

NÁVRH EKOLOGICKÝCH POSTUPOV PREVENČIE A LIEČBY VARROÓZY U VČIEL MEDONOSNÝCH POUŽITEL'NÝCH PRE SLOVENSKÝCH VČELÁROV

Ľubomír KORENÝ^a, Michaela KORENÁ HILLAYOVÁ^a, Janka LAFFÉRSOVÁ^b, Jaroslav ŠKVARENINA^a

^a Katedra prírodného prostredia, Lesnícka fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen, Slovenská republika

^b Regionálny úrad verejného zdravotníctva so sídlom v Banskej Bystrici, Odbor lekárskej mikrobiológie, Cesta k nemocnici 25, Banská Bystrica.

Financované EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR v rámci projektu č. 09103-03-V04-00380 a Vedeckej grantovej agentúry MŠVVaM SR v rámci projektu č. VEGA 1/0443/23.

KORENÝ Ľ. – KORENÁ HILLAYOVÁ M. – LAFFÉRSOVÁ J. – Škvarenina J.: Návrh ekologických postupov prevencie a liečby varroózy u včiel medonosných použiteľných pre slovenských včelárov. Acta Facultatis Forestalis, Zvolen

ABSTRAKT

The parasitic mite *Varroa destructor* is one of the biggest biological threats to the health of honeybees (*Apis mellifera* L.) worldwide. Beekeepers commonly use “hard” chemistry to reduce the population of this parasite. However, excessive use and poor timing of these treatments carry a high risk of death in entire colonies and lead to widespread resistance in *Varroa* populations. Currently, the ecological and environmentally safe treatment of bees without using “hard” chemistry and antibiotics, which remain in bee products, is in demand worldwide. In the presented paper, we focus on the description and design of the treatment pyramid in terms of ecologically and environmentally sustainable breeding and treatment of bee colonies against varroosis caused by the proliferation of the parasite *V. destructor*. We provide an overview of individual methods of preventing and treating bee colonies with cost-effective ecological treatments that beekeepers can easily use. Methodologically, we propose the use of a combination of chemical (phytotherapy), mechanical (use of varroa board in the hive), and hygienic (disinfection of hives with fire and subsequent application of propolis tincture) methods of varroosis control as the resulting treatment pyramid applicable to Slovak beekeepers. The research results will contribute to expanding knowledge important for sustainable and environmentally safe beekeeping practices in Slovakia.

Key words: *Apis mellifera*, *Varroa destructor*, ecological protection, varroosis, treatment pyramid

1. Úvod

Varroóza je celosvetovo najničivejšie ochorenie včiel medonosných, ktoré spôsobujú roztoče *Varroa*, *Varroa destructor* (ANDERSON a TRUEMANN 2000). V dôsledku tohto ochorenia včiel dochádza k oveľa vyšším škodám a ekonomickým nákladom ako pri všetkých ostatných známych ochoreniach včiel (BOECKING A GENERSCH 2008). Charakter ochorenia „varroóza“ nie je jednotný, pretože klinické symptómy sú určené primárne rýchlosťou zamorenia a sekundárne (pridruženými) ochoreniami. Roztoč poškodzuje včely vo všetkých vývojových štádiách (larva, kukla a dospelý jedinec) opakovaným parazitovaním a príjmom hemolymfy a tukového tkaniva hostiteľa (ROSENKRANTZ ET AL. 2010).

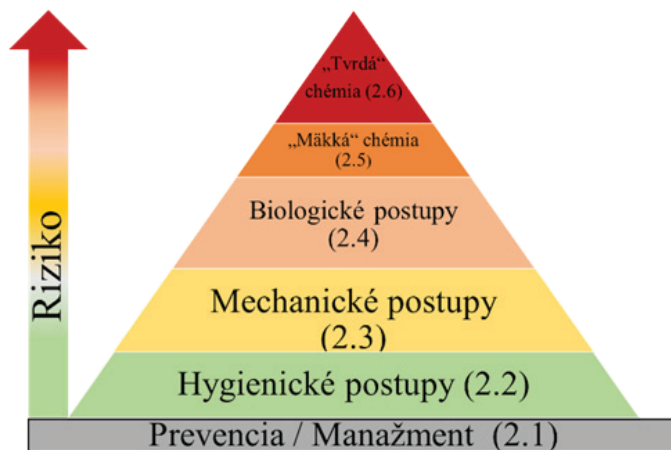
Aj relatívne nízke hladiny *Varroa* počas jari, na začiatku sezóny rozvoja včelstva, môžu mať významný ekonomický dopad na produkciu medu. Aby sa predišlo významným stratám na včelstvách v jarnom období včelári by mali začať liečiť včelstvá už pri 2% zamorení (2 roztoče na 100 dospelých včiel) (CURRIE A GATIEN 2006). Je dôležité vyhnúť sa dosiahnutiu vysokého zamorenia včelstiev roztočmi hlavne na jar, pretože včelí plod poskytuje ideálne podmienky na ich reprodukciu. To môže viesť ku kolapsu včelstiev už pred jesenným ošetrením (GOODWIN A VAN EATON 2005). Z toho vyplýva, že správny manažment prevencie a liečby včelstiev, najmä na začiatku znáškovej sezóny, je nevyhnutný, aby sa zabránilo exponenciálnemu rastu populácie roztočov koncom leta a začiatkom jesene (LE CONTE ET AL. 2010).

Existuje množstvo spôsobov ošetrovania včelstiev, avšak nie všetky sú environmentálne vhodné a účinnosť liečby nemusí byť rovnaká vo všetkých regiónoch sveta. Preto je dôležité navrhnúť správny manažment znižovania zamorenia včelstiev roztočmi pre jednotlivé oblasti (JACK A ELLIS 2021).

Cieľom predloženého príspevku je poskytnúť pohľad na ekologickú a environmentálne bezpečnú liečbu varroózy a zároveň formulovať ekologicky vhodné postupy pre trvalo udržateľné včelárstvo. V zmysle trvalo udržateľného a ekologického chovu včiel navrhujeme efektívnu liečebnú pyramídu pre podmienky Slovenska.

2. Materiál a metodika práce

V metodickej časti výskumu informujeme o možnostiach ekologickej a environmentálne bezpečnej prevencie a liečby varroózy podľa jednotlivých poschodí liečebnej pyramídy uvedených na Obrázku 1.



Obrázok 1. Manažment znižovania populácie roztočov varroa - liečebná pyramída.

Zdroj: vlastné spracovanie podľa JACK A ELLIS (2021)

Figure 1. Varroa mite population reduction management - treatment pyramid.

Source: own processing according to JACK AND ELLIS (2021)

Liečebná pyramída vyjadruje postup znižovania populácie roztočov ako liečbu varroózy. Včelári by mali najskôr použiť nechemické alebo nízkorizikové kontrolné postupy v spodnej časti pyramídy a podľa potreby prejsť po pyramíde k chemickým vysokorizikovým metódam. V tomto prípade za environmentálne vhodné preventívne a liečebné prostriedky považujeme také, ktoré nezanechávajú nebezpečné reziduá v úli, na včelách a ich produktoch.

Na základe odbornej diskusie s praktickými včelármi a našich dlhoročných skúseností s chovom včiel vyberieme také metódy, ktoré sú jednoducho a účinne použiteľné pre slovenských včelárov. Tieto metódy spĺňajú podmienky ekologicky a environmentálne trvalo udržateľného chovu a ošetrovania včelstiev proti varroóze a navrhujeme tak výslednú liečebnú pyramídu pre podmienky Slovenska.

2.1 Prevencia a správny manažment ošetrovania včelstiev proti varroóze

Prevencia sa vzťahuje na zabránenie prenosu roztočov do nových včelstiev. Avšak prevencia je v dnešnej dobe takmer nemožná, keďže Varroa sa vyskytuje už takmer vo všetkých oblastiach sveta. V súčasnosti neexistuje spôsob, ako by včelári mohli prirodzene odstrániť podmienky, ktoré priťahujú Varroa (KORENÝ 2020, KORENÁ HILLAYOVÁ ET AL. 2022).

Manažment sa vzťahuje na kontrolné opatrenia používané po zistení roztoča alebo príznakov zamorenia a zahŕňa vyššie poschodia liečebnej pyramídy, teda hygienické, mechanické, biologické a chemické postupy znižovania zamorenia včelstiev. Prevencia a správny manažment spolu tvoria základ celej liečebnej pyramídy.

Niektoré preventívne opatrenia však môžu zahŕňať zníženie prenosu roztočov do ďalších úľov, ako napr. správny manažment účinnej kontroly včelstiev a reguláciu pohybu včiel medzi rôznymi oblasťami.

2.2 Hygienická kontrola varroózy

Správna hygiena celého úľa je pre ochranu zdravia včiel a včelích produktov veľmi dôležitá. Hlavným cieľom používania správnych hygienických postupov včelára v starostlivosti o včelstvá je zmeniť alebo udržať vnútorné prostredie úľa tak, aby bolo menej vhodné pre škodcu alebo chorobu, a zároveň minimálne ovplyvniť včely medonosné. V mnohých prípadoch správne hygienické postupy fungujú ako preventívne opatrenia na minimalizáciu vplyvu škodcov alebo choroby na včelstvo. Príkladom správnych hygienických postupov je chov včiel so zvýšenými čistiacimi schopnosťami (odolné línie ako Ruské včely medonosné) (ODDIE ET AL. 2018). Ďalšou možnosťou je umiestnenie matky do klietky, aby sa prerušilo kladenie vajčiek a tým sa narušila biológia párenia roztočov (GREGORC ET AL. 2017). Včelári by mali sterilizovať vybavenie úľa a tiež vyradiť staré „začerneté“ rámy. Dezinfekcia je veľmi dôležité hygienické opatrenie, ktoré sa vykonáva za účelom prevencie a potlačenia infekčných ochorení včiel a kontaminácie medu a iných včelích produktov škodlivými mikroorganizmami. Postup dezinfekcie je veľmi zložitý a jeho účinnosť závisí od veľkého množstva faktorov. Vo včelárstve, ako aj v iných odvetviach chovu zvierat sa vykonáva preventívna dezinfekcia (KORENÝ 2023).

Pri dezinfekcii treba brať do úvahy nasledovné faktory: spektrum účinku dezinfekčného prostriedku, spôsob aplikácie, koncentrácia dezinfekčného prostriedku, doba pôsobenia, vlastnosti prostredia, ktoré sa má dezinfikovať. Účinné látky dezinfekčných prostriedkov zvyčajne ovplyvňujú metabolizmus mikroorganizmov. Na dezinfekciu vo včelárstve možno použiť: chlóróvé prípravky, jódové prípravky, zásady, kyseliny, kvartérne amóniové zlúčeniny, aldehydy (glutaraldehyd, glyoxal), oxidačné činidlá (peroxid vodíka, kyselina octová). Ideálny dezinfekčný prostriedok neexistuje. Vzhľadom na toxicitu a iné škodlivé účinky dezinfekčných prostriedkov a často ich nedostatočnú účinnosť by sa vždy, keď je to možné, mali uprednostniť fyzikálne metódy dezinfekcie (dezinfekcia úľov ohňom alebo parou). Chemická dezinfekcia často nie je úspešná, najmä ak ide o pôvodcov moru včelieho plodu, ktorý tvorí veľmi odolné spóry. Vtedy je jedinou cestou úle spáliť, aby neboli zdrojom nákazy. Proti spóram *Paenibacillus larvae* sú najúčinnějšíe chemické dezinfekčné prostriedky chlóróvé prípravky, teplý roztok hydroxidu sodného, oxidačné činidlá, preto sa tieto dezinfekčné prostriedky najčastejšie používajú vo včelárstve. Treba však brať do úvahy aj negatívne vlastnosti týchto dezinfekčných prostriedkov (BOJANIĆ RAŠOVIĆ 2021).

2.3 Mechanická kontrola varroózy

Mechanická kontrola roztočov znamená, že rozmnožovanie škodcov je kontrolované pomocou fyzikálnych metód alebo mechanických zariadení, ako je vybavenie

úľov varroa dnom, odstránenie trúdieho plodu alebo tepelné ošetrovanie. Tieto nechemické prístupy sa považujú za nevyhnutné pre dlhodobé a udržateľné riešenia kontroly Varroa (ROSENKRANZ ET AL. 2010); avšak tento spôsob nepostačuje ako samostatná liečba. Účinnosť niektorých metód mechanickej kontroly opísaných ďalej je sporná, pretože mnohé štúdie priniesli protichodné výsledky v dôsledku rozdielov v správaní včiel medonosných v rôznych regiónoch.

Varroa dno sa používa ako súčasť boja proti varroáze. Súčasťou dna je sieťka s malými okami cez ktorú prechádzajú včely a tak sa zbavujú roztočov, ktoré padajú na dno úľa. Dno sa natiera jedlým olejom, aby nedošlo k opätovnému návratu roztočov k včelám. Výskumníci, ktorí testovali účinnosť takéhoto dna zistili, že skutočne znižuje populácie Varroa vo včelstve (napr. DELAPLANE ET AL. 2005, ELLIS ET AL. 2009, KORENÝ 2023). Je potrebné zdôrazniť, že varroa dno má len mierny vplyv asi 11–14% (DELAPLANE ET AL. 2005) a nemalo by sa používať ako samostatná liečba.

Metóda odstraňovania trúdieho plodu na zníženie populácie varroa roztočov v úli je založená na poznatkoch, že *Varroa* prednostne napáda bunky trúdov vyššou rýchlosťou ako bunky robotníc. Odstránenie alebo zničenie buniek trúdov v úli teda môže znížiť výskyt roztočov. Trúdi plod sa dá odstrániť niekoľkými spôsobmi. Včelár môže zo včelstva jednoducho vyrezať alebo odstrániť včelami vytvorené a zaviečkované trúdie bunky, alebo môže umiestniť do úľa rámik, ktorý obsahuje zväčšené bunky. Včelia kráľovná do takýchto buniek nakladie neoplozené (trúdie) vajíčka. Ako náhle si včelár všimne, že sú bunky v takomto rámiiku zaviečkované vyberie rámik z úľa zamrazí ho a vloží naspäť do úľa. Včely takýto rámik vyčistia od mŕtvych trúdov a roztočov. Potom kráľovná nakladie vajíčka do trúdich buniek a proces môže začať znova. Ukázalo sa, že táto metóda je účinná pri znižovaní hladín roztočov až o 50,3 – 93,4% (TRAYNOR ET AL. 2020, KORENÝ 2023). Táto metóda je najúčinnnejšia na jar a začiatkom leta, keď včelstvá aktívne chovajú trúdy. Nevýhodou tejto metódy je náročnosť pre včelára a tiež obetovanie trúdov, ktoré sú potrebné pre oplodnenie včelej matky.

Hypertermia je mechanický spôsob znižovania zamorenia včelstiev, pri ktorej sú parazity vystavené trvalo smrteľnej teplote, ktorá nepoškodzuje včely. Metóda je založená na princípe umiestnenia úľov do „termálnych boxov“ (inkubátorov), aby sa zvýšila teplota v úli na prahovú úroveň úmrtnosti roztočov ≥ 40 °C, zatiaľ čo krátke vystavenie rovnakým teplotám nemá na včely negatívny vplyv (GORAS ET AL. 2015, TIHELKA 2016)). Nedávno boli vytvorené zariadenia na elektronické tepelné spracovanie plodovej komory (Thermovar, Varroa Terminator, Vatorex, The Victor, Mighty Mite Killer, Silent Future Tec Varroa Kill II). Bohužiaľ, účinnosť len malého počtu z týchto produktov bola publikovaná v recenzovaných výskumných časopisoch. GORAS ET AL. (2015) zistili, že zariadenie Thermovar zabilo > 90% roztočov v úli po 360 až 480 minútach liečby. Zariadenie s názvom Mite-Zapper skombinovalo koncepciu odchyty trúdich plodov s koncepciou hypertermie. Mite-Zapper je trúdi hrebeň s vyhrievacími prvkami, ktorý je možné pripojiť k 12-voltovej batérii na 1–5 minút, vďaka čomu hrebene dosahujú teplotu 43 °C (HUANG 2001). Predbežné výsledky ukázali 100% účinnosť, ale bez dostupných recenzovaných štúdií o produkte. Využitie tepla ako kontroly *Varroa* je sľubné a mnohí včelári

a priemyselní partneri horlivo vytvárajú nové produkty na predaj. Dôležité je však, aby výskumníci preskúmali účinnosť, bezpečnosť a praktickosť mnohých dostupných zariadení na kontrolu varroózy.

2.4 Biologická kontrola varroózy

Biologická kontrola včelstiev proti varroóze zahŕňa účelovú manipuláciu so živým organizmom, ktorý zníži stavu škodcov v úli (JACK A ELLIS 2021). Existujú dva druhy biologickej kontroly: klasická – pri ktorej je prirodzený nepriateľ umiestnený do úľa, aby potlačil škodcu a augmentatívna – pri ktorých sa prostriedky biologickej kontroly zvyššia alebo sa uvoľnia do prostredia, kde je ich v súčasnosti príliš málo (OBRYCKI ET AL. 2009).

Výskumníci skúmali myšlienku biologickej kontroly *Varroa* po celé desaťročia, testovali rôzne patogény a predátorov proti roztočom (CHANDLER ET AL. 2001). Úspešná kontrola vyžaduje, aby sa prostriedok biologickej kontroly zameral predovšetkým na roztoče, pričom včelu medonosnú ponechal bez poškodenia. Toto je však veľmi ťažké dosiahnuť, pretože roztoč je chránený vo vnútri úľov včiel a často v bunkách včelieho plodu. Avšak objav biologického kontrolného činidla, ktoré by mohlo účinne znížiť populácie *Varroa* v úli, by bolo prínosom pre všetkých včelárov (ROSENKRANTZ ET AL. 2010).

Entomopatogénne huby boli najviac skúmaným činidlom biologickej kontroly *Varroa* a sú považované za huby s najvyšším potenciálom úspechu (viď. prehľad CHANDLER ET AL. 2001). Dva hlavné hodnotené druhy entomopatogénnych húb sú *Metarhizium anisopliae* - Metschnikoff (Hypocreales: Clavicipitaceae) a *Beauveria bassiana* - Balsamo (Hypocreales: Cordycipitaceae) vďaka ich úspechu pri kontrole iných škodcov článkonožcov v poľnohospodárstve. Obidve huby boli rozsiahle testované na biologickú kontrolu *Varroa* (SINIA A GUZMAN-NOVOA 2018). SHAW ET AL. (2002) zistili, že tri izoláty *M. anisopliae* a jeden *B. bassiana* zabili 100% *Varroa* do jedného týždňa po expozícii. SINIA A GUZMAN-NOVOA (2018) pozorovali, že izolát *M. anisopliae* zabil 62% *Varroa*, zatiaľ čo liečba *B. bassiana* zabila 41 – 53% *Varroa*. Zdá sa však, že pri použití entomopatogénnych húb na kontrolu *Varroa* existuje veľa problémov, ktoré sú ešte málo prebádané.

Baktérie *Bacillus thuringiensis* (Bt) (Bacillales: Bacillaceae) sú považované za bakteriálny patogén s najväčším potenciálom kontrolovať roztoče *Varroa*. Bt sa považujú za bezpečný patogén na použitie vo včelstvách, pretože sa už používa ako biologická ochrana proti vijačke voštinovej (*Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae)). V laboratórnej štúdií in vitro sa preukázalo, že kmene Bt sú sľubným prostriedkom proti *Varroa destructor*, pričom zabíjajú viac ako 80% roztočov do 48 hodín. Ďalšie laboratórne experimenty ukázali, že dva z účinných kmeňov Bt boli v podstate neškodné pre dospelé včely a larvy včiel medonosných (ALQUISIRA-RAMÍREZ ET AL. 2017), hoci k testovaniu v teréne ešte nedošlo.

2.5 Chemická kontrola varroózy pomocou „mäkkej“ chémie

Chemické ošetrenie rozdeľujeme na tzv. syntetické „tvrdé“ a prírodné „mäkké“. Medzi najviac používané syntetické liečivá patria Amitraz (firnamidín), kumafos

(organofosfát), fluvalinát (pyretroid), a flumetrín (pyretroid). Medzi prírodné ekologické látky, ktorých používanie je povolené na Slovensku zaraďujeme kyseliny (mravčia a šťaveľová), tymol. Označenie „mäkké“ sa vzťahuje na skutočnosť, že tieto aktívne zložky obsahujú chemikálie, ktoré sa nachádzajú v prírode a sú často súčasťou medu. Neznamená to však, že vo všeobecnosti sú bez rizika pre včely medonosné alebo pre včelára, ktorý s nimi pracuje.

Organické chemikálie. Existuje viacero prírodných zlúčenín, ktoré sa ukázali ako účinné pri potláčaní parazitov *Varroa*. Patria sem väčšinou organické kyseliny, ako je kyselina mravčia (na trhu ako MAQS, Nassenheider Professional, Varterminator) a kyselina šťaveľová (Api-Bioxal), ale zahŕňajú aj esenciálny olej tymol (Apiguard, Api Life Var, Thymovar). Okrem toho sa chmeľové beta kyseliny (HopGuard) stávajú čoraz populárnejšou liečbou v Severnej Amerike. Organické chemikálie zvyčajne nezanechávajú reziduá v úľoch včiel medonosných (GREGORC A SAMPSON 2019) a aplikujú sa na včelstvá odlišne v dôsledku rôznej povahy chemikálií, použitých foriem a označených obmedzení použitia. Tomu zodpovedá aj použitie a účinnosť prírodných zlúčenín v porovnaní so syntetickými chemikáliami.

Kyselina mravčia bola skúmaná ako liečivo varoózy a včelári ju pravidelne používajú už od polovice 80. rokov 20. storočia. Hoci mechanizmus účinku nie je dobre známy, kyselina mravčia pravdepodobne inhibuje transport elektrónov v mitochondriách *Varroa* väzbou cytochróm c oxidázy (viď. prehľad JOHNSON ET AL. 2010). Existuje niekoľko rôznych používaných foriem kyseliny mravčej. Môže byť aplikovaná do včelstiev ako gél (MAQS), tableta (Varterminator) alebo tekutý roztok (Nassenheider Professional). Zdá sa, že účinnosť kyseliny mravčej je o niečo lepšia pri použití v gélovej forme s pomalým uvoľňovaním (PIETROPAOLI A FORMATO 2019) a je to jediný miticíd, ktorý preukázal schopnosť zabíjať tak foretické roztoče, ako aj reprodukčné roztoče obsiahnuté v uzavretých bunkách plodu. Väčšina experimentov, prostredníctvom ktorých sa testovala účinnosť kyseliny mravčej proti *Varroa*, priniesla pozitívne výsledky (PIETROPAOLI A FORMATO 2019) účinnosť proti *Varroa* sa pohybuje v rozmedzí 35–75%. Faktory, ako je teplota okolia, množstvo lietaviek (mladé včely) vo včelstve a vzdialenosť lietaviek od miesta odparovania kyseliny mravčej, môžu ovplyvniť účinnosť liečby. Kyselina mravčia môže viesť k úhynu včelieho plodu a matiek, ak je okolitá teplota príliš vysoká (GIOVENAZZO A DUBREUIL 2011). Tiež negatívne ovplyvňuje negatívne nervovú sústavu včiel medonosných (GASHOUT ET AL. 2020). Kyselina mravčia sa bežne používa v Európe.

Kyselina šťaveľová je povolená na použitie vo viacerých európskych krajinách. Táto zlúčenina sa účinne používa už niekoľko desaťročí bez priamych informácií o rezistencii na roztoče. Zatiaľ čo mechanizmus účinku kyseliny šťaveľovej nie je úplne objasnený, zabíja *Varroa* pri kontakte a je tiež účinná pri odstraňovaní roztočov z úľov, pretože zvyšuje hygienické správanie včely medonosnej (SCHNEIDER ET AL. 2012). Včelári bežne ošetrujú svoje včelstvá $\geq 3\%$ roztokom kyseliny šťaveľovej tak, že ~ 35 g dihydrátu kyseliny šťaveľovej (Api-Bioxal) rozpustia v 1 l roztoku cukor : voda (hmotnosť : objem) v pomere 1:1 a nakvapkajú 50 ml roztoku medzi vrcholy rámkov. Niektorí včelári používajú metódu nastriekania 3–4 ml roztoku priamo na jednu stranu rámika. Iní včelári zase používajú

sublimované kryštály kyseliny šťaveľovej (alebo odparovanie, ak používajú dihydrát kyseliny šťaveľovej) vo vnútri včelstiev počas zimy, takže úle nie je potrebné otvárať.

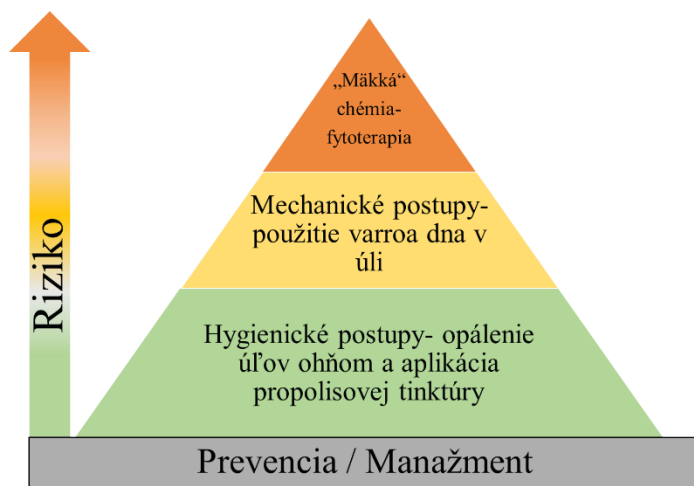
Kyselina šťaveľová je najúčinnjšia v období bez plodov (GREGORC ET AL. 2017), pretože chemikália nezabije roztoče, ktoré sú vo vnútri uzavretých buniek; niektorí včelári však ošetrujú kyselinou šťaveľovou raz týždenne až tri týždne, keď je obdobie znášky (Jack et al. 2021). Nedávne štúdie priniesli protichodné výsledky týkajúce sa toho, ktorý spôsob aplikácie kyseliny šťaveľovej je najúčinnjší pri kontrole *Varroa* (GREGORC ET AL. 2016). Všetky aplikačné metódy však preukázali účinnosť, čo často vedie k > 90 % úmrtnosti *Varroa*. Táto účinnosť sa môže zvýšiť na takmer 100%, keď sú včelstvá bez plodu (GREGORC A SAMPSON 2019). Negatívne vplyvy na vývoj, správanie a dlhovekosť včiel boli pozorované pri použití kyseliny šťaveľovej (SCHNEIDER ET AL. 2012).

Esenciálne oleje. **Tymol** je najbežnejšie používaným esenciálnym olejom na liečbu *Varroa* a pravdepodobne pôsobí proti *Varroa* väzbou na oktopamínové alebo GABA receptory (viď. prehľad JOHNSON ET AL. 2010). Komerčne dostupné prípravky na ošetrovanie tymolom (Apiguard, Api Life Var, Thymovar) sú vo forme rôznych matric, ako sú gélové balíčky, vermikulitové tablety a celulózové doštičky, aby sa zabezpečilo stabilné a postupné uvoľňovanie prchavých látok (COFFEY A BREEN 2013). Podobne ako kyselina mravčia, účinnosť tymolu závisí od teploty a množstva plodu vo včelstve. Navyše, objem vzduchu nad rámikmi, kde je liečivo umiestnené, môže ovplyvniť celkovú účinnosť tymolu, pričom väčší vzduchový priestor zvyšuje rýchlosť sublimácie, čím sa zvyšuje jeho účinok. Tymol je najúčinnjší pri teplote medzi 20 a 30 °C, účinnosť stráca pod 15 °C. Liečivá na báze tymolu vo všeobecnosti zabíjajú 50 – 80% *Varroa*. Tymol však môže byť dosť škodlivý pre včelí plod a včelie matky, ak sa aplikuje v období vysokých teplôt (COFFEY A BREEN 2013). Používanie produktov na báze tymolu je povolené takmer na celom svete.

Existujú stovky ďalších esenciálnych olejov, ktoré boli testované na liečbu varroózy. Hlavnou zložkou väčšiny éterických olejov sú monoterpény a podobne ako tymol, väčšina týchto éterických olejov pôsobí ako fumigant. Napríklad cesnak, klinček a mentol preukázali akaricídne vlastnosti proti *Varroa* (GOSWAMI ET AL. 2013). Účinnosť esenciálnych olejov sa značne líši, pričom veľká väčšina neposkytuje žiadnu alebo len nízku úmrtnosť roztočov. Hlavnou prekážkou na dosiahnutie vysokej úrovne kontroly roztočov, bez ohľadu na miesto alebo klimatické podmienky, je nedostatok účinných metód, ktoré uvoľňujú konštantné dávky olejov (SABAHI ET AL. 2017). Bolo však objavených niekoľko sľubných esenciálnych olejov. V laboratórnych testoch spôsobili mentol, klinčekový a oregánový olej 87, 96 a 100% úmrtnosť roztočov (GASHOUT ET AL. 2020), feniklový olej spôsobil 65% úmrtnosť roztočov (LIN ET AL. 2020). V terénnych skúškach cesnakový olej zabil 73% *Varroa* (Goswami et al. 2013), oregánový olej dodávaný elektrickými odparovačmi zabil 97% (SABAHI ET AL. 2017) a neemový (nimbový) olej zabil 85% (GÓMEZ ET AL. 2016), hoci to malo negatívny vplyv na larvy a včelie kráľovné.

3. Návrh výslednej liečebnej pyramídy pre podmienky Slovenska

Cieľom správneho včelárskeho manažmentu je vytvoriť v úli také prostredie, ktoré je nepriaznivé pre vývoj roztoča, ale zároveň nenarušuje prirodzené prostredie včiel. Avšak spoliehať sa len na jeden typ ošetrovania vo všeobecnosti nestačí na udržanie populácie roztočov pod úrovňou ekonomického poškodenia. V predkladanom príspevku preto navrhujeme použitie jednoduchých a účinných opatrení na predchádzanie alebo zníženie populácie roztočov varroa v jednotlivých včelích rodinách priamo v teréne pomocou kombinácie vybraných environmentálne bezpečných preventívnych prostriedkov proti varroóze, teda vysokému zamoreniu včelstiev roztočom Varroa. Zameriavame sa na jednoduché a praktické použitie kombinácie environmentálne vhodných preventívnych prostriedkov na predchádzanie a ošetrovanie včelstiev proti varroóze. V našom prípade sa jedná o použitie kombinácie chemickej, mechanickej a hygienickej metódy kontroly varroózy (Obrázok 2). Mechanická kontrola varroa spočíva v aplikovaní varroa dna v úli. Pre hygienickú kontrolu zamorenia roztočmi je podľa nás účinná metóda dezinfekcie úl'ov ohňom a následná aplikácia propolisovej tinktúry raz ročne a to vždy na začiatku včelárskej sezóny. Ako mäkkú chémiu odporúčame fytoterapiu v podobe kombinácie ekologických prípravkov na liečbu varroózy.



Obrázok 2. Výsledná liečebná pyramída proti varroóze, ktorá spĺňa podmienky environmentálne bezpečných postupov včelárenia pre podmienky Slovenska

Figure 2. The resulting treatment pyramid against varroa, which meets the conditions of environmentally safe beekeeping procedures for the conditions of Slovakia

3.1 Návrh na použitie environmentálne bezpečných hygienických postupov včelárenia

Navrhnutá liečebná pyramída (Obrázok 2) pre podmienky Slovenska obsahuje environmentálne bezpečné hygienické postupy, a to metódu dezinfekcie prázdnych úľov ohňom (Obrázok 3a) a následnej aplikácie propolisovej tinktúry raz ročne a to vždy na začiatku včelárskej sezóny (Obrázok 3b). Práve z dôvodu, že chemické dezinfekčné prostriedky chlórové prípravky, teplý roztok hydroxidu sodného, oxidačné činidlá, ktoré sa najčastejšie využívajú ako dezinfekčné prostriedky vo včelárstve majú množstvo zistených negatívnych vlastností. Preto sme ako chemickú metódu dezinfekcie úľov zvolili metódu postrekovania vnútornej strany úľov propolisovou tinktúrou. Propolis je produktom včiel, ktorý preukázateľne pôsobí proti mikroorganizmom, plesniam, zápalom a podporuje imunitu včiel. Propolis je zložený z látok z rastlín aj včiel, alebo zo surových extraktov z rastlín alebo húb. Polárne extrakty (4%) pri 40 °C ovplyvňujú metabolickú aktivitu roztočov, propolis obsahuje až 10% éterických olejov. Včely bežne touto látkou pokrývajú vnútorné priestory úľov, plásty a vyplňajú trhliny. Pokiaľ sa do úľa dostane škodca, včely ho do propolisu úplne obalia. Vo vlhkom a teplom prostredí úľa sa vďaka nemu nemnožia mikroorganizmy.

Ohňom sterilizujeme a dezinfikujeme vnútorné aj vonkajšie časti úľa. Karbonizovaná vrstva pôsobí ako ochrana dreva, najmä ak je natretá vrstvami včelieho vosku, ktorý poskytuje dodatočnú odolnosť voči poveternostným vplyvom.

Na minimalizáciu vplyvu škodcov alebo iných chorôb teda používame nasledovné hygienické postupy:

- staré a začerneté rámy odstraňujeme z úľa a ďalej nepoužívame,
- vkladáme do úľov nové,
- rámy v úľoch medzi sebou nevymieňame, aby nedošlo ku kontaminácii ďalších úľov,
- na chov včiel používame matky línie Singer so zvýšenými čistiacimi schopnosťami ako sa nám v predchádzajúcom výskume (KORENÁ HILLAYOVÁ ET AL. 2022) podarilo overiť,
- pre dezinfekciu úľov používame fyzickú metódu opálenia ohňom,
- vnútro úľov postrekujeme propolisovou tinktúrou pre jej dezinfekčné účinky.



Obrázok 3a) Dezinfekcia nadstavku B10 ohňom, **3b)** Dezinfekcia varroa dna propolisovou tinktúrou

Figure 3a) Disinfection of the B10 extension with fire, **3b)** Disinfection of beehive varroa bottom with propolis tincture

3.2 Návrh na použitie environmentálne bezpečných mechanických postupov včelárenia

Ako mechanickú kontrolu varroózy sme vybrali použitie tzv. varroa dna v úli. Celodrevené úľové varroa dno obsahuje stavebnú zábranu, česnový hranol, dvierka s vysúvacím dnom z odľahčeného PVC a nerezové sitko cez ktoré prechádzajú včely pri vstupe do úľa a tak zo svojho tela mechanicky strhávajú roztoče.

3.3 Využitie fytotherapie pomocou ekologických veterinárnych liečiv Bisanar a Apidez

Ako liečebný prvok do včelstiev odporúčame aplikovať veterinárny prípravok Bisanar (Obrázok 4a) na prevenciu a liečbu varroózy. Nespôsobuje vznik rezistentných populácií klieštika. Jedná sa o homogénnu tekutinu svetložltej farby, ktorá obsahuje tymol, koriandrový a jedľový olej. Podľa návodu na obale produktu sa 1 ml liečiva rozmieša v 1 l vody (35 - 40 °C). Tento prípravok sa aplikuje postrekom do uličiek medzi rámkami. Odporúčaná vonkajšia teplota pri aplikácii liečiva je min 10 °C. Ďalší ekologický prípravok, ktorý odporúčame využiť pri liečení včiel je Apidez (Obrázok 4b). Prípravok je pre včely netoxický, neukladá sa vo včelích produktoch, nepoškodzuje včelí plod a nespôsobuje rezistentné populácie roztoča. Jedná sa o dyhové pásiky svetložltej farby až hnedej farby s vôňou tymolového a jedľového esenciálneho oleja. Apidez sa vkladá do včelstva v jar-nom a jesennom období, keď je prítomné len minimálne množstvo plodu. Odporúčaná vonkajšia teplota pri aplikácii je do 25°C. Do včelstiev sa vkladajú 2 pásiky na 10-12 B rámkov medzi 3-4 rámik z každej strany. Pásiky sa ponechávajú v úli 3-30 dní v závislosti od množstva zaviečkovaného plodu.



Obrazok 4a) Ekologické veterinárne liečivo varroózy Apidez a **4b)** Bisanar
Figure 4a) Ecological veterinary medicine for varroa Apidez and **4b)** Bisanar

Záver

Varroóza zostáva napriek množstvu výskumov vážnym problémom pre včelárov. Každý praktický včelár by s nami súhlasil, že použitie jedného druhu kontrolného prostriedku na znižovanie zamorenia včelstiev nestačí. Udržať zdravé včelstvá pod prahovou úrovňou zamorenia je možné len vďaka kombinácii viacerých kontrolných prístupov. Ekologický chov včiel v dnešnej dobe je nemožný hlavne pre kočujúcich včelárov, ktorí sú nútení vo veľkej miere využívať „tvrdú“ chémiu na liečenie včelstiev. Nami navrhnutý metodický postup prevencie a liečby varroózy je síce náročnejší na čas ale vysoko účinný. Z dôvodu časovej náročnosti ho odporúčame využívať včelárom, ktorí vlastnia do 30 včelích rodín. Jedná sa hlavne o „hobby“ včelárov, ktorí neuvažujú s vysokým medným výnosom. Ak využijú nami navrhnutú metodiku nepriamo napomôžu aj kočujúcim „profi“ včelárom v tom že sa nebudú neprimerane šíriť choroby od „hobby“ a experimentujúcich včelárov.

Použitá literatúra

1. ALQUISIRA-RAMÍREZ, E. V., PEÑA-CHORA, G., HERNÁNDEZ-VELÁZQUEZ, V. M., ALVEAR-GARCÍA, A., ARENAS-SOSA, I., & SUAREZ-RODRÍGUEZ, R. (2017). Effects of *Bacillus thuringiensis* strains virulent to *Varroa destructor* on larvae and adults of *Apis mellifera*. *Ecotoxicology and environmental safety*, 142, 69-78.
2. ANDERSON, D. L., & TRUEMAN, J. W. H. (2000). *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Experimental & applied acarology*, 24(3), 165-189.
3. BOECKING, O., & GENERSCH, E. (2008). Varroosis—the ongoing crisis in bee keeping. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 3, 221-228.
4. BOJANIĆ RAŠOVIĆ, M. (2021). The most important methods of disinfection in beekeeping. *Agriculture and Forestry*, 67 (3): 167-176
5. COFFEY, M. F., & BREEN, J. (2013). Efficacy of Apilife Var® and Thymovar® against *Varroa destructor* as an autumn treatment in a cool climate. *Journal of Apicultural Research*, 52(5), 210-218.
6. CURRIE, R. W., & GATIEN, P. (2006). Timing acaricide treatments to prevent *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) from causing economic damage to honey bee colonies. *The Canadian Entomologist*, 138(2), 238-252.
7. DELAPLANE, K. S., BERRY, J. A., SKINNER, J. A., PARKMAN, J. P., & HOOD, W. M. (2005). Integrated pest management against *Varroa destructor* reduces colony mite levels and delays treatment threshold. *Journal of Apicultural Research*, 44(4), 157-162.

8. ELLIS, A. M., HAYES, G. W., & ELLIS, J. D. (2009). The efficacy of small cell foundation as a varroa mite (*Varroa destructor*) control. *Experimental and Applied Acarology*, 47(4), 311-316.
9. GASHOUT, H. A., GUZMAN-NOVOA, E., & GOODWIN, P. H. (2020). Synthetic and natural acaricides impair hygienic and foraging behaviors of honey bees. *Apidologie*, 51, 1155-1165.
10. GIOVENAZZO, P., & DUBREUIL, P. (2011). Evaluation of spring organic treatments against *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) colonies in eastern Canada. *Experimental and Applied Acarology*, 55, 65-76.
11. GOODWIN, R. M., TAYLOR, M. A., MCBRYDIE, H. M., & COX, H. M. (2005). Base levels of resistance to common control compounds by a New Zealand population of *Varroa destructor*. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 33(4), 347-352.
12. GORAS, G., TANANAKI, C. H., GOUNARI, S., DIMOU, M., LAZARIDOU, E., KARAZAFIRIS, E., ... & THRASYVOULOU, A. (2015). Hyperthermia—a non-chemical control strategy against varroa. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 66(4), 249-256.
13. GOSWAMI, V., KHAN, M., & SRIVASTAVA, P. (2003). Efficacy And Persistence Of Essential Oils And Formic Acid Against Varroa Mite, *Varroa Destructor* In *Apis Mellifera* Linn. Colonies, 3p.
14. GREGORC, A., & SAMPSON, B. (2019). Diagnosis of varroa mite (*Varroa destructor*) and sustainable control in honey bee (*Apis mellifera*) colonies—a review. *Diversity*, 11(12), 243.
15. GREGORC, A., ALBURAKI, M., SAMPSON, B., KNIGHT, P. R., & ADAMCZYK, J. (2018). Toxicity of selected acaricides to honey bees (*Apis mellifera*) and *Varroa* (*Varroa destructor* Anderson and Trueman) and their use in controlling *Varroa* within honey bee colonies. *Insects*, 9(2), 55.
16. GREGORC, A., ALBURAKI, M., WERLE, C., KNIGHT, P. R., & ADAMCZYK, J. (2017). Brood removal or queen caging combined with oxalic acid treatment to control varroa mites (*Varroa destructor*) in honey bee colonies (*Apis mellifera*). *Apidologie*, 48, 821-832.
17. GONZÁLEZ-GÓMEZ, R., OTERO-COLINA, G., VILLANUEVA-JIMÉNEZ, J. A., SANTILLÁN-GALICIA, M. T., PEÑA-VALDIVIA, C. B., & SANTIZO-RINCÓN, J. A. (2016). Effects of neem (*Azadirachta indica*) on honey bee workers and queens, while applied to control *Varroa destructor*. *Journal of Apicultural Research*, 55(5), 413-421.
18. HUANG, Z. (2001). Mite zapper—a new and effective method for *Varroa* mite control. *American Bee Journal*, 141(10), 730-732.
19. CHANDLER, D., SUNDERLAND, K. D., BALL, B. V., & DAVIDSON, G. (2001). Prospective biological control agents of *Varroa destructor* n. sp., an important pest of the European honeybee, *Apis mellifera*. *Biocontrol Science and Technology*, 11(4), 429-448.
20. JACK, C. J., & ELLIS, J. D. (2021). Integrated pest management control of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae), the most damaging pest of (*Apis mellifera* L.(Hymenoptera: Apidae)) colonies. *Journal of Insect Science*, 21(5), 6.
21. JOHNSON, R. M., HUANG, Z. Y., & BERENBAUM, M. R. (2010). Role of detoxification in *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) tolerance of the miticide tau-fluvalinate. *International Journal of Acarology*, 36(1), 1-6.
22. KORENÁ HILLAYOVÁ, M., KORENÝ, L., & ŠKVARENINA, J. (2022). The local environmental factors impact the infestation of bee colonies by mite *Varroa destructor*. *Ecological Indicators*, 141, 109-104.
23. KORENÝ, L. (2023). Výsledky aplikácie environmentálne bezpečných preventívnych prostriedkov proti varroóze včiel. Diplomová práca. Technická univerzita vo Zvolene. Fakulta ekológie a environmentalistiky, Katedra prírodného prostredia - LF. Školiteľ: prof. Ing. Jaroslav Škvarenina, CSc. Stupeň odbornej kvalifikácie: inžinier, v skratke „Ing.“ Zvolen: TU, 2023. 68 s.
24. LE CONTE, Y., ELLIS, M., & RITTER, W. (2010). *Varroa* mites and honey bee health: can *Varroa* explain part of the colony losses?. *Apidologie*, 41(3), 353-363.
25. OBRZYCKI, J. J., HARWOOD, J. D., KRING, T. J., & O'NEIL, R. J. (2009). Aphidophagy by Coccinellidae: application of biological control in agroecosystems. *Biological control*, 51(2), 244-254.
26. ODDIE, M. A., DAHLE, B., & NEUMANN, P. (2018). Reduced postcapping period in honey bees surviving *Varroa destructor* by means of natural selection. *Insects*, 9(4), 149.
27. PIETROPAOLI, M., & FORMATO, G. (2019). Acaricide efficacy and honey bee toxicity of three new formic acid-based products to control *Varroa destructor*. *Journal of Apicultural Research*, 58(5), 824-830.
28. ROSENKRANTZ, P., AUMEIER, P., & ZIEGELMANN, B. (2010). Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of invertebrate pathology*, 103, S96-S119.

29. SHAW, K. E., DAVIDSON, G., CLARK, S. J., BALL, B. V., PELL, J. K., CHANDLER, D., & SUNDERLAND, K. D. (2002). Laboratory bioassays to assess the pathogenicity of mitosporic fungi to *Varroa destructor* (Acari: Mesostigmata), an ectoparasitic mite of the honeybee, *Apis mellifera*. *Biological Control*, 24(3), 266-276.
30. SCHNEIDER, S., EISENHARDT, D., & RADEMACHER, E. (2012). Sublethal effects of oxalic acid on *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae): changes in behaviour and longevity. *Apidologie*, 43, 218-225.
31. SINIA, A., & GUZMAN-NOVOA, E. (2018). Evaluation of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* GHA and *Metarhizium anisopliae* UAMH 9198 alone or in combination with thymol for the control of *Varroa destructor* in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Journal of Apicultural Research*, 57(2), 308-316.
32. TIHELKA, E. (2016). History of *Varroa* Heat Treatment in Central Europe (1981-2013). *Bee World*, 93(1), 4-6.
33. TRAYNOR, K. S., MONDET, F., DE MIRANDA, J. R., TECHER, M., KOWALLIK, V., ODDIE, M. A., ... & MCAFEE, A. (2020). *Varroa destructor*: A complex parasite, crippling honey bees worldwide. *Trends in parasitology*, 36(7), 592-606.