnou. V dospělosti mají hnědý hřbetní štít, který je velice tvrdý. Štít chrání čtyři páry nohou a ústní ústrojí. Samečci roztoče jsou až o polovinu menší než samičky. Kleštík včelí má jediného hostitele a to včelu, konkrétně *Apis mellifera* a *Apis cerana* tj. včela indická. Zmíněná odolnost asijského resp. indického druhu včely oproti evropské je založena na tom, že kleštík napadá *A. cerana* pouze plody trubců. Dělničí plody mohou být též napadeny, avšak neprobíhá u nich množení roztoče, což u trubčích

plodu probíhá. Veselý dále uvádí, že napadení ostatního blanokřídlého hmyzu – čmeláci, vosy atd., není známo (Veselý, 2003; Vidal-Naquet, 2015).

Kleštík se šíří na tělech trubců, dělnic i královen matek. Může se šířit přemísťováním včelstev i pomocí plástů a úlů. Trubci do úlu zanesou oplodněné samičky roztoče nejčastěji, jelikož se mohou nakazit při zalétávání do cizích, tj. nakažených včelstev. Dělnice mohou být nakaženy při rojení, či při loupežných výpravách. Nákaza se tímto způsobem může šířit až do vzdálenosti 10 km od původního nakaženého úlu. Matky bývají z uvedených stupňů hierarchie včelstva napadeny roztočem nejméně, avšak nákazu šíří především díky zasílání matek, kdy může být nakažena jednak matka, jednak doprovodné včely. Plástve mohou být infekční po dobu až 40 dní, kdy samička roztoče je schopná tuto dobu bez větších potíží na plástvích přežít. Na tělech uhynulých včel je roztoč schopen existovat až 17 dní. Mimo tělo hostitele, tj. včely, je roztoč schopen přežít pouze do jednoho týdne (Veselý, 2003; Vidal-Naquet, 2015).

Vývojový cyklus roztoče probíhá na těle včelího plodu, kdy před zavíčkováním se oplozená samička kleštíka přichytí na larvu a spolu s ní se nechá dělnicemi zavíčkovat. Zde na včelí larvu samička kleštíka klade vajíčka v počtu 2-5 kusů. Z těch se líhnou larvy, ze kterých se během sedmi dnů stává pohlavně zralý sameček, po devíti dnech pohlavně zralá samička. Dochází ke spáření a následně k úhynu samečka. Oplozená samička kleštíka se přichytí na tělo dospělé včely a spolu s ní opouští buňku. Tímto se cyklus uzavírá. Samička i její larvy se živí včelí resp. larví hemolymfou, čímž larvu oslabují, až ta uhynie (Přidal, 2005).

Jak je již uvedeno výše, přítomnost kleštíka a jeho napadení včelího úlu celý organismus oslabuje a včelstvo se tím stává náchylné k dalším chorobám a virozám.

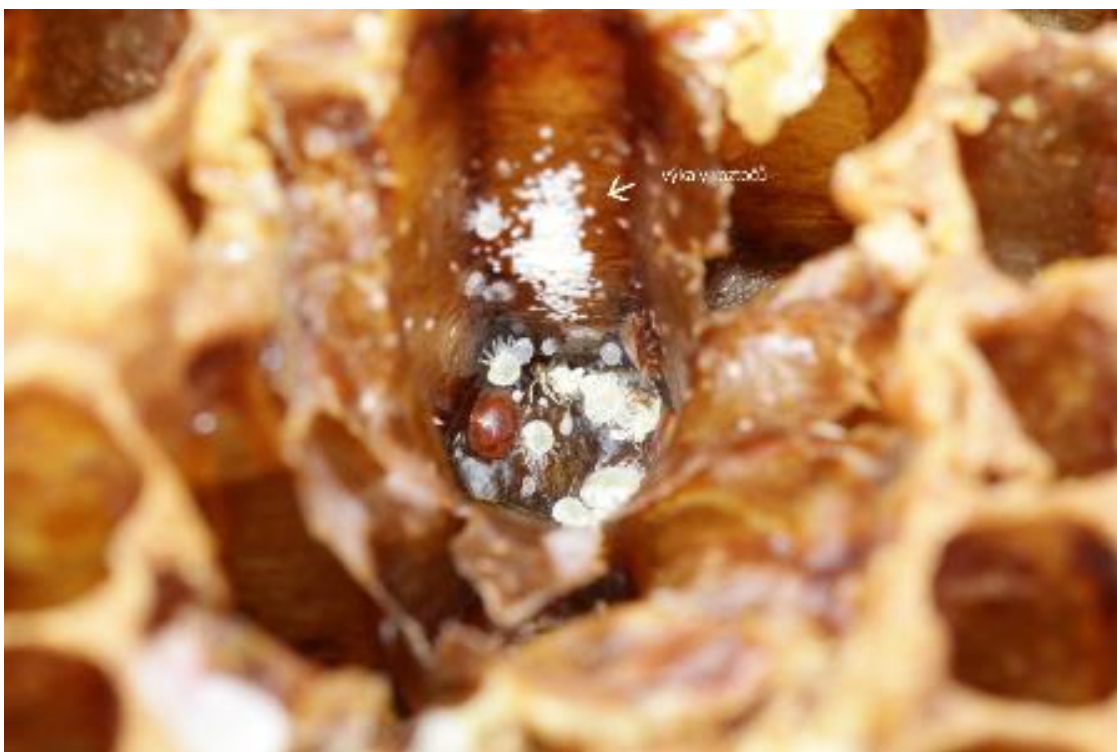
Mezi klinické příznaky varroázy patří nedokonale vyvinuté mladé včely – s menším počtem párů nohou, nesprávně vyvinutá křídla, zakrnělé nohy, nedokonale vyvinutý zadeček. Tyto jedinci jsou dělnicemi transportovány před úl, kde by měly uhynout (Přidal, 2005).

Diagnostika varroázy je problematická, jelikož nemoc v prvním stadiu probíhá nepozorovaně. V první fázi může být napadena pouhé 0,5 % včelstva (Obrázek 12). Diagnostika se provádí průkazem přítomnosti samiček kleštíka úlového na těle včely. Je možné jej dobře prokázat po zimě, kdy jeho část populace přirozeně uhynie. Pokud se na dno úlu vloží podložky, je možné roztoče takto zachytit.

Napadení je možné zjistit též prohlídkou kukel zavíčkovaného plodu (Obrázek 14) (Přidal, 2008).



Obrázek 12: Při vysokém napadení včelstva se v jedné buňce může vyskytovat i více samiček roztoče Zdroj: vcelky.cz



Obrázek 13: : Vývojová stadia V. destructor v plodové buňce Zdroj: Vcelky.cz

Kontrola spadu roztočů se provádí nikoli v jednotlivých úlech, ale většinou se tvoří tzv. směsné vzorky, kdy se smíchá spad z několika úlů na celém stanovišti a z celkového počtu zjištěných samiček roztoče se spočte průměrný počet samiček na jedno včelstvo. Tento výpočet je vysoce nespecifický, protože je možné, že na stanovišti je vysoce zamořeno pouze jedno či dvě včelstva, a tak vysoce zkreslí celkový výsledek, jehož opatřením je ošetření všech včelstev chemickými prostředky místo zaléčení konkrétního včelstva. Daný postup je rizikový nadužíváním chemických prostředků (Daníhlík & Vondráčková, 2010).

Samotná terapie je založena jednak na použití již zmíněných chemických prostředků, dále s použitím metod biologických a fyzikálních, byť pouze doplňkově. Fyzikální ošetření je založeno na ošetření včelstva jeho zahřátím, a to na teplotu 46-49°C po dobu 15 minut. Ošetření plástů se zavíčkovaným plodem je možné provést zahřátím na 40°C po dobu 3 hodin. Metoda zahřátí je vysoce náročná pro praxi a je proto doporučena pouze pro ošetření skupiny doprovodných včel při přesunu královny. Z biologických a zootecnických metod je možné vyřezat trubčí plod, který je již napadený a vložit plod nezavíčkovaný, který bude sloužit jako past na roztoče. Dále je možné použít predátora kleštíka a to roztoče *Cheyletus eruditus* (Veselý, 2003). Roztoč *Cheyletus eruditus* je výzkumně používán i jako predátor k roztočům parazitujícím např. u hadů (Schillinger, 2013; Giese, 2010).

Vzhledem k závažnosti onemocnění jsou léčebná a preventivní opatření dána státní veterinární správou, a to s platností zákona. Ošetření je prováděno pracovníky Českého svazu včelařů.

Včelstvo se ošetřuje primárně v zimě, kdy je úl v období bez přítomnosti včelího plodu. Aktivní látky jsou do úlu vpraveny fumigací, nebo aerosolem (Obrázek 15). Účinnost tohoto postupu se ověřuje spadem na dně úlů a jeho vyšetřením v laboratoři. Pokud je daná oblast silně zamořena roztočem, je nutné ošetření i v období letních měsíců. Léčba se provádí pomocí dotykových pásek napuštěných pyretridy. Vedle tohoto je možné použít též páry kyseliny mravenčí (Veselý, 2003).



Obrázek 14: : *Varroa destructor* - ošetření úlu fumigací (vlevo) nebo aerosolem (vpravo) Zdroj: Vcelky.cz

Státní veterinární správa vydala doporučení pro všechny včelaře, jak utlumit a příp. zamezit šíření varroózy (Státní veterinární správa České republiky, Sdělení SVS ČR k prevenci a tlumení varroózy včel v období roku 2011 až jara 2012, 2011):

- Pravidelné sledování přirozeného spadu roztočů
- Při zjištění vysokého spadu roztočů neprodlené vyšetření včelstva a jeho léčebné ošetření
- Léčebné ošetřování včelstev provádět pouze schválenými léčivými přípravky, Pořizovat nová včelstva nebo matky pouze z důvěryhodných zdrojů
- Provádění vhodných chovatelských opatření jako pravidelná obnova včelího díla
- Začít včas zakrmovat
- Pravidelné sledování nakažové situace v okolí stanoviště (v doletové vzdálenosti pro včely)
- Potřeba spolupráce mezi chovateli
- Utrácení rojů neznámého původu a divoce žijících včelstev jako potencionálních zdrojů nákazy

- Nepřekračovat úživnou kapacitu lokality vysokou koncentrací včelstev na stanovišti a usilovat o rovnoměrné rozmístění stanovišť v krajině zejména při kočování.

6.2 Nosematóza/ *Nosema apis* a *Nosema ceranae*/ Hmyzomorka včelí

Nosematóza je nejrozšířenější chorobou dospělých včel, jedná se o houbovitě onemocnění zažívacího traktu. Uvádí se, že v České republice je nakaženo až 50 % včelstev. Má dva původce – *Nosema apis* a *Nosema ceranae*. *Nosema* se do úlu dostává sporami v potravě, již nemocnými včelami – zbloudilé včely nebo včelami loupeživými. Jak uvádí Veselý, je možný přenos i vinou samotného včelaře při spojování včelstev atd. (Veselý, 2003)

Spora se dostává do trávicího ústrojí dospělého a v žaludku probíhá její vývojový cyklus, do 7 dní od nákazy je schopen vytvářet nové spory. Ty z těla hostitele odchází spolu s výkaly. Evoluční výhoda *Nosemy* je, že díky přítomnosti spor ve včelích výkalech jsou sladké a tím podporují koprofagii včel, která je u nich běžná. Včely se tím snaží udržet pořádek v úlu. Pozřením infikovaných výkalů se spory opět dostávají do trávicího ústrojí, konkrétně do žaludku hostitele a celý cyklus se opakuje. *Nosema* se též v úle může šířit sexuálním přenosem z trubců na královnu, kdy je trubec nakažen a může parazita na královnu přenést. Peng a kol. (2015) ve své práci zkoumali, nakolik je přenos možný a zda jsou trubci schopni chránit reprodukční orgány od infekce *nosemou*. *Nosema* trubce nakazí a je schopna jim evolučně pomoci, tj. zvyšuje jejich fertilitu a schopnost přežití, a to především u starších trubců. Dále práce prokázala, že mladí trubci umí minimalizovat riziko přítomnosti *Nosemy* ve svém ejakulátu (Green, 2002); (Vidal-Naquet, 2015).

Rozvoj *Nosema apis* je podpořen vhodnou teplotou (v intervalu 30-35°C v těle včely) a dostatečně bohatou stravou na bílkoviny. Pokud je *Nosema* vystavena po dobu deseti dní teplotě 37°C hyne zcela, avšak tato metoda nelze použít pro léčbu celého úlu komplexně, pokud jsou včely schopné teplotu v úle samy regulovat. Je možné toto aplikovat u jednotlivkyň, jelikož s typem jejich činnosti se mění i jejich tělní teplota. Veselý uvádí, že např. tělo dělnice při vydatné snůšce může dosahovat teploty až 40°C. Vnější teplota může vývoj *Nosemy* též ovlivnit, pokud je jaro a léto teplotně podprůměrné, tj. pod 9,5°C, v následujícím roce se riziko výskytu choroby zvyšuje až dvojnásobně (Chen, 2012; Veselý, 2003).

Diagnóza se provádí mikroskopicky (za použití speciálního mikroskopu) z uhynulých včel, sebraných výkalů, příp. výkalů čerstvých získaných ze zadeček mrtvých včel.

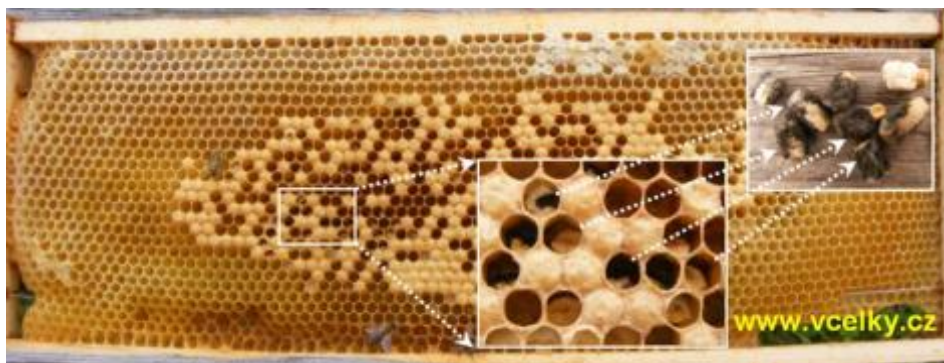
Pomocí až 600 násobného zvětšení je možné pozorovat zeleně fluoreskující útvary. Terapie nakaženého včelstva je pomocí antibiotika fumagilinu a likvidací nakažených včel. Jako prevence je vhodná dezinfekce parami kyseliny mravenčí. Zásoby nakažených včel je možné po povaření použít pro příkrm včelstva. Dezinfekce nakažených úlů resp. Pláství je kromě kyseliny mravenčí možná též ledovou kyselinou octovou (Veselý, 2003)

6.3 Zvápenatění včelího plodu/ *Acosphaerosis larvae apium*

Tato choroba je způsobená plísní *Ascosphaera apis*. Nákaza je v Evropě zaznamenávána od druhé poloviny 20. století, jak uvádí Veselý. V České republice je zvýšený výskyt zaznamenán s příchodem *V. destructor*, který je přenašečem. (Veselý, 2003).

Výzkumný ústav včelařský popisuje klinické příznaky jako tvorbu mumíí zwápenatělého plodu. Plíseň *A. apis* napadne včelí larvu a proroste její tělo, čímž ji zahubí. Vzniklý příškvár je podobný špalíčku školní křídly, a tedy odtud název choroby zwápenatění. Barva mrtvých larev je bílá, pokud plíseň stačí vytvořit i výtrusnice se spájivými výtrusy, mění se barva mumíí k tmavé až černé. Včelí dělnice tyto zbytky larev likvidují jejich odstraněním z úlu (Výzkumný ústav včelařský v Dole, 2016).

Larva včely se nakazí nejčastěji potravou, která je kontaminována výtrusy (asky) nebo myceliem plísně. Příkladem může být zkrmování pylu od již nakažených včelstev (Veselý, 2003). Výtrusy v žaludku larvy vyklíčí a v zadní části střeva vytvoří mycelium, která postupně proroste celou larvou (Obrázek 16) (Včelky, Zvápenětění včelího plodu, 2016). Zajímavým poznatkem je, že trubčí plody jsou k nákaze citlivější než plody dělnic (Veselý, 2003). Stejně tak se uvádí, že některá včelstva mohou být k nákaze náchylnější geneticky (Votava, 2003).



Obrázek 15: Zvápenatění včelího plodu - detail napadené plástve a mumifikovaných larev včely
Zdroj: Vcelky.cz

Nákaza probíhá rychle, do týdne od infikování larvy je cca 60 % larev již ve stavu mumifikace. Dospělé včely nejsou senzitivní k chorobě, avšak mohou být jejími přenašeči, a to jak v prostředí úlu, tak mimo něj. Spory *A. apis* mohou přežít mimo tělo larvy až po dobu 15 let, jako matrice k přežití jim slouží včelí produkty – nejčastěji med, vosk a pyl (Veselý, 2003).

Diagnóza choroby probíhá mikroskopickým průkazem plísně *A. apis* na tělech uhynulých a mumifikovaných larev. Pro výzkumné účely je možné použít i enzymatickou metodu detekce API ZYM systému, tj. systém 19 enzymů charakteristických pro tuto plíseň. Mezi dané enzymy patří např. alkalická a kyselá fosfatáza, leucin-peptidáza a beta-glukosidáza. Přítomnost dalších enzymů ve vzorku může vést k určení, zda se plíseň vyskytuje v napadených larvách již ve stavu mycelia (valin-peptidáza), nebo ještě ve formě výtrusů a zda by byla možná terapie včelstva (Keller, 2014).

Při pozitivním zjištění přítomnosti *A. apis* je třeba úl dezinfikovat a pro další jeho použití se držet preventivních opatření – častá kontrola příp. ošetření úlu parami kyseliny mravenčí, ke které by *A. apis* měla být citlivá, obměny díla s co největším počtem vložených mezistěn, příp. vyměnit včelí matku (Votava, 2003).

Jelikož ALA způsobuje úmrtí včelí larvy a snižuje tak počet larev, které se dožijí dospělosti není pro úl přímo likvidační a nepodléhá tak povinnosti ohlašování státní veterinární správě. ALA je sledována především z důvodu, že se snižuje počet včel, které se dožijí dospělosti a včelstvo se tak sníženou schopností produkovat med a ostatní produkty jakožto primární potravu pro své potomky.

6.4 Zkamenění včelího plodu/*Aspergillois larvae apium*

Stejně jako zvápenatění včelího plodu nepodléhá povinnosti ohlašování státní správě, tak ani zkamenění včelího plodu. Přestože jsou obě choroby velice podobné, jejich původce je rozdílný. Zkamenění včelího plodu způsobuje plíseň *Aspergillus flavus* příp. *A. fumigatus*. Výskyt choroby je v České republice vzácný a je zaznamenán jednak v Evropě a dále pouze v Severní a Jižní Americe (Keller, 2014).

Postup choroby je podobný jako u předchozí choroby, rozdílný pouze v tom, že mrtvá larva je tvrdě mumifikována, tj. zkamenělá. *A. flavus* může napadnout i dospělé včely, a dokonce i člověka, u kterého vyvolává mykotický zánět plic (Keller, 2014).

Diagnosa probíhá v praxi stejně jako u zvápenatění včelího plodu, tj. mikroskopicky. Pokud je potřeba přesná identifikace původce, tj. *A. flavus* či *A. fumigatus*, používá se detailů konidioforů s konidiiemi nebo pomocí plodnic. Prevence u nakaženého úlu a jeho léčba je postavená na odstranění uhynulých příp. nakažených larev. Je nutná opatrnost při jejich přenášení, jelikož plíseň se může šířit i vzduchem. Jak Veselý uvádí, jedná se o jedinou nákazu včel, která je přenosná i na člověka (Veselý, 2003).

6.5 Zavíječ voskový a zavíječ malý

Jako nebezpečným škůdcem ve včelařství se uvádí i skupina zavíječů (*Galleria*). Motýlci mají rozpětí křídel cca 35 mm. Jejich vývojový cyklus začíná naklazením oplozených vajíček, ze kterých se líhnou pohyblivé larvičky. Housenky zavíječe jsou velice žravé oproti dospělci, který potravu nepřijímá. Housenka žije na plástvích v úlu, kde je schopná vyvrtávat chodbičky a požírat i přihrádky mezi buňkami. Včelí plod je housenka schopná několik milimetrů vyzdvihnout nad úroveň víčka, či naopak je buňka omotána vlákny zavíječe tak pevně, že líhnoucí larva se nemůže z buňky dostat ven a hyne v ní (Veselý, 2003).

Prevenčí před housenkami zavíječů je jednak čistota úlů a zodpovědné rozšiřování plástů, tj. pouze do kapacity, kterou je včelstvo schopno obsáhnout. Vhodnými prostředky k ošetření pláství se uvádí oxid siřičitý (pálení sirných knotů), páry ledové kyseliny octové či kyseliny mravenčí. Veselý upozorňuje na nevhodnost použití insekticidů obecně, jelikož bývají rozpustné v tucích, tak by se aktivní látka dostala do pláství a případně i uskladněných zásob, čímž by je znehodnotila (Veselý, 2003).

6.6 Lesknáček úlový (*Aethina tumba*)

A. tumba je nejnebezpečnějším škůdcem včel z řádu brouků. Likviduje zásoby včelstva i samotné larvy. Je nejrozšířenější v Africe a jsou již záznamy o jeho výskytu ve Spojených státech amerických a v Kanadě. V Evropě se *A. tumba* objevil roku 2004 v Portugalsku, kdy byl zavlečen s importovaným včelstvem. Ze zprávy Evropské unie plyne, že všechna napadená a včelstva s podezřením na nákazu byla zlikvidována (Prokše, 2004).

Životní cyklus *A. tumba* není závislý na včele jako hostiteli. Je možný jeho cyklus provést i na zkaženém ovoci s vysokým podílem cukrů. U včelstva probíhá nákaza následovně. Oplodněná vajíčka samička naklade v úlu, ta se do 24 hodin líhnou ve formě larev. Ty jsou vysoce žravé – likvidují zásoby pylu, včelí plody, med. Larvy dospějí do dvou týdnů a následně opouští úl (vypadnou česnem pod úl) a jsou schopné dostat se až do vzdálenosti 80 m od úlu. Následně se zavrtávají do půdy, odkud se po třech týdnech líhnou dospělci, čímž se celý cyklus uzavírá (Prokše, 2004) (Přidal, 2005)

Prevence výskytu je odvislá od striktní kontroly dovážených včelstev. Jednotliví včelaři musí svá včelstva kontrolovat vizuálně a při potvrzení přítomnosti brouka je možné použít lapače jeho larev uložených na dno úlu. Léčba je možná i chemickými látkami, konkrétně insekticidem s aktivní složkou cumafosinu, avšak tento prostředek je registrován a povolen k použití pouze ve Spojených státech amerických, v Evropské unii nikoliv (Sládek, 2014).

6.7 Myši, ptáci, mravenci a ostatní škůdci

Sršňovití (*Vespidae*)– sršně a vosy patří k masožravému hmyzu a jako takový loví i včely pro svou potřebu a pro své potomstvo. Hnízda vos je nejlépe likvidovat ihned z jara. (Veselý, 2003).

Mravenci (*Formicidae*)– mravenci mohou způsobit škodu na úlu tím, že se usadí přímo v jeho stěnách. Jedná se o problém při uskladnění úlu. Jako prevence je možné použít mechanické prostředky (podložení nohou stojanů úlů nádobami s naftou, či olejem. Hnízda mravenců se nelikvidují (Veselý, 2003).

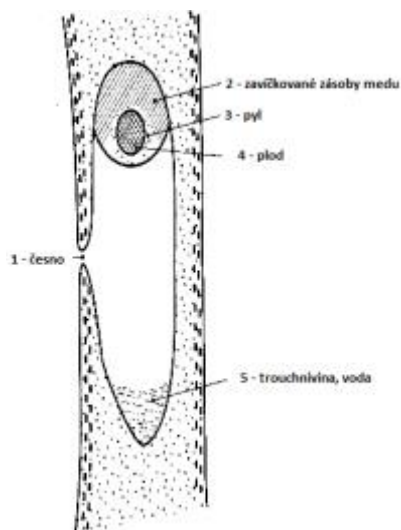
Ptáci (*Aves*) – Ptáci loví včely pouze výjimečně. Úbytek včel ulovených ptáky je mnohonásobně převyšena užitečností ptáků obecně, a proto ptáci nejsou jako včelí škůdci likvidováni. Nejčastěji se jako o škůdci včel zmiňují sýkorky, které mohou

rušit včely v zimě, či žluny a datlové, kteří poškozují stěny úlu. Ochrana před ptáky je možná a je založena na mechanických zábranách (Veselý, 2003).

Myši, rejsci – škody na úlech způsobené myšmi jsou nejčastěji v podobě poškozených pláství, samotného úlu příp. likvidace zásob včel. Nejčastěji myši napadají úl v zimě, kdy jsou schopné zkřehlé včely požírat. Eliminace myši se provádí mechanickými zábranami – pastičky na myši (Veselý, 2003).

7 Ochrana a chov včelstev

Včelu může její včelař chránit pouze tehdy, pokud dobře zná její potřeby na prostor a pastvu. Původním teritoriím včely medonosné byly lesostepi a lesy, kde včelí roje obydlovaly především dutiny stromů. Výběr takové dutiny měl svá pravidla – např. že strom byl vyšší než širší. Schématický náčrt (Obrázek 16) ukazuje, jak vypadá osídlení dutiny stromů rojem (Babík, 2012).



Obrázek 16: Schéma osídlení dutiny stromu rojem. Zdroj: Babík 2012

Stavba umělého úlu by měla dodržovat následující parametry:

- Půdorys ve tvaru čtverce s možným rozšířením směrem vzhůru (nástavkový systém)
- Zvolení šířky rámků je otázkou praxe. Obecně délka 39 cm vyhovuje pro chov silnějších včelstev, šířka 42 cm vyhovuje intenzivnímu chovu včelstev se silnou snůškou, šířka 45 cm je pro evropské poměry dle Veselého (Veselý, 2003) zbytečná. Stejně rozměry rámků jsou doporučovány i pro alternativní chovy včel (Crha, 2016).

- Nástavkový systém je možný vysoký a nízký, kdy vysoký se blíží optimálním podmínkám, v nízkém nástavkovém systému je možná pohodlnější manipulace s nástavky (Veselý, 2003).

Výhody a nevýhody nízkých a vysokých nástavkových systémů jsou uvedeny v Tabulce 1

Systém	Výhody	Nevýhody
Tradiční dvouprostorové uspořádání	Díky menšímu počtu rámků snadná výměna matky	Více manipulace s větším počtem rámků, pracnost, nízký rámeček vede k vyzimování slabého včelstva
Vysokonástavkový systém	Díky menšímu počtu rámků snadná výměna matky	Více manipulace s větším počtem rámků, nástavky s medem jsou těžké, rozšíření je komplikované.
Nízkonástavkový systém	Méně častá manipulace s rámků, více s nástavky, nástavky s medem jsou lehčí	Pracné hledání matky, pomalý jarní rozvoj.
Kombinace obou předešlých systémů	Rychlý jarní rozvoj, může být rychlejší než u vysokých nástavků.	Těžké vysoké nástavky, komplikované rozšiřování

Tabulka 1: Uspořádání úlu včelařem (Veselý, 2003).

7.1 Léčba tradičními/standardními metodami

Léčba tradičními metodami znamená využití základů ekologického zemědělství, tj. držení se použití látek přírodního původu, které nebyly syntetizovány chemickou cestou. Mezi nejčastěji používané látky patří organické kyseliny a oleje (Dvorský & Urban, 2014).

Organické kyseliny:

- Kyselina mravenčí (Formidol) : obecný princip metodiky je dvě ošetření během roku proti roztoči *V.destructor* s tím, že existují dvě možnosti kdy léčivo podávat. První možnost je na jaře, před začátkem plodování a koncem léta po prvním zakrmení. Druhá možnost je na konci léta po prvním zakrmení společně s podzimní léčbou. Kyselina se aplikuje v různých koncentracích od 60% - 85% v aplikátoru, který se vloží do úlu, kde se kyselina odpařuje. Princip účinku na roztoče není přesně znám, pravděpodobně dochází k poleptání sacího ústrojí a roztoči tak nepřežijí. Předávkování kyseliny mravenčí může způsobit poškození plodu nebo ztrátu matek. Formidol pomáhá i při léčbě nossematozové nákazy a vápenatění plodu (Včelky.cz, 2017).
- Kyselina octová: používá se na dezinfekci plástů. Plásty se jednou ročně umístí do uzavřeného prostoru, nad rámky se vloží miska s ledovou kyselinou octovou, takto se ponechají přibližně 14 dní, teplota vzduchu by neměla přesahovat 15°C. Používá se na 10 plástů 200ml kyseliny octové (Jirka, 2006).
- Kyselina mléčná: v rámci tlumení varroázy se používá její 15% vodný roztok k ošetření oddělků. K aplikaci se používá rozprašovač. Nutné je orosit všechny včely na vyndaném rámku. Metoda je velmi snadná a účinná (psnv.cz, 2017).
- Kyselina šťavelová: používá se jako alternativa při léčbě varroázy, aplikuje se pozdě v sezóně, až v úlu není plod. Roztok (7,5 dílu kyseliny šťavelové, 100 dílů vody a 100 dílů cukru) se vstříkuje mezi plásty injekční stříkačkou (psnv.cz, 2017).

Oleje:

- Thymol: čistě přírodní alternativa k léčbě varroázy. Přípravek, Thymovar, se aplikuje na proužcích s medikované tkaniny, která se vloží do úlu (Bentzien, 2008).
- Eukalyptol: čistě přírodní alternativa k léčbě varroázy.
- Kafr: čistě přírodní alternativa k léčbě varroázy.

7.2 Alternativní metody chovu

Obor včelařství, jak je již uvedeno, patří mezi velice staré oblasti působení člověka. V našich zeměpisných podmínkách se pod pojmem chov včel, resp. včelařství primárně myslí chov včely medonosné (*A. mellifera*). Dále se chovají i čmeláci, samotářské včely jako je *Megachile rotundata*, včely východní *A. cerana* a včely

bezžihadlovité jako jsou *Melipona beechii* ze Střední Ameriky (Veterinární a farmaceutická univerzita v Brně, 2016; Vidal-Naquet, 2015).

Jako alternativní metody chovu se označuje chov ekologický, kdy se pro obstarávání včelstva snaží včelař vyvarovat použití jakýchkoli chemických prostředků a produktů chemického průmyslu. Urban a Dvorský (Dvorský & Urban, 2014) uvádí, že ustanovení zásad kontrolovaného ekologického zemědělství je reakcí na negativní dopady konvenčního průmyslu na zemědělství. Ekologický chov včel je definován Nařízením Evropského společenství č. 889/2008 ve znění pozdějších předpisů.

Pod pojem péče o včely spadá definice materiálů použitých k výrobě úlů – nutný původ z přírodních materiálů. Použití vosku z konvenčního trhu je možné pouze potom, co včelař prokáže, že daný ekologický produkt na trhu není dostupný. Doplnění včelstev je též povoleno pouze matkami a dělnicemi z ekologického chovu, pokud tak není možné, je povoleno rozšíření úlu o maximálně 10 % včelstva o včely z konvenčního chovu. Usmrcování trubců je povoleno pouze jako biologické opatření proti varroáze (Nařízení Evropského společenství, 2008; Bentzien, 2008)

Stanoviště je definováno oblastí včelí pastvy, kde musí být dostupná potrava z ekologicky pěstovaných rostlin a přirozené vegetace. Musí být dostatečně vzdálené od ploch s dopadem průmyslové výroby. V praxi se jedná umístění ve (Gie16; Gie16)vzdálenosti do tří kilometrů od Národních parků, Chráněné krajinné oblasti, Přírodní rezervace, Pásmo ochrany vod a oblasti, kde jsou okolní zemědělské plochy zapojeny do systému ekologického zemědělství, zároveň se nesmí v okruhu tří kilometrů nalézat žádné významné zdroje znečištění. (Nařízení Evropského společenství, 2008; Bentzien, 2008).

Zdravotní péče včel je založena na preventivních opatřeních vyloučení všech způsobů očkování včelstev a použití chemických prostředků. Pokud dojde k propuknutí choroby u včelstva, je nutné zahájit terapii prostředky povolenými příslušnými veterinárními předpisy. V případě, že jimi jsou chemicky syntetizované přípravky a léčiva, je potřebné na dobu léčby včelstvo umístit do izolovaného úlu a po končení terapie v původnímu úlu vyměnit veškerý vosk za vosk z ekologické produkce. Po ukončení terapie následuje roční přechodné období, než se včelstvo může opět označit za původem z ekologického chovu (Moderní včelař, 2016).

Značným problémem je celoplošně onemocnění varroáza. Pro její regulaci v populaci včel jsou povoleny organické kyseliny jako je kyselina mravenčí, mléčná,

octová a šťavelová a příp. i éterické oleje jako je thymol. Dle Sdělení Státní veterinární správy České republiky z roku 2011 a 2012 se v České republice používá pouze kyseliny mravenčí a thymolu (Státní veterinární správa České republiky, Sdělení SVS ČR k prevenci a tlumení varroázy včel v období roku 2011 až jara 2012, 2011). Páry kyseliny mravenčí proniknou do zavíčkovaných buněk a ničí vývojová stadia roztoče *V. destructor*. Její použití je vhodné i při napadení včelstva nosematózou či zvápenatěním včelího plodu. Druhou funkcí par kyseliny mravenčí je to, že nutí včelstvo odvíčkovat buňku a odstranit napadené kukly včelího plodu. Použití thymolu je obdobné jako u kyseliny mravenčí pouze s tím rozdílem, že je potřebné jej použít až po odebrání medu, jelikož thymol může negativně ovlivnit sensorické a organoleptické vlastnosti medu, jelikož je rozpustný v tucích (Babík, 2012).

Ochrana úlu před škůdci typu myší, mravenců atd. je povolena pouze mechanickými nástrahami.



Obrázek 17: nástavkové úly v zahradě pravoslavného kláštera Morača, Černá hora. Vlastní zdroj



Obrázek 18: nástavkové úly v zahradě pravoslavného kláštera Morača, Černá hora. Vlastní zdroj

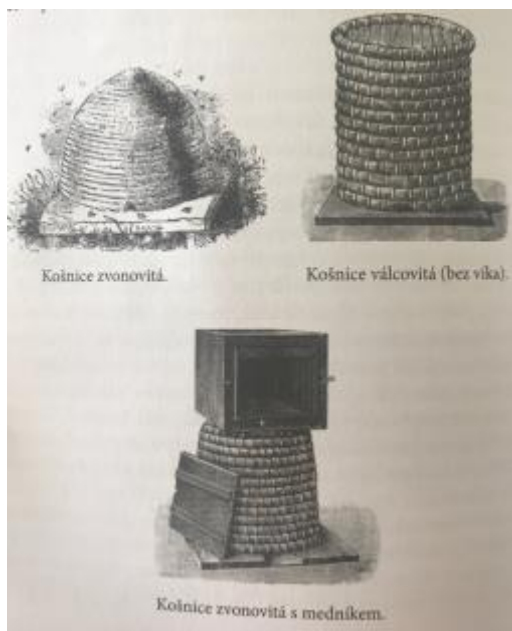
7.2.1 Historie včelích úlů

- Kláty – pocházejí ze středověku. Včelař uřízl kmen, ve kterém se včely usadili. Pokud to byl padlý strom usadil jej naležato. Klát byl pro včelaře přístupnější než dutý kmen.



Obrázek 19: kláty stojan a ležan Zdroj: Včely jinak

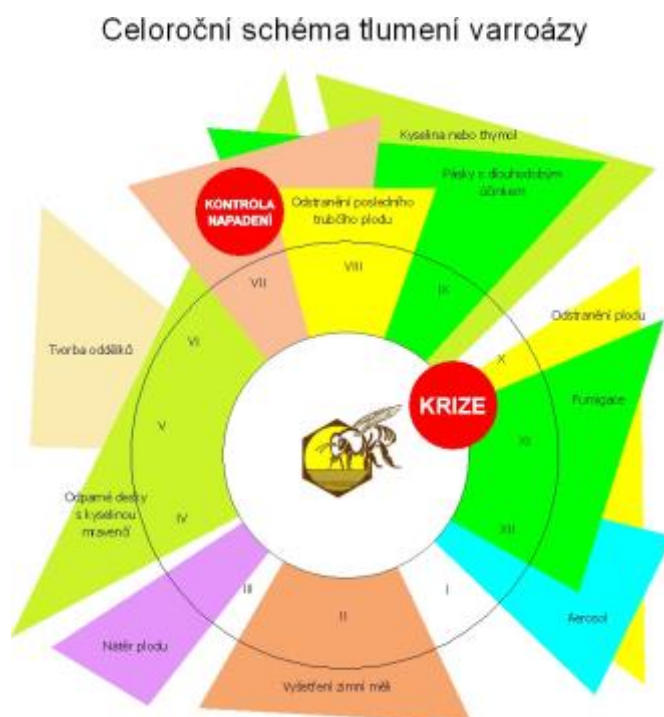
- Úly truhlíky – jedná se o truhlíky z fošen podobné klátům, nevýhodou bylo, že měly více mezer a udržely méně tepla.
- Koše a košnice – během kočování nebylo na stepích k dispozici mnoho dřeva, začali se tedy plést koše z proutí, nebo košnice ze slámy



Obrázek 20: Slaměnné košnicové úly Zdroj: Včely jinak

7.3 Doporučené a povinné léčení včelstev

Jako prevence v době snůšky se vyřezává zavíčkovaný trubčí plod. První léčení není nařízeno KVS, provádí se, pokud je zjištěna nákaza *V.destructor*. Používá se formidol (kyselina mravenčí). První plošné léčení se provádí po prvním medobraní. Léčení se provádí přípravkem GABON PF 90. Účinná látka, Tau-fluvalinatum, je zabudována v polymerní směsi z termoplastického kaučuku, který tvoří mikrovrstvu na proužku z gabonového dřeva. Účinná látka se z povrchu proužku dostane na tělo včely a rovnoměrně se roznáší po úlu (Výzkumný ústav včelařský v Dole, 2016). Druhé plošné povinné léčení se provádí fumigací na podzim. Účinná látka přípravku Varidol je Amitrazum. Lze též aplikovat aerosolem. S odstupem 10-14 dní se provádí 3x za sebou. V případě pozitivního nálezu při vyšetření zimní měli se provádí zimní nátěr plodu přípravkem M-1AER. (Výzkumný ústav včelařský v Dole, 2016)



Obrázek 21: Celoroční schéma léčení a prevence varroázy. Zdroj: <http://www.beedol.cz/>

7.4 Očkování proti *V.destructor*

Očkovací látka proti *Varroa destructor* spadá do kategorie DNA vakcín, vynálezcem tohoto systému očkování včel je Dr. Matthias Giese. Základem DNA vakcíny je malý úsek DNA o několika genech, který má nést gen pro tvorbu antigenu proti roztoči *V.destructor*. (Daníhlík & Vondráčková, 2010; Giese, 2010)

Prozatím se aplikovaly vakcíny při zakmování v cukerném roztoku, tato varianta, ale neřeší napadený plod. Testuje se DNA vakcína, která by se aplikovala ve formě aerosolového spreje přímo na plodiště. Očkování proti varroáze je jedno z mála, které je možné v budoucnu uvést do praxe, v současnosti se včelaři musí spoléhat především na preventivní opatření a případnou terapii léčiv. (Danihlík & Vondráčková, 2010)

8 Diskuse

Včela medonosná (*Apis mellifera*) přináší lidem užitek – svými produkty (med, vosk, propolis atd. a svou činností opylovače rostlin a stromů. Uvádí se, že včela je třetí nejužitečnější živočich pro člověka. Hmyz obecně opyluje asi 80 % všech kvetoucích rostlin, přičemž u více jak 75 % z toho je opylovačem právě včela medonosná (Klein, Pollination of Coffea canephora in, 2003) (Klein, Importance of pollinators in changing landscapes for world crops, 2007) (Švamberg, 2015).

Z uvedených důvodů je v zájmu člověka včelu chránit. Nepříznivé faktory, které život včelstev ohrožují, můžeme rozdělit na antropogenní a non-antropogenní. Mezi antropogenní faktory spadá veškerý dopad chování člověka zejména znečištění ovzduší, ekonomické faktory, chemická rezidua látek v půdě, jelikož v té rostou rostliny, které jsou včelami opylovány. Organická rezidua bývají nejčastěji rozpustná v tucích a poté, co jsou s pylem přenesena dělnicemi do úlu, mohou být použita jednak ke krmení včelího plodu, jednak ke stavbě pláství. V těle včelího plodu se tyto látky kumulují a mohou způsobit patologické změny. Chemická rezidua se též mohou hromadit ve vosku a tím perzistují v úle po jeho celou životnost. Vliv chemických látek na životní prostředí lze vysledovat i změnu diverzity na pastvinách, kde shání včely potravu. Mohou se tak setkat s rostlinami do našich lokalit zavlečených, které mohou být pro středoevropské včely jedovaté. (Sedivy, 2011). Obrovská zátěž půdy a vod v důsledku nadměrné produkce potravin v rámci konvenčního zemědělství je očividná. Veškerá současná zemědělská produkce je zaměřena na objem, stejně tak i šlechtění včel. Honba za výnosy sebou nese platbu, která se projevuje, rezistencí vůči léčivům, jak zmiňuje Dvorský (Dvorský & Urban, 2014), postupnou ztrátu imunity včel, která napomáhá šíření dalších nálezů, například nosematózy.

V souvislosti se šlechtěním včel Linhart ve své studii uvádí, že potlačení rojení by umožnilo včelařům chovat více včelstev. Rojení by včelám neutlumovalo jejich přirozený sběrací instinkt a produkce medu podle Linharta by stoupla o 30%. Metod na regulaci rojení je mnoho, moderní směr, kterým se ubírá moderní včelařství je

šlechtění nerojivých kmenů včelstev. Škody způsobené rojením přirovnává Linhart ke škodám způsobenými nemocemi a škůdci. Dokonce uvádí, že i jedno jediné rojení za rok je natolik ekonomicky nevýhodné, že ohrožuje existenci včelařské farmy (Linhart, Bičík, & Vagera, 2012).

Jako non-antropogenní faktory negativně ovlivňující zdravotní stav včelstev bych označila především jejich patogeny a parazity, kteří včely napadají. Mohou být rozděleni dle koncového hostitele – tj. napadení včelího plodu, dělnic, či královny, příp. na přenosné a nepřenosné na člověka. Ne všechny choroby jsou vážným nebezpečím či ohrožením života včelstva. Majoritně se jedná spíše o oslabení včel a kvůli tomu může být včelstvo napadeno další chorobou – nejčastěji je sekundárním onemocněním mor včelího plodu a varroáza. Tyto nemoci mohou ovlivňovat mizení včel v posledních letech zvané syndrom zhroucení včelstev (vanEngelsdorp, 2010).

Hynutí plodu hladem a zimou se projevují nejčastěji na konci zimy, kdy dochází úlu potrava, bylo málo zásobené, nebo se vyskytnou silnější mrazy. V případě malé zásoby potravy je možné, že dospělé včely požírají zavíčkované i nezavíčkované larvy včel a vysávají jejich měkké části. Tím se snaží zachránit úl jako takový, v případě tuhých mrazů dochází k prochladnutí úlu po jeho vnějších stranách a zde mladé larvy hynou zimou. Pokud v obou případech nejsou odstraněny organické zbytky těl larev, může s nástupem jara a vyšších teplot dojít k jejich bakteriálnímu rozkladu, tvorbě hnilobného pachu, a i rozvoji bakteriálních nákaz (Veselý, 2003).

Přítomnosti jakékoli nákazy je třeba se aktivně bránit. Čeští včelaři tak dělají dvěma způsoby – alternativním způsobem chovu a chovem konvenčním. Alternativní způsob chovu včel zahrnuje pravidla pro ekologické zemědělství tj. vyloučení použití chemicky syntetizovaných prostředků k ochraně a terapii včel. Jedinou výjimku tvoří zákonem nařízené způsoby terapie – příkladem je plošná léčba varroázy, která podléhá příslušnému nařízení a metodice Ministerstva zemědělství České republiky. Po tomto zásahu je nutná roční přechodná doba, než se opět včelstvo může zařadit mezi ekologicky chované. Alternativní způsoby péče o zdraví včel jsou založeny na použití organických kyselin a příp. éterických olejů. Tímto se včelaři chtějí navrátit ke zdravým produktům, ve kterých se nebudou kumulovat chemická rezidua látek z průmyslových výrob. Ekologické včelaření se liší od konvenčního včelaření mimo jiné tím, že ekologický včelař zasahuje do vzájemných vztahů co možná nejméně (Bentzien, 2008).

Kvalitu medu a zdraví včel ohrožuje především používání pesticidů v zemědělství. Množství pesticidu obsaženém v nektaru v medných váčcích včely je mnohem vyšší než v konečném produktu, znamená to tedy, že včela zřejmě dokáže část škodlivých látek při zpracování nektaru odfiltrovat. (Bentzien, 2008). Napadá mne paralela mezi rozšířením kleštíka a používáním herbicidů v zemědělství. Na výrobu glyfosátu získala v roce 1970 patent společnost Monsanto [3] a její značka Roundup®. Následně se rozšiřuje kleštík, včelí mor, hroutí se včelstva, rozšiřují se virósy.

Přirozené obydlí včel bylo v naší zeměpisné šířce vždycky v dutinách stromu, nevybírala si dutinu podle velikosti, ale přizpůsobila se. Dnešní včelaři řeší optimální velikost, výšku ideálního prostoru a méně řeší, fungování úlu uvnitř. Vývoj úlu probíhá tím směrem, aby se lépe s úlem pracovalo člověku a včela se musí přizpůsobit. Mezistěny se čím dál častěji používají plastové, Smolík zmiňuje, že na plastových mezistěnách dochází k tlumení vibračních signálů. Campbell přirovnává zpomalení přenosu informací k požití drogy, která zpomaluje přenos informace mezi mozky a končetinami (Hradil, 2014). Tautz přirovnává včelí plást k voskové pevné lince přenášející informace mezi včelami, stejně jako nervový systém, který přenáší jednotlivé informace mezi orgány (Tautz, 2016). Tautz zmiňuje, že včelám brání v přenosu informací i dřevěný rámeček, do kterého včely v úle svůj plást staví. Síť okrajů buněk se nemůže pohybovat, proto včely na okrajích plástů vykusují díry, aby obnovily přenos vibračních signálů (Tautz, 2016). Další součástí přirozeného obydlí v dutině stromu jsou její nerovnosti, pukliny, výčnělky, s kterými si včela musí poradit a stmelit je propolisem, který působí antisepticky a antibioticky a tím pomáhá přirozené obranyschopnosti proti parazitům a patogenům. V moderním úlu včela nepotřebuje v takovém množství propolisovat, což má opět vliv na zdravotní stav včelstva (Hradil, 2014). Pokud do hnízda vnikne větší zvíře, například myš, včely ji dokážou svými žihadly usmrtit, nedokáží ji však z úlu odstranit. To by samozřejmě mohlo znamenat velké riziko v podobě bakteriálních a houbových nákaz, včely ji obalí do propolisu, tím mrtvolu zcela zakonzervují, a tak se riziko infekce potlačí (Tautz, 2016). Když se nad tím zamyslím do důsledku, musím říct, že včelaři včelám poskytli bezchybné bydlení, které zatěžují chemikáliemi s přesvědčením, že včelám pomáhají v boji s parazity a nechtějí si uvědomit, že včely mnohé zvládnou sami.

Dalším problémem je to, že *V. destructor* se množí spolu se včelami, tedy čím větší včelstvo chce včelař mít, tím více množí roztoče a tím více musí použít chemie (Hradil, 2014).

Jeden z největších problémů, který já osobně vnímám, jako jeden z nejzávažnějších, co se imunity včel týče, je zimování na cukru. Včelař vezme po poslední snůšce med a nabídne náhradu – cukr. Smolík píše, že včely vyživované cukrem žijí kratší dobu, to znamená, že včelstvo produkuje více krátkověkých včel a opět se vracím k problému z kleštíkem, včelstvo produkuje více včel a více kleštíka. Staré včelaření bylo založeno na malém počtu zdravých dlouhověkých včel (Hradil, 2014)

Dnešní člověk chce mít pouze více plodu, více včel, více nástavků, více medu, větší výnosy v monokulturách...

9 Závěr

Tato práce byla zaměřena na rozbor a stanovení patogenů a parazitů způsobujících onemocnění včely medonosné (*Apis mellifera*). Původci chorob byli rozděleni dle vývojové větve tj. na prokaryota a eukaryota tedy na bakterie a viry a skupinu plísňí a větších škůdců typu hlodavci, mravenci a ptáci atd. U každého původce onemocnění byly charakterizovány klinické příznaky choroby a stanovena metoda jejich diagnózy.

První část práce je zaměřena na charakteristiku včely medonosné, popis její fyziologie, následuje kapitola o hodnocení a zdravotním stavu včel obecně a faktorech, které zdravotní stav včel ovlivňují. Nejpodrobněji je zpracována třetí a čtvrtá kapitola zabývající se přehledem patogenů včely medonosné (mor včelího plodu, virózy – virus deformovaných křídel, virus akutní paralýzy, virus chronické paralýzy, virus pytlíčkovitého plodu, virus černání matečnicků a Kašmírský virus) a jejími parazity (onemocnění varroáza, nosematóza, zvápenatění včelího plodu, zkamenění včelího plodu, škůdce motýl zavíječ voskový, brouk lesknáček úlový a myši, ptáci a mravenci). Poslední kapitola se věnuje rozboru alternativního chovu včel – jeho způsoby, charakteristika, čím se liší od chovu konvenčního, problematika očkování včelstev a léčba již napadeného úlu tradičními způsoby.

10 Citovaná literatura

(nedatováno).

Capinera, J. L. (2008). Encyklopedia of Entomology. (J. L. Florida, Editor)

Chen, W. (2012). Nosema cerenae Infection Intensity Highly Correlates with Temperature. *Journal of Invertebrate Pathology*, 3, stránky 264-267.

Crha, K. (2016). *Kapesní průvodce alternativního zájmového včelaření pro začátečníky*. Získáno 21. 12 2016, z Kapesni pruvodce alternativního zájmového včelaření pro začátečníky

Švamberg, V. R. (2015). Analýza stavu oboru včelařství v České republice. http://www.vcelarstvi.cz/files/pdf_2013/analyza-naweb.pdf. Český svaz včelařů. Načteno z www.vcelarstvi.cz:
http://www.vcelarstvi.cz/files/pdf_2013/analyza-naweb.pdf

Švamberg, V. R. (2015). Analýza stavu oboru včelařství v České republice. http://www.vcelarstvi.cz/files/pdf_2013/analyza-naweb.pdf. Český svaz včelařů. Načteno z www.vcelarstvi.cz:
http://www.vcelarstvi.cz/files/pdf_2013/analyza-naweb.pdf

Backhaus, W. (11 1990). Color Vision in honeybees. Berlin: Institut für Neurobiologie, Freie Universität Berlin.

Babík, E. (2012). Skripta pro chovatele včel v souladu s Přírodou. Praha.

Bakonyi, T. (2002). Phylogenetic Analysis of Acute Bee Paralysis Virus Strains. *Applied and Environmental Microbiology*, 12.

Bakonyi, T. (2003). Development and Evaluation of PCR Assays for the Detection of Paenibacillus larvae in Honey Samples: Comparison with Isolation and Biochemical Characterization. *Applied and Environmental Microbiology*, 3, stránky 1504-1510.

Bednář, M. (1996). *Lékařská mikrobiologie: Bakteriologie, virologie a parazitologie*. Praha: Marvil.

- Benjeddou, M. (2001). Detection of Acute Bee Paralysis Virus and Black Queen Cell Virus from Honeybees by Reverse Transcriptase PCR. *Applied and Environmental Microbiology*, 5, stránky 2384-2387.
- Bentzien, C. (2008). *Ekologický chov včel*. (A. Štorkárová, Překl.) Vydavatelství VÍKEND.
- Brně, V. a. (2016). *Choroby včel*. Získáno 21. 12 2016, z <http://cit.vfu.cz/choroby-vcel/>
- Butler, C. G. (1975). *The world of the honeybee*. Collis.
- Da Miranda, J. (2010). The Acute Bee Paralysis Virus-Kashmir Bee Virus-Israeli Paralysis Virus Complex. *Journal of Invertebrates Pathology*, 2010, stránky S30-S47.
- Danihlík, J., & Vondráčková, H. (2010). První krok k očkování včel proti roztoči *Varroa destructor*. *Moderní včelař*, stránky 41-42.
- Dostálková, S. (2014). Testování antimikrobiální aktivity peptidů. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Dvorský, J., & Urban, J. (2014). *Základy ekologického zemědělství*. Praha: ÚKZÚZ.
- Giese, M. (2010). *Vaccination of Honeybees against the varroa mite is possible*. Získáno 21. 12 2016, z <https://www.biooekonomie-bw.de/en/articles/pm/vaccination-of-honeybees-against-the-varroa-mite-is-possible/>
- Govan, V. A. (1999). A PCR Detection Method for Rapid Identification of *Paenibacillus* larvae. *Applied and Environmental Microbiology*, 9, stránky 2243-2245.
- Grabensteinere, E. (2001). Sacbrood Virus of the Honeybee (*Apis mellifera*) Rapid Identification and Phylogenesis Using Reverse Transcription-PCR. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*, 1, stránky 93-104.

- Green, R. (2002). *Apis mellifera: Honeybee*. Branden Books.
- Haddad, N. (2015). Diagnosis of Paenibacillus larvae Disease in Jordan According to Microbical and Chemical Techniques. *Asian Journal of Animal Sciences*, 6, stránky 4534-4539.
- Hartman, U. (2015). Dynamics of Apis mellifera Filamentou Virus (AmFV) Infections in Honey Bees and Relationships with Other Parasites. *Viruses*, 5.
- Houser, P. (2012). *RNA viry - potomci prvních živých organismů?* Získáno 21. 12 2016, z <http://www.scienceworld.cz/biologie/rna-viry-potomci-prvnich-zivych-organismu-6713/>.
- Hradil, R. (Editor). (2014). *Včely jinak*. Fabula.
- Jirka, V. I. (9 2006). Hygiena ve včelařství je základním předpokladem kvalitního chovu. *Včelařství*.
- Keller, K. (2014). Fungi Infection in Honeybee Hives in Regions Affected by Brazilian Sac Brood. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnica*, 5.
- Klein, A. (2003). Pollination of Coffea canephora in. *Journal of Applied Ecology*, 5, stránky 837-845.
- Klein, A. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceeding of Royal Society of Biology*, stránky 207-217.
- Klobásová, T. (2010). Faktory ovlivňující morfologii retrovirů. Praha: Vysoá škola chemicko-technologická v Praze.
- Linhart, R., Bičík, V., & Vagera, J. (24. 1 2012). Genetická teorie rojení včely medonosné (*Apis mellifera*) a její praktické využití formou protirojových opatření. <http://kmedubezjedu.cz/prilohy/clanek4.pdf>.
- Mendelova univerzita v Brně, . (2016). *Bakteriální onemocnění včel*. Získáno 21. 12 2016, z

http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=2614&typ=html

Ministerstvo zemědělství České republiky, . (2013). *Mor včelího plodu*.

Získáno 21. 12 2016, z <http://eagri.cz/public/web/svs/portal/zdravi-zvirat/vcely/mor-vceliho-plodu/>

Moderní včelař, . (2016). K bio/eko chovu včel úvodem. *Moderní včelař*.

Nařízení Evropského společenství, . (2008). NK (ES)č. 889/2008 čl. 13 a 38.

Peng, Y. (2015). Consequences of Nosema apis Infection for Male Honey Bees and their Fertility. *Nature*, 5.

Prokše, P. (2004). Tumida je v Evropě. *Včelařství*, 12, str. 309.

psnv.cz. (4 2017). <http://www.psnv.cz/>. Načteno z Ošetření oddělků kyselinou mléčnou:

http://www.psnv.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=382:oeteni-oddlk-kyselinou-mlenou&catid=48:vceli-nemoci&Itemid=68

Přidal, A. I. (2005).

<http://www.varroamonitoring.cz/showArticle.do?id=Biologie&key=varroaBiology>. Získáno 2017, z <http://www.varroamonitoring.cz/>:

<http://www.varroamonitoring.cz/showArticle.do?id=Biologie&key=varroaBiology>

Přidal, A. I. (1 2007). Determinace pohlaví u včel. *Moderní včelař*.

Přidal, A. I. (2008). Parazitismus, nemoci včel a názvosloví. *Včelařské noviny*.

Randsome, H. M. (2012). *The Sacred Bee in Ancient Times and Folklore*. Mineola, United States of America.

Ribiere, M. (2007). Spread of Infectious Chronic Bee Paralysis Virus by Honeybee (*Apis mellifera*) Feces. *Applied and Enviromental Microbiology*, 23, stránky 7711-7716.

- Schillinger, L. (2013). Cheyletus Eruditus: An Effective candidate for the Biological Control of The Snake Mite. *Journal of ZOO and Wildlife Medicine*, 3, stránky 654-659.
- Saksún, J. (2014). *Ministerstvo zemědělství České republiky*. Získáno 21. 12 2016, z Náhrada nákladů a ztrát vzniklých v souvislosti s nebezpečnými nákazami: <https://www.biooekonomie-bw.de/en/articles/pm/vaccination-of-honeybees-against-the-varroa-mite-is-possible/>
- Sedivy, C. (2011). Closely related pollen generalist bees differ in their ability to develop on the same pollen diet: evidence for physiological adaptations to digest pollen. *Functional Ecology*.
- Sládek, K. (2014). Nová hrozba pro evropské včelaření. *Moderní včelař*, 5, stránky 8-9.
- Státní veterinární správa České republiky, . (2011). Sdělení SVS ČR k prevenci a tlumení varroázy včel v období roku 2011 až jara 2012. Praha: SVS ČR.
- Státní veterinární správa České republiky, . (2014). *Metodika pro dodávání vzorků uhynulých včel*. Získáno 21. 12 2016, z Nařízení KVS čl.6 č. SVS/2014/027048-T: www.ovcsvfm.cz/download/156/.
- Státní veterinární správa České republiky, . (2016). *Ohniska nákaz a ochranných pásem*. Získáno 21. 12 2016, z <http://www.svscr.cz/mapove-vystupy-ohnisek-nebezpecnych-nakaz-a-ochrannych-pasem/>
- Státní veterinární správa České republiky, . (2016). *Preventivní opatření k tlumení a k zamezení šíření varroázy včel*. Získáno 21. 12 2016, z <http://eagri.cz/public/web/svs/portal/zdravi-zvirat/vcely/varroaza-vcel/preventivni-opatreni-varroaza.html>
- Tautz, J. (2016). *Fenomenální včely*. (O. Matyásková, Překl.) Praha: Nakladatelství Brázda, s.r.o.

- Titěra, D. I. (2009). Mor včelího plodu.
- vanEngelsdorp, D. &. (2010). Honey bees are a highly valued resource around the world. . *Journal of Invertebrate Pathology*.
- Veselý, V. (2003). *Včelařství*. Praha: Brázda.
- Veterinární a farmaceutická univerzita v Brně, . (2016). *Choroby včel*.
Získáno 21. 12 2016, z <http://cit.vfu.cz/choroby-vcel/>
- Vidal-Naquet, N. (2015). *Honeybee Veterinary Medicine: Apis Mellifera L.* 5m Books.
- Votava, M. (2003). *Lékařská mikrobiologie speciální*. Brno: Neptun.
- Včelařské forum, . (2012). *Mor včelího plodu*. Získáno 21. 12 2016, z <http://www.vcelarskeforum.cz/tema-Mor-vceliho-plodu?page=16>
- Včelky. (2016). Získáno 21. 12 2016, z Zvápenětění včelího plodu:
<http://www.vcelky.cz/nemoci.htm#zvapenateni>
- Včelky. (2016). *Bakteriální onemocnění včel*. Získáno 21. 12 2016, z <http://www.vcelky.cz/nemoci.htm#mor>
- Včelky.cz. (4 2017). *Kyselina mravenčí*. Načteno z <http://www.vcelky.cz/kyselina-mravenci.htm>.
- Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. . (2016). *Differences in Bacterial Community of laboratory and Wild Population of The Predatory Mite Cheyletus eruditus (Acarina, Cheyletidae) and Bacteria Transmission From Its Prey Acarus siro (Acari, Acaridae)*. Získáno 21. 12 2016, z <https://www.vurv.cz/index.php?p=publikace&id=2034332&site=vyzkum>
- Výzkumný ústav včelařský v Dole, . (2016). *Zvápenatění včelího plodu*.
Získáno 21. 12 2016, z <http://www.beedol.cz/2008/zvapenateni-plodu/>
- White, G. (1906). *The bacteria of the apiary : with special reference to bee diseases*. Washington : G.P.O.

11 Seznam tabulek

32

12 Seznam obrázků

Obrázek 1: Královna včelího úlu a dělnice. Zdroj: vcelky.cz	5
Obrázek 2: Buňky pláství, kde se vyvíjejí včely dělnice. Zdroj: vcelky.cz.....	5
Obrázek 3: : Včela spící přes den na květu. Zdroj: Fenomenální včely.....	6
Obrázek 4: Buňky pláství, ze kterých se líhnou trubci. Zdroj: vcelky.cz	7
Obrázek 5: Barevné spektrum vidění včely s porovnáním barevného spektra, které vnímá člověk. Zdroj: http://www.beeculture.com/bees-see-matters/	9
Obrázek 6: : Paenibacillus larvae Zdroj: http://web2.mendelu.cz/ Bakteriální onemocnění	12
Obrázek 7: Stav nákazy morem včelího plodu v České republice. Zdroj: (Státní veterinární správa České republiky, Ohniska nálezů a ochranných pásem, 2016).....	13
Obrázek 8: : Patologické změny na víčkách larev napadených P. larvae. Zdroj: http://web2.mendelu.cz/ Bakteriální onemocnění	14
Obrázek 9: Paenibacillus larvae – kultivace Zdroj: dr.Bzdil	15
Obrázek 10: Virus deformovaných křídel. Zdroj: Vcelky.cz.....	18
Obrázek 11: Virus pytlíčkovitého plodu.....	19
Obrázek 12: Při vysokém napadení včelstva se v jedné buňce může vyskytovat i více samiček roztoče Zdroj: vcelky.cz.....	23
Obrázek 13: : Vývojová stadia V. destructor v plodové buňce Zdroj: Vcelky.cz	23
Obrázek 14: : Varroa destructor - ošetření úlu fumigací (vlevo) nebo aerosolem (vpravo) Zdroj: Vcelky.cz.....	25
Obrázek 15: Zvápenatění včelího plodu - detail napadené plástve a mumifikovaných larev včely Zdroj: Vcelky.cz.....	28
Obrázek 16: Schéma osídlení dutiny stromu rojem. Zdroj: Babík 2012	31
Obrázek 17: nástavkové úly v zahradě pravoslavného kláštera Morača, Černá hora. Vlastní zdroj.....	35

Obrázek 18: nástavkové úly v zahradě pravoslavného kláštera Morača, Černá hora. Vlastní zdroj.....	35
Obrázek 19: kláty stojan a ležan Zdroj: Včely jinak	36
Obrázek 20: Slaměnné košnicové úly Zdroj: Včely jinak.....	36
Obrázek 21: Celoroční schéma léčení a prevence varroázy. Zdroj: http://www.beedol.cz/	37

