

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



Diplomová práce

Analýza rozvoje *Varroa destructor* na dvou různých stanovištích

Autorka práce: Bc. Zdeňka Procházková
Vedoucí práce: prof. Ing. Karel Voříšek CSc.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením prof. Ing. Karla Voříška CSc., s použitím odborné literatury a dalších pramenů, které jsem vždy uvedla na seznam citovaných zdrojů.

V Praze 2015

.....

Touto cestou bych velmi ráda poděkovala vedoucímu své diplomové práce, panu prof. Ing. Karlu Voříškovi CSc. za jeho ochotu, pomoc, cenné rady a také za čas, který mi při tvorbě této práce věnoval a přispěl tak k jejímu vzniku. Velké díky patří také panu Bohumilu Procházkovi za propůjčení svých včelstev pro tento experiment. V neposlední řadě děkuji paní Marii Procházkové za podporu, pomoc a asistenci při sběru dat.

Analýza rozvoje *Varroa destructor* na dvou různých stanovištích

The analysis of *Varroa destructor* development on two different sites

SOUHRN

Varroáza je parazitární onemocnění včely medonosné, které se k nám dostalo z Asie přibližně v 70. letech minulého století. Nákazu způsobuje roztoč kleštík zhoubný (*Varroa destructor*), který je v současné době považován za jednu z největších hrozeb pro včelařství. Tato choroba je totiž ve spojení s přidruženými viry považována za příčinu opakujícího se hromadného vymírání včelstev v Evropě i ve Spojených státech amerických.

V této práci jsem se zabývala vývojem populací roztoče *Varroa destructor* na dvou různých stanovištích. Stanoviště se vzájemně lišila nadmořskou výškou, organizací a strukturou krajiny a také koncentrací okolních včelstev. Měla jsem za cíl zjistit, zda tyto rozdíly mohou způsobit odlišnosti ve vývoji populací roztoče *Varroa destructor*. Zjišťování spadu roztočů jsem započala v březnu 2014 a ukončila jsem ho odevzdáním zimní měli v lednu 2015. Na začátku experimentu jsem vložila do podmetů úlů všech pokusných včelstev na obou stanovištích umělohmotné podložky, které měly za úkol zachytávat mrtvé roztoče. Vždy po čtrnácti dnech jsem podložky ze včelstev vyjmula, jednotlivé roztoče sečetla a jejich počet zaznamenala. Takto jsem postupovala celý rok při každém sčítání roztočů. Během roku jsem pochopitelně na všech včelstvech prováděla běžné včelařské úkony, jako jsou pravidelné kontroly včelstev, snižování rojové nálady, vytáčení medu nebo povinné letní a podzimní léčení.

Po ukončení experimentu jsem ze získaných dat následně zjistila, že spady roztočů jednotlivých včelstev se vzájemně lišily. Lišily se nejen spady včelstev mezi oběma stanovišti, ale také se lišily spady roztočů včelstev v rámci každého stanoviště. Podle statistických šetření však nebyly tyto rozdíly spadů roztočů mezi dvěma stanovišti statisticky významné. To znamená, že jsem počáteční hypotézu práce nemohla potvrdit. Tedy že rozdíly stanovišť nebyly pro vývoj populace roztoče tak významné, aby jimi mohl být ovlivněn. Rozdíly ve vývoji spadů roztočů mezi včelstvy na jednotlivých stanovištích, ačkoliv ne nijak významné, potvrzují fakt, že populace roztočů byly v tomto případě spíše ovlivňovány vnitřními faktory a vlastnostmi jednotlivých včelstev, než faktory vnějších podmínek prostředí. Mezi tyto vlastnosti patří schopnost plodování, množství trubčího plodu, rojová nálada či obranné chování včel. Každé včelstvo těmito vlastnostmi může ovlivňovat rychlost reprodukce roztočů a také jejich úmrtnost. A protože se každé včelstvo právě těmito vlastnostmi různě liší, lišila se u nich následně i velikost populace roztočů.

KLÍČOVÁ SLOVA

stanoviště, včelstvo, roztoč, *Varroa destructor*, spad, léčení

SUMMARY

The varroasis is a parasitic disease of honeybees, which came to us from Asia in seventies of the last century. This disease causes mite *Varroa destructor* which is currently considered one of the greatest threats to beekeeping. This infection in conjunction with the associated viruses can cause repetitive colony collapse disorder in Europe and the United States.

In this work, I looked at the evolution of mite *Varroa destructor* on two different sites. Sites were different in altitude, organization and structure of the landscape and the concentration of surrounding bee colonies. I had a goal to determine whether these differences may cause differences in the development of populations of mites *Varroa destructor*. I started the detection of mite fall in March 2014 and ended by submitting samples for testing in January 2015. At the beginning of the experiment, I put in hives of all experimental colonies on both sites plastic mats, which were supposed to collect the dead mites. Always after fourteen days I removed the mats from colonies, mites were counted and their number recorded. Thus I progressed throughout the year at each counting of mites. During the course of the year, I performed on all colonies routine beekeeping operations, such as regular inspections of colonies, reducing swarm mood, honey harvesting or compulsory summer and autumn treat.

After the experiment, I found out from the data obtained subsequently, that mite falls in individual colonies were mutually different. Differed not only fallouts of colonies between the two sites, but also varied colonies mite falls within each sites. According to statistical surveys They were not statistically significant, these differences mite fallouts between the two sites. This means that the initial hypothesis of work I could not confirm. Thus, the differences of sites were not for development mite populations so significant that they could the development affected. Differences in the development of mite fallout between colonies at the individual stations, though not so significant, confirming that the mite population in this case was more influenced by internal factors and characteristics of individual colonies than external factors of environmental conditions. Between these characteristics include the ability of reproduction, the number of drone brood, mood swarm of bees or defensive behavior. Each bee hive with these characteristics may affect the rate of reproduction of mites and their mortality. And because in each colony these characteristics is different, then is different also size of mite population.

KEY WORDS

site, bee colony, mite, *Varroa destructor*, fallout, treatment

OBSAH

1	Úvod.....	9
2	Hypotéza a cíl práce	11
3	Literární rešerše.....	12
3.1	Co je varroáza	12
3.2	Biologie roztoče <i>Varroa destructor</i>	13
3.2.1	Původ.....	13
3.2.2	Historie rozšíření.....	14
3.2.3	Morfologie	14
3.2.4	Životní cyklus a rozmnožování.....	15
3.2.5	Šíření a hostitelé.....	18
3.2.6	Chování a orientace.....	19
3.2.7	Populační dynamika	19
3.3	Ovlivnění hostitele <i>Apis mellifera</i>	20
3.3.1	Poškození na úrovni jednotlivců.....	20
3.3.2	Přenos virů.....	21
3.3.2.1	Virus akutní paralýzy včel (ABPV).....	22
3.3.2.2	Virus deformovaných křídel (DWV).....	22
3.3.3	Syndrom zhroucení včelstev (CCD)	23
3.4	Klinické příznaky varroázy.....	24
3.5	Diagnostika onemocnění	25
3.5.1	Kontrola plástů obsednutých včelami	25
3.5.2	Kontrola trubčího plodu	25
3.5.3	Ošetření včelstev v létě.....	26
3.5.4	Kontrola vzorků včel.....	26
3.5.5	Kontrola měli	27
3.6	Varroatolerance.....	28
3.6.1	Přirozený výběr	28
3.6.2	Očišťování včel.....	29
3.6.3	Hygienické chování.....	29
3.6.4	Potlačení reprodukce roztoče.....	30
3.7	Opatření proti varroáze.....	31
3.7.1	Fyzikální metody.....	31

3.7.1.1	Termoterapie	31
3.7.1.2	Gama-paprsky	31
3.7.2	Biotechnické metody.....	31
3.7.2.1	Vyřezávání trubčího plodu.....	31
3.7.2.2	Tvorba plodových oddělků	32
3.7.2.3	Tvorba smetenců	32
3.7.2.4	Odchyt roztočů na trubčí plásty.....	32
3.7.2.5	Izolační plást	33
3.7.3	Biologické metody	33
3.7.4	Chemické metody	34
3.7.4.1	Tvrdá chemie.....	34
3.7.4.2	Měkká chemie	35
3.7.5	Regulace varroázy v České republice	37
4	Materiál a metody	38
4.1	Lokalizace.....	38
4.2	Design experimentu.....	38
4.3	Statistické zpracování dat	42
5	Výsledky	43
5.1	Základní data – stanoviště Větrov.....	43
5.2	Základní data – stanoviště Krásná Hora.....	47
5.3	Popisné statistiky.....	51
5.4	Statistické šetření	53
6	Diskuze	58
7	Závěr.....	61
8	Seznam použitých zdrojů.....	62
9	Přílohy	66

1 ÚVOD

Včelařství je jedním z nejstarších oborů lidské činnosti. Vždyť život včely medonosné (*Apis mellifera*) a celého jejího společenství – včelstva – je, jak uvádí Drašar et al. (1978), středem pozornosti a péče člověka už odpradáva.

Veselý et al. (1985) píše, že včely se vyvinuly z předků podobným vosám přibližně před 80 milióny let a postupně se jejich tělo přizpůsobilo sběru nektaru a pylu. Podle odlišných podmínek života tak vznikla bohatá struktura včel od včel samotářských, čmeláků, bezžihadlových tropických včel až po včely žijící v sociálně početných společenstvech. A tak se již před mnoha tisíci lety, jak se lze dozvědět od Geislera et al. (1954), člověk seznámil se včelami v jeskyních nebo lesích a šplhal po stromech, aby získal jejich sladký med. Teprve později ho napadlo přenést včelí příbytek v podobě duté části kmene z lesa domů. Tak vznikl první úl a od té doby začalo soužití člověka se včelou a využití včelstev po hospodářské stránce.

Schönfeld (1955) popisuje včelstvo jako samostatnou biologickou jednotku, organismus ve vyšším slova smyslu, který reaguje na vnější podněty jako celek, a který má určité zákonitosti ve vývoji jedinců i celku. Tato biologická jednotka se vyznačuje vysokou organizovaností, dělbu práce a složitými instinkty. Včelstvo je tvořeno matkou, velikým počtem dělnic, trubci a plodem, tedy vývojovými stádii. Z dělnic je přibližně jedna třetina létavek, a další dvě třetiny jsou mladušky. Trubci se vyskytují ve včelstvu pouze od dubna do července. Drašar et al. (1978) dále zmiňuje, že ani jeden člen včelstva není schopen sám o sobě přežít.

Včela medonosná je, podle Veselého et al. (1985), vývojově nejdokonalejším druhem rodu včela i celé čeledi včelovitých. Je nejlépe přizpůsobena k opylování, dává nejvyšší výnosy medu a nejlépe se hodí k chovu člověkem. Oblastí jejího původního rozšíření je Evropa, Afrika a Přední Asie. Do Ameriky, Austrálie a celého Nového světa byla z Evropy převezena až koncem 17. století a dnes pokrývá druh včely medonosné prakticky celé obyvatelné území zeměkoule od rovníku až za severní polární kruh. Zde všude plní svou nezastupitelnou roli - nejen, že poskytuje známé včelí produkty jako je med, vosk, pyl, propolis, včelí jed či mateří kašička, jak uvádí Drašar et al. (1978), ale také opyluje významné hospodářské plodiny, a tím zajišťuje jejich výnosy. Podílí se také na udržení rovnováhy v přírodě a zabezpečování zdravého životního prostředí a v neposlední řadě je vhodným prostředkem pro kulturní vyžití.

Taxonomické zařazení včely medonosné do zoologického systému, (Veselý et al., 1985):

Kmen: Členovci (Arthropoda)

Podkmen: Vzdušnicovci (Tracheata)

Třída: Hmyz (Insecta)

Podtřída: Křídlatí (Pterygota)

Řád: Blanokřídli (Hymenoptera)

Podřád: Štíhlopasí (Apocrita)

Nadčeleď: Včely (Apoidea)

Čeleď: Včelovití (Apidae)

Rod: Včela (Apis)

Druh: Včela medonosná (Apis mellifera)

2 HYPOTÉZA A CÍL PRÁCE

Rozdílná charakteristika stanoviště (odlišná nadmořská výška, organizace a struktura krajiny nebo rozdílná koncentrace včelstev) může ovlivňovat rozvoj populace roztoče *Varroa destructor* a tak i sílu jeho negativního působení na včelstva a jejich chování v místě hodnocených stanovišť.

Tato diplomová práce si klade za cíl vyhodnocení průběhu parazitace včelstev včely medonosné (*Apis mellifera*) nebezpečným roztočem kleštíkem zhoubným (*Varroa destructor*) na dvou rozdílných stanovištích v průběhu celé sezóny 2014 a počátkem roku 2015.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 Co je varroáza

Varroáza je popisována Veselým et al. (2009) jako parazitární onemocnění včelího plodu i dospělých včel, které vyvolává roztoč kleštík zhoubný (*Varroa destructor*) a způsobuje tím, jak doplňuje Vetillard et al. (2012), výrazné narušení přirozeného vývoje jednotlivých včel, které v důsledku jeho přítomnosti nejsou schopny plnit svou funkci ve včelstvu. Zakar et al. (2014) uvádí, že v současné době je tento roztoč nejzávažnějším parazitem včely medonosné a stal se téměř kosmopolitním druhem. Rozsáhlé škody způsobené varroázou jsou, jak zmiňuje Rosenkranz et al. (2010), považovány za zásadní pro opakující se ztráty včelstev v Evropě a ve Spojených státech amerických a pravidelná léčba varroázy je zde nezbytně nutná. I proto se podle něj varroa-výzkum nezabývá pouze fascinujícím vztahem hostitel – parazit, ale má také povinnost nalézt určitá udržitelná řešení pro včelařství. Zakar et al. (2014) má za to, že hlavním cílem současného výzkumu je vychování varroa-tolerantní včely, aby se docílilo snížení množství používaných chemických látek, proti této chorobě, které mohou podporovat vývoj rezistence roztočů.

Rosenkranz et al. (2010), uvádí několik hlavních důvodů, proč není roztoč *Varroa* srovnatelný s žádným jiným patogenem z hlediska dopadu na včelaření i výzkum v oblasti včelařství:

1. *Varroa destructor* je nový parazit včely medonosné, a proto chybí vyvážený vztah hostitele a parazita a včelaři nemají dlouhodobé zkušenosti s tímto škůdcem.
2. Roztoč se rozšířil téměř po celém světě během krátkého časového období, a může být velice obtížné najít včelstva bez varroázy kdekoli jinde než v Austrálii.
3. Bez pravidelné léčby by se většina včelstev v mírném pásmu zhroutila během 2 - 3 let.
4. Pravidelná ošetření zvyšují náklady na včelařství a také rizika chemických reziduí ve včelích produktech.
5. Roztoč *Varroa* je považován za klíčový faktor snížení počtu včelařů a včelstev v Evropě a může tak zhoršit budoucí problém s opylováním.

3.2 Biologie roztoče *Varroa destructor*

3.2.1 Původ

Roztoč *Varroa* pochází z jihovýchodní Asie, kde byl, jak uvádí Popa (1982) poprvé objeven na plodu svého původního hostitele včele východní (*Apis cerana*) E. Jacobsonem na ostrově Jáva v indonéském souostroví a později A. C. Oudemansem zařazen do klasifikačního systému v roce 1904. V současné době je rod *Varroa* zastoupen nejméně čtyřmi druhy obligátních ektoparazitárních roztočů, jak popisuje Zakar et al. (2014) a také Rosenkranz et al. (2010). Jedná se o *Varroa jacobsoni*, *Varroa underwoodi*, *Varroa rindereri* a *Varroa destructor*. *Varroa jacobsoni* byl poprvé popsán jako přirozený roztoč včely východní na Jávě a je široce rozšířen na této včele v Asii a na včele celebeské (*Apis nigrocincta*) v Indonésii. Až do roku 2000 se předpokládalo, že právě tento druh je celosvětově rozšířen a je odpovědný za klinické příznaky varroózy u včel *Apis mellifera*, a díky tomu je ve většině starších publikací chybně označen za původce varroózy. Anderson a Trueman pak právě v roce 2000 zjistili, že se nejedná o *Varroa jacobsoni*, nýbrž jde o druh roztoče s názvem *Varroa destructor*. Další druh, *Varroa underwoodi*, poprvé popsali Delfinado-Baker a Aggartwal, a to v Nepálu na včele východní. *Varroa rindereri* byl nalezen u včely sundské (*Apis koschevnikovi*), konkrétně na Borneu. Zakar et al. (2014) dále zmiňuje, že existují dvě haploskupiny *Varroa destructor*. První z nich je korejská haploskupina, která se dnes vyskytuje po celém světě (Evropa, Amerika, Asie, Afrika, Nový Zéland) na včele medonosné. A druhá se nazývá japonská a vyskytuje se především v Thajsku, Japonsku a Americe.

Taxonomické zařazení *Varroa destructor* do zoologického systému, (Popa, 1982):

Kmen: Členovci (Arthropoda)

Podkmen: Klepítkatci (Chelicerata)

Třída: Pavoukovci (Arachnida)

Podtřída: Roztoči (Acarina)

Řád: Čmelíkovci (Mesostigmata)

Čeleď: Kleštíkovití (Varroidae)

Rod: Kleštík (Varroa)

Druh: Kleštík zhoubný (Varroa destructor)

3.2.2 Historie rozšíření

Peroutka a Drobníková (1987) píše, že tak jak do oblastí přirozeného výskytu včely východní, tedy do východní a jihovýchodní Asie začala pronikat včela medonosná, dostal se roztoč *Varroa* i na tuto včelu a postupně s převozy včelstev, výměnami a prodeji matek se rozšířil i do oblastí, kde včela východní nežije. U Popa (1982) se lze dočíst, že se tak začalo dít přibližně od roku 1948, kdy byl roztoč poprvé pozorován také mimo Indonésii, nejprve v Thajsku a poté i v bývalém SSSR. Prvně se údajně objevil na včele medonosné v Číně, a to v roce 1958. Později se začal roztoč rychle šířit z Asie do Evropy, jak popisuje Veselý et al. (1985). Nejprve byl zavlečen do Bulharska, s největší pravděpodobností již v roce 1967, kavkazskými matkami a trubci (Peroutka et al., 1982). Zde bylo nebezpečí napadení včelaři i výzkumníky podceněno. Odtud se tedy přibližně od 70. let minulého století šířil do ostatních států Evropy. Popa (1982) uvádí, že v Severní Americe byla varroáza objevena v listopadu roku 1979. V České republice, tedy v tehdejší ČSSR, jak zmiňuje Peroutka et al. (1982), objevil varroázu v roce 1978 doc. MVDr. J. Hanko, CSc. při systematické kontrole měli. I přes všechna ochranná opatření bylo v roce 1981 zjištěno, že díky převozům včelstev se ohniska roztoče rozšířila a postupně pak zaplavila celou republiku.

3.2.3 Morfologie

Roztoč *Varroa destructor* je charakteristický velice markantním pohlavním dimorfismem, jak uvádí Popa (1982). To znamená, že sameček a samička se od sebe vzhledově velice liší.

Samička, se kterou se lze nejčastěji setkat, nejen proto, že je viditelná pouhým okem, má podle Peroutky et al. (1981) příčně oválný a plochý tvar těla s šířkou 1,5 – 1,9 mm a délkou 1,1 – 1,5 mm. Pohl (2008) dodává, že v poměru k velikosti těla hostitele patří *Varroa destructor* k největším známým vnějším parazitům. Jejich tělo se v dospělosti skládá z tmavohnědého, lesklého hřbetního štítu, který je velmi tvrdý. Oproti tomu Rosenkranz et al. (2010) popisuje rozdělení těla roztoče na dvě dobře odlišné části, idiosoma a gnathosoma. Idiosoma zahrnuje větší část, jeden dorzální štít a odlišné ventrální štíty. Tyto štíty jsou vysoce sklerotizované a jsou mezi nimi tenké a pružné membrány, které umožňují roztoči rozšíření např. během krmení a tvorby vajíček. Foelix (2013) ještě dodává, že velkou anatomickou zvláštností roztoče jsou silné ostnaté okraje hřbetního štítu. Zde se vyskytuje asymetrický pás zahnutých ostnů, které se mohou pohybovat nahoru a dolů, a jejichž mírně vybíhající hroty jsou přímo ideální k zatnutí do hostitele. Zatím nebylo prokázáno, zda je

k tomuto parazit skutečně používá, ale vzhledem k tomu, že roztoč se dokáže přichytit na tělo včely tak silně, že jej prakticky nelze sejmut, je to velice pravděpodobné. Jelikož roztoč spadá mezi pavoukovce, má osm nohou, jak zmiňuje Foelix (2013) a Dillier (2009) dodává, že tyto nohy jsou krátké a silné a roztoč je schopen je zatáhnout pod hřbetní štít a tak je chránit. Na končetinách lze mimo drobných drápků najít speciální struktury, které slouží k přichycení a udržení se na hostiteli. Rosenkranz et al. (2010) uvádí, že gnathosoma tvoří ústní otvor, který je složen ze dvou smyslových pedipalp a dvou chelicer. Chelicery jsou tvořeny bazálním, středním a distálním segmentem. Poslední segment je u samic pohyblivý a má dva malé zoubky. Pohlavní ústrojí samičky je rozděleno do dvou systémů. První z nich je tvořen vaječníkem a pochvou, která vede ke genitálnímu otvoru, přes který se uvolňují vajíčka. Genitální otvor se nachází mezi druhým párem nohou. Druhá část pohlavního ústrojí umožňuje příjem a zráním spermií. Zde je důležitým orgánem spermatický kanálek a také spermatéka, která má podobu vaku a slouží jako zásobník pro spermie až do oplodnění vajíček. Celé tělo samičky roztoče včetně nohou a ústního ústrojí je pokryto různými typy chloupků, které slouží k různým účelům. První pár nohou je atypický, protože slouží především jako smyslový orgán a roztoč je často zvedá do vzduchu, pohybuje jimi a přitom vnímá nejen dotykové podněty, ale i pachy, vlhkost nebo teplotní rozdíly. K tomuto účelu má na konečcích prvního páru končetin speciální shluky pórovitých chloupků, které tvoří smyslový jamkovitý orgán. Zde jsou tedy uloženy nejdůležitější mechanoreceptory, chemoreceptory a termoreceptory (Rosenkranz et al., 2010; Foelix, 2013).

Sameček roztoče *Varroa destructor* má hruškovitý tvar a je přibližně 0,8 – 0,9 x 0,7 – 0,9 mm velký, jak sděluje Popa (1982). Rosenkranz et al. (2010) dodává, že tělo samečka je tedy výrazně menší než tělo samičky ve všech vývojových stádiích, a je pouze slabě sklerotizováno. Nohy samečka jsou ve vztahu k velikosti těla větší, než nohy samičky. Třetí segment chelicer, tedy segment distální má sameček transformován do spermodactylu, který umožňuje přenos spermií do samičího pohlavního ústrojí. Samčí pohlavní ústrojí je tvořeno jedním varletem, které se nachází v zadní části těla. Z varlete vychází chánovod a splývá v nepárový ejakulační kanálek, který se otevírá mezi druhým párem končetin. Spermie prochází celkem osmi fázemi zrání, kdy šest z nich probíhá v těle samečka a další dvě pak po páření v těle oplodněné samičky.

3.2.4 Životní cyklus a rozmnožování

Parazit *Varroa destructor* je úzce spojen se svým hostitelem a volně nedokáže přežít. V životním cyklu samičky roztoče existují dvě odlišné fáze. První z nich je fáze foretická,

kteřá se uskutečňuje na dospělých včelách a znamená tedy, že roztoč je přichycen na těle včely, živí se její hemolymfou a čeká na vhodnou příležitost k druhé, reprodukční fázi (Martin, 2001; Rosenkraz, 2010). Reprodukční fáze probíhá podle Pohla (2008) výlučně na zavíčkovaném plodu. Frey et al. (2013) doplňuje, že rozmnožování roztoče je tak plně spjato s rozvojem včelího plodu. Pro reprodukci samička roztoče opouští dospělou včelu a vstupuje do buňky s plodem ještě před jeho zavíčkováním. Dillier (2009) zmiňuje, že rozhodující význam pro tuto skutečnost mají smysly roztoče, které musí zjistit, kdy pro tento úkon nastal nejvhodnější okamžik. Přijímají proto především chemické signály od plodu nebo od jeho krmiva. V celém tomto procesu neexistuje jediný dominantní činitel, nýbrž je důležitý celý komplex různých činitelů. Pohl (2008) dodává, že roztoči napadají plodové buňky přibližně 20 hodin před zavíčkováním, pokud jde o plod dělnic a 50 hodin před zavíčkováním u plodu trubčího, který je pro roztoče atraktivnější. Podle něho roztoč plod vhodný pro reprodukci rozezná podle typického pachu, teploty, pohybů nebo i výdeje CO₂. Pokud roztoč situaci vyhodnotí jako nejistou, raději zůstává na včele ve foretické fázi, protože pokud by přešel na larvu, která je příliš mladá či naopak starší, reprodukce by nemusela být úspěšná. Harris et al. (2003) píše, že reprodukční cyklus roztoče *Varroa destructor* trvá u včel *Apis mellifera* celkem 19 dní, pokud je k dispozici pouze plod dělnic.

Jakmile samička roztoče vstoupí do buňky s plodem, prochází mezi stěnou buňky a larvou až na dno, kde se nachází krmná šťáva larvy, a do ní se ukryje. Tak je schovaná před případným zásahem dospělých včel, které by ji mohly z buňky odstranit. Před utonutím či udušením ji chrání dýchací trubice (peritrema), což je běžný dýchací orgán parazitických roztočů. Přibližně 5 – 6 hodin po zavíčkování, spotřebuje larva uvnitř buňky veškerou krmnou šťávu. Roztoč se následně na larvě uchytí a saje její hemolymfu. Takto získané živiny, hlavně bílkoviny jsou zčásti ihned využívány pro vajíčka, která se již v samičce roztoče vyvíjí (Pohl, 2008; Rosenkranz et al., 2010). Frey et al. (2013) doplňuje, že ovogeneze je s největší pravděpodobností spouštěna typickými látkami, na pokožce včelí larvy. První vajíčko pak samička roztoče naklade přibližně 70 hodin po zavíčkování včelího plodu. Toto první vajíčko, jak uvádí Pohl (2008), samička pečlivě přilepí na stěnu buňky v blízkosti víčka, aby bylo co nejlépe chráněno, protože, jak dodává Rosenkranz et al. (2010) je právě toto jediné vajíčko neoplozené a později se z něho vyvine sameček. Následně samička naklade po 30 hodinových intervalech 4 – 5 vajíček u plodu dělnic a až 6 vajíček u plodu trubců, která jsou již oplozená a v budoucnu se z nich vylíhnou samičky.

Popa (1982) popisuje, že vajíčko roztoče *Varroa destructor* je oválné, bílé a přibližně 0,60 – 0,67 x 0,30– 0,40 mm velké a má průsvitnou tenkou membránu, skrze kterou lze spatřit

embryo. Dalším stádiem vývoje je protonymfa. Stádium samičí protonymfy trvá tři až čtyři hodiny, je kulovitého tvaru o velikosti 0,6 x 0,8 mm, sklovitě bílé barvy a má osm končetin. Oproti tomu protonymfa samečka je dokonale kulatá, velká 0,6 x 0,6 mm a její fáze trvá dva až tři dny. Po stádiu protonymfy nastává stádium deuteronymfy. Deuteronymfa samičky má vejčitý tvar hnědé barvy a je přibližně 0,94 – 0,11 x 1,2 – 1,6 mm velká. Samčí deuteronymfa je kulatější, barvu má šedavě bílou a měří 0,8 x 0,7 mm. Tato fáze trvá 1 – 2 dny. Po tomto vývojovém stádiu se roztoč stane dospělým jedincem. Celý cyklus trvá, jak dále uvádí Popa (1982), u samiček 7 – 8 dní a u samečků 6 – 7 dní. Pohl (2008) dodává, že celá rodina roztočů v buňce saje hemolymfu včelího plodu. Děje se tak na 5. segmentu včelí kukly a za pomoci mateřské samičky, která musí pokožku larvy prokousnout za použití chelicer. Dceřiní roztoči ve fázi vývoje by toho sami nebyli schopni.

První nakladené vajíčko, tedy sameček, jak píše Donzé et al. (1998) se vyvine nejdříve. Vzhledem k tomu, že sameček roztoče není schopen přežít mimo buňku včelího plodu, je nutné, aby zde i samičky dozrály v dospělé jedince a byly tak schopné páření. Pokud samičky dozrát nestihnou, nejen že zůstávají celý život sterilní, ale navíc existuje velká šance, že po opuštění buňky uhynou. Donzé et al. (1998) důkladným pozorováním chování roztoče v průhledných plodových buňkách zjistil, že mateřská samička určuje pářicí místo ukládáním svých výkalů na stěnu buňky. Všichni dceřiní roztoči se pak na tomto místě shromažďují. Jakmile se vyvine první dospělá samička, sestoupí právě na výkalové místo a začíná páření. Ještě než dojde k samotnému spojení, vyčistí si sameček chelicer, jak uvádí Rosenkranz et al. (2010). Poté sameček vklouzne na břišní stranu samičky, ze svého pohlavního otvoru odebere váček se semenem a pomocí spermodaktylů jej zasouvá do pohlavních otvorů samičky (Pohl, 2008). Páření se několikrát opakuje, aby samička měla spermatu dostatek. Dá se říci, že probíhá do té doby, dokud nedozraje další dceřiná samička, která je schopna se pářit. Chování páření roztočů je, jak uvádí Rosenkranz et al. (2010), ovlivněno pohlavními feromony, díky kterým jsou mladé čerstvě vylíhlé samičky pro samečky výrazně atraktivnější než samičky starší, což zajišťuje, že se samečci páří vždy s nejmladší samičkou do té doby, než se vyvine další, mladší. Pohl (2008) píše, že právě díky tomu může buňku opustit co nejvíce oplodněných samiček. Donzé et al. (1998) pak dodává, že sameček se starší samičkou páří pouze tehdy, pokud již žádná mladší samička na místo páření nedorazí. Od Pohla (2008) se lze dozvědět, že úspěšnost předání spermatu co nejvíce samičkám je závislá na faktorech, jako je délka doby plodování včelstva, plemeno včel nebo pohlaví plodu. V trubčím plodu, právě proto, že jeho vývoj trvá déle, je ve většině případů dosaženo vyššího množství oplodněných samiček. Harris et al. (2003) zmiňuje, že jakmile hostitelská včela opustí

plodovou buňku, sameček roztoče spolu se samičkami, které se nestačily vyvinout, hynou. Pouze dospělé samičky přežívají mimo plodové buňky a ve foretické fázi na dospělých včelách se udržují v průměru 7 dní, dokud se znovu neopakuje reprodukční cyklus. Obvykle podnikne jeden roztoč během svého života přibližně 2 – 3 reprodukční cykly.

3.2.5 Šíření a hostitelé

V díle Peroutky a Drobníkové (1987) je uvedeno, že dospělé, oplozené samičky roztoče *Varroa destructor* se do včelího úlu dostávají ve foretické fázi na tělech trubců, dělnic a někdy i matky. Veselý et al. (2009) dodává, že trubci, kteří jsou ve včelstvu roztočem nejvíce napadeni, přenášejí původce nemoci při zalétávání do cizích včelstev. Dělnice pak šíření roztoče napomáhají loupežemi a také rojením, kdy se varroáza může těmito cestami šířit ročně o 5 – 10 kilometrů. Na největší vzdálenosti se pak roztoč šíří díky zasílání matek. Matka sama je sice napadána nejméně, ovšem o přenos nemoci se postarají doprovodné včely. Peroutka a Drobníková (1987) dále uvádějí, že šíření může probíhat také za pomoci plástů či úlů. Samička roztoče podle nich dokáže na plástech s plodem přežít klidně i 40 dní a na uhynulých včelách až 17 dní. Jak se lze dozvědět od Howis (2012), někteří parazité se přenášejí z jednoho pokolení na druhé (vertikálně) a jiní mezi svými hostiteli navzájem (horizontálně). *Varroa destructor* však dokáže využít oba dva způsoby. Takže v případě úhynu napadeného včelstva mají roztoči velkou šanci na přežití, protože ostatní včelstva, která se vrhnou na zásoby po včelstvu uhynulém, si je zanesou do svého úlu.

Veselý et al. (2009) udává, že roztoč *Varroa destructor* byl dosud zjištěn pouze na dvou hostitelích, kterými jsou právě včela medonosná (*Apis mellifera*) a včela východní (*Apis cerana*). Zatím nebylo prokázáno, že by *Varroa destructor* napadal i jiný blanokřídlý hmyz jako jsou čmeláci, vosy apod. Včela medonosná je podle Peroutky et al. (1982) pro roztoče mnohem vhodnější než původní hostitel včela východní. Důvodem je skutečnost, že u původního hostitele se rozmnožování roztoče omezuje pouze na trubčí plod a dělničí plod na rozdíl od včely medonosné není vůbec napadán. Veselý et al. (2009) naopak uvádí, že dělničí plod včely východní napadán roztoči je, ovšem neprobíhá na něm reprodukce. Tento stav Rosenkraz et al. (2010) považuje za klíčový bod pro vyvážený vztah hostitele a parazita u *Apis cerana*. Martin (2001) doplňuje, že včela východní si po dobu mnohaleté koexistence s roztočem zvládla vytvořit různé behaviorální i fyziologické adaptace, které dokážou omezovat růst jeho populace.

3.2.6 Chování a orientace

Znalosti o hostiteli a o chování roztoče *Varroa destructor* jsou nezbytné nejen pro pochopení populační dynamiky parazita, ale má také zvláštní význam pro včelařskou praxi. Některá zjištění v oblasti orientace roztočů by mohla být použita pro vývoj biologických kontrolních metod varroázy.

Parazit *Varroa destructor* je schopen vnímat světlo, vibrace a teplotu, ovšem neexistují žádné známky toho, že by tyto smysly využíval pro orientaci nebo zjištění hostitele. Důležitým faktorem, který však prokazatelně ovlivňuje chování parazitů, jsou chemické látky. Roztoči jsou včelím plodem přitahováni díky esterům pokožky larev. Larvy trubců tyto estery produkují ve vyšším množství a po delší dobu, což podporuje u roztočů přednostní napadení trubčího plodu. V případě dospělých včel jsou samičky roztoče schopné rozpoznat věk nebo i funkci dospělé včely. Krátce po opuštění plodové buňky na mladé včele se roztoč přesune na starší včelu, která vykonává funkci chůvy. Tím narůstá šance, že se dostane opět do blízkosti plodu a zvýší tak svůj budoucí reprodukční úspěch. Invaze samičky roztoče je, jak bylo prokázáno, také ovlivněna například velikostí, výškou a věkem plodu v samotné buňce.

Lze říci, že chování a hledání vhodného hostitele samičkami parazita je vyvoláno řadou faktorů včetně fyzikálních parametrů, ovšem stupeň vhodného hostitele je nakonec vždy uznán chemickými látkami hostitelské larvy či dospělé včely (Rosenkranz et al. 2010).

3.2.7 Populační dynamika

Po prvním napadení včelstva jsou roztoči, jak uvádí Rosenkranz et al. (2010), schopni vybudovat obrovskou populaci v průběhu několik let. DeGrandi-Hoffmann et al. (2014) zmiňuje, že u včelstev s nízkou úrovní napadení roztočů v mírných klimatech trvá 2 – 3 roky, než je populace roztoče dost velká, aby mohla mít zásadní dopad na život celého včelstva. Dále popisuje, že populace roztoče roste, když roste počet plodu včel, tedy především na jaře a v létě. Harris et al. (2003) má za to, že populační růst roztoče má exponenciální podobu po krátkou dobu, kdy je populace roztoče velmi malá. Růst rovnice vhodněji popisuje změny populace v delším časovém období. Harris et al. (2003) také definuje okamžitou míru růstu (r), a to jako čistou změnu populace roztočů nebo rozdíl mezi mírou vylíhnutých roztočů a mírou úmrtnosti.

Růst populace je velmi variabilní a je závislý na vlastnostech hostitele, který může ovlivňovat rychlost reprodukce a také úmrtnost roztoče. Mezi tyto vlastnosti zahrnuje Rosenkranz et al. (2010) například schopnost plodování, přítomnost trubčího plodu, rojení

nebo i úroveň obranného chování. Některé vlastnosti hostitele mohou být ovlivňovány okolními faktory, jako jsou klimatické podmínky či včelí pastva. Harris et al. (2003) navíc píše, že vysoké teploty a extrémní relativní vlhkosti snižuje rozmnožování roztoče *Varroa destructor*. Poukazuje také na genetiku hostitelských včel i genetiku samotného parazita, která také výrazně ovlivňuje míru populačního růstu. Oproti tomu Wilkinson a Smith (2001) upozorňují na jiné faktory, které považují za nejdůležitější, a tím jsou začátek a konec sezóny včelí pastvy a odchov plodu. Faktory, jako je invaze do buněk plodu, produkce životaschopných potomků nebo úmrtnost roztočů označují za mnohem méně důležité. Většina ze všech zmíněných faktorů je podle Rosenkranz et al. (2010) také ovlivňována vzájemně. Přesné dopady jednotlivých faktorů na populační dynamiku roztoče však nejsou známy.

Další problém vidí Rosenkranz et al. (2010) v existenci významných rozdílů mezi divokými včelstvy a včelstvy chovanými ve včelínech. V regionech s vysokou hustotou včelstev je populační dynamika ovlivněna stálou výměnou roztočů včelami létavkami nebo trubci, kteří vstupují do cizích včelstev či při okrádání. Díky tomuto tzv. opětovnému zamoření, ztrácí některá včelstva roztoče, ovšem jiná je zase získají. Tento fakt podporuje tvrzení Wilkinson a Smith (2001), protože v případě, kdy není dostatek včelí pastvy, okrádají silná včelstva ta slabší a tím ovlivňují populace roztočů. Rosenkranz et al. (2010) uvádí, že existence značných rozdílů v populační dynamice v mírných, tropických či subtropických oblastech je samozřejmá. V tropických oblastech má růst populace sestupnou tendenci, což je zarážející, vzhledem k tomu, že plod včel je zde roztočům k dispozici po celý rok a jejich množení tak není během mírné zimy zastaveno. V podmínkách mírného klimatu se poškození na včelách objevuje hlavně na podzim a v zimě, kdy populace hostitele klesá, relativní parazitace roste a v důsledku toho dochází k poškození dlouhodobě žijících zimních včel.

3.3 Ovlivnění hostitele *Apis mellifera*

3.3.1 Poškození na úrovni jednotlivců

Charakteristické příznaky varroózy lze zjistit na mladých včelách, jak píše Peroutka et al. (1981). Od Rosenkraz et al. (2010) se lze dozvědět, že včely jsou poškozovány různými způsoby. Zvláště bývají poškozeny larvy a kukly, které představují nejcitlivější hostitelské fáze. Prvním z důležitých poškození je způsobeno ztrátou hemolymfy, kterou se roztoč živí během vývoje včely v plodové buňce. Tato ztráta je závislá na počtu mateřských roztočů a množství rozmnožení roztoče, jak zmiňuje Engels (1989), protože každý roztoč navíc působí stupňující se poškození. Při napadení pouze jedním roztočem je tělesná hmotnost včely

snížena o 5 – 10 %. Při více než pěti samičkách v jedné buňce přežívá mladá včela jen několik hodin. Rosenkranz et al. (2010) dodává, že snížení tělesné hmotnosti bylo prokázáno také u plodu trubců, kteří v závislosti na míře napadení ztrácí dokonce 11 – 19 % hmotnosti. Mezi další příznaky napadení roztočem zahrnují Peroutka a Drobníková (1987) zakrnělá, nedokonale vyvinutá křídla a zadeček. Dále mohou mít včely vylíhnuté z nakaženého plodu zakrnělé končetiny nebo snížený jejich počet. Takto poškozené včely jsou následně zdravými dělnicemi vynášeny ven mimo úl, kde později hynou. Rosenkranz et al. (2010) doplňuje, že dělnice, které se vyvíjely během parazitace roztočem začínají mnohem dříve s pastvou a jejich životnost je výrazně snížena. To potvrzuje také Engels (1989), který tvrdí, že roztoč včelí dělnici oslabuje, činí ji chatrnou a méně schopnou práce. V neposlední řadě uvádí Rosenkranz et al. (2010), že včely létavky napadené během svého vývoje mají sníženou schopnost létání a učení, prodlužují svůj pobyt mimo včelstvo a mají mnohem nižší návratnost zpět do úlu, což může být způsobeno sníženou schopností orientace. V mnohých případech, ani nedojde k úplnému vývoji včelího plodu v dospělou včelu, protože při silném napadení ochromený plod hyne (Peroutka a Drobníková, 1987).

3.3.2 Přenos virů

Jak bylo zjištěno, roztoč *Varroa destructor* je přenašečem (vektorem) mnoha různých včelích virů (Rosenkranz et al., 2010). Mondet et al. (2014) uvádí, že bylo popsáno již 22 druhů virů včel, z nichž některé z nich byly spojeny s parazitem *Varroa destructor*. Mezi ně patří především Virus akutní paralýzy včel (ABPV), Kašmírský včelí virus (KBV), Izraelská akutní paralýza včel (IAPV), Virus zčernání matečnicků (BQCV), Virus chronické paralýzy včel (CBPV), Virová nákaza včelího plodu (SBV), Virus deformovaných křídel (DWV) a *Varroa destructor* Virus-1 (VDV-1). Pohl (2008) doplňuje ještě Virus pomalé paralýzy včel (SBPV) a Virus zakalených křídel (CWV). Martin (2001) má za to, že nejčastěji se lze v kombinaci s varroázou setkat s Virem deformovaných křídel (DWV) a Virem akutní paralýzy včel (ABPV).

Pohl (2008) uvádí, že většina včelích virů nevyvolává u včel žádné viditelné symptomy a lze si jich povšimnout až v případě, že včely na infekci viry umírají. Ve včelstvu zpravidla nevznikají velké škody a ani nedochází ke zhroucení včelstev. To může být důsledkem společné evoluce virů a včel během miliónu let, kdy oba druhy našly společnou shodu v soužití. Tato rovnováha je však zavlečením roztoče *Varroa destructor* porušena. S tím souhlasí i práce Rosenkranz et al. (2010), která zmiňuje, že před výskytem varroázy byly včelí viry považovány za menší problém zdraví včel. Dříve, jak popisuje Pohl (2008) se

totiž viry nejčastěji přenášely orální – fekální cestou, tedy přijímáním viry infikovaného krmiva nebo naopak odstraňováním výkalů obsahujících viry. Při těchto infekcích byly viry omezeny na jednotlivé orgány, např. na trávicí ústrojí a nepůsobily tedy větší škody. Příchod *Varroa destructor* přivádí do akce zcela nový způsob přenášení virů. Rosenkranz et al. (2010) ho popisuje jako přímé vstříkávání virových částic do těla či hemolymfy včelích kulek a aktivaci latentních virových infekcí prostřednictvím slinných proteinů roztoče, které vyvolává u včel typické příznaky onemocnění. Tyto typické příznaky jako je rozptýlení plodiště, deformované včely, ztráty koordinovaného sociálního chování včel či rychlá ztráta včelí populace, je způsobeno pravděpodobněji virovou infekcí, nežli vlivem přímé parazitace roztočem *Varroa destructor*. To připouští i Pohl (2008) který uvádí, že příznaky včel popisované jako varroáza jsou ve skutečnosti důsledkem působení virové infekce. Mondet (2014) poukazuje na skutečnost, že míra napadení a/nebo historie zamoření roztočem ovlivňuje působení některých virů. Z tohoto důvodu je podle něho nutné změnit koncepční rámec od klasického vztahu mezi patogenem *Varroa destructor* a hostitelem *Apis mellifera* ke vztahu, kde figuruje roztoč, hostitel a také viry. Dále zmiňuje, že virové infekce zůstávají nejméně pochopenými patologickými stavy včel, a to především v důsledku nedostatku informací o způsobu šíření virů a jejich přenosů.

3.3.2.1 Virus akutní paralýzy včel (ABPV)

Martin (2001) popisuje, že virulence APBV způsobuje infikovanému včelímu plodu smrt. Tím je zabráněno úspěšnému rozmnožení roztoče. Takto, na rozdíl od DWV, nemůže roztoč jako vektor ABPV zvýšit svou populaci a odchov potomstva a právě z tohoto důvodu musí být ve včelstvu již velké množství roztočů, když dochází ke zjevné infekci ABPV nebo je zahájena až když je zabito značené množství včel a vede ke zhroucení celého včelstva. To je způsobeno především přenosem APV z roztoče na roztoče přes včelu. Přímý přenos tzn. přenos ze včely na včelu nebo ze včely na plod by dále podporoval rychlé šíření viru celým včelstvem. Mondet et al. (2014) uvádí, že ABPV je v napadených oblastech často zpočátku prvním virem spojeným s varroázou, než je postupně nahrazen Virem deformovaných křídel (DWV).

3.3.2.2 Virus deformovaných křídel (DWV)

Od Locke et al. (2014) se lze dozvědět, že Virus deformovaných křídel je hlavním virem přenášeným roztočem *Varroa destructor* a obvykle je také bezprostřední příčinou spojenou se úhynem včelstev. S tímto tvrzení souhlasí i Mondet et al. (2014), který píše, že za současné rozšíření, četnost a virulenci DWV je výhradně odpovědný parazit *Varroa*. DWV

byl podle něho před příchodem varroázy do Evropy prakticky neznámý a i dnes se v oblastech bez výskytu roztoče neobjevuje. Zároveň však také postupně mizí ze včelstev, u kterých dochází k efektivnímu potírání varroázy. Martin (2001) popisuje, že při reprodukci roztoče v plodové buňce je virus DWV předáván na dceřiné roztoče přes včelí kuklu. Tento efektivní přenos DWV z roztoče na včelu a ze včely opět na roztoče zajišťuje vysoký podíl populace roztoče, která bude pokračovat v šíření DWV. Dále Martin (2001) zmiňuje, že přibližně 20 % napadeného plodu tímto virem uhynie. Pohl (2008) dodává, že právě tento virus, jak lze odvodit už z názvu, způsobuje typické deformace křídel a nohou či zduřelý nebo zkrácený zadeček. Dainat (2012) naopak vidí největší problém DWV ve snížení životnosti napadených dělnic, což znamená, že tento virus hraje klíčovou roli při přezimování včelstev.

3.3.3 Syndrom zhroucení včelstev (CCD)

Extrémní případy záhadného masového úmrtí včelstev v Evropě a ve Spojených státech amerických bez zjevných příčin a bez existence jasného původce se staly známé pod pojmem syndrom zhroucení včelstev (CCD = colony collapse disorder), jak se lze dozvědět od Khoury et al. (2014). VanEngelsdorp et al. (2009) uvádí, že tyto rozsáhlé ztráty byly zaznamenány především na přelomu zimy let 2006/2007 a pokračovaly i zimu následující. Rosenkranz et al. (2010) uvádí, že dosud nebyla zjištěna žádná příčina takovýchto obrovských úhynů. VanEngelsdorp et al. (2009) popisuje některé specifické symptomy, které byly následně po úmrtí včelstev zjištěny. Prvním z nich je rychlá ztráta dospělých dělnic v postižených včelstvech, jak o tom svědčí slabá nebo uhynulá včelstva s přemírou populace plodu vzhledem k dospělé populaci včel. Dalším označuje znatelné postrádání mrtvých dělnic uvnitř a v okolí úlu. A posledním je opožděná invaze úlu škůdci a kleptoparazitů z okolních sousedních včelstev. Khoury et al. (2014) zveřejnil, že průzkumy patogenů spojených s CCD identifikovaly mnoho choroboplodných přítomných organismů, ovšem dosud nebyl žádný činitel identifikován jako příčina CCD. Je zřejmé, že kolapsy včelstev nejsou důsledkem jednoho nového příčinného faktoru, ale problém má mnoho různých příčin a může odrážet výsledek nahromadění stresorů ve včelstvu. S tím souhlasí také Rosenkranz et al. (2010) a VanEngelsdorp et al. (2009), kteří uvádí mnoho faktorů, jež svým spolupůsobením mohou přispět ke kolapsu včelstev. Jsou to především noví parazité, jako je *Varroa destructor* a *Nosema ceranae*, přidružené viry, faktory životního prostředí, klimatické změny, geneticky modifikované plodiny, používání pesticidů a také zvláštnosti managementu včelařství. Khoury et al. (2014) nakonec dodává, že je známo obrovské množství informací o

sociobiologickém chování včel, ovšem poměrně málo se ví o sociálních reakcích včel a celého včelstva na populační stresory a stres obecně.

3.4 Klinické příznaky varroózy

Klinické příznaky napadení se objeví, jak uvádí Veselý et al. (1985), za dlouhou dobu od počátku napadení včelstva. Důvodem je relativně pomalé rozmnožování roztočů, jejichž množství ve včelstvu se zvýší za jeden rok průměrně 10krát. Proto se klinické příznaky varroózy zjišťují nejdříve za 2 – 3 roky od nakažení. Typický je především neklid včel během zimování, kdy jsou včely parazitem vyrušovány a oslabovány. Peroutka et al. (1981) píše, že rychlost hynutí včel závisí na věku, ve kterém byla včela roztočem napadena. Je-li napadena mladuška, která je stará 1 – 10 dnů, je její životnost zkrácena na polovinu. Starší včele pak zkrátí roztoč život méně, přibližně 1,4 – 1,8 krát. Za 4 – 5 let od nakažení včelstva jsou včely již tak napadeny, že celé včelstvo obvykle přes zimu hyne. Většinou se tak děje při napadení asi 50 % podletního plodu, někdy i při nižším stupni napadení. Engels (1989) má za to, že procento poškozených dělnic, se kterým je včelstvo schopno se ještě vyrovnat je odhadováno okolo 10 % maximálně však na 20 %. Záleží také na faktorech jako je síla včelstva, fáze plodování, na sezóně a zda jde o včely letní či zimní. Rosenkranz et al. (2010) uvádí zjištění, že neošetřená včelstva, jejichž míra napadení přesahuje během léta u dospělých včel 30 %, nemají šanci přežít následující zimu. Van Dooremalen et al. (2012) upozorňuje na důležitost zimních včel, které jsou dlouhověké a pomáhají tak včelstvu přečkat zimní období. Na jaře pak velmi přispívají k rozvoji včelstva. Vzhledem k napadení varroázou jsou ovšem tyto včely poškozené, nemají plně rozvinuté fyziologické vlastnosti, které jsou pro dlouhověké zimní včely typické, takže ve většině případů nepřežijí až do jara a mohou tak vážně ohrozit existenci celého včelstva. To podporuje také studie van Dooremalen et al. (2012), která poukazuje na vztah mezi sníženou životností jednotlivých včel a zvýšenými ztrátami včelstev. Vysoké napadení roztoče *Varroa destructor* během přechodu na zimní včely může způsobit ztráty včelstev právě v důsledku snížené životnosti zimních včel. A dá se očekávat, že další vlivy okolního prostředí, pesticidy, ostatní patogeny, snížená dostupnost potravy s kombinací s roztočem dále snižuje životnost včel a zvyšuje ztráty včelstev během zimy. Tuto skutečnost potvrzuje také Rosenkranz et al. (2010) který zmiňuje, že práh poškození roztočem není v korelaci s pevným počtem roztočů na včelstvo a je poměrně variabilní. Závisí podle něho na včelách, populaci plodu, období v sezóně a přítomnosti včelích virů. Pohl (2008) podrobněji popisuje odumírání včelstva jako postupný deletrvající proces, kdy se snižuje počet včel ve

včelstvu, což vede k nedostatku pracovních sil. Příliš málo včel chův nestíhá dostatečně zásobovat plod a tím podstatně klesá možnost vylíhnutí dalších generací včel. Časně uhynulé včely létavky musí včelstvo nahradit právě mladými včelami, které se musí předčasně věnovat sběru, místo aby pracovaly v úle. Čím více včel uhyne nebo je poškozeno a neschopno práce tím rychleji včelstvo ztrácí pracovní rezervy. V konečné fázi zůstane jen malé množství včel a poměrně velká plodová plocha, kterou včely již nedokážou zásobovat. Včelař pak nalezne pouze odumřelý plod pod dřevými propadlými víčky a žádné nebo jen nepatrné množství včel

3.5 Diagnostika onemocnění

Veselý et al. (1985) píše, že diagnostikovat varroázu ve včelstvu lze jen v případě, že napadení je velmi silné. Pohl (2008) uvádí, že pravidelná diagnóza roztoče *Varroa* by měla být stálou součástí včelařství. Popa (1982) doplňuje, že diagnóza vychází z klinických příznaků, z morfologických změn a zvláště v identifikaci parazita *Varroa destructor* v úlech. Včasné odhalení nemoci je pak důležitou podmínkou úspěšnější léčby a k omezení důsledků, které z šíření choroby mohou vyplývat. Roztoče, jím způsobená poškození nebo jím vyvolané choroby je možno zjistit na včelách, na plodu i v plodu, jak zmiňuje Pohl (2008). Ten také za nejdůležitější metodu pro zhodnocení intenzity napadení považuje vyšetření měli.

3.5.1 Kontrola plástů obsednutých včelami

Od Pohla (2008) se lze dozvědět, že v normálním případě nelze při prohlídce včelstev na včelách rozpoznat žádné roztoče, když je včelstvo napadeno jen lehce nebo středně silně. Až při silném napadení, kdy je počet roztočů *Varroa destructor* kritický, lze na plástech spatřit včely napadené parazity. Mimo to lze vidět také včely znetvořené, malé a neživotné. To značí, že populace roztočů již dosáhla nebo v nejbližší době dosáhne prahu poškození. V tomto případě je nutné co nejrychlejší ošetření.

3.5.2 Kontrola trubčího plodu

Veselý et al. (2009) poukazuje na skutečnost, že pokud se ve včelstvu vyskytuje plod, celých 85 % roztočů se nachází na něm a zbylých 15 % pak na dospělých včelách. Protože parazit *Varroa destructor* napadá přibližně 10 krát více plod trubců než dělnic, je právě trubčí plod vhodný pro diagnostiku onemocnění (Peroutka et al., 1981). Pohl (2008) píše, že trubčí plod se vyřízne z plástu a je možné ho okamžitě na místě vyšetřit. Jednotlivě se pak prohlízejí

kukly trubců, kde se, jak uvádí Peroutka (1981), hledají dospělci roztoče nebo jeho vývojová stádia. Veselý et al. (2009) klade důraz také na prohlédnutí plodové buňky, tedy konkrétně jejího dna i stěn, po vyjmutí kukly. Pokud byl plod napaden, lze na dně a stěnách buňky spatřit světlé výkaly a světlé pohyblivé body - vývojová stádia roztoče. Pohl (2008) uklidňuje, že v případě nalezení parazita na trubčím plodu se nejedná o žádné kritické znamení. Ovšem jinak je tomu s plodem dělnic, který je také možné vyšetřit. Pokud by při kontrole plodu dělnic bylo napadeno více jak 10 % buněk nebo by buňky byly napadeny vícenásobně, je onemocnění na kritické úrovni.

3.5.3 Ošetření včelstev v létě

Tuto metodu popisuje Peroutka et al. (1981). Spočívá v ošetření včelstev v letním období za pomoci účinného akaricidu a v následném vyšetření a zhodnocení spadu roztočů. Těsně před ošetřením včelstev se na dno úlu vkládá podložka, která uhynulé roztoče zachytí a lze tak snadno zhodnotit jejich počet.

3.5.4 Kontrola vzorků včel

Kontrolu vzorků včel lze dle Peroutky et al. (1981) použít v případě silnějšího napadení, protože pokud se většina roztočů ve včelstvu nachází v zavíčkovaných buňkách, bylo by nutné při nízkém napadení odebrat vzorek značného množství včel.

Jedna z metod kontroly vzorků včel spočívá ve smývání roztočů. Odebraný vzorek včel se usmrtí a vloží do benzínu. Včely se musí v benzínu namáčet přibližně 15 minut a poté dalších 15 minut se třepají. Následně se vše přecedí přes síto s oky o průměru 4 mm a přes plátno. Na sítu zůstávají včely, na plátně pak roztoči. Jako alternativu k této metodě doporučuje Peroutka et al. (1982) použít místo benzínu horkou vodu přibližně 50 – 55 °C. Záchytnost této metody je však menší, v porovnání s použitím benzínu je smyto přibližně 80 % parazitů.

Peroutka et al. (1981) zmiňuje také jiný postup možnosti získání informací o množství roztočů. Ze středu včelstva se odebere vzorek asi 100 – 200 včel a umístí se do skleněné nádoby. Po dobu 15 minut se vzorek vystaví teplotě 46 – 49 °C. Při této teplotě se roztoči včel pouští a lze je snadno spatřit na skleněných stěnách nádoby.

Ve své publikaci popisuje Pohl (2008) metodu, kdy se do schránky odebere 50 g včel ze včelstva, a usmrtí se hlubokým zmrazením. Následně se včely vymývají pod tekoucí vodou a na dvojitém síti se pak oddělí včely od roztočů a jejich počet se snadno zhodnotí. Tato

metoda však dle Pohla (2008) není příliš vhodná pro běžnou včelařskou praxi, a to hlavně z důvodu nutnosti usmrcení včel.

Poker et al. (2011) ve svém článku zveřejnil metodu práškovým cukrem. Ta je oproti předchozím metodám šetrnější, protože se provádí na živých včelách a po jejím ukončení se včely mohou vrátit zpět do úlu. Ze včelstva se odebere vzorek 50 g včel, který se umístí do třepací nádoby válcového tvaru. Nádoba by měla být z jedné strany dobře uzavíratelná a z druhé strany by měla mít síto. Přes toto síto se do nádoby nasype 5 polévkových lžic práškového cukru (asi 35 g). Poté se postupně krouživými pohyby cukr promíchává se včelami přibližně po dobu jedné minuty. Později se cukr vysypává z nádoby ven na drobné síto, přes které cukr propadne, ale roztoči se zachytí. Včely se pak v pořádku vrátí do včelstva.

3.5.5 Kontrola měli

Jednou z nejdůležitějších metod diagnózy onemocnění varroázou je stanovení množství samic roztoče v zimní měli. Během zimního období, kdy se ve včelstvu nevyskytuje plod, žijí všechny samičky *Varroa destructor* na včelách (Peroutka a Drobníková, 1987). Veselý et al. (2009) uvádí, že část těchto roztočů během zimy uhynie a ty lze pak objevit v měli. Z tohoto důvodu je důležité vkládat po podzimním léčení na dno úlu podložky, které mrtvé roztoče zachytí. Tato podložka musí být dle nařízení Státní veterinární správy (2014) vyjímatelná, čistitelná a musí pokrývat celou plochu dna úlu. Směsný vzorek veškeré zimní měli se, jak je uvedeno v nařízení Státní veterinární správy (2014), musí odebrat a odevzdat k vyšetření do 15. února. Je zakázáno přesívat měl přes síta, která mají otvory menší než 4 mm. To zmiňuje také Peroutka et al. (1981), který ještě dodává, že suchá a čistá měl bez včel se k vyšetření zasílá v uzavřených, ale prodyšných obalech. Podle výsledku vyšetření zimní měli se později nařizují preventivní ošetření všech pozitivních včelstev způsobem, který je uveden v Metodice kontroly zdraví zvířat a nařízené vakcinace pro určitý rok. V případě nesplnění či porušení některých těchto povinností může správní orgán určit včelaři pokutu až do výše 50 000 Kč (nařízení Státní veterinární správy, 2014).

Peroutka a Drobníková (1987) ve své publikaci popisují nejčastější metodu vyšetření měli, kterou je olejová flotační metoda. Ta je založena na rozdílné hmotnosti vosku, měli a uhynulých samic roztoče *Varroa destructor*. Při této metodě se používá stolní olej, ve kterém měl velmi rychle sedimentuje ke dnu, zatímco suché samičky parazita flotují na hladinu. Suchá měl bez včel se nasype do kádinky o objemu 0,25 l a nalije se na ni malá část oleje. Měl se v oleji dobře promíchá a rozdrťí se hrudky, ze kterých se případně uvolní

samičky roztoče. Poté se přilije přibližně 0,2 l oleje a vše se důkladně promíchá. Dále se musí vzorek nechat 5 minut odstát. V případě, že ve vzorku měli se nacházeli nějakí roztoči, lze je po této době spatřit na hladině oleje. Pokud byl správně dodržen postup, je možné takto zjistit až 93 % všech roztočů ze vzorku.

Peroutka et al. (1981) pojednává také o prostém způsobu vyšetření měli, kdy se vysušená měl nasype na bílou podložku a postupně se po malých částech přehrnuje a pouhým okem nebo za pomoci lupy se hledají a počítají roztoči. Toto vyšetření je relativně pracné, zdlouhavé a náročné na dobrý zrak včelaře. Pohl (2008) však podotýká, že tato metoda, respektive kontrola přirozeného spadu roztočů by měla být prováděna minimálně dvakrát ročně. Dále zmiňuje, že počet roztočů v měli se zvyšuje velmi pomalu od jara až do přechodu léta do podzimu. U silně napadených včelstev se dá mezi létem a podzimem napočítat i 100 roztočů denně. Přirozený úhyn roztočů lze využít jako včasný varovný signál.

3.6 Varroatolerance

3.6.1 Přirozený výběr

Rosenkranz et al. (2010) píše, že vztah hostitele *Apis cerana* a parazita *Varroa destructor* je vyvážený. Odůvodňuje to několika mimořádnými faktory hostitele, které dostatečně regulují růst populace roztoče a zabrání tak jakémukoliv viditelnému poškození napadeného včelstva. Některé z těchto účinných obranných mechanismů existují také u včely medonosné ovšem ve mnohem menší míře a jsou široce využívány pro šlechtění. V tropických zemích, kde se chovají africké či afrikanizované včely, bylo pozorováno, jak uvádí Büchler (2010), přežívání včelstev napadených varroázou bez medikamentózní ochrany. Od Rosenkranz et al. (2010) se lze dozvědět, že v mírných oblastech existují určité slibné příklady zjevného přirozeného výběru, kdy bylo zaznamenáno dlouhodobé přežití neudržovaných včelstev ve Francii a ve Spojených státech. To potvrzuje také Locke et al. (2014), který uvádí, že u několika těchto včelstev studie prokázaly rozvinutí adaptivní resistance přes přirozený výběr a mohou omezit populace roztoče. Přírodní výběr varroatolerance je tedy možný a v některých případech již byla částečná tolerance potvrzena. Není ovšem jasné, zda při studiu budou tolerantní populace včel užitečné pro stanovení tolerančních faktorů, protože žádný z popsaných příkladů tolerance jasně neukazuje vztah tolerance ke konkrétnímu faktoru hostitele.

3.6.2 Očišťování včel

Zakar et al. (2014) uvádí, že toto chování zahrnuje očišťování či odstraňování roztoče ze včel. Dělnice pečují buď samy o sebe (auto-grooming) nebo opečovávají ostatní jedince ve včelstvu (allo-grooming). Mnoho takto odstraněných roztočů, jak popisuje Zakar et al. (2014), pak bylo nalezeno na dně úlu s četným fyzickým poškozením, které bylo způsobeno včelími kusadly. Rosenkranz et al. (2010) oproti tomu uvádí, že počet poškozených roztočů na dně úlu, který je často používán jako kvantifikační faktor tohoto chování, má omezený význam. Podle něho lze předpokládat, že poškození roztočů může být způsobeno z části přirozenými změnami tvaru roztoče. Mnoho parazitů může být také poškozeno po smrti v uzavřených plodových buňkách. U včel *Apis mellifera* se zdají být rasově specifické rozdíly v míře opečovávání. Tento model chování je také vysoce variabilní, což může být výhoda pro budoucí šlechtění. Ovšem není vůbec jasné, jak vysoká je dědičnost tohoto chování u evropských populací včel. Dosud není ani známo, jak varroáza toto specifické chování hostitele vyvolala (Rosenkranz et al., 2010; Zakar et al., 2014).

3.6.3 Hygienické chování

Delaplane (1999) charakterizuje citlivé hygienické chování (Varroa sensitive hygiene) jako chování včel, které se u některých kmenů včel projevuje identifikací nemocného či roztoči napadeného plodu a jeho následným odstraněním. Dále uvádí několik faktorů, díky kterým je možné omezit množení roztočů ve včelstvu. Za první z nich považuje poškození mateřských samiček při odstraňování včelího plodu z buněk. Dalším je přerušení vývoje larválních stádií roztočů uvnitř buněk a jejich následný úhyn. A posledním faktorem je prodloužení foretické fáze roztočů, místo toho aby nastoupily do fáze reprodukční. Také Rosenkranz et al. (2010) zmiňuje, že hygienické chování ve většině případů nevede ke smrti roztočů, ovšem jsou vysoce ovlivněny právě přerušením reprodukčního cyklu. Jacobson (2010) poukazuje na skutečnost, že dřívější výzkumy předpokládaly, že včely s hygienickým chováním selektivně odstraňují kukly, a kterých se rozmnožují roztoči. Nedávné údaje však podle něho předpokládají, že si včely nevybírají za cíl reprodukcující roztoče, ale spíše odvíčkovávají buňky, v nichž vývoj roztočů probíhá, což pak vyústí k již zmíněnému přerušení reprodukčního cyklu. Výzkum také předpokládá, že dělnice nedetekují roztoče přímo, ale zjišťují spíše změny na napadených kuklách.

Odstraňování roztočem napadeného plodu představuje podle Rosenkranz et al. (2010) hlavní faktor pro šlechtění tolerance na roztoče u evropských včel. Delaplane (1999) uvádí,

že studie publikované ve Spojených státech prokázaly vyšší hladinu odstraňování roztoči napadeného plodu ve kmenech včel, které byly na hygienické chování vyselektovány. Rosenkranz et al. (2010) však dodává, že existuje několik omezení pro úspěšný výběr specifického hygienického chování. Jde například o ovlivnění tohoto chování prostředím a faktory uvnitř úlu, nebo o genetickou rozdílnost a dědičnost tohoto znaku, která ještě nebyla stanovena.

Existuje několik metod pro kvantifikaci hygienického chování ve včelstvu, které jsou široce využívány. Jednu z nich charakterizuje Delaplane (1999). Ze včelstva se vyřízne čtverec plástu s plodem, který se zavíčkoval přibližně před 1 – 3 dny, a uloží se na 24 – 72 hodin do mrazničky. Poté se vrátí zpět do včelstva a sleduje se množství odstraněného plodu včelami. Včelstva, která mrtvý plod odstraní do 48 hodin, se považují za hygienická.

3.6.4 Potlačení reprodukce roztoče

Podle Rosenkranz et al. (2010) je právě potlačení rozmnožování roztoče považováno za neúčinnější nástroj pro hostitele, v zabránění růstu populace roztoče *Varroa destructor* ve včelstvu. Delaplane (1999) má za to, že existují kmeny včelstev, jejichž plod je méně vhodný pro reprodukci roztočů – tzv. nereprodukční znak. V praxi tento znak způsobí, že mateřská samička roztoče není schopná vyprodukovat potomstvo. Nereprodukční roztoče popisuje Harbo a Harris (2001) jako jedince, kteří vstupují do plodové buňky k reprodukci, ale buď: zahynou v buňce ještě před reprodukcí, nejsou schopni klást vajíčka, začnou klást vajíčka příliš pozdě a potomstvo se nestačí vyvinout, nebo vyprodukují pouze samečky. Rosenkranz et al. (2010) uvádí, že nízká atraktivita plodu může snížit rychlost invaze samic roztoče. Bylo zjištěno, že evropské včely mají plod dvakrát tak atraktivní než včely afrikanizované, ovšem přirozený rozdíl atraktivity plodu není znám. Také prokázaná míra neplodných roztočů se výrazně liší u včel afrikanizovaných a citlivých evropských včel. Tuto informaci doplňuje Harbo a Harris (2001), podle kterých je četnost výskytu nereproduktivních roztočů u evropských včel obvykle nižší než 40 %. V současné době neexistují žádné prokázané příklady populací či poddruhů *Apis mellifera*, které by vykazovaly sníženou plodnost *Varroa destructor*. Doba zavíčkování plodu omezuje čas potomků roztočů, který mají k dispozici. Simulace ukazují, že zkrácení doby po zavíčkování o 10% může snížit růst populace roztočů asi o 30 %. Afrikanizované včely, stejně jako africké poddruhy, mají významně kratší období po zavíčkování, než evropské včely. Lze, shrnout, že omezování reprodukce roztoče představuje určitý postup k založení stabilního vztahu hostitele a parazita. Avšak jasné

příklady dlouhodobého vztahu mezi tolerancí hostitele *Apis mellifera* a snížení reprodukce parazita *Varroa destructor* nejsou k dispozici (Rosenkranz et al., 2010).

3.7 Opatření proti varroáze

Podle Peroutky et al. (1981) je známo mnoho různých preparátů, které působí na roztoče *Varroa destructor*. Ovšem ani jeden z nich není schopen usmrtit veškeré vyskytující se roztoče ve včelstvu. Z tohoto důvodu není možné napadená včelstva zcela vyléčit. Kamler et al. (2014) však udává, že léky mohou být také jedy a vždy záleží na dávce. Cílem všech postupů je dosažení maximální účinnosti zásahů proti varroáze s minimální dávkou chemických přípravků. Rosenkranz et al. (2010) doplňuje, že mimo chemických látek jsou v široké míře používány mnohé techniky a metody, jak udržet populace roztočů na přijatelné hranici.

3.7.1 Fyzikální metody

3.7.1.1 Termoterapie

Za nejrozšířenější fyzikální metodu má Peroutka a Drobníková (1987) termoterapii. Při ní se napadené včely umístí do krabice a vloží se po dobu 10 – 15 minut do boxu, kde je udržována teplota 46 – 48 °C. Popa (1982) uvádí, že tato metoda má zajímavé výsledky, a také nezanechává zbytky chemických látek ve včelích produktech. Peroutka et al. (1981) dodává, že v praxi je však tato metoda málo používaná nejen pro svou pracnost, ale také proto, že s ní lze ošetřit pouze dospělé včely, nikoliv plod, který se musí ze včelstva při léčení včel termickou metodou odstranit.

3.7.1.2 Gama-paprsky

Peroutka et al. (1982) ve své publikaci tuto metodu zmiňuje pouze okrajově. Ta vycházela z možnosti sterilizovat samičky roztoče *Varroa destructor* za pomoci gama záření. Ovšem přes optimistická tvrzení se ukázala tato metoda nepoužitelnou. Záření potřebné ke sterilizaci roztočů silně zkracuje život včel.

3.7.2 Biotechnické metody

3.7.2.1 Vyřezávání trubčího plodu

Vzhledem k tomu, že samičky roztoče, jak již bylo zmíněno, upřednostňují pro své rozmnožování trubčí plod před plodem dělnic, lze zmenšit populace roztočů odebráním

zavíčkovaného trubčího plodu (Pohl, 2008). Rosenkranz et al. (2010) uvádí, že odstranění tohoto plodu nemá žádný negativní dopad na velikost včelstva, jeho funkci nebo produkci medu. Také podle něho vyřezání několika zavíčkovaných plástů s trubčím plodem na začátku sezóny snižuje finální počet roztočů o 50 – 70 %. Pohl (2008) doporučuje pro úspěšnost této metody vložení stavebních rámků do včelstva. Čím dříve se s opatřením začne, tím úspěšněji se zamezí rozmnožování roztočů. Oproti tomu Kamler et al. (2014) radí vyřezání plodu v červenci až srpnu. Koncem léta, kdy počet roztočů roste a naopak počet trubčího plodu klesá, se roztoči ve velké koncentraci právě na trubčím plodu. Ten se pak odstraní i s velkým počtem roztočů. Peroutka et al. (1982) ve své publikaci uvádí, že odstraňování trubčího plodu má být prováděno pravidelně ve 20 denních intervalech. Kamler et al. (2014) dále navrhuje doplnit tuto metodu o řádný monitoring a případnou další léčbu.

3.7.2.2 Tvorba plodových oddělků

Kamler et al. (2014) uvádí, že tvorba oddělků by se měla provádět nejlépe během května a června. Pohl (2008) píše, že na jaře a na počátku léta je většina roztočů v plodu a včelstva jsou tak odlehčená od roztočů ve foretické fázi. Plodové oddělky představují zásobní včelstva a mohou být kdykoliv ošetřeny léčiv, protože v současné sezóně nebudou využívány k tvorbě medu. Kamler et al. (2014) zmiňuje, že díky rychlému vývoji a vyšší čistící aktivitě oddělků je rozmnožování roztoče pomalejší, ovšem je vhodné tento postup doplnit dalšími způsoby ochrany před roztoči.

3.7.2.3 Tvorba smetenců

Vzhledem k tomu, že většina roztočů je v období jara uvnitř zavíčkovaných buněk v reprodukční fázi, dospělé včely mají na sobě jen nepatrné množství roztočů *Varroa destructor*. To znamená, že vytvořené smetence obsahují velmi málo parazitů. S těmito smetenci je možné vytvořit nová včelstva, která mohou být až později ošetřena za pomoci léčiv. Smetence ze silně napadených včelstev je vhodné ošetřit odchytem roztočů na trubčí plásty nebo použitím léčiv (Pohl, 2008).

3.7.2.4 Odchyt roztočů na trubčí plásty

Tento postup je, jak se lze dozvědět od Pohla (2008), účinný ve včelstvech, které nemá přítomný plod. Do včelstva se vloží plást, který obsahuje trubčí plod před zavíčkováním, jež lze odebrat ze silných produkčních včelstev. Většina roztočů pak sestoupí do těchto buněk s plodem a po zavíčkování se plást i s roztoči vyjme. Peroutka et al. (1982) dodává, že tato

metoda je často spojena s pravidelnou výměnou matek a následným odstraněním prvního plodu nové matky.

3.7.2.5 Izolační plást

Tuto metodu popisuje Pohl (2008) jako postup, při kterém se v měsíci červnu izoluje včelí matka na prázdném plástu v izolátoru s mřížkou. Po deseti dnech se matka izoluje na další nový plást a již zakladený plodový plást se ponechá až do zavíčkování ve včelstvu. Takto je matka každých deset dní izolována na jiném plástu. Zavíčkovaný plást se pak vždy ze včelstva vyjme a ošetří. Pokud se tento postup opakuje třikrát, populace roztočů bude redukována, ovšem rozvoj včel je touto metodou značně zpomalen.

3.7.3 Biologické metody

Peroutka et al. (1982) uvádí, že v oblasti biologického tlumení varroózy bylo již zkoušeno mnoho bakterií, roztočů i hub, které by dokázaly ničit roztoče *Varroa destructor*. Tyto postupy, kde se využívá přirozené hubení škůdců, jak publikuje Rosenkranz et al. (2010), je možné použít bez obav kontaminace včelích produktů. Různé nepřátelské parazitární a patogenní organismy proti roztoči *Varroa destructor* se mohou dokonce šířit samostatně mezi včelstvy, avšak výsledky zkoumání jsou stále nedostačující a protichůdné. Rosenkranz et al. (2010) dále popisuje, že bylo vyvinuto velké úsilí s houbami, které jsou důležitými přírodními regulátory různých roztočů. Byly publikovány značné účinky hub z rodů *Metarhizium*, *Beauveria* nebo *Verticillium* na roztoče *Varroa destructor* v laboratorních testech. Ovšem oproti tomu mnoho badatelů nepozorovalo žádné významné dopady různých kmenů těchto hub na roztoče. Z tohoto důvodu zatím neexistuje žádný biologický komerční produkt pro léčbu varroózy. Podle Rosenkranz et al. (2010) je nutný další výzkum k identifikaci a objasnění pozice varroa-specifických hub.

Rodríguez Sanhueza a Gerding (2010) popisují ve své studii účinky houby *Metarhizium anisopliae*. Dosavadní výzkumy vedly k volbě varianty této houby, která má označení Qu-M845, a která v laboratorních podmínkách dokázala zahubit 98 % roztočů. V testovacích včelstvech se podařilo snížit počet včel zahubených roztoči o 67 % ve srovnání s neošetřenými včelstvy. Avšak z laboratorních pokusů vyplývají i takové výsledky, které ukazují, že houba *Metarhizium anisopliae* může kromě roztočů usmrtit také včely. Při polních pokusech však žádné informace o úmrtnosti včel neexistují. Rodríguez Sanhueza a Gerding (2010) dodávají, že tato houba není jedovatá pro savce a při dosavadních pokusech přináší

dobré výsledky. Z toho se dá usuzovat, že houby by se mohly stát slibnou alternativní metodou při kontrole varroázy.

3.7.4 Chemické metody

3.7.4.1 Tvrdá chemie

Od Rosenkranz et al. (2010) je možné se dozvědět, že v průběhu posledních let jsou nejznámějšími syntetickými akaricidy (látky proti roztočům), kumafos, pyretroidy, tau-fluvalinát a flumethrin. Pohl (2008) podotýká, že k tzv. „tvrdé chemii“ se řadí všechny chemické látky, které nepatří mezi organické kyseliny nebo éterické oleje. Rosenkranz et al. (2010) popisuje, že většina těchto chemických látek je snadno použitelná, ekonomicky výhodná a nevyžaduje znalost biologie roztoče *Varroa destructor*. Ovšem jak Rosenkranz et al. (2010), tak Pohl (2008) uvádějí, že tyto pesticidy jsou látky rozpustné v tucích, které mají více nevýhod, než výhod. Mohou poškodit včely, pokud jsou vystaveny současně většímu množství látek uložených ve vosku. Mohou trvale znečišťovat med a další včelí produkty, protože se jedná o látky perzistentní, které se po opakovaném použití hromadí. Kontaminace vosku dokonce přetrvává i po jeho recyklování. Po jejich používání vzniká u roztočů rezistence, což způsobuje selhání použití těchto látek. Rosenkranz et al. (2010) dodává, že vývoj akaricidů na základě nových účinných látek není příliš pravděpodobný a stále není v dohledu a střídání používání různých akaricidů v rámci plánu řízené resistance může být pouze krátkodobým řešením. Z tohoto důvodu je nezbytné, aby léčba varroázy zahrnovala alternativní metody, bez chemické strategie kontroly roztoče.

V České republice je používáno několik registrovaných přípravků s účinnými látkami, které spadají mezi tvrdou chemii a je možné je získat pouze na lékařský předpis. Jde například o dva přípravky používané k fumigaci (ošetřování kouřem), Varidol 125 a MP 10 FUM. Varidol 125 obsahuje účinnou látku amitraz, zatímco MP 10 FUM pyretroid tau-fluvalinát. Oba přípravky jsou určeny k léčbě včel v době, kdy se ve včelstvu nevyskytuje zavíčkovaný plod, protože přítomnost plodu významně snižuje jejich účinnost. K ošetřování včelstev aplikací aerosolu se mimo již zmíněného Varidolu 125 používá také M-1 AER s účinnou látkou tau-fluvalinátem. Přípravek M-1 AER je také možno použít pro nátěr víček plodu, čímž způsobí úhyn roztočů v zavíčkovaných buňkách. Jiným způsobem ošetření jsou pásy s dlouhodobým účinkem Gabon PF 90 a Gabon PA 92. Účinné látky, u prvně zmíněného tau-fluvalinát, u druhého acrinathrin, je zabudována ve směsi z termoplastického kaučuku, který tvoří mikrovrstvu na povrchu proužku z gabonového dřeva. Ošetření těmito přípravky se

používá především v době, kdy se ve včelstvu vyskytuje plod, ale není již přítomen konzumní med (Kamler et al., 2014).

3.7.4.2 Měkká chemie

Mezi měkkou chemii se řadí, jak popisuje Rosenkranz et al. (2010), přírodní látky, které slouží k ovládání varroázy. Jsou to hlavně organické kyseliny, především kyselina mravenčí, kyselina mléčná, kyselina šťavelová a éterické oleje, jako například thymol. Bylo provedeno mnoho studií, které se zabývaly podrobnostmi použití těchto látek v rámci různých klimatických a včelařských podmínek. Studie se zabývaly hlavně koncentrací, dobou a počtem ošetření, způsobem aplikace atd. Rosenkranz et al. (2010) a také Pohl (2008) zmiňují několik výhod, které tyto přírodní látky v boji proti varroáze přinášejí. První z nich je dostatečná účinnost kyseliny mravenčí proti roztoči, protože jde o akaricid, který je schopný zabít roztoče i uvnitř plodových buněk. Druhý uvádí nízké riziko reziduí a akumulace ve včelích produktech. A za další tyto látky s vysokou pravděpodobností nezpůsobují u roztočů žádnou resistenci po opakovaném použití. Rosenkranz et al. (2010) pak uvádí také jisté nevýhody těchto prostředků. Klimatické podmínky, podmínky v úle a způsob použití musí být v souladu, aby mohlo být dosaženo optimálního účinku, protože účinnost některých sloučenin závisí na odpařování uvnitř včelstva. Obecně lze říci, že účinky organických kyselin a esenciálních olejů jsou často mnohem více variabilní ve srovnání s registrovanými akaricidy.

Pohl (2008) píše, že kyselina mravenčí se používala proti varroáze již v prvních letech napadení. Je vhodná při zachování jednoduchých ochranných opatřeních a při rychlém nouzovém ošetření. Kamler et al. (2014) uvádí, že kyselina mravenčí se u nás vyskytuje v podobě odparných desek s komerčním názvem Formidol 40. Deska je vyrobena z krátkovláknité celulózy a obsahuje 40 ml kyseliny mravenčí v koncentraci 85 %. Tato deska se vloží do úlu, kde se kyselina odpařuje a zasahuje dospělé jedince i vývojová stádia roztoče. Kyselina mravenčí je určena k letnímu léčení včelstev proti varroáze avšak současně omezuje další onemocnění, jako je nosematóza či zvápenatění včelího plodu. Formidol je jediným volně prodejným prostředkem proti varroáze, jak dodává Veselý et al. (2009).

Kyselinu šťavelovou považuje Pohl (2008) za druhou nejdůležitější organickou kyselinu v boji proti roztočům *Varroa destructor*. Tato kyselina může být použita pouze ve včelstvech bez plodu, takže její hlavní využití nastává v zimě, při ošetřování všech včelstev v bezplodovém období. Pohl (2008) dále popisuje čtyři způsoby, kterými se může kyselina šťavelová používat. Jedná se o kapání, postřik, odpařování a součást pevného nosiče. Topolska (2011) popisuje, že vhodné je smíchání 3,2 % kyseliny šťavelové s cukerným

sirupem v poměru 1:1. Tímto roztokem se pak včely polévají v uličkách mezi rámkami v množství cca 5 ml na jednu uličku. Aplikace by měla probíhat za teploty vyšší než 0 °C, Pohl (2008) doporučuje teplotu nejméně 3 °C. Topolska (2011) dále poukazuje na důležitost dodržování doporučených koncentrací, protože vyšší koncentrace kyseliny šťavelové mohou vést nejen ke snížení účinnosti, ale i ke škodám na včelách. Významná je také informace, že se opakování aplikace nesmí provádět před uplynutím 3 měsíců. Kyselina šťavelová je látka nebezpečná a při práci s ní je třeba dbát na ochranu kůže, očí a dýchacích cest. V některých zemích se tato kyselina považuje za lék, v jiných je její použití tolerováno s ohledem na to, že nezpůsobuje žádné jiné škody.

Kyselina mléčná se v současné době používá ve včelařské praxi jen velmi málo. Důvodem je jednodušší zacházení s již zmíněnými kyselinami - mravenčí, která se aplikuje v létě, a šťavelovou, která je vhodná pro zimní období. Pohl (2008) však nevidí tuto skutečnost jako nevýhodu, nýbrž poukazuje na uchování tohoto prostředku do budoucna. Kyselina mléčná se aplikuje postřikem, který musí včely hustě pokrýt, aby se dostal přímo do kontaktu s roztoči, avšak působí pouze na roztoče ve foretické fázi, nikoliv na samičky v zavíčkovaných buňkách. Proto se používá výlučně pro zimní ošetření včelstev bez plodu. Toto ošetření je však pracovně náročné a musí být provedeno dvakrát po sobě s odstupem několika dní s kyselinou o koncentraci 15 %. Důležitá je zde také teplota, která nesmí klesnout pod 0 °C.

O zkušenostech s éterickými oleji a především s thymolem, který se používá jako prostředek v boji proti varroáze, informují hlavně pokusy ze Švýcarského centra pro výzkum včel v Liebefeldu a také německé včelařské ústavy, jak uvádí Pohl (2008). Pohl (2008) dále popisuje, že mezi éterickými oleji je v současné době nejpoužívanější thymol, který se vyznačuje dobrou účinností proti roztočům *Varroa destructor*. Thymol působí na roztoče, kteří jsou přichyceni na dospělých včelách, roztoči, kteří se nachází v rozmnožovací fázi uvnitř buněk, jsou zasaženi až po opuštění buňky. Tato látka se používá po ukončení snůšky a po medobraní, od pozdního léta do podzimu po dobu šesti až osmi týdnů. Bogdanov et al. (1999) poukazuje na účinnost ošetření thymolem, která při optimálních podmínkách přesahuje 90 %. To podle něho znamená, že populace roztočů, kteří zbývají ve včelstvu, často ještě přesahuje hodnotu, při které včelstvo v zimě uhynie. Proto je doporučováno doplňující ošetření kyselinou šťavelovou v bezplodovém období včel. Bogdanov et al. (1999) i Pohl (2008) varují před zanecháváním reziduí thymolu ve vosku a v medu. Bogdanov et al. (1999) sice uvádí, že zbytky thymolu v medu nejsou hygienicky závadné, ovšem mohou ovlivňovat chuť medu, což není žádoucí. Pohl (2008) dodává, že existuje již mnoho povolených preparátů, které

obsahují právě thymol jako účinnou látku. Jedním z nich je komerční produkt s názvem Apiguard. Kamler et al. (2014) ho popisuje jako miskou s gelem, která se vloží do úlu, kde se postupně účinná látka odpařuje a zasahuje roztoče. Apiguard je, podle Kamlera et al. (2014), určen k letnímu léčení včelstev, s čímž souhlasí také Pohl (2008), který dodává, že thymol může být použit jako alternativa ošetření kyselinou mravenčí. Druhým produktem na bázi thymolu je Thymovar. Ten charakterizuje Pohl (2008) jako plátek houbičkové utěrky s účinnou látkou, který se vkládá do úlu. Po třech až čtyřech týdnech se do úlu vkládá druhý plátek a ponechává se stejnou dobu jako první. Po ukončení ošetření se oba plátky z úlu vyjmou. Kamler et al. (2014) zmiňuje, že Thymovar je určen k letnímu léčení včelstev proti varroáze.

3.7.5 Regulace varroázy v České republice

Varroáza včel je podle Pohla (2008) v České republice zařazena mezi nebezpečné nákazy. Při prevenci a tlumení této choroby se postupuje podle Metodického návodu Státní veterinární správy České republiky, který je každoročně upřesňován. Regulace varroázy u nás probíhá plošně a je založena na celoročním boji s touto nákazou. Tyto postupy vyžadují úzkou spolupráci mezi Státní veterinární správou, Českým svazem včelařů a včelaři. Kamler et al. (2014) dodává, že Český svaz včelařů organizuje zásahy proti varroáze, ovšem odpovědný je vždy chovatel. Od Veselého et al. (2009) se lze dozvědět, že nařízená opatření jsou zákonného charakteru a jsou povinná pro všechny včelaře, tedy i pro ty, kteří nejsou členy Českého svazu včelařů.

4 MATERIÁL A METODY

4.1 Lokalizace

Sledování bylo zahájeno od měsíce března roku 2014 po zjištění výsledků vyšetření zimní měli 2013/2014 a ukončeno bylo sběrem a odesláním zimní měli pro rok 2014/2015, která se odevzdávala k poslednímu lednu 2015. Experiment byl prováděn ve dvou lokalitách a to na Větrově (stanoviště A), který je částí obce Solenic, a ve městě jménem Krásná Hora nad Vltavou (stanoviště B). Obě místa se nacházejí ve Středočeském kraji, v bývalém okrese Příbram. Vzdálena jsou od sebe přibližně 13 kilometrů. V pokusu je zahrnuto celkem deset včelstev, z nichž čtyři včelstva jsou umístěna na stanovišti A, a zbylých šest včelstev na stanovišti B.

Včelstva na Větrově jsou umístěna na okraji obce, a to volně v přírodě v dřevěných nástavkových úlech s plechovou stříškou, přibližně 472 metrů nad mořem. V této lokalitě je převážně kopcovitý terén, kterým protéká řeka Vltava. Okolní krajinu vytváří, až na malé výjimky v blízkosti obce, hluboké smíšené lesy. V okolí pokusného stanoviště A, se nachází další čtyři stanoviště včelstev. První dvě obhospodařují včelaři v osadě Pacov, kdy jeden vlastní 1 a druhý 3 včelstva. A dále jsou dvě stanoviště přímo v Solenicích, kdy jedno zahrnuje 4 včelstva a druhé včelstev 5. To znamená, že v okolí pokusného stanoviště A se vyskytuje v dosahu cca 1,5 kilometru celkem 13 včelstev.

Stanoviště B, se včelstvy v Krásné Hoře nad Vltavou, je umístěno v přibližné nadmořské výšce 420 metrů, a to přímo v intravilánu města. I zde je včelaření praktikováno v dřevěných nástavkových úlech, které se nacházejí pod střechou včelínu. V okolí Krásné Hory lze spatřit převážně kulturní zemědělskou krajinu, která je tvořená z největší části poli a také trvalými travními porosty. Terén zde není tak kopcovitý, jako v oblasti stanoviště A, naopak reliéf kopců je zde pozvolný a obec je zasazena do jejich úpatí. I zde je několik dalších včelnic, kde hospodaří místní včelaři, jedná se celkem o 4 stanoviště, která dohromady zahrnují celkem 22 včelstev.

4.2 Design experimentu

Počáteční zamoření jednotlivých pokusných včelstev na obou stanovištích bylo v měsíci březnu roku 2015 známo z výsledků laboratorních vyšetření zimní měli. Konkrétní

výsledky vyšetření včelstev ze stanoviště A i B a také včelstev okolních včelařů je zahrnuto v tabulce č. 1 spolu se zobrazením zamoření v jednotlivých lokalitách během předchozích let.

Tabulka č. 1 – Vývoje celkového počtu roztočů na stanovištích a v jejich blízkém okolí podle vyšetření zimní měli

Stanoviště	Počet roztočů v jednotlivých letech					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Větrov (A)	6	3	2	1	2	1
Pacov 1				11	0	0
Pacov 2	0	0	0	0	0	8
Solenice 1	2	320	5	150	0	39
Solenice 2	4	0	0	0	0	21
Krásná Hora (B)	3	1	1	43	8	6
Krásná Hora 1	2	3	0	1	0	0
Krásná Hora 2	1	7	1	3	0	0
Krásná Hora 3	0	7	2	38	1	22
Krásná Hora 4			1	8	0	3

Zdroj: autorka

Nejprve bylo nutné vložit na dno každého úlu dostatečně velkou podložku, která měla za úkol zachycovat mrtvé roztoče. Protože vlivem mravenců, hygienického chování včel či jiných faktorů, mohlo docházet k vynášení roztočů ven z úlu, a tím i ke zkreslení pozdějších výsledků, podložka musela být zasítována. Vyrobila jsem tedy deset dřevěných rámu o velikosti dna úlů, na které jsem z vrchní strany připevnila síťovinu z PVC s 0,5 mm oky. Na spodní stranu rámu jsem ukotvila podložku také z PVC. Podložka byla přichycená ke dřevěnému rámu pouze napínáčky, aby bylo při každém měření snadné ji oddělit a roztoče spočítat. Takto vytvořené podložky pro varroamonitoring jsem 1. 3. 2014 vložila do všech pokusných včelstev na obou stanovištích.

V následujících devíti měsících probíhal sběr dat, a to vždy standardně po 14 dnech, tedy cca dvakrát do měsíce. Jednotlivé podložky jsem vždy vyjmula z úlu a zjistila a zaznamenala počet roztočů u každého včelstva na obou lokalitách. V měsíci březnu neprobíhal na včelstvech žádný zákrok, kromě běžné kontroly včelstev a sčítání roztočů. Na začátku dubna jsem pak jednotlivá včelstva rozšířila o první nástavek. Každé pokusné včelstvo tak obsadalo úl tvořený z plodiště a jednoho medníku. V měsíci květnu docházelo u většiny včelstev ke zvyšování rojové nálady a vytváření matečnicků. Rojová náladu jsem se

snažila snižovat u silnějších včelstev nasazením druhého medníku a přidáním mezistěn, u včelstev méně silných jsem pouze vyhledávala a ničila naražené matečnický. V polovině května přišlo na řadu první medobraní, ze kterého jsem získala na stanovišti A přibližně 45 kilogramů a na stanovišti B okolo 65 kilogramů medu. Druhé medobraní jsem prováděla 22. června, kdy jsem vytočila na stanovišti A 30 kilogramů a na stanovišti B 55 kilogramů medu.

Další zásah byl učiněn až 2. srpna a jednalo se o letní ošetření včelstev kyselinou mravenčí (Formidolem). Formidol se používá v pozdějším létě především proto, že při jeho použití již nemá být ve včelstvu přítomen med. Pro každé včelstvo jsem použila jednu odparnou desku. Každou z nich, jsem vyjmula z několika obalů tak, aby zůstala v posledním, tzv. regulačním obalu a vložila ji vždy do podmetu úlu. Česna jsem dle návodu nechala otevřená. Přesně za dva dny jsem z jednotlivých desek odstranila regulační obaly a vrátila je zpět do úlu na původní místo. Za další dva dny po konečném účinku kyseliny mravenčí jsem již vysušené desky vyjmula ze včelstev. Dále jsem opět u každého včelstva sečetla mrtvé roztoče *Varroa destructor*. Tím jsem zjistila vysokou účinnost léčby, protože spad roztočů byl mnohonásobně vyšší, než při minulé běžné kontrole spadu.

Při první zářijové prohlídce měli jsem zjistila úhyn včelstva č. 2 na stanovišti A. To znamená, že zhroucení včelstva bylo rychlé, jelikož při předchozí prohlídce nebyly pozorovány žádné náznaky budoucího úhynu včelstva. Celý úl byl opuštěný bez většího množství mrtvolek. Na plástech se nenacházel žádný plod, pouze zásoby medu a pylu. Tento úl jsem tedy z místa pokusu odstranila, aby nepodněcoval vykrádání zásob ostatními včelstvy, která by tak mohla následně rozšířit roztoče, kteří v úle po včelstvu č. 2 zůstali. Ještě před jeho odstraněním jsem však spočítala a zapsala mrtvé roztoče, jejichž počet jsem následně zahrnula do výsledků. V říjnu, prakticky o měsíc později, byl zaznamenán další úhyn na stanovišti A, kdy padlo včelstvo č. 1. I zde jsem našla stejně opuštěný úl bez včelích mrtvolek, pouze se zásobami, jako u včelstva č. 2. Následoval tedy stejný postup, jako při předchozím úhynu v měsíci září. Od této doby tedy probíhal sběr dat na stanovišti A pouze na dvou včelstvech. Na stanovišti B se počet včelstev prozatím nezměnil.

Dne 12. října jsem provedla první podzimní léčení, léčebným přípravkem Varidolem. Varidol se dle návodu může používat až od 1. října, a to díky tomu, že ideálně při jeho použití nemá být ve včelstvu přítomen včelí plod, maximálně jen malá plocha plodu zavíčkovaného. Balení Varidolu obsahuje lahvičku s léčivým přípravkem a dále knoty ve formě proužků. Aplikace tohoto přípravku se doporučuje při teplotě alespoň 10 °C a vyšší, také v době, kdy včely nelétají. Před samotným léčením jsem látkovými zbytky utěsnila česna jednotlivých včelstev. Dále jsem do hořlavých knotů cca 1 cm od vrchního okraje vsunula hřebíky. Na

knoty jsem postupně nakapala léčivo dle návodu v množství dvou kapek, které mají být umístěné blíže k otvoru s hřebíkem. K dalšímu kroku jsem potřebovala nehořlavý podklad, na který bych položila knoty s léčivem. K tomuto účelu mi posloužily staré keramické talířky. Na talířky jsem knoty umístila za pomoci hřebíku do svislé polohy tak, že se delší strana knotu dotýkala talířku. Takto připravené knoty jsem postupně zapalovala tak, aby přímo nehořely, ale pouze doutnaly a vkládala je do podmetu úlů. Po 30 minutách jsem uvolnila česna a po dalších 30 minutách jsem vyjmula ze včelstev talířky s hřebíky. Pokud by knoty nevyhořely úplně, bylo by nutné léčení opakovat. V mém případě to však nebylo nutné, protože všechny knoty s účinnou látkou vyhořely úplně. Zjištění množství zahubených roztočů jsem prováděla u všech včelstev po 12 – 24 hodinách po podání přípravku. Roztoče jsem sečetla, výsledný počet zaznamenala a čisté podložky opět vrátila do úlu, aby nebyl narušen pravidelný sběr dat v rozmezí 14 dnů. I zde léčba zaúčinkovala na výbornou, protože počet roztočů byl v některých případech až zarážející. Další léčení Varidolem probíhalo také v měsíci říjnu, a to přesně 14 dnů po léčení prvním. Třetí a poslední podzimní léčení stejným přípravkem bylo provedeno 22. listopadu. Léčení probíhalo vždy stejně, jak je popsáno u prvního léčení Varidolem. Aplikace přípravku probíhala na stanovišti A i B vždy ve stejné dny.

Na konci listopadu jsem včelstva řádně zazimovala a v průběhu měsíce prosince jsem již neprováděla žádný zásah. Poslední zjištění spadu roztočů pak proběhlo 21. prosince. V lednu roku 2015 jsem již spad roztočů nezjišťovala, a to z důvodu nařízení pro odběr zimní měli, které zmiňuje, že podložky musí být umístěné ve včelstvu minimálně 30 dní. Zimní měl jsem ze všech včelstev odebrala 24. ledna. V tento den jsem také zjistila další úhyn včelstva, tentokrát na stanovišti v Krásné Hoře. Uhynulo zde včelstvo č. 3., jehož zhroucení se velmi podobalo zhroucení předchozích dvou včelstev na stanovišti Větrov. Úl s plásty plnými zásoby byl prázdný, opuštěný, pouze s nepatrným množstvím včelích mrtvolek. Jakmile jsem měl ze všech včelstev odebrala, dle standardních postupů jsem ji v domácím prostředí usušila. Měl jsem sušila při běžné pokojové teplotě na rozložených novinách. Po usušení jsem ji nasypala do plastového kelímku od jogurtu. Ten jsem uzavřela za pomoci gumičky prodyšným papírovým ubrouskem, aby měl při přepravě do laboratoře nezplesnivěla. Kelímek musel být řádně označen jménem, počtem včelstev, dále registračním číslem včelaře případně i číslem stanoviště, na kterém se včelstva nachází. Takto připravenou měl jsem 31. ledna odevzdala na schůzi Českého svazu včelařů k laboratornímu vyšetření. Výsledky zimní měli za rok 2014/2015 jsem se dozvěděla na další schůzi Českého svazu včelařů, která se konala 1. března 2015.

4.3 Statistické zpracování dat

Pro základní zpracování dat, tzn. pro rozdělení do tabulek dle lokalit a jednotlivých včelstev jsem použila program řady Microsoft Office, Excel. V tomto programu jsem také zpracovávala všechny ostatní tabulky, např. počet roztočů zimní měli v minulých letech, nebo tabulky denního spadu roztočů. Excel jsem dále využívala pro tvorbu grafů. Nejvíce jsem vytvářela grafy spojnicové, které umožňují zachytit trend za určitý časový interval pro určité kategorie dat. V jednom případě jsem použila graf sloupcový, a to konkrétně pro zobrazení spadu roztočů po jednotlivých aplikacích léčiv.

Složitější statistické výstupy jsem zpracovávala v programu STATISTICA12. Vývoj spadu roztočů jsem porovnávala vždy vzájemně v rámci všech včelstev. Nejprve jsem vytvořila základní tabulky s popisnými statistikami výsledků spadu pro jednotlivá včelstva rozdělná dle stanovišť. V případě popisných statistik, jsem vytvořila spojené krabicové grafy pro porovnání výsledků včelstev v rámci každého stanoviště a také základní přehled statistických výsledků, včetně histogramů. Dále bylo důležité zjistit, zda jsou rozdíly ve spadu roztočů u jednotlivých včelstev v lokalitě A i B statisticky významné. Pro tento výpočet jsem použila dvouvýběrový Studentův t-test pro nezávislé vzorky. Každé včelstvo z jednoho stanoviště tedy bylo porovnáno s každým včelstvem ze stanoviště druhého. Z programu STATISTICA 12 jsem následně získala čtyři základní tabulky, jako výstupy dvouvýběrového Studentova t-testu.

5 VÝSLEDKY

5.1 Základní data – stanoviště Větrov

V tabulce č. 2, a pro lepší přehlednost také v grafu č. 1, jsou uvedeny všechny zjištěné hodnoty spadu roztočů během celého zkoumaného období. Jak již bylo zmíněno, podložky varroamonitoringu jsem do včelstev vložila 1. března 2014 a po 14 dnech tedy 15. března jsem poprvé zjišťovala množství mrtvých roztočů. Poslední odběr pak proběhl 21. prosince 2014. To znamená, že celé zjišťování spadu roztočů jsem prováděla za celkové období 296 dnů. Do tabulky č. 2 i grafu č. 1 jsem zahrnujela také sčítání spadu roztočů po letním i po podzimních léčeních. U včelstev č. 1 a 2, která během období zkoumání uhynula, končí sledování přesně v době, kdy byl úhyn zjištěn. Z tohoto důvodu jsou později v tabulce č. 2 právě u těchto včelstev volná políčka. To samé lze vidět u grafu č. 1, kdy spojnice grafu končí tam, kdy došlo ke zhroucení včelstev. Nejvyšší spad, a to v počtu přes tisíc roztočů zde byl zaznamenán u včelstva č. 2 po letním léčení Formidolem. Výrazné spady v tomto období zaznamenala všechna včelstva, ovšem žádná již neměla tak veliký spad. Po letním ošetření spady včelstev klesaly a s výjimkou včelstva č. 3, jehož spad roztočů v měsíci září překonal srpnový spad po letním léčení.

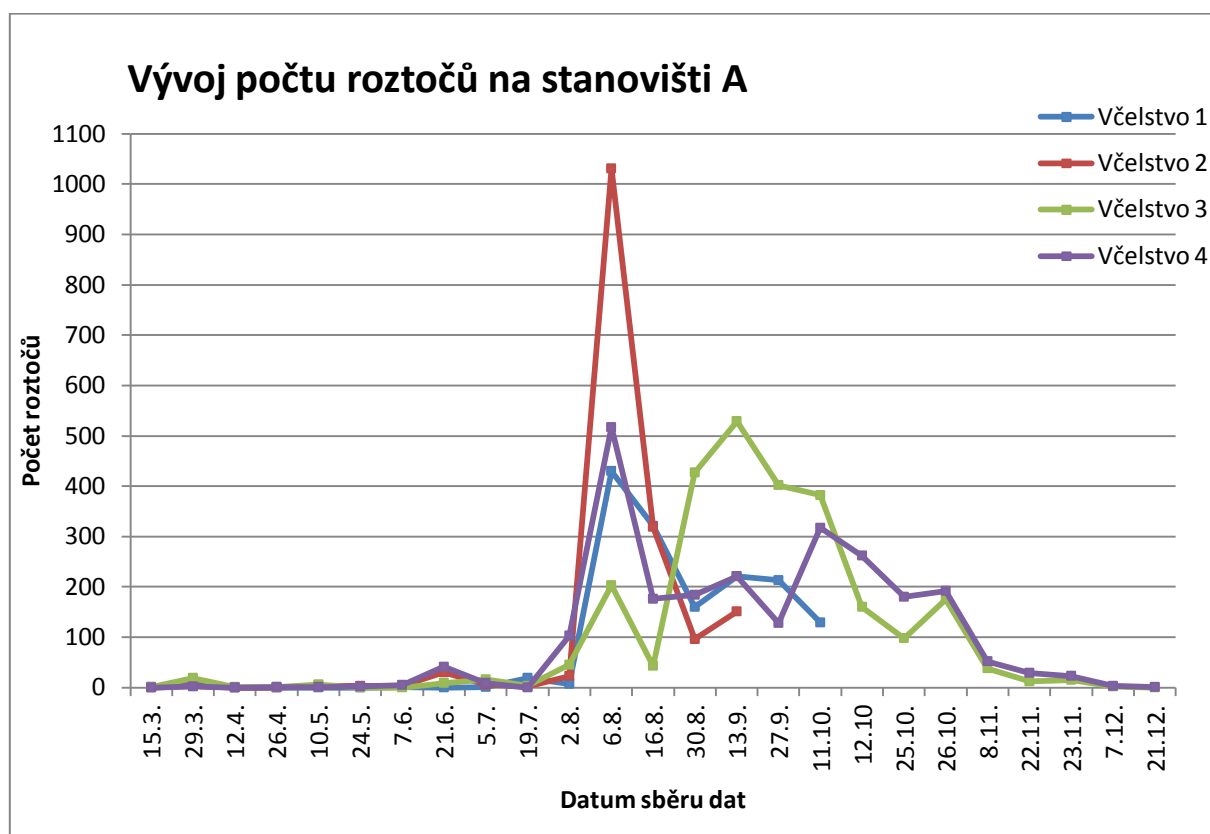
Tabulka č. 2 – Zjištěné spady roztočů během jednotlivých sčítání za celé sledované období

Včelstva	Datum zjišťování spadu roztočů												
	15.3.	29.3.	12.4.	26.4.	10.5.	24.5.	7.6.	21.6.	5.7.	19.7.	2.8.	6.8.	16.8.
1.	1	10	0	0	0	0	1	0	1	19	7	430	321
2.	0	3	0	0	4	3	3	30	6	2	23	1031	319
3.	1	19	1	1	6	0	0	9	16	3	45	203	43
4.	0	2	0	1	1	2	5	41	9	0	103	517	176

Včelstva	Datum zjišťování spadu roztočů											
	30.8.	13.9.	27.9.	11.10.	12.10.	25.10.	26.10.	8.11.	22.11.	23.11.	7.12.	21.12.
1.	160	221	213	129								
2.	96	151										
3.	427	529	402	382	160	98	175	38	12	15	2	0
4.	184	221	128	317	262	180	192	52	29	23	3	1

Zdroj: autorka

Graf č. 1 - Zjištěné spady roztočů během jednotlivých sčítání za celé sledované období



Zdroj: autorka

Ze všech zjištěných hodnot spadu jsem následně vypočítala průměrný denní spad roztočů. Ten je pro stanoviště A zobrazen v tabulce č. 3. Jak již bylo zmíněno, standardně probíhal sběr dat 296 dní, ovšem u včelstev, která během roku uhynula, jsem musela počítat se zkráceným počtem zkoumaných dní. V tabulce č. 3 je pak mimo průměrného denního spadu roztočů zobrazen i počet zkoumaných dní a celkový součet spadu za celé období. Největší denní spad jsem v lokalitě Větrov zaznamenala u včelstva č. 3, které mělo spad 8,74 roztoče za den. Včelstvo č. 1 mělo průměrný denní spad nejmenší a to konkrétně 6,72.

Tabulka č. 3 – Průměrný denní spad roztočů na stanovišti A

Včelstva	Součet spadu roztočů	Počet zkoumaných dní	Průměrný denní spad
1.	1513	225	6,72
2.	1671	197	8,48
3.	2587	296	8,74
4.	2449	296	8,27

Zdroj: autorka

Pro lepší a podrobnější přehled denních spadů roztočů jsem vytvořila tabulku č. 4, která udává konkrétní průměrné denní spady mezi jednotlivými sčítáními. Díky letnímu a podzimmnímu léčení se intervaly ve zjišťování spadu měnily a nebyly vždy původních 14 dní. Tuto skutečnost jsem musela při výpočtu denních spadů roztočů zohlednit. Například mezi sčítáním 12. dubna a 26. dubna je časový interval 14 dní, ovšem mezi sčítáním 2. srpna a sčítáním 6. srpna jsou, právě díky zmíněnému léčení, dny pouze čtyři. V každém sloupci pod určitým datem je uveden průměrný denní spad právě k tomuto dni. To znamená, že například ke 2. srpnu, je spad počítán od 19. července. Jelikož 2. srpna byl u včelstva č. 1 napočítán, podle tabulky č. 2, spad 7 roztočů, a protože mezi těmito dvěma sčítáními uběhlo 14 dnů, je průměrný denní spad 7 roztočů vydělen počtem 14 dnů. Díky tomu byl průměrný denní spad za toto období 0,50 roztoče. Protože zde nedochází ke zkreslování denních spadů v rámci celého zkoumaného období, ale každé období sčítání má své průměrné denní spady, je tabulka č. 4 mnohem přesnější a věrohodnější, než tabulka č. 3.

Tabulka č. 4 – Průměrné denní spady roztočů mezi jednotlivými sčítáními na stanovišti A

Včelstva	Průměrný denní spad k datu												
	15.3.	29.3.	12.4.	26.4.	10.5.	24.5.	7.6.	21.6.	5.7.	19.7.	2.8.	6.8.	16.8.
1.	0,07	0,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,07	1,36	0,50	107,50	32,10
2.	0,00	0,21	0,00	0,00	0,29	0,21	0,21	2,14	0,43	0,14	1,64	257,75	31,90
3.	0,07	1,36	0,07	0,07	0,43	0,00	0,00	0,64	1,14	0,21	3,21	50,75	4,30
4.	0,00	0,14	0,00	0,07	0,07	0,14	0,36	2,93	0,64	0,00	7,36	129,25	17,60

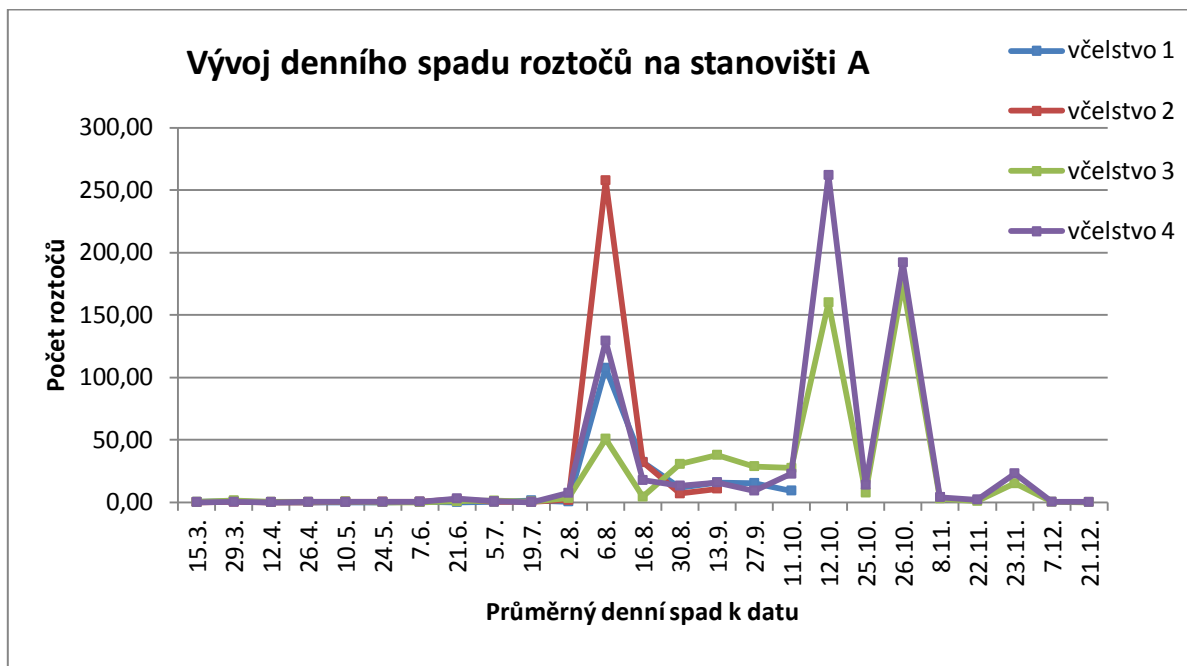
Včelstva	Průměrný denní spad k datu											
	30.8.	13.9.	27.9.	11.10.	12.10.	25.10.	26.10.	8.11.	22.11.	23.11.	7.12.	21.12.
1.	11,43	15,79	15,21	9,21								
2.	6,86	10,79										
3.	30,50	37,79	28,71	27,29	160,00	7,54	175,00	2,92	0,86	15,00	0,15	0,00
4.	13,14	15,79	9,14	22,64	262,00	13,85	192,00	4,00	2,07	23,00	0,23	0,07

Zdroj: autorka

V následujícím grafu č. 2 je zobrazen průměrný denní spad roztočů mezi jednotlivými sčítáními. I zde je vidět, že nejvyšší denní spady se vyskytovaly po letním a podzimmním léčení v srpnu a poté v říjnu a listopadu. U každého včelstva však byla účinnost léčby trochu odlišná. Nejvyšší průměrné denní spady zaznamenalo včelstvo č. 2 v měsíci srpnu, a to především

díky extrémně vysokému spadu roztočů po aplikaci Formidolu. Dále také včelstvo č. 4, které však mělo abnormálně vysoký denní spad až v říjnu, po 1. léčení Varidolem. Tento spad roztočů u včelstva 4. byl v lokalitě Větrov za celé zkoumané období vůbec nejvyšší.

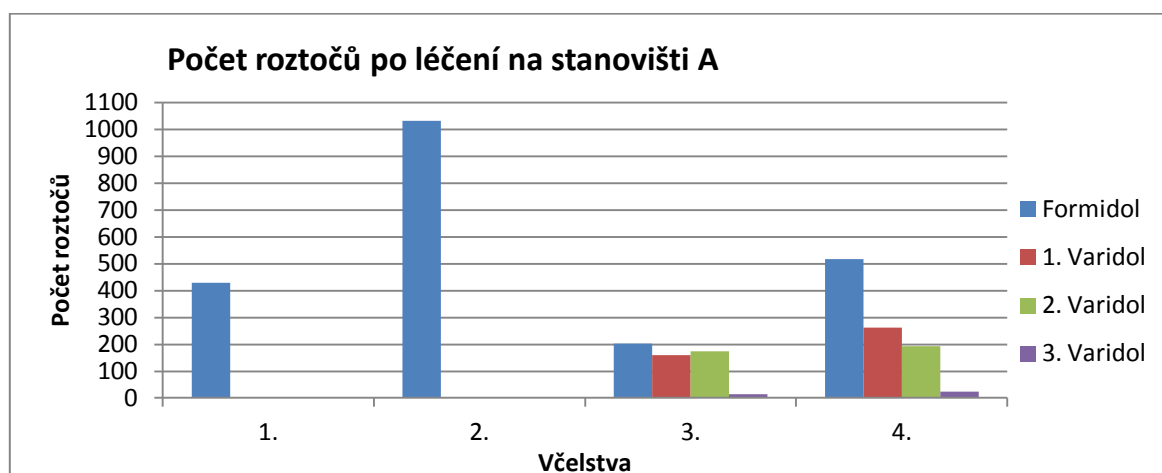
Graf č. 2 – Vývoj denního spadu roztočů na stanovišti A



Zdroj: autorka

Pro lepší viditelnost spadu roztočů bezprostředně po léčení jsem vytvořila sloupcový graf č. 3. Ten tedy konkrétně představuje množství roztočů, které uhynulo v souvislosti s léčbou. Jak již bylo zmíněno, v srpnu jsem do všech včelstev vložila odparné desky s kyselinou mravenčí, Formidol. Na podzim, poprvé 11. října jsem pak provedla 1. fumigaci Varidolem, kdy později následovalo léčení 2. a v měsíci listopadu pak léčení 3. a poslední. Fumigaci jsem již provedla pouze u včelstva č. 3 a 4. Sčítání roztočů po léčbě Formidolem proběhlo čtvrtý den po aplikaci léčiva, zatímco sčítání spadu po fumigaci bylo prováděno vždy druhý den po léčení. Z grafu č. 3 je zřejmé, že nejvyšší spad po aplikaci Formidolem byl u včelstva č. 2 a nejnižší pak u včelstva č. 3. V případě léčení Varidolem mohu srovnávat už jen včelstva č. 3 a 4, kdy mělo včelstvo č. 4 po 1. léčení vyšší spad o přesně 102 roztočů. Po druhé fumigaci se rozdíl spadu mezi těmito včelstvy o něco snížil, ovšem stále byl spad vyšší u včelstva č. 4, konkrétně o sedmnáct roztočů. I po poslední léčbě Varidolem na tom bylo včelstvo č. 4 celkem o osm roztočů hůře, ovšem ve srovnání s předešlými spady, byla čísla spadů obou včelstev velice nízká.

Graf č. 3 – Počet roztočů po léčení na stanovišti A



Zdroj: autorka

5.2 Základní data – stanoviště Krásná Hora

Všechna data sesbíraná za zkoumané období na stanovišti Krásná Hora nad Vltavou jsou uvedena v tabulce č. 5 a pro lepší přehlednost a lepší zobrazení také v grafu č. 4. Z tabulky i z grafu je patrné, že u většiny včelstev došlo k výraznému zvýšení spadu až v měsíci srpnu. To neplatí pro včelstvo č. 3, u kterého se spad roztočů postupně zvyšoval již od měsíce června. První spady v řádech stovek byly zjištěny po letním ošetření kyselinou mravenčí. Lze konstatovat, že spady všech včelstev po léčení byly více či méně podobné. Zatímco na stanovišti Větrov byly spady roztočů u většiny včelstev nejvyšší po letním léčení a poté se postupně snižovaly, v lokalitě Krásná Hora tomu tak nebylo. Polovina včelstev zde měla nejvyšší spad po prvním léčení Varidolem. Druhá polovina pak měla spady po aplikaci Varidolu menší nebo dost podobné v porovnání se spady po aplikaci Formidolu.

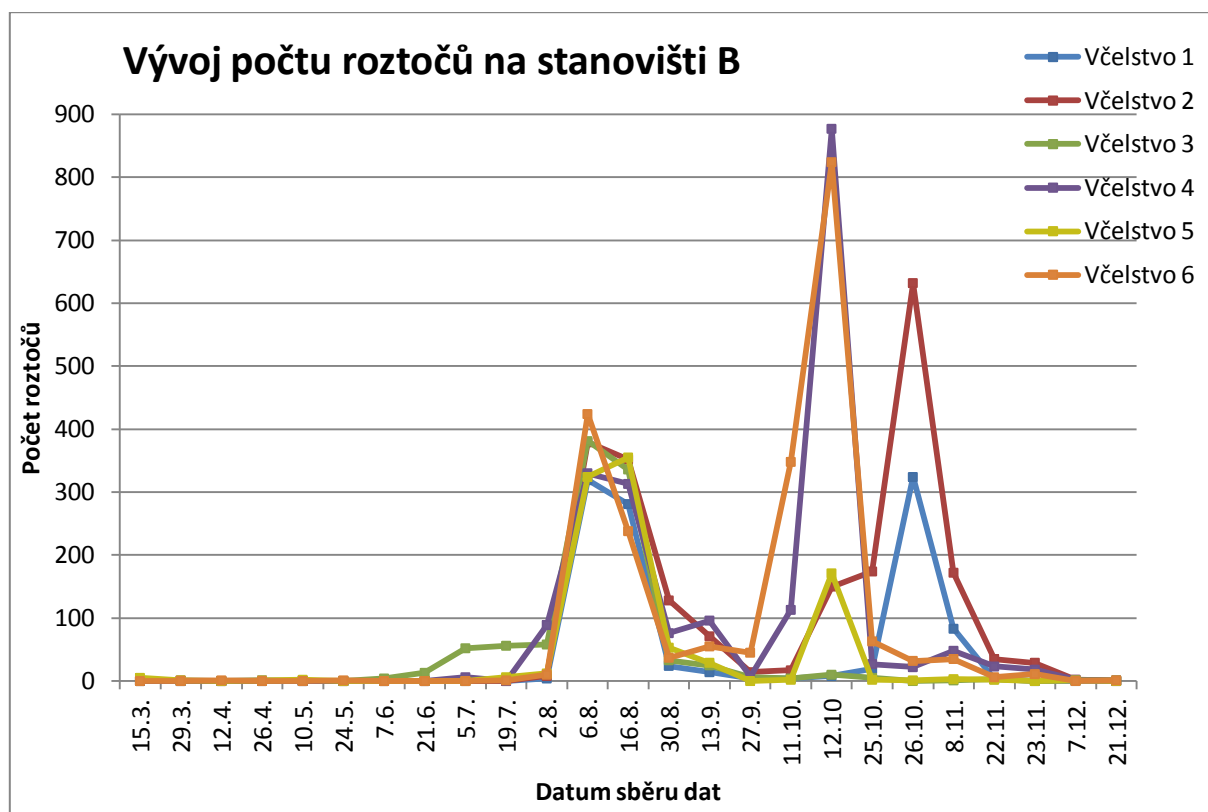
Tabulka č. 5 - Spady roztočů během jednotlivých sčítání za celé sledované období

Včelstva	Datum zjišťování spadu roztočů												
	15.3.	29.3.	12.4.	26.4.	10.5.	24.5.	7.6.	21.6.	5.7.	19.7.	2.8.	6.8.	16.8.
1.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	319	281
2.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	379	352
3.	0	0	0	0	0	0	4	13	52	56	58	381	336
4.	0	0	0	1	0	0	0	0	6	0	89	330	313
5.	5	1	0	1	2	0	0	0	0	6	12	324	355
6.	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	10	424	238

Včelstva	Datum zjišťování spadu roztočů											
	30.8.	13.9.	27.9.	11.10.	12.10.	25.10.	26.10.	8.11.	22.11.	23.11.	7.12.	21.12.
1.	24	14	4	4	8	19	324	83	3	0	0	0
2.	128	71	14	17	150	174	632	172	35	29	2	1
3.	33	25	6	4	10	5	0	1	3	0	1	1
4.	76	96	7	113	877	27	22	48	23	18	2	0
5.	53	29	0	2	171	2	1	3	2	0	1	0
6.	37	55	45	348	824	63	32	35	6	11	0	1

Zdroj: autorka

Graf č. 4 - Spady roztočů během jednotlivých sčítání za celé sledované období



Zdroj: autorka

I pro stanoviště B jsem zjišťovala hodnoty průměrného denního spadu roztočů. Zde jsem již nemusela přepočítávat dny, během kterých ke sběru dat docházelo, protože včelstvo č. 3 uhynulo na této lokalitě až po ukončení sledování. V tabulce č. 6 jsou tedy, stejně jako v tabulce č. 3, zapsány celkové součty spadů u jednotlivých včelstev, celkový počet dní, kdy probíhal sběr dat a konečně hodnoty průměrného denního spadu roztočů. Je patrné, že nejvyšší průměrný denní spad byl u včelstva č. 2., a má hodnotu 7,31. Naopak nejnižší

průměrný denní spad jsem zaznamenala u včelstva č. 5 s hodnotou 3,28. Tento spad se lišil od druhého nejnižšího spadu, spadu včelstva č. 3 o pouhých 0,06.

Tabulka č. 6 - Průměrné denní spady roztočů na stanovišti B

Včelstva	Součet spadu roztočů	Počet zkoumaných dní	Průměrný denní spad
1.	1087	296	3,67
2.	2165	296	7,31
3.	989	296	3,34
4.	2048	296	6,92
5.	970	296	3,28
6.	2132	296	7,20

Zdroj: autorka

Pro stanoviště Krásná Hora jsem také následně vypočítala přehlednější průměrné denní spady mezi jednotlivými sčítáními. Ty jsou zaznamenány v tabulce č. 7, kterou jsem vytvořila stejným způsobem jako tabulku č. 4 u lokality Větrov.

Tabulka č. 7 - Průměrné denní spady roztočů mezi jednotlivými sčítáními na stanovišti B

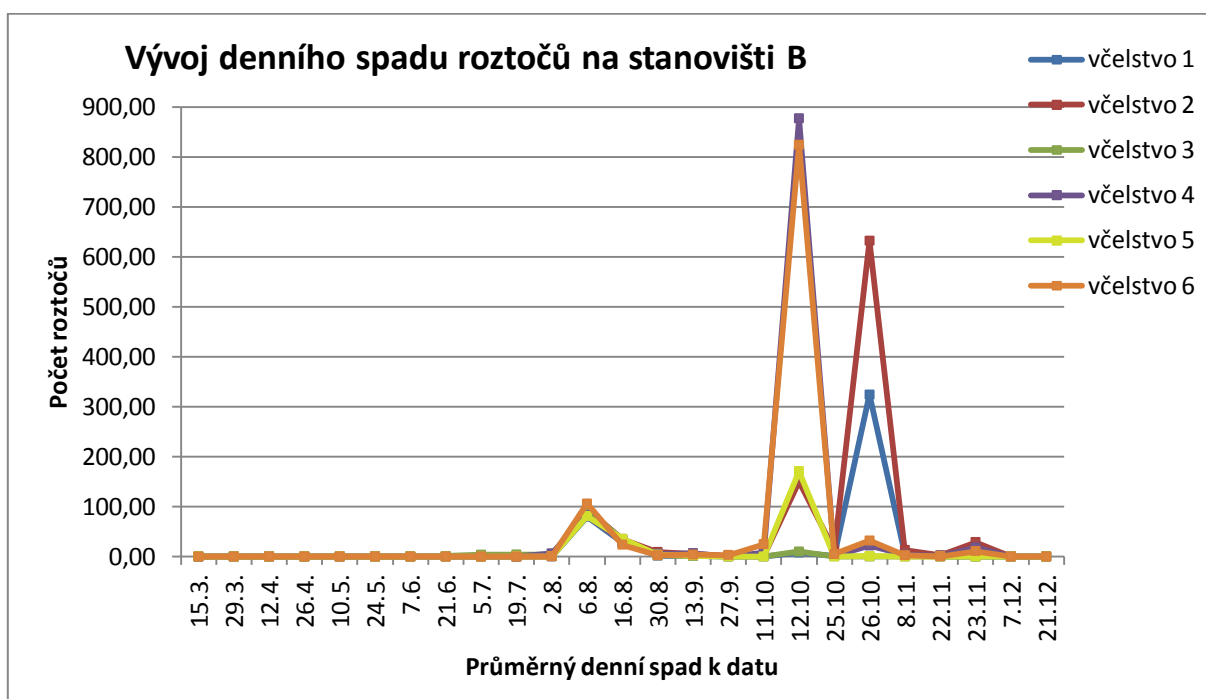
Včelstvo	Průměrný denní spad k datu												
	15.3.	29.3.	12.4.	26.4.	10.5.	24.5.	7.6.	21.6.	5.7.	19.7.	2.8.	6.8.	16.8.
1.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	79,75	28,10
2.	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	94,75	35,20
3.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,93	3,71	4,00	4,14	95,25	33,60
4.	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,00	6,36	82,50	31,30
5.	0,36	0,07	0,00	0,07	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,86	81,00	35,50
6.	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,07	0,71	106,00	23,80

Včelstvo	Průměrný denní spad k datu												
	30.8.	13.9.	27.9.	11.10.	12.10.	25.10.	26.10.	8.11.	22.11.	23.11.	7.12.	21.12.	
1.	1,71	1,00	0,29	0,29	8,00	1,46	324,00	6,38	0,21	0,00	0,00	0,00	
2.	9,14	5,07	1,00	1,21	150,00	13,38	632,00	13,23	2,50	29,00	0,15	0,07	
3.	2,36	1,79	0,43	0,29	10,00	0,38	0,00	0,08	0,21	0,00	0,08	0,07	
4.	5,43	6,86	0,50	8,07	877,00	2,08	22,00	3,69	1,64	18,00	0,15	0,00	
5.	3,79	2,07	0,00	0,14	171,00	0,15	1,00	0,23	0,14	0,00	0,08	0,00	
6.	2,64	3,93	3,21	24,86	824,00	4,85	32,00	2,69	0,43	11,00	0,00	0,07	

Zdroj: autorka

I v následujícím grafu č. 5 jsou zobrazeny průměrné denní spady roztočů na stanovišti B. Následně po aplikaci odparných desek Formidolu zde nebyla čísla spadu oproti stanovišti A tak rozdílná. Nejnižší průměrný denní spad zaznamenalo včelstvo č. 1, které mělo 79,75 roztoče, nejvyšší pak včelstvo č. 6 se 106 roztoči. Po podzimním léčení Varidolem zde byla hodnota průměrného denního spadu u většiny včelstev mnohonásobně vyšší. Vůbec nejvyšší denní spady byly zjištěny u včelstva č. 4 a č. 6 následně po první aplikaci Varidolu. U včelstva č. 4 byla hodnota 877 a pro včelstvo č. 6 pak 824 roztoče za den. Naopak po druhé fumigaci měla tato včelstva průměrný denní spad nízký, v řádech desítek. V tuto dobu však zaznamenalo vysoké denní spady včelstvo č. 1 a především včelstvo č. 2, jehož denní spad se vyšplhal až na 632 roztočů. Po posledním podzimním léčení Varidolem byl denní spad nízký, u včelstev č. 1, 3 a 5 dokonce nulový. Nejvyšší denní spad zde pak zaznamenalo včelstvo č. 2, u kterého bylo vypočteno průměrně 29 roztočů.

Graf č. 5 - Vývoj průměrného denního spadu roztočů na stanovišti B

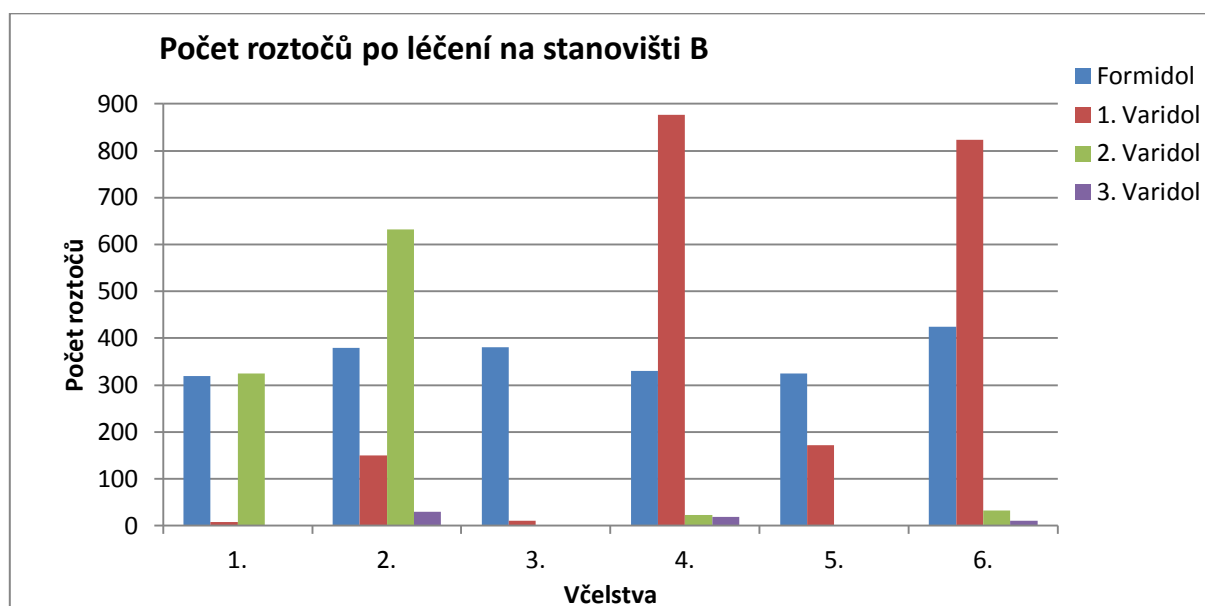


Zdroj: autorka

Sloupcový graf č. 6 udává, stejně jako u stanoviště Větrov graf č. 3, konkrétní spady všech roztočů zjištěné následně po aplikaci jednotlivých léčiv. I zde jsem sčítání roztočů po léčbě Formidolem prováděla čtvrtý den po aplikaci léčiva a sčítání spadu po fumigaci vždy druhý den po léčení. Nejvíce podobné spady u všech včelstev jsem zaznamenala v srpnu po

použití Formidolu. Nejnižší spad, který mělo včelstvo č. 1, činil 319 roztočů, zatímco nejvyšší spad u včelstva č. 6 byl 424 roztočů. Po první fumigaci mělo nejvyšší spad včelstvo č. 4 a včelstvo č. 6. Tyto spady pak byly za celé sledované období vůbec nejvyšší. Jedná se o hodnoty 877 roztočů pro včelstvo č. 4 a 824 u včelstva č. 6. Po druhém léčení Varidolem jsem zaznamenala nejvyšší spad včelstva č. 1 a 2, a to konkrétně v pořadí 324 a 632 roztočů. U ostatních včelstev nebyly spady tak výrazné. Stejně tak nebyly spady nijak vysoké po poslední listopadové fumigaci.

Graf č. 6 – Počet roztočů po léčení na stanovišti B



Zdroj: autorka

5.3 Popisné statistiky

Ve dvou následujících tabulkách, jsou zobrazeny základní popisné statistiky získaných dat. Tabulka č. 8 zachycuje popisné statistiky pro včelstva v lokalitě Větrov a tabulka č. 9 udává ty samé údaje o včelstvech v lokalitě Krásná Hora nad Vltavou. U obou tabulek jsou v prvním sloupečku s označením proměnná seřazena jednotlivá včelstva – stanoviště A (A1-A4) a stanoviště B (B1-B6). Druhý sloupeček s označením N platných pak udává počet prvků souboru, prakticky tedy počet provedených sčítání spadu. Sloupeček průměrů je pak podílem součtů vydělených jednotlivými počty prvků v souboru. Zajímavé je, že nejnižší průměr ze stanoviště A - 89,00, zaznamenaný konkrétně u včelstva č. 1, je ještě o 2,40 roztoče vyšší, než nejvyšší průměr stanoviště B, který činí 86,60 roztoče u včelstva č. 2. Vůbec nejnižší průměr

v rámci obou stanovišť byl vypočítán u včelstva č. 5 na stanovišti v Krásné Hoře, který má hodnotu 38,80.

Čtvrtý sloupeček obou tabulek zobrazuje hodnoty mediánu. Medián je označován jako prostřední hodnota souboru, tedy 50% kvantil za podmínky, že prvky souboru jsou uspořádány dle vzestupné posloupnosti. Nejnižší medián v rámci obou stanovišť je u včelstva č. 1 na stanovišti B s hodnotou 0,00 a nejvyšší pak u včelstva č. 4 ze stanoviště A, které má hodnotu 29,00. Modus označuje hodnotu, která se v daném souboru vyskytovala s nejvyšší četností. Sloupec četnost modu pak udává, kolikrát se dané číslo v souboru vyskytovalo. Další tři sloupce, tedy součet, minimum a maximum nepotřebují žádný komentář.

Míra variability, která současně měří variabilitu hodnot kolem aritmetického průměru a zároveň variabilitu ve smyslu vzájemných odchylek jednotlivých hodnot znaku je, podle Hindlse et al. (2007), rozptyl. Čím je hodnota rozptylu vyšší, tím jsou hodnoty souboru více rozvrstveny. Nejvyšší rozptyl v rámci obou stanovišť má včelstvo č. 2 z lokality Větrov, jehož hodnota je 72 292. Nejnižší rozptyl pak byl zaznamenán u včelstva č. 5 na stanovišti v Krásné Hoře, který je 9 437. Jednotlivé rozptyly všech včelstev se od sebe vzájemně liší, avšak neexistují žádné významné rozdíly mezi rozptyly včelstev na stanovišti A oproti rozptylům včelstev ze stanoviště B. Sloupec se směrodatnými odchylkami pak prakticky udává druhou odmocninou jednotlivých rozptylů.

Poslední dva sloupce obou tabulek zobrazují míru šikmosti a špičatosti. Ty udávají informace o hodnotách statistického souboru. Míra šikmosti srovnává míru nahuštění malých hodnot s mírou nahuštění velkých hodnot statistického souboru. Míra špičatosti pak srovnává míru nahuštění hodnot kolem prostřední hodnoty souboru s mírou nahuštění ostatních hodnot. Čím vyšší je tedy míra špičatosti, tím větší je nahuštění hodnot kolem prostřední hodnoty oproti nahuštění ostatních hodnot souboru. Míry šikmosti se pro včelstva ze stanoviště A v porovnání se včelstvy ze stanoviště B výrazně neliší. Oproti tomu míry špičatosti jsou v rámci včelstev z obou stanovišť poměrně různorodé. Nejmenší špičatost ze všech, s hodnotou 1,21, byla zjištěna u včelstva č. 1 ze stanoviště A, zatímco nejvyšší míru špičatosti, 14,01 má včelstvo č. 4 ze stanoviště B.

V příloze č. 1 je dále zobrazen společný krabicový graf včelstev ze stanoviště Větrov a tentýž graf v příloze č. 2 pro včelstva z lokality Krásná Hora nad Vltavou. Další popisné statistiky pro jednotlivá včelstva ze stanoviště A, jsou zachycena v podobě základních popisných grafů v příloze č. 3. a pro stanoviště B v příloze č. 4.

Tabulka č. 8 – Základní popisné statistiky pro stanoviště Větrov

Proměnná	Popisné statistiky						
	N platných	Průměr	Medián	Modus	Četnost modu	Součet	Minimum
A 1	17	89,00	7,00	0,000000	5	1513,00	0,00
A 2	15	111,40	4,00	Vícenás.	3	1671,00	0,00
A 3	25	103,48	16,00	Vícenás.	3	2587,00	0,00
A 4	25	97,96	29,00	Vícenás.	3	2449,00	0,00

Proměnná	Popisné statistiky				
	Maximum	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Šikmost	Špičatost
A 1	430,00	18140,50	134,69	1,44	1,21
A 2	1031,00	72292,97	268,87	3,28	11,34
A 3	529,00	25644,59	160,14	1,62	1,40
A 4	517,00	17180,37	131,07	1,65	2,99

Zdroj: autorka

Tabulka č. 9 – Základní popisné statistiky pro stanoviště Krásná Hora nad Vltavou

Proměnná	Popisné statistiky						
	N platných	Průměr	Medián	Modus	Četnost modu	Součet	Minimum
B 1	25	43,48	0,00	0,00	13	1087,00	0,00
B 2	25	86,60	8,00	0,00	9	2165,00	0,00
B 3	25	39,56	4,00	0,00	8	989,00	0,00
B 4	25	81,92	7,00	0,00	9	2048,00	0,00
B 5	25	38,80	2,00	0,00	8	970,00	0,00
B 6	25	85,28	6,00	0,00	8	2132,00	0,00

Proměnná	Popisné statistiky				
	Maximum	Rozptyl	Směrodatná odchylka	Šikmost	Špičatost
B 1	324,00	10274,09	101,36	2,39	4,29
B 2	632,00	24411,92	156,24	2,35	5,72
B 3	381,00	9592,67	97,94	3,13	9,00
B 4	877,00	35348,66	188,01	3,56	14,01
B 5	355,00	9437,08	97,14	2,77	6,78
B 6	824,00	36149,21	190,13	2,99	9,57

Zdroj: autorka

5.4 Statistické šetření

Zde je nejprve nutné vyjasnit si nulovou hypotézu (H_0) a alternativní hypotézu (H_A). H_0 zní: Rozdílná charakteristika stanoviště (odlišná nadmořská výška, organizace a struktura

krajiny nebo rozdílná koncentrace včelstev) nijak neovlivňuje populace roztoče *Varroa destructor*, ani sílu jeho negativního působení na včelstva a jejich chování v místě hodnocených stanovišť. H_A je pak takováto: Rozdílná charakteristika stanoviště (odlišná nadmořská výška, organizace a struktura krajiny nebo rozdílná koncentrace včelstev) může ovlivňovat rozvoj populace roztoče *Varroa destructor* a tak i sílu jeho negativního působení na včelstva a jejich chování v místě hodnocených stanovišť. Dále je důležitá hladina významnosti (α), na které je test prováděn. V tomto testování má hladina významnosti hodnotu 0,05. Díky hladině významnosti lze určit hladinu spolehlivosti testu. Ta je v tomto případě 95%. Jak již bylo zmíněno, testování jsem prováděla pomocí Studentova t-testu pro nezávislé vzorky. Porovnávala jsem vždy každé včelstvo ze stanoviště Větrov s každým včelstvem na stanovišti Krásná Hora. Z programu STATISTICA 12 jsem tak získala čtyři hlavní výstupy.

Při hodnocení výstupů je důležité zaměřit se na p -hodnotu. Pokud je p -hodnota nižší než hladina významnosti α , je nutné H_0 zamítnout. Naopak pokud je p -hodnota vyšší než hladina významnosti α , nelze H_0 zamítnout.

První výstup t-testu, je označen jako tabulka č. 10. Zde jsem porovnávala, hodnoty spadu včelstva č. 1 z lokality A s hodnotami spadu všech včelstev z lokality B. Nejvyšší p -hodnotu má včelstvo č. 1 ze stanoviště Větrov se včelstvem č. 5 z lokality Krásná Hora, a to 0,17. Nejvyšší p -hodnotu pak zaznamenalo se včelstvem č. 2, která činí 0,96. Tato hodnota pak byla v rámci všech čtyřech výstupů t-testu nejvyšší ze všech. Hodnota p je u všech porovnávaných skupin včelstev vyšší než hladina významnosti α . To znamená, že zde nelze zamítnout nulovou hypotézu a naopak, je nutné zamítnout hypotézu alternativní.

Tabulka č. 10 - Výstup T-testu pro nezávislé vzorky porovnávající včelstvo č.1 ze stanoviště A se všemi včelstvy stanoviště B

Skupina 1 vs. skupina 2	T-test pro nezávislé vzorky						
	Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	Poč.plat. skup. 1	Poč.plat. skup. 2
A 1 vs. B 1	89,00	43,48	1,25	40	0,22	17	25
A 1 vs. B 2	89,00	86,60	0,05	40	0,96	17	25
A 1 vs. B 3	89,00	39,56	1,38	40	0,18	17	25
A 1 vs. B 4	89,00	81,92	0,13	40	0,89	17	25
A 1 vs. B 5	89,00	38,80	1,40	40	0,17	17	25
A 1 vs. B 6	89,00	85,28	0,07	40	0,94	17	25

Skupina 1 vs. skupina 2	T-test pro nezávislé vzorky			
	Směrodatná odchylna skup. 1	Směrodatná odchylna skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
A 1 vs. B 1	134,69	101,36	1,77	0,20
A 1 vs. B 2	134,69	156,24	1,35	0,55
A 1 vs. B 3	134,69	97,94	1,89	0,15
A 1 vs. B 4	134,69	188,01	1,95	0,17
A 1 vs. B 5	134,69	97,14	1,92	0,14
A 1 vs. B 6	134,69	190,13	1,99	0,16

Zdroj: autorka

Druhým výstupem je tabulka č. 11, která porovnává hodnoty spadu včelstva č. 2 ze stanoviště A s hodnotami spadu všech včelstev ze stanoviště B. Nejnižší hodnotu p pro toto včelstvo jsem v porovnání s včelstvy stanoviště B zjistila u včelstva č. 6, která činí 0,72. Nejvyšší hodnota p , pak byla se včelstvem č. 3 a 5, a to 0,23. I u tohoto srovnání byla hodnota p u všech skupin včelstev vyšší než hladina významnosti α . Pro tento test tedy také platí nulová hypotéza a alternativní hypotézu jsem zamítla.

Tabulka č. 11 - Výstup T-testu pro nezávislé vzorky porovnávající včelstvo č. 2 ze stanoviště A se všemi včelstvy stanoviště B

Skupina 1 vs. skupina 2	T-test pro nezávislé vzorky						
	Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	Počet plat. skup. 1	Počet plat. skup. 2
A 2 vs. B 1	111,40	43,48	1,14	38	0,26	15	25
A 2 vs. B 2	111,40	86,60	0,37	38	0,71	15	25
A 2 vs. B 3	111,40	39,56	1,22	38	0,23	15	25
A 2 vs. B 4	111,40	81,92	0,41	38	0,69	15	25
A 2 vs. B 5	111,40	38,80	1,23	38	0,23	15	25
A 2 vs. B 6	111,40	85,28	0,36	38	0,72	15	25

Skupina 1 vs. skupina 2	T-test pro nezávislé vzorky			
	Směrodatná odchylna skup. 1	Směrodatná odchylna skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
A 2 vs. B 1	268,87	101,36	7,04	0,00
A 2 vs. B 2	268,87	156,24	2,96	0,02
A 2 vs. B 3	268,87	97,94	7,54	0,00
A 2 vs. B 4	268,87	188,01	2,05	0,12
A 2 vs. B 5	268,87	97,14	7,66	0,00
A 2 vs. B 6	268,87	190,13	2,00	0,13

Zdroj: autorka

V následující tabulce č. 12 je zobrazen výstup srovnávající vývoj počtu roztočů u včelstva č. 3 ze stanoviště Větrov s vývojem počtu roztočů jednotlivých včelstev ze stanoviště v Krásné Hoře. Zde byla nejnižší hodnota p , zaznamenaná ve srovnávání s včelstvem č. 5, 0,09 a nejvyšší hodnota se včelstvem č. 2, a to 0,72. Stejně jako u předchozích dvou testů byla hodnota p vždy vyšší než hladina významnosti α . I zde je tedy nutné zamítnout alternativní hypotézu a potvrdit hypotézu nulovou.

Tabulka č. 12 - Výstup T-testu pro nezávislé vzorky porovnávající včelstvo č. 3 ze stanoviště A se všemi včelstvy stanoviště B

Skupina 1 vs. skupina 2	T-test pro nezávislé vzorky						
	Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	Poč.plat. skup. 1	Poč.plat. skup. 2
A 3 vs. B 1	103,48	43,48	1,58	48	0,12	25	25
A 3 vs. B 2	103,48	86,60	0,38	48	0,71	25	25
A 3 vs. B 3	103,48	39,56	1,70	48	0,10	25	25
A 3 vs. B 4	103,48	81,92	0,44	48	0,66	25	25
A 3 vs. B 5	103,48	38,80	1,73	48	0,09	25	25
A 3 vs. B 6	103,48	85,28	0,37	48	0,72	25	25

Skupina 1 vs. skupina 2	T-test pro nezávislé vzorky			
	Směrodatná odchylka skup. 1	Směrodatná odchylka skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
A 3 vs. B 1	160,14	101,36	2,50	0,03
A 3 vs. B 2	160,14	156,24	1,05	0,90
A 3 vs. B 3	160,14	97,94	2,67	0,02
A 3 vs. B 4	160,14	188,01	1,38	0,44
A 3 vs. B 5	160,14	97,14	2,72	0,02
A 3 vs. B 6	160,14	190,13	1,41	0,41

Zdroj: autorka

Poslední tabulka t-testu má č. 13 a je v ní srovnáváno včelstvo z lokality Větrov, č. 4 spolu se včelstvy ze stanoviště Krásná Hora. Při tomto testu byly zjištěny dvě nejnižší p -hodnoty a to konkrétně u porovnání se včelstvy z Krásné Hory č. 3 a č. 5, které činily 0,08. Tato p -hodnota tak byla vůbec nejnižší ze všech p -hodnot v rámci všech čtyř výstupů t-testů. I nejvyšší hodnota p měla u tohoto testu dvojí zastoupení. Hodnota 0,78 se vyskytovala jak u včelstva č. 2, tak u včelstva č. 6. Ačkoliv se v této tabulce dvě p -hodnoty blížily k hranici hladiny významnosti α , žádná z nich nebyla menší než α . Proto potvrzují nulovou hypotézu a alternativní hypotézu zamítám.

Tabulka č. 13 - Výstup T-testu pro nezávislé vzorky porovnávající včelstvo č. 4 ze stanoviště A se všemi včelstvy stanoviště B

Skupina 1 vs. skupina 2	T-test pro nezávislé vzorky						
	Průměr skup. 1	Průměr skup. 2	Hodnota t	sv	p	Poč.plat. skup. 1	Poč.plat. skup. 2
A 4 vs. B 1	97,96	43,48	1,64	48	0,11	25	25
A 4 vs. B 2	97,96	86,60	0,28	48	0,78	25	25
A 4 vs. B 3	97,96	39,56	1,78	48	0,08	25	25
A 4 vs. B 4	97,96	81,92	0,35	48	0,73	25	25
A 4 vs. B 5	97,96	38,80	1,81	48	0,08	25	25
A 4 vs. B 6	97,96	85,28	0,27	48	0,78	25	25

Skupina 1 vs. skupina 2	T-test pro nezávislé vzorky			
	Směrodatná odchylka skup. 1	Směrodatná odchylka skup. 2	F-poměr Rozptyly	p Rozptyly
A 4 vs. B 1	131,07	101,36	1,67	0,22
A 4 vs. B 2	131,07	156,24	1,42	0,40
A 4 vs. B 3	131,07	97,94	1,79	0,16
A 4 vs. B 4	131,07	188,01	2,06	0,08
A 4 vs. B 5	131,07	97,14	1,82	0,15
A 4 vs. B 6	131,07	190,13	2,10	0,07

Zdroj: autorka

6 DISKUZE

Podle výše uvedených výsledků je zřejmé, že rozdílnost obou stanovišť, na kterých experiment probíhal, tedy různé umístění včelstev, jiná nadmořská výška, organizace krajiny či rozdílná koncentrace okolních včelstev nezaručuje také významné rozdíly v rozvoji populace roztoče *Varroa destructor*.

Spady roztočů byly pochopitelně na obou sledovaných stanovištích více či méně odlišné. Ovšem je nutné říci, že byly odlišné i spady roztočů mezi jednotlivými včelstvy na každém stanovišti. Nicméně nejedná se o rozdíly statisticky významné. Rozdílná velikost populace roztoče, a tedy i koncentrace jeho spadu v každém včelstvu, závisí na mnoha faktorech. Rosenkranz et al. (2010) uvádí, že růst populace roztoče je velice variabilní a závisí na všech interních vlastnostech hostitele, který může ovlivňovat jak rychlost reprodukce *Varroa destructor*, tak i jeho úmrtnost. Mezi tyto vlastnosti řadí především schopnost plodování, množství trubčího plodu, rojovou náladu či úroveň obranného chování včel. Je zřejmé, že tyto vlastnosti jsou u každého včelstva jiné, a tím tedy mohou vznikat i rozdíly mezi napadením roztočem v rámci jednoho stanoviště. Někteří autoři jako např. DeGrandi-Hoffman et al. (2014), uvádí, že rozdílná velikost populace roztoče ve včelstvu může být zapříčiněna také velikostí a silou včelstva. Pokud je včelstvo slabé, snadněji podléhá okrádání okolními včelstvy a tím dochází k přenosu jednotlivých samiček roztočů. Ovšem prozatím není známo, do jaké míry tato imigrace ovlivňuje růst populace roztoče.

Na stanovišti Větrov došlo během experimentu k úhynu dvou včelstev. U včelstva č. 2 byl úhyn zaznamenán poměrně brzy, a to v první polovině září. O vysoké míře napadení tohoto včelstva svědčí extrémně vysoký spad roztočů po srpnové aplikaci kyseliny mravenčí. Číslo přes jeden tisíc roztočů bylo zaznamenáno ve srovnání se všemi ostatními včelstvy s výrazným odstupem. Druhý nejvyšší spad po letním léčení totiž o něco málo překročil hranici pěti set. V následujících třech sčítáních, do úhynu včelstva č. 2, jsem již nepozorovala ve spadu žádný tak výrazný rozdíl. Dále jsem porovnávala jednotlivé součty spadů všech včelstev zjištěných do 13. září, kdy jsem zjistila úhyn včelstva č. 2. Součet spadů včelstva č. 2 opět převyšoval spady ostatních včelstev, a to minimálně o tři sta šedesát roztočů. Obě tyto skutečnosti potvrzují vysokou míru napadení roztočem, která s nejvyšší pravděpodobností následně způsobila včelstvu kolaps. Druhý úhyn se týkal včelstva č. 1, který jsem zjistila o měsíc později, tedy v říjnu, před aplikací podzimního léčiva. U tohoto včelstva však nebyly

spady roztočů po letním léčení tak výrazně vysoké, jako u prvního uhynulého včelstva. A při srovnání součtů spadů do data úhynu jsem zjistila, že mělo do tohoto data dokonce nejmenší množství spadu. Myslím si, že zde se potvrzuje tvrzení DeGrandi-Hoffmana et al. (2014), protože včelstvo č. 1 bylo během celého roku poměrně slabé a odvažuji se tvrdit, že bylo nejslabším včelstvem ze stanoviště Větrov. V těchto dvou případech nepomohlo ani letní ošetření, které bylo sice úspěšné, co se týká úmrtnosti roztočů, ovšem rovnováha ve včelstvu byla již zřejmě tak silně narušena, že již nedokázalo zhroucení včelstev odvrátit. Myslím si, že z těchto dvou různých příkladů úhynu včelstev je patrné, že koexistence včely medonosné a roztoče *Varroa destructor* je závislá na mnoha činitelích, které mohou přispívat nebo naopak odvracet následný kolaps včelstva.

U ostatních dvou včelstev, č. 3 a 4 ze stanoviště Větrov, jsem upozorovala zajímavé odlišnosti. Včelstvu č. 3 jsem napočítala po všech léčeních nejmenší hodnoty spadu roztočů. Ovšem mezi jednotlivými léčeními, při běžných kontrolách spadu, mělo hodnoty uhynulých roztočů v porovnání s ostatními včelstvy ze stejného stanoviště poměrně vysoké. Naopak tomu bylo u včelstva č. 4, které vykazovalo vysoké hodnoty spadu roztočů následně po ošetření, zatímco v mezidobí léčení mělo hodnoty spadu ve srovnání se včelstvem č. 3 ve většině případu mnohonásobně nižší. Tyto rozdíly mohou být zapříčiněny například vyšším hygienickým chováním včelstva č. 3. Dalším důvodem by mohla být síla a velikost včelstva. Z tohoto hlediska na tom bylo totiž včelstvo č. 3, oproti včelstvu č. 4, lépe.

Ve vývojovém trendu spadu roztočů jsem si povšimla ještě jedné zajímavosti. V době, kdy jsem zjistila úhyn včelstva č. 2, tedy 13. září jsem shledala zvýšení spadu roztočů u všech včelstev oproti dvěma minulým sčítáním. To mohlo být zapříčiněno vykrádáním opuštěného úlu okolními včelstvy a tedy zanesením značného množství roztočů do vlastních úlů. Po kolapsu včelstva č. 1 se tento efekt také objevil, avšak pouze u včelstva č. 4.

Pokusná včelstva na stanovišti v Krásné Hoře nad Vltavou bych rozdělila do dvou skupin, a to podle celkového množství napočítaných roztočů. Do první patří včelstva č. 1, 3 a 5, jejichž počet spadaných roztočů se za celé zkoumané období pohybuje okolo jednoho tisíce. Do druhé skupiny jsem zařadila včelstva č. 2, 4 a 6, jejichž celkový spad za 296 dní přesáhl hodnotu dvou tisíc. Z toho vyplývá, že spady roztočů z této druhé skupiny včelstev se co do počtu podobají nejvíce spadům včelstev z lokality Větrov. Otázkou zůstává, co zapříčinilo poměrně vysoké rozdíly ve spadu mezi včelstvy stanoviště B. Včelstva č. 1, 3 a 5 mohla mít například menší míru napadení roztočem nebo naopak vyšší míru odolnosti vůči roztočům. Roli zde také mohl hrát menší počet včel ve včelstvech. Pokud je včelstvo méně

početné, má tím pádem méně plodu a tedy i roztočů, protože ti neměli tak velký zdroj pro reprodukci. Na stanovišti B uhynulo pouze včelstvo č. 3, a to až během zimy, nikoliv na podzim, takže prakticky až po ukončení získávání dat o spadu. Pokud bych se měla podívat na toto včelstvo podrobněji, jeho celkové množství spadu za celé zkoumané období patří mezi nejmenší. Následný spad po letním léčení byl v porovnání s ostatními včelstvy z lokality průměrný. Ovšem hodnoty spadu po podzimním léčení Varidolem byly oproti ostatním velice nízké a ve dvou případech dokonce nulové. Není jasné, zda to bylo způsobeno špatnou účinností léčby nebo skutečně tak nízkým zamořením roztočem. Avšak výsledkem bylo, že včelstvo nepřežilo zimu. Pokud by včelstvo bylo méně početné, je možné, že i nižší míra populace *Varroa destructor* by dokázala narušit jeho stabilitu, což by vedlo k úhynu. Včelstvo č. 3 se však během roku zdálo poměrně silné a početné.

O tom, že velikost populace roztoče ve včelstvu je vysoce variabilní a závislá na mnoha činitelích i o tom, že každé včelstvo se podle svých individuálních vlastností a úrovně dokáže s nákazou vypořádat, svědčí porovnání včelstva č. 5 a včelstva č. 6. Rozdíl v celkovém součtu spadů těchto dvou včelstev je velmi vysoký - přes tisíc roztočů. Podle mého pozorování byla velikost i síla těchto včelstev relativně vyrovnaná. Vnější podmínky byly pro obě včelstva také stejné a i přesto se jejich míra zamoření vysoce liší. Zde tedy souhlasím s myšlenkou Rosenkranze et al. (2010), o vlivu vnitřních vlastností hostitele. Protože ani jedno včelstvo následně neuhynulo, přichází v úvahu několik verzí. Pokud by byl počet roztočů ve včelstvech podobný, pak je pravděpodobné, že včelstvo č. 5 mělo vyšší odolnost vůči roztočům a včelstvo č. 6 zase vyšší míru hygienického chování. Zvýšené hygienické chování by tedy mohl být důvod, proč mělo včelstvo č. 6 vyšší spad. Ovšem není vyloučeno, že včelstvo č. 5 mělo skutečně mnohem nižší skutečnou míru napadení roztočem, a proto ten mnohonásobně nižší spad. V tomto případě by mělo větší pravděpodobnost na přežití, včelstvo č. 5, protože počet roztočů na jednu včelu by byl také mnohonásobně nižší. Ovšem pokud by včelstvo č. 6 mělo skutečně vyšší míru hygienického chování, dokázalo by tímto obranným mechanismem možný kolaps odvrátit. Ať už je důvod takového rozdílu ve spadu jakýkoliv, důležité je, že obě včelstva dokázala ať už s většími či menšími problémy přezimovat.

7 ZÁVĚR

Z mého experimentu vyplývá, že rozdíly spadu roztočů u včelstev na stanovišti Větrov a Krásná Hora nad Vltavou nejsou statisticky významné. Dokonce jsem zjistila, že podobné rozdíly spadů, mezi včelstvy se vyskytovaly i v rámci jednotlivých stanovišť. To znamená, že počáteční hypotéza mé práce nemohla být potvrzena. Je tedy zřejmé, že tato dvě porovnávaná stanoviště se svými vnějšími podmínkami prostředí nelišila natolik, aby se tyto rozdíly promítly do vývoje populací roztoče *Varroa destructor*. Z tohoto důvodu se domnívám, že v mém experimentu byly pro ovlivnění populace roztoče u včel důležité i vnitřní faktory a vlastnosti jednotlivých včelstev, jako je třeba velikost včelstva, schopnost plodování, množství trubčího plodu, rojová nálada, rozvinuté hygienické chování či vyšší odolnost včel, které mohly mít vliv právě na rozdíly mezi včelstvy na jednotlivých stanovištích.

Myslím si, že je důležité nadále zkoumat koexistenci včel a roztočů, jejich vzájemné soužití a především ovlivňování, které má v mnohých případech negativní důsledky. Díky těmto zjištěním by pak byl, podle mého názoru, snazší výzkum metod či opatření, které by značnou měrou přispěly ke snižování populací roztočů ve včelstvech i bez používání těžké chemie, což je v současné době prakticky nemožné. Není totiž jisté, zda právě používání chemických prostředků v boji proti roztoči *Varroa destructor* nepřispívá k dalšímu zatěžování včelstev. Je však samozřejmé, že výsledky v oblasti tohoto výzkumu by měly vést ke všeobecnému zlepšení stavu včelstev, jejich vitality a k udržení jejich početnosti na přijatelné úrovni.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Pozn.: u starších publikací se číslo ISBN nevyskytuje

Bogdanov, S., Imdorf, A., Kilchenmann, V., Fluri, P. 1999. Thymol Anwendungen zur Bekämpfung der Varroa. Schweiz. Bienenzeitung. 8. 445 – 451.

Büchler, R. 2010. Auf der Suche nach der Varroatoleranten Biene. Allgemeine Deutsche Imkerzeitung. 9. 7 – 9.

Česká republika. Nařízení Státní veterinární správy ze dne 19. března 2014. Mimořádná veterinární opatření. 2014. Dostupné také z: <http://eagri.cz/public/web/file/296330/MVO_Varroaza_2014.pdf>

Dainat, B., Evans, J. D., Chen, Y. P., Gautheier, L., Neumann, P. 2012. Dead or alive: deformed wing virus and *Varroa destructor* reduce the life span of winter honeybees. Applied and Environmental Microbiology 78 (4). 981 - 987

Degrandi-Hofman, G., Ahumada, F., Curry, R., Probasco, G., Schantz, L. Population growth of *Varroa destructor* (Acari:Varroidae) in commercial honey bee colonies treated with beta plant acids. Experimental and Applied Acarology [online] květen 2014 [cit. 5. prosince 2014]. Dostupné z <<http://link.springer.com/article/10.1007/s10493-014-9821-z/fulltext.html>>

Delaplane, K. S. 1999. Two important traits in Varroa-tolerant honey bees. American Bee Journal. 3. 198 – 190.

Dillier, F., 2009. Krvesmilství v temné a vlhké včelí plodové buňce. Odborné včelařské překlady. 2011 (1), Český svaz včelařů. Praha. 50 – 53.

Donzé, G., Fluri, P., Imdorf, A. 1998. Remating in Varroa: for what purpose? American Bee Journal. 8. 607 – 609.

Drašar, J., Bacílek, J., Haragsim, O., Kodoň, S., Peroutka, M., Škrobal, D., Veselý, V. 1978. Včelařství. Státní zemědělské nakladatelství. Praha, s. 307.

Engels, W. 1989. Fortpflanzung und Kontrolle der Varroa – Milbe. Universität Tübingen. Die Neue Bienenzucht. 16. 82 – 87.

Foelix, R. F., Neue Kantonschule Aarau und Erch, B. 2013. Die Varroamilbe. Schweizerische Bienen-Zeitung. 3. 19 – 21.

Frey, E., Odemer, R., Blum, T., Rosenkranz, P. 2013. Activation and interruption of the reproduction of *Varroa destructor* is triggered by host signals (*Apis mellifera*). Journal of Invertebrate Pathology. 113. 56 – 62.

- Geisler, Lisý, Rošický, Savvin, Svoboda, Tocháček, Vítek. 1954. Malá včelařská encyklopedie. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. s. 598.
- Harbo, J. R., Harris S, J. W. 2001. Resistance to *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) when mite-resistant queen honey bees (Hymenoptera: Apidae) were free-mated with unselected drones. *Journal of Economic Entomology*. 94. 1319 – 1323.
- Harris, J. W., Harbo, J. R., Villa, J. D., Danka, R. G. 2003. Variable population growth of *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) in colonies of honey bees (Hymenoptera: Apidae) during a 10-year period. *Environmental Entomology*. 32. 1305 – 1312.
- Hindls, R., Hronová, S., Seger, J., Fischer, J. 2007. *Statistika pro ekonomy*. Professional Publishing. Praha. s. 418. ISBN: 978-80-86946-43-6.
- Howis, M., Kadej, M., Nowakowski, P. 2012. Koewolucja między *Apis mellifera* i *Varroa destructor*. *Pszczelarstwo*. 1 (10). 2 – 5.
- Jacobson, S. 2010. Locally adapted, Varroa resistant honey bees. *American Bee Journal*. 8. 777 – 781.
- Kamler, F., Veselý, V., Titěra, D. 2014. Celý rok proti varroáze. Výzkumný ústav včelařský v Dole. Dol. s. 36. ISBN: 978-80-87196-15-1.
- Khoury, D. S., Myerscough, M. R., Barron, A. B. 2014. A quantitative model of honey bee colony population dynamics. *PLoS ONE* [online] duben 2014 [cit. 9. prosince 2014]. Dostupné z <<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0018491>>
- Locke, B., Forsgren, E., De Miranda, J. R. 2014. Increased tolerance and resistance to virus infections: A possible factor in the survival of *Varroa destructor*-resistant honey bees (*Apis mellifera*). *PLoS ONE* [online] červen 2014 [cit. 8. prosince 2014]. Dostupné z <<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0099998>>
- Martin, S. J. 2001. The role of Varroa and viral pathogens in the collapse of honeybee colonies: a modelling approach. *Journal of Applied Ecology*. 38. 1082 – 1093.
- Mondet, F., De Miranda, J. R., Kretzschmar, A., Le Conte, Y., Mercer, A. R. 2014. On the front line: Quantitative virus dynamics in honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies along a new expansion front of the parasite *Varroa destructor*. *PLoS PATHOGENS* [online] srpen 2014 [cit. 8. prosince 2014]. Dostupné z <<http://www.plospathogens.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.ppat.1004323>>
- Peroutka, M. a kolektiv. 1981. Varroáza včel. Oddělení veterinární osvěty SVS. Pardubice. s. 12.
- Peroutka, M., Drobníková V. 1987. Nemoci včel. Ministerstvo zemědělství a výživy ČSR. Praha. s. 126.

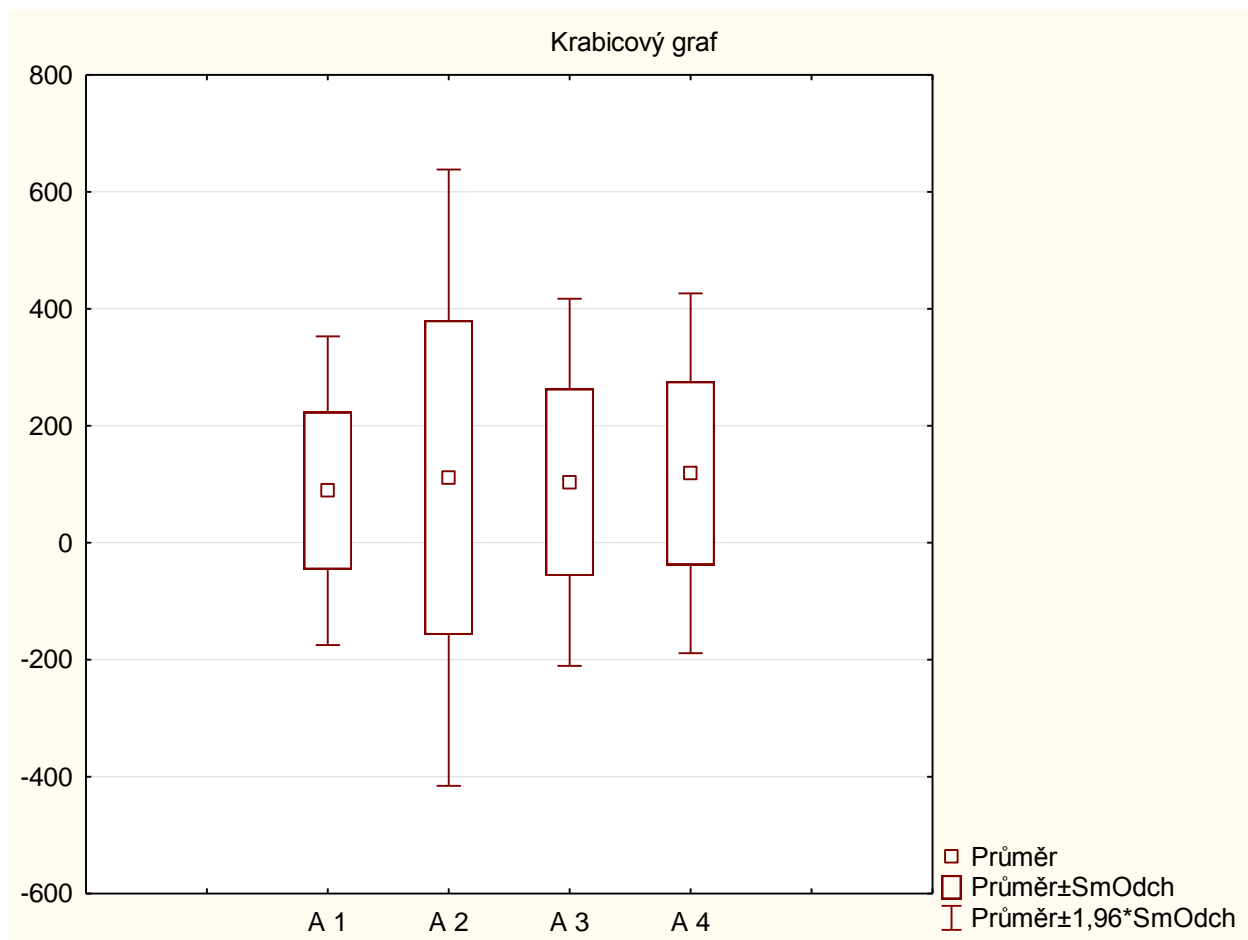
- Peroutka, M., Veselý, V., Haragsim, O. 1982. Veterinární péče v chovech včel - Tlumení varroázy včel v ČR radikální ozdravovací metodou v letech 1981 – 1982. Oddělení veterinární osvěty SVS. Pardubice. s. 17.
- Pohl, F. 2008. Varroáza, jak ji poznat a úspěšně potírat. Víkend. Líbeznice. s. 80. ISBN: 978-80-86891-90-3.
- Poker, V., Brunnemann, G., Büchler, R. 2011. Bieneprobe mit Puderzucker. ADIZ. 8. s. 7 – 9.
- Popa, A. 1982. Varroa disease of bees, a threat to world apiculture. Animal World, 42. 2 - 10.
- Rodríguez Sanhueza, M., Gerding, M. 2010. *Houbami proti varroáze?*. Odborné včelařské překlady. 2011 (2). Český svaz včelařů. Praha. s. 47 – 48.
- Rosenkranz, P., Aumeier, P., Ziegelmann B. 2010. Biology and control of *Varroa destructor*. Journal of Invertebrate Pathology. 103. S96 – S119.
- Schönfeld, A. 1955. Anatomie, morfologie a fyziologie včely medonosné. Státní zemědělské nakladatelství v Praze. Praha. s. 370.
- Topolska, G. 2011. Malé buňky nebo kyselina šťavelová v boji s varroázou?. Odborné včelařské překlady. 2013 (2). Český svaz včelařů. Praha. s. 36.
- Van Dooremalen, C., Gerritsen, L., Cornelissen, B., van der Steen, J. J. M., van Langevelde, F., Blackquiére, T. 2012. Winter survival of individual honey bees and honey bee colonies depends on level of *Varroa destructor* infestation. PLoS ONE [online] duben 2012 [cit. 8. prosince 2014]. Dostupné z <<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0036285>>
- VanEngelsdorp, D., Evans, J. D., Saegerman, C., Mullin, C., Haubruge, E., Nguyen, B. K., Frazier, M., Frazier, J., Cox-Foster, D., Chen, Y., Underwood, R., Tarpy, D. R., Pettis, J. S. 2009. Colony collapse disorder: A descriptive study. - PLoS ONE [online] srpen 2009 [cit. 9. prosince 2014]. Dostupné z <<http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0006481>>
- Veselý, V., Bacílek, J., Čermák, K., Drobníková, V., Haragsim, O., Kamler, F., Krieg, P., Kubišová, S., Peroutka, M., Ptáček, V., Škrobal, D., Titěra, D. 2009. Včelařství. Brázda. Praha. s. 270. ISBN: 80-209-0320-8.
- Veselý, V., Bacílek, J., Drobníková, V., Haragsim, O., Kamler, F., Knížek, F., Kodoň, S., Krieg, P., Kubišová, S., Peroutka, M., Ptáček, V., Škrobal, D., Tempír, Z., Titěra, D. 1985. Včelařství. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. s. 368.
- Vetillard, A., Vidau, C., Bolt, M., Tabart, J. 2012. Quid du lien entre immunité individuelle de l'abeille et varroase?. Abbielle de France. 992. 23 – 25.

Wilkinson, D., Smith G. C. 2002. A model of the mite parasite, *Varroa destructor*, on honeybees (*Apis mellifera*) to investigate parametrs important to mite population growth. *Ecological Modelling*. 148. 263 – 275.

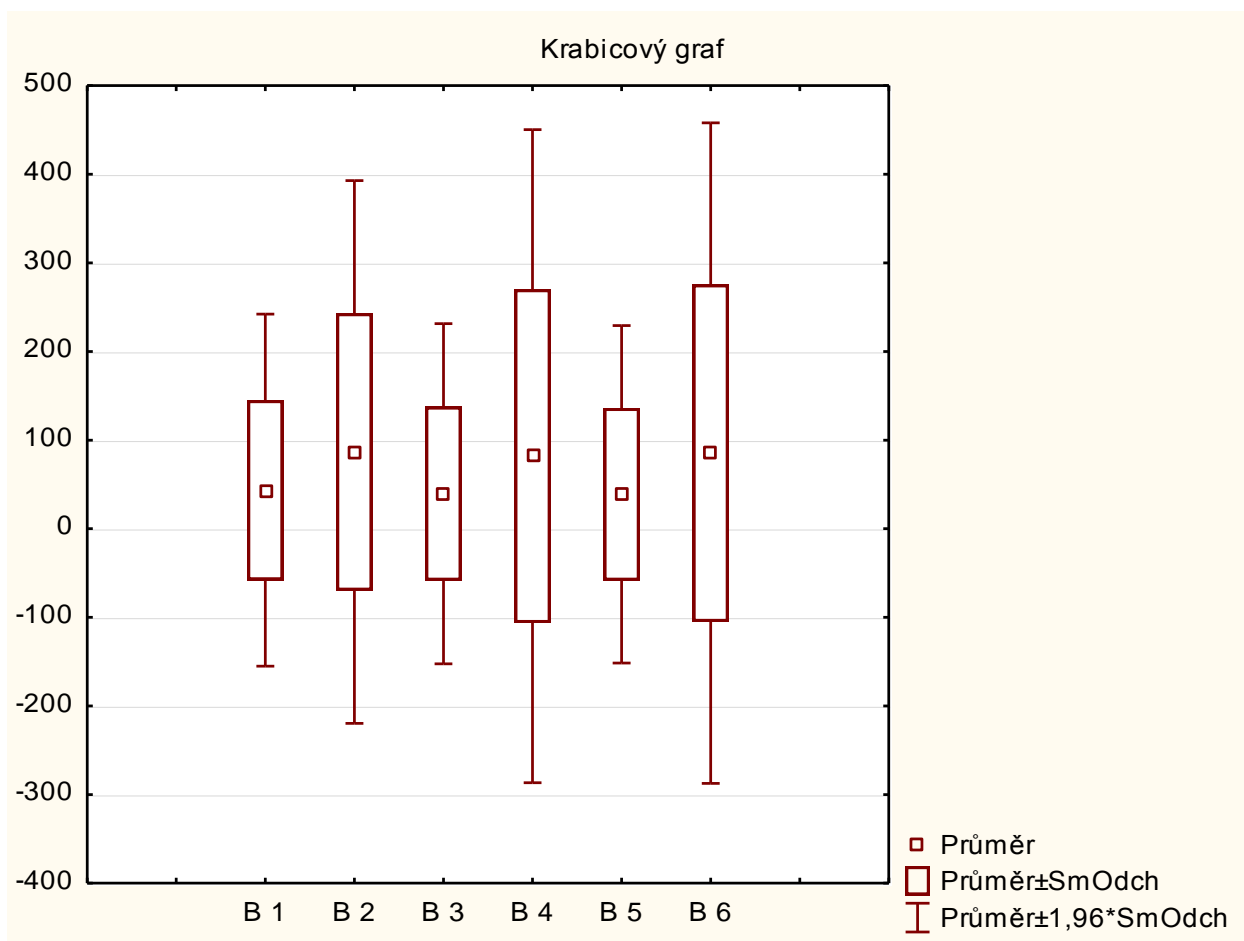
Zakar, E., Jávör, A., Kusza, Sz. 2014. Genetic bases of tolerance to *Varroa destructor* in honey bees (*Apis mellifera L.*). *Insectes Souciaux*. 61. 207 – 215.

9 PŘÍLOHY

Příloha č. 1 – Společný krabicový graf včelstev ze stanoviště A

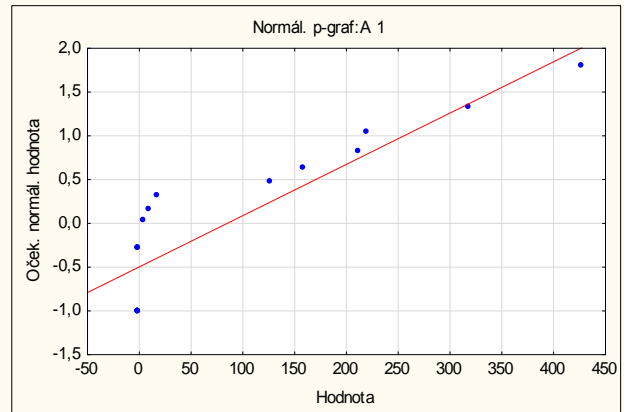
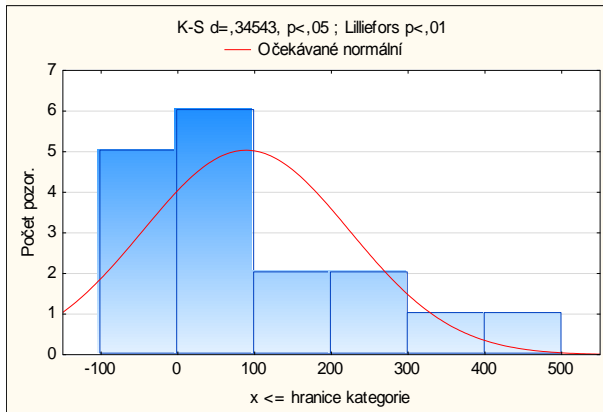


Příloha č. 2 - Společný krabicový graf včelstev ze stanoviště B

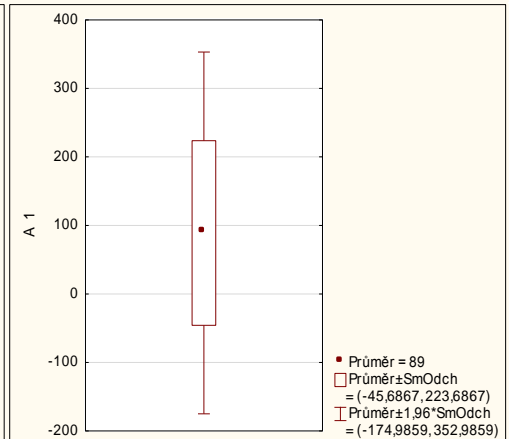


Příloha č. 4 – Grafy základních popisných statistik pro jednotlivá včelstva stanoviště A

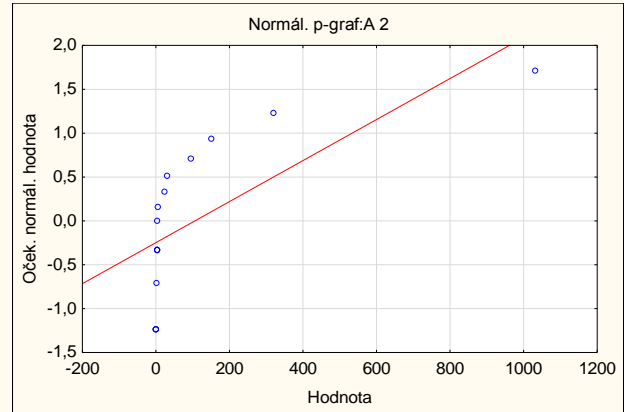
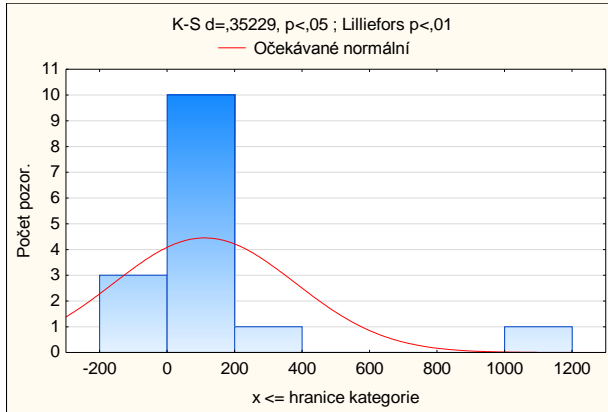
Souhm: A 1



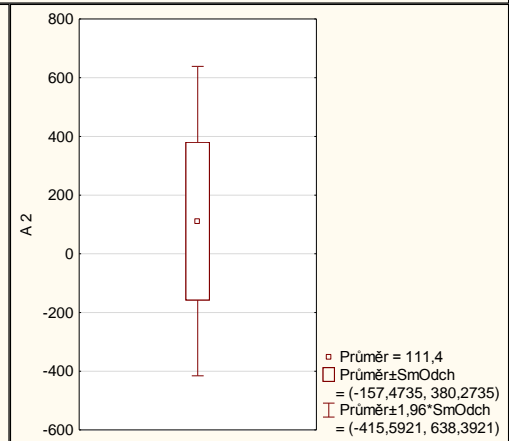
Souhrnné statistiky: A 1
 N platných= 17,000000
 Průměr= 89,000000
 Medián= 7,000000
 Modus= 1,000000
 Četnost modu= 5,000000
 Součet=1513,000000
 Minimum= 0,000000
 Maximum=430,000000
 Rozptyl=18140,500000
 Sm.odch.=134,686673
 Šikmost= 1,444068
 Špičatost= 1,210312



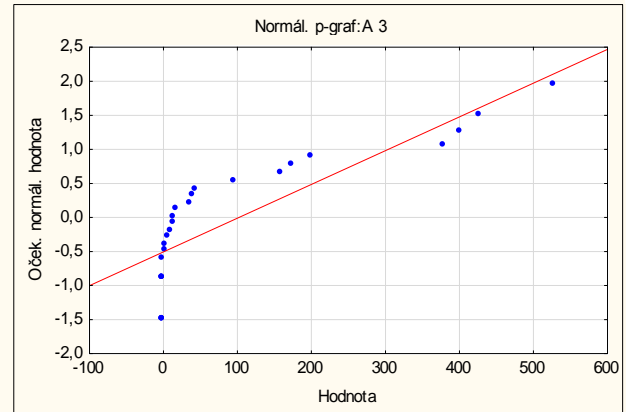
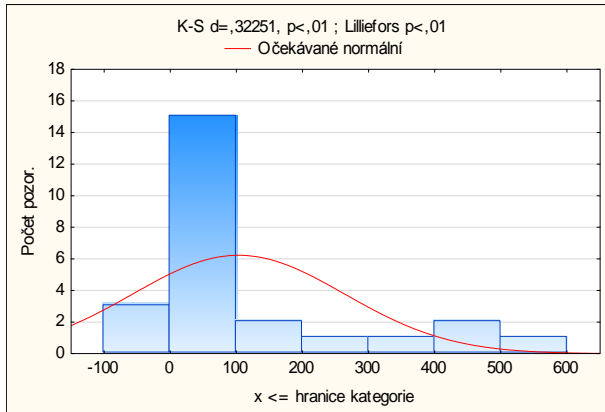
Souhrn: A 2



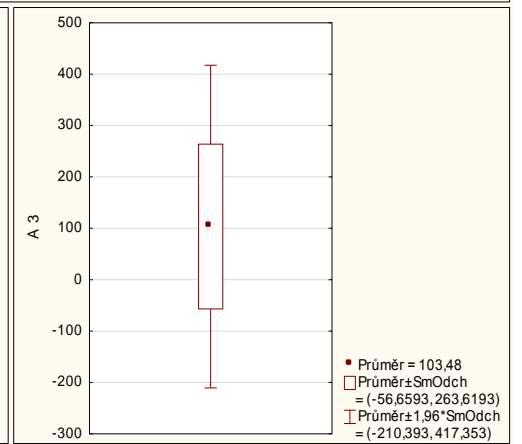
Souhrnné statistiky:A 2
 N platných= 15,000000
 Průměr=111,400000
 Medián= 4,000000
 Modus= 1,000000
 Četnost modu= 3,000000
 Součet=1671,000000
 Minimum= 0,000000
 Maximum=1031,000000
 Rozptyl=72292,971429
 Sm.odch.=268,873523
 Šikmost= 3,280819
 Špičatost= 11,335951



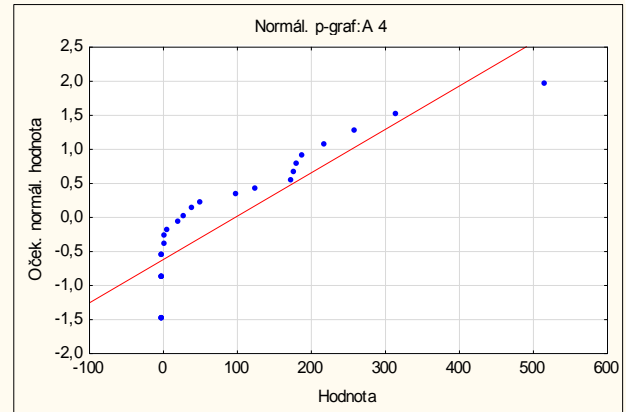
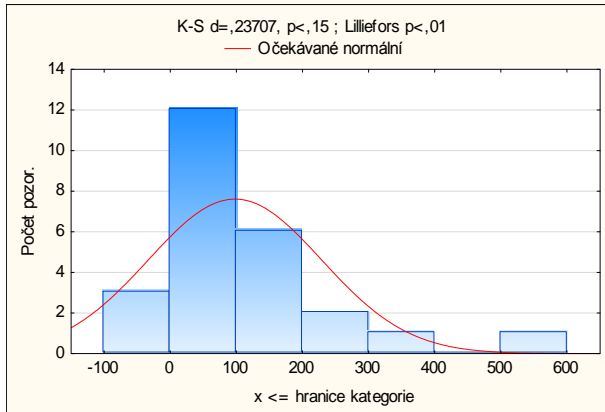
Souhm: A 3



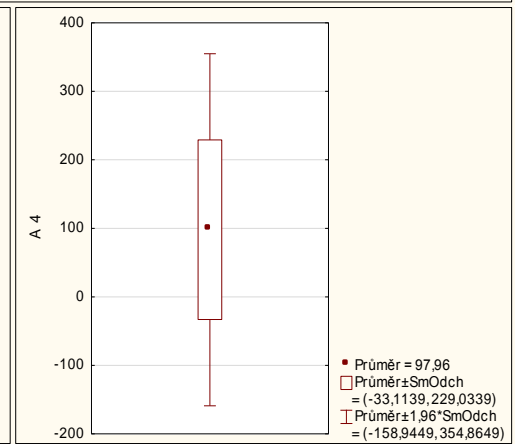
Souhrnné statistiky: A 3
 N platných= 25,000000
 Průměr=103,480000
 Medián= 16,000000
 Modus= 1,000000
 Četnost modu= 3,000000
 Součet=2587,000000
 Minimum= 0,000000
 Maximum=529,000000
 Rozptyl=25644,593333
 Sm.odch.=160,139294
 Šikmost= 1,619327
 Špičatost= 1,400762



Souhm: A 4

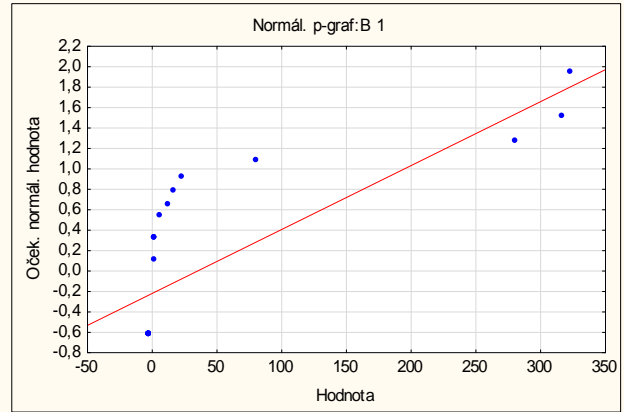
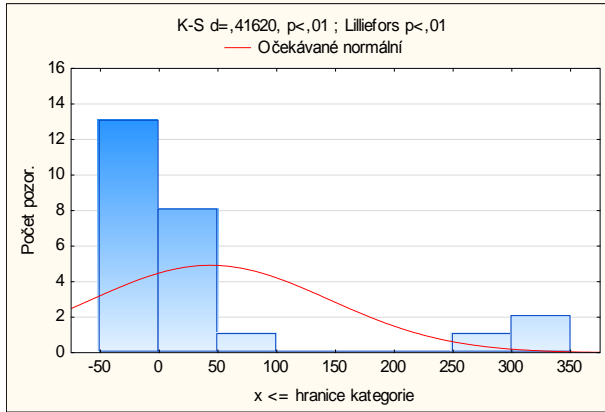


Souhrnné statistiky: A 4
 N platných= 25,000000
 Průměr= 97,960000
 Medián= 29,000000
 Modus= 1,000000
 Četnost modu= 3,000000
 Součet=2449,000000
 Minimum= 0,000000
 Maximum=517,000000
 Rozptyl=17180,373333
 Sm.odch.=131,073923
 Šikmost= 1,652667
 Špičatost= 2,986841

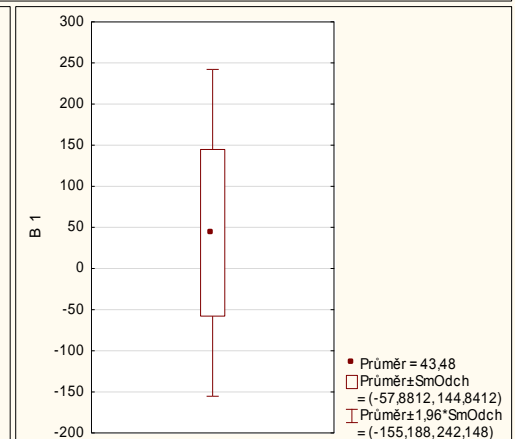


Příloha č. 5 – Grafy základních popisných statistik pro jednotlivá včelstva stanoviště B

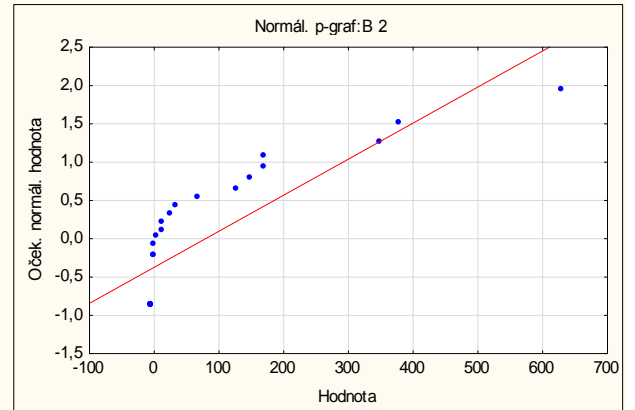
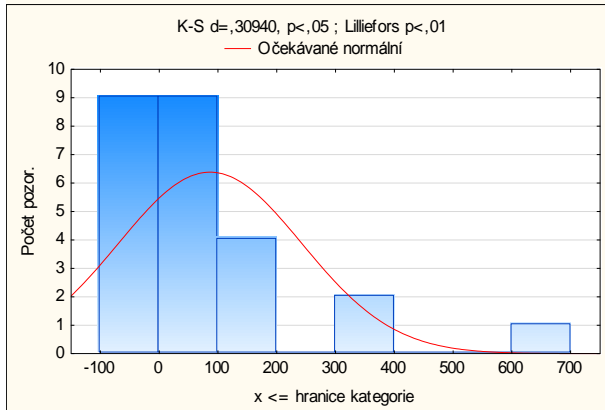
Souhm: B 1



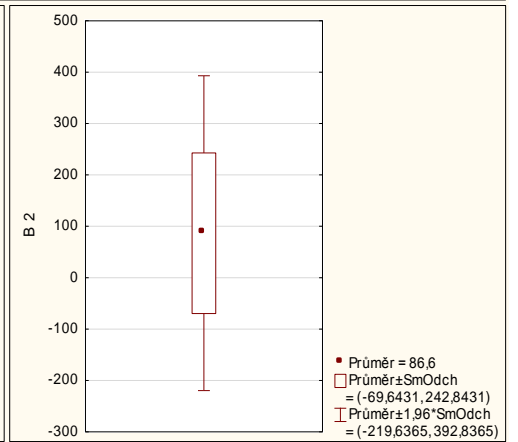
Souhrnné statistiky: B 1
 N platných= 25,000000
 Průměr= 43,480000
 Minimum= 0,000000
 Maximum=324,000000
 Sm.odch.=101,361202



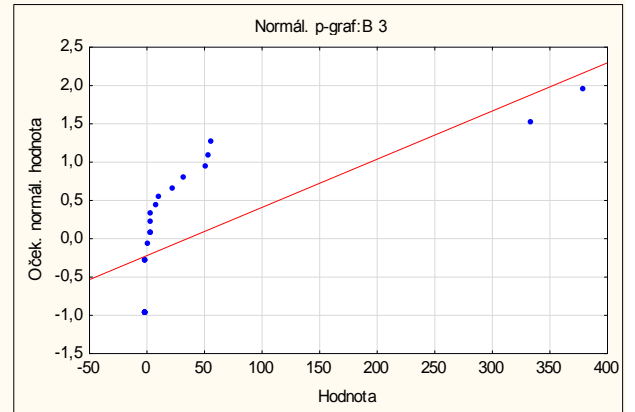
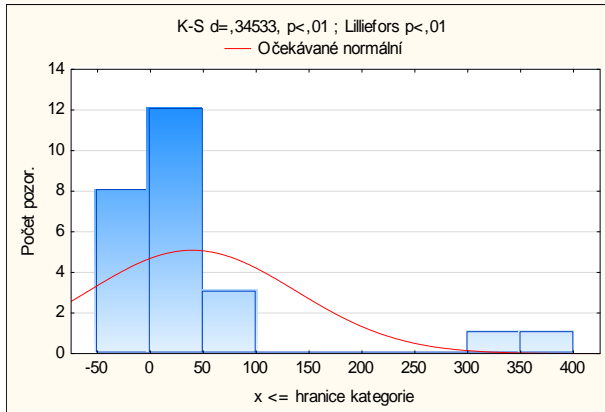
Souhm: B 2



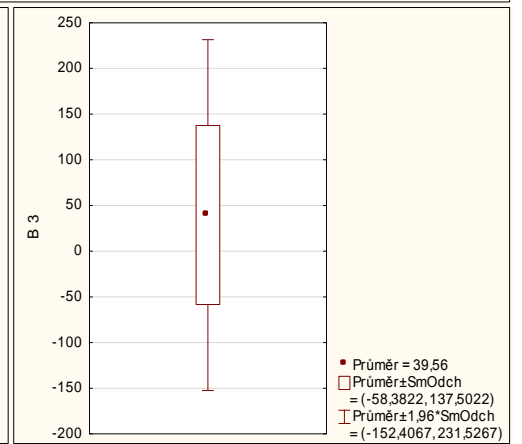
Souhrnné statistiky: B 2
 N platných= 25,000000
 Průměr= 86,600000
 Minimum= 0,000000
 Maximum=632,000000
 Sm.odch.=156,243133



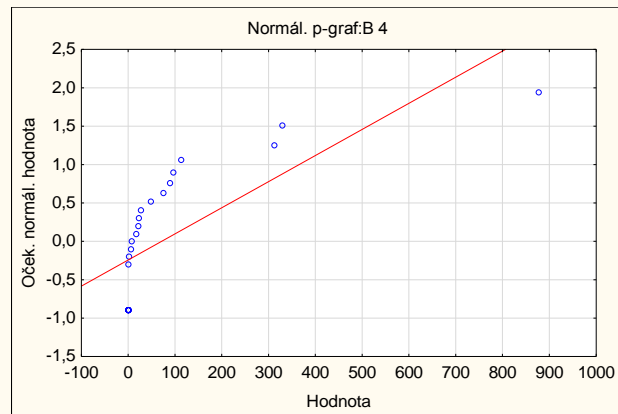
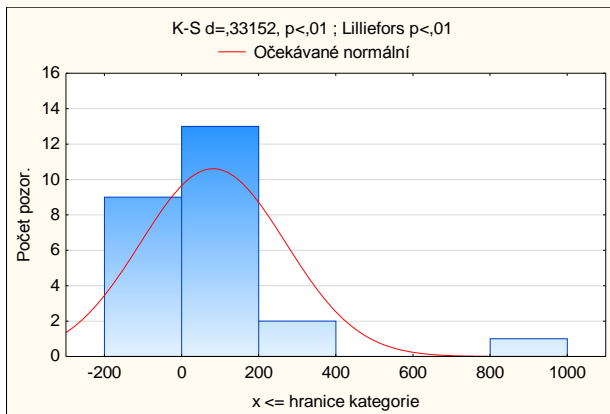
Souhm: B 3



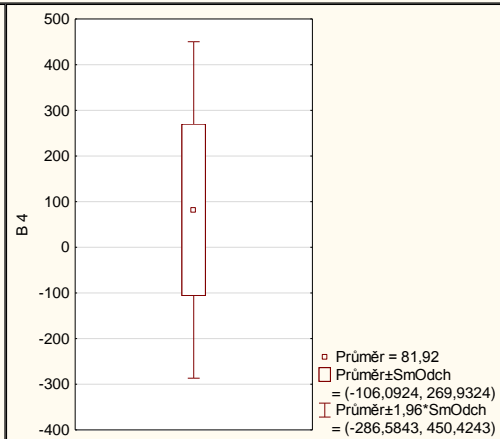
Souhmné statistiky: B 3
 N platných= 25,000000
 Průměr= 39,560000
 Minimum= 0,000000
 Maximum=381,000000
 Sm.odch.= 97,942194



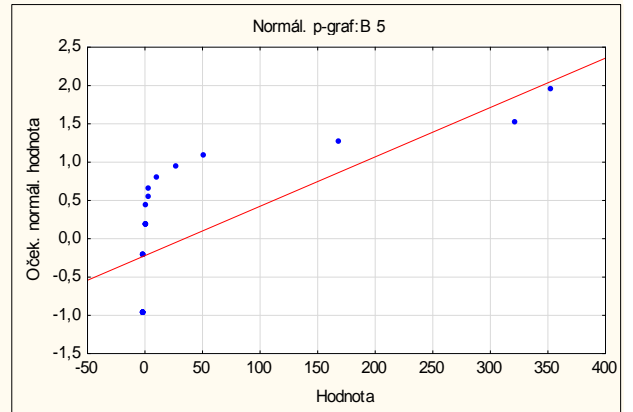
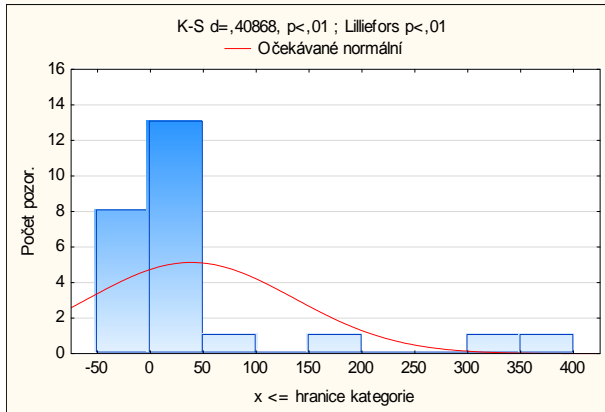
Souhrn: B 4



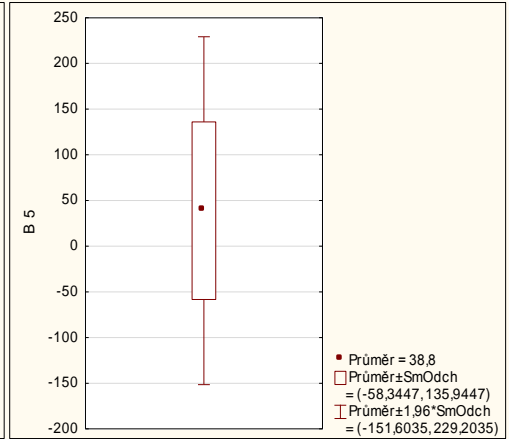
Souhrnné statistiky: B 4
 N platných= 25,000000
 Průměr= 81,920000
 Minimum= 0,000000
 Maximum=877,000000
 Sm.odch.=188,012393



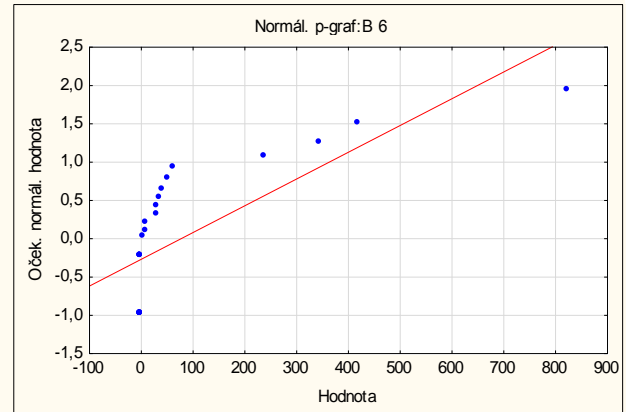
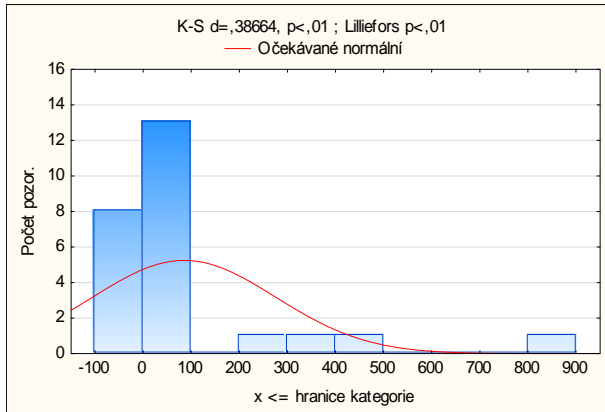
Souhm: B 5



Souhrnné statistiky: B 5
 N platných= 25,000000
 Průměr= 38,800000
 Minimum= 0,000000
 Maximum=355,000000
 Sm.odch.= 97,144652



Souhm: B 6



Souhrnné statistiky: B 6
 N platných= 25,000000
 Průměr= 85,280000
 Minimum= 0,000000
 Maximum=824,000000
 Sm.odch.=190,129456

