

Ultrazvukový žiarič na boj proti varroóze

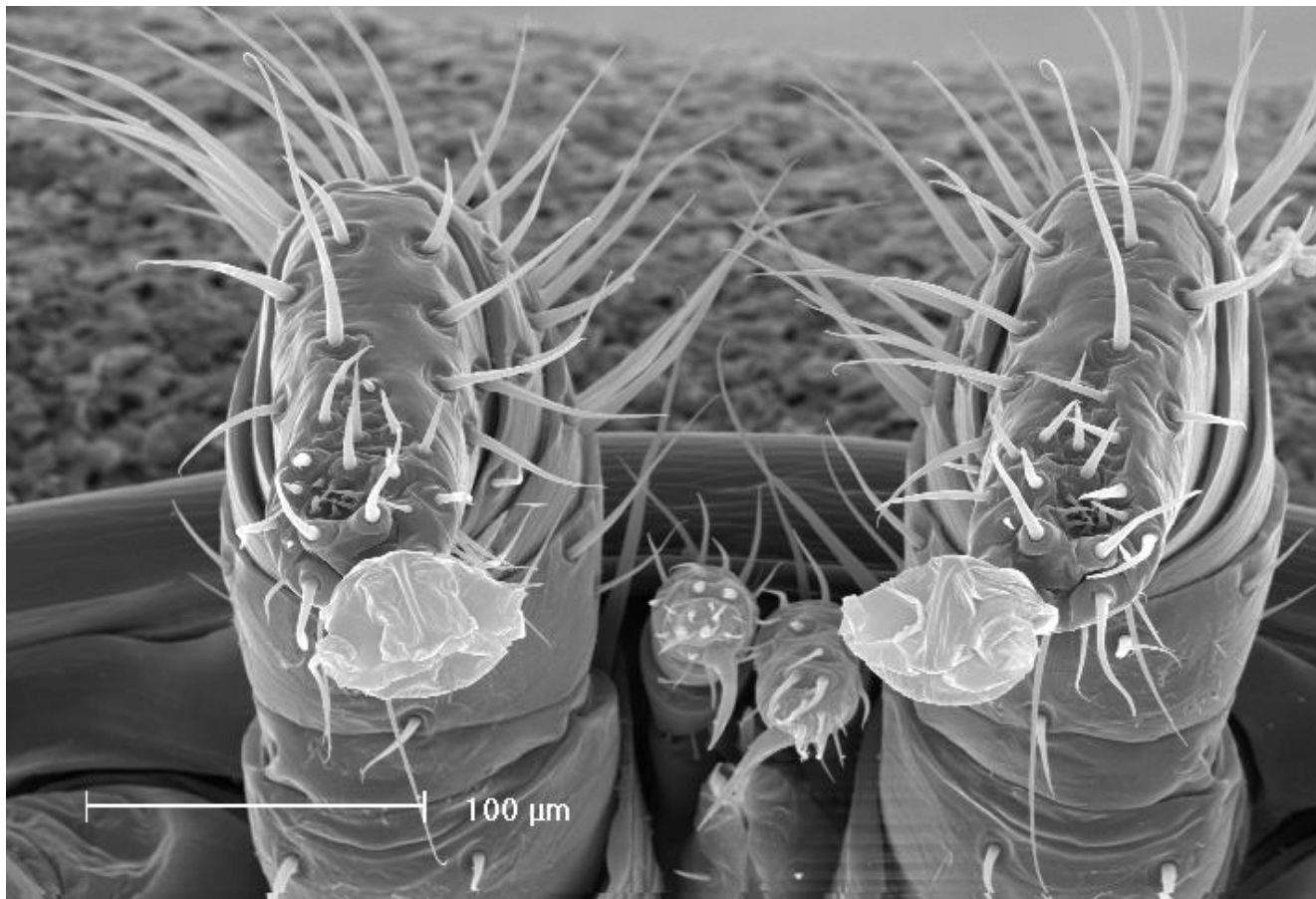
Neprijemný parazit včely medonosnej - varroa destructor - sa do Európy dostal pred 40 rokmi a odvtedy sa proti nemu bojuje rôznymi spôsobmi. Rodina infikovaná včelami, bez zásahu včelára, uhynie do dvoch rokov a niekedy dokonca do niekoľkých mesiacov.

Hlavná operácia ultrazvukovej metódy (obr. 2) sa týka reprodukčného obdobia varroózy, ktoré trvá asi sedem dní. Varroóza kladie vajíčka na včelie larvy do zaviečkových voskových buniek plástu. Larvy varroózy v štádiu protonymfy, deutonymfy a následnej deutochrysalis (obr. 3) sa pomocou čelustových chápadiel živí tukovým tkanivom lariev a včelích nymf, čo výrazne oslabuje mladé včely. Počas takéhoto kontaktu varroóza prenáša vo vnútri včiel početné vírusy, ktoré ničia včelstvá. Tieto skutočnosti sú v súčasnosti najväčšou hrozbou pre včelu medonosnú. Deštruktívny vplyv ultrazvuku na vznik varroózy môže byť dôsledkom **poruchy vo fungovaní mechanosenzorov**. Akustické pole generované zvukovým žiaričom má zjavne významný vplyv na **komunikáciu medzi dospelou samičou varroózy a jej potomkami**. Naše mikroskopické pozorovania, zdokumentované filmom, ukázali, že samica varroóza vykonáva rýchle a dynamické pohyby nôh, pričom vytvára lokálne akustické vibrácie. Takéto vibrácie, zachytené mechanosenzormi, môžu byť užitočné pre ich rastúce potomstvo pri lokalizácii vpichov kutikuly lariev a kukiel, ako aj pri privolaní samca zrelými sestrami. V dôsledku toho vonkajšie akustické pole výrazne zasahuje do rozvoja varroózy vo včelích bunkách.

Potvrdením vyššie uvedenej hypotézy sú štúdie preukazujúce stratu schopnosti registrovať prchavé feromóny varroózou, ktorej nohy boli pokryté lakom [C. K. Häussermann a kol. 2015]. Autori tejto práce, prekrytím nôh lakom na nechty, výrazne eliminovali chemosenzory, čo zdôrazňujú v záveroch, ale boli ovplyvnené aj mechanosenzory. Je pravdepodobné, že každý chemosenzor pôsobí aj ako mechanosenzor. Na dosiahnutie uspokojivých výsledkov likvidácie varroózy je potrebné použiť v úli sieťované hygienické dno, ktoré zabráni opätovnému kontaktu varroózy so včelou. Naš výskum potvrdil plnú užitočnosť skonštruovaného ultrazvukového žiariča v metóde boja proti varroóze v rodinách včiel. Umiestnenie ultrazvukového žiariča do úľa začiatkom apríla na dobu 21 dní malo za následok nulové prirodzené zrážky až do 11. augusta. široký bočný pás postavili včely s dronovými bunkami. Proces vývoja varroózy, ktorá je silne sústredená na bunky dronov, bol zastavený v dôsledku ultrazvukového žiariča. V nových rodinách liečených ultrazvukom bol priemerný denný pokles varroózy pozorovaný v druhej polovici augusta 60, vrátane varroózy v štádiách protonimfa a deteronympha. Oneskorená liečba ultrazvukom, ktorá sa začala 8. augusta a pokračovala do 7. októbra, mala za následok celkovo 3147 kusov varroózy. Vzhľadom na nevyhnutnú reinfekciu varroózy je účinnosť ultrazvukovej metódy kontroly varroózy asi 90 % pri použití troch cyklov za rok, trvajúcich 21 dní pre každú včeliu rodinu, s prestávkami až šesť týždňov. 21-dňové obdobie prítomnosti ultrazvuku v rodine včiel eliminoval tri po sebe idúce vyliahnutie varroózy v úli. Aby sa obmedzila reinfekcia tichými lúpežami, je potrebné použiť sieťované tienené protilúpežné sitá na vývodoch úľa a/alebo vtokové sklíčka, ktoré pomáhajú včelám brániť sa pred lupičmi, ktorí nielen kradnú med, ale prinášajú aj varroózu.

Bežnou metódou boja proti varroóze je fumigácia chemikáliami s obsahom pesticídov, najčastejšie amitrázy. Pri spaľovaní amitrázy varroóza lokalizovaná na včelách padá na dno úľa. Fumigácia chemickými prostriedkami má negatívne vedľajšie účinky, ako **je skrátená dĺžka života včelích matiek a znížený počet nakladených vajec**. Jedovaté pesticídy varroózy zostávajú vo voskových plástoch a prenikajú do medu, čo je vzhľadom na udávanú karcinogenitu amitrázy nežiaduce. Navyše varroóza ukrytá počas zadymenej procedúry v uzavretých bunkách s vyvíjajúcimi sa včelami pokračuje vo svojom reprodukčnom procese bez prekážok. Mnohé chemikálie stratili účinnosť v dôsledku odolnosti varroózy voči jedovatým zložkám, napr. fluvalinát, flumetrín. Pokusy o elimináciu varroózy fyzikálnymi metódami krátkym zvýšením teploty vo vnútri úľa na 42 °C, síce účinné [1], ale v realizácii dosť komplikované, nenašli širšie uplatnenie. Podobne navrhované metódy založené na rastlinných extraktoch,

ako sú izoláty tisu [2] alebo prípravok s obsahom 2-undekanónu [3], zatiaľ nenašli širšie uplatnenie. V roku 2004 Karl Rueggli [4] inicioval výskum využitia fyzikálnej metódy využívajúcej ultrazvuk na boj proti varroóze. V posledných rokoch nadobudli tieto výskumy podobu systematického výskumu, čo sa prejavilo na kongrese Apimondia v Istanbule (2017), kde bolo použitie ultrazvuku v boji proti varroóze označené za revolučné. Na druhej strane v publikácii z roku 2018 tím írskych výskumníkov potvrdil, že akustické vlny nie sú škodlivé pre včely v širokom frekvenčnom rozsahu.



Obr. 1. Prvý pár nôh a dva sensorické pedipalpy varroózy potiahnuté množstvom chemosenzorov a mechanosenzorov vo forme chĺpkov. Fotografia urobená na skenovacom elektrónovom mikroskope M. Vlimantom, Univerzita v Neuchâtel. [F-X Dillier et al., 2006] (so súhlasom autorov).

[5]. Neboli pozorované žiadne zmeny v správaní včiel, keď bol rozsah hlasitosti ultrazvuku medzi 90 a 110 dB pri frekvenciách v rozsahu od 14 kHz do 80 kHz. Počas pôsobenia ultrazvuku na včely spadne 32 roztočov v čase 30 minút. Predpokladá sa, že ultrazvuk sťažuje zrelej varroóze nasávať do brucha včely a jesť tukové tkanivo. Ambulancia, čiže nášlapné vankúšiky umiestnené na koncoch nôh Varroa, sa vplyvom ultrazvuku uvoľnia, čo včelám uľahčuje odstránenie Varroózy z bruška pri vzájomnej starostlivosti [5]. Ultrazvuky rozvibrujú nielen štyri páry varroózných nôh, z ktorých jedna pôsobí ako anténa, ale predovšetkým spôsobujú dysfunkciu dvoch sensorických pedipalпов a dvoch chelicer. Pedipalpes susediace s ústnou časťou prijímajú najmenšie vibrácie pochádzajúce z prostredia. Je potrebné zdôrazniť, že nohy s tarsusmi a pedipalmi sú vybavené početnými chemosenzormi a mechanosenzormi vo forme chĺpkov (obr. 1), ktorých dĺžky sa pohybujú od niekoľkých μm do viac ako $100 \mu\text{m}$. Môžu pôsobiť ako špecifický ušný bubienok zaznamenávajúci najmenšie akustické vibrácie. Deštruktívny účinok ultrazvuku na rozvoj varroózy môže byť výsledkom akustických javov, ako je rušenie vyplývajúce z odrazu ultrazvuku vo včelej larve. V dôsledku toho ultrazvukové pole prijímané sensorickými pedipalpy výrazne zasahuje do procesu výživy varroózy vo vývojovom štádiu. Podvyživené larvy varroózy nedosiahnu štádium imago a klesnú na dno úľa, keď mladá včela opustí bunku. Nedávne štúdie ukázali, že varroóza sa živí hlavne tukovým tkanivom tela, nie hemolymfou [6]

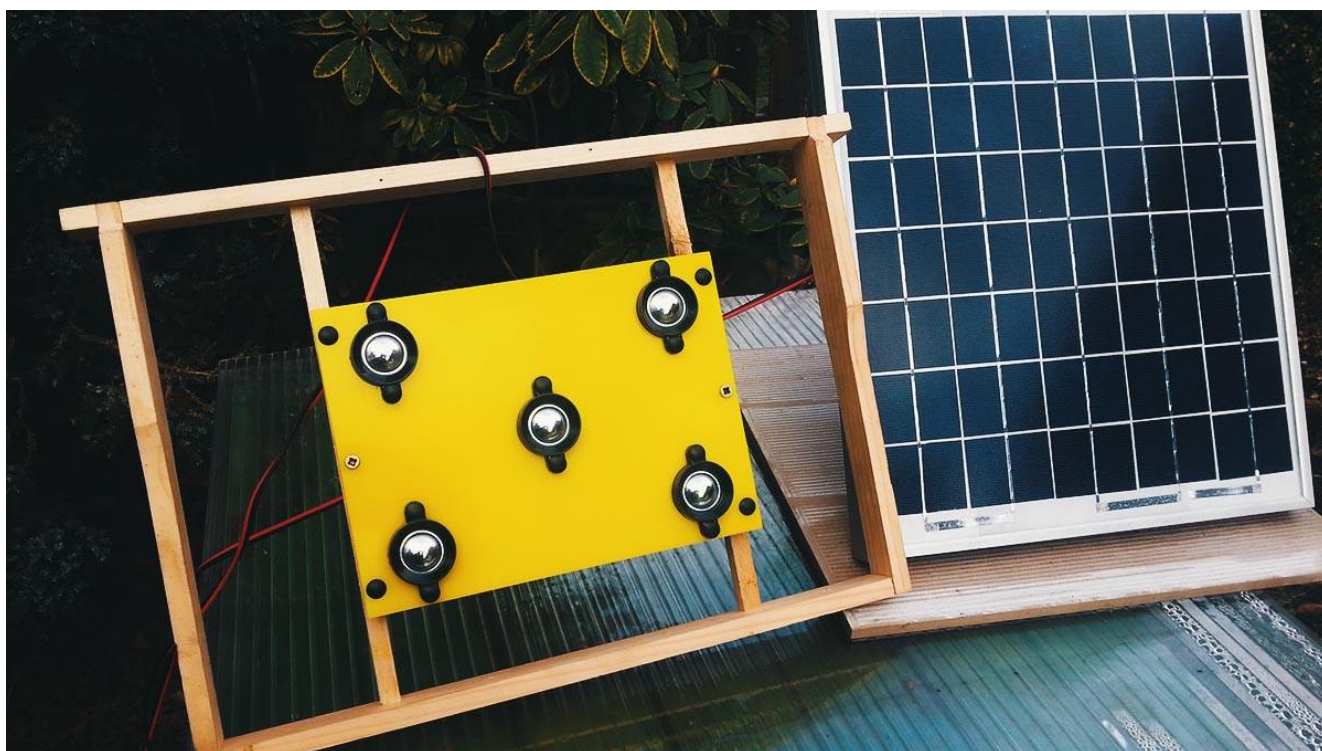
ULTRAZVUKOVÝ RÁMIK

Hlavným prvkom ultrazvukového rámu je elektronický modul pozostávajúci z generátora a piatich piezoelektrických ultrazvukových hláv. Elektronický modul zabezpečuje homogénne vysokovýkonné akustické pole a môže byť umiestnený v rámiiku ľubovoľnej veľkosti, bez ohľadu na typ úľa. Ultrazvukový rám by mal byť umiestnený tangenciálne k hniezdu v úli. V strede expozičného cyklu sa odporúča zmeniť polohu rámu z pravej strany objímky na ľavú.

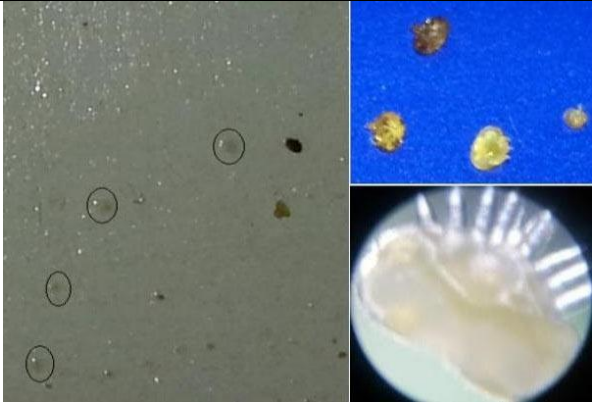
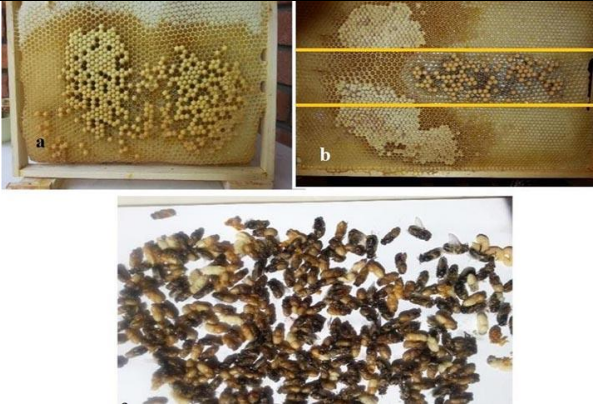
Samotný elektronický modul chránený plastovou fóliou je možné po odstránení prípadných lúčov umiestniť priamo nad zásuvku, na horné lišty rámov, aby sa zabezpečil prienik ultrazvuku v uliciach medzi rámy zásuvky. Aby sa predišlo vytváraniu voľných priestorov v rámci ultrazvukového rámu, ako aj z hygienických dôvodov, mal by byť chránený tenkou plastovou fóliou, ktorá v malej miere absorbuje ultrazvuk.

Samotný sonický žiarič - chránený plastovou fóliou - je navyše možné umiestniť pod dno úľa, do vhodnej nádoby na ochranu pred vlhkosťou (vo všetkých typoch úlov).

Metóda ultrazvukovej kontroly varroózy - v dôsledku nevyhnutných reinfekcií - dosahuje v lete až 90% účinnosť, v zime účinnosť metódy dosahuje 100%. Metóda je úplne bezpečná pre včelára, vývoj a prácu včiel a taktiež neprináša žiadne negatívne účinky na voskový plást a med.



obr. 2. Rámik vysielača ultrazvukového zvuku obsahujúci päť viditeľných ultrazvukových piezoelektrických hláv. Fotovoltaický panel viditeľný vpravo a batéria (umiestnená pod úlom) tvoria napájací systém.

	
<p>Obr. 3. Obr. 3. Charakteristický ultrazvukový pád varroózy. Okrem troch dospelých samíc, ktoré sú dobre viditeľné, sa v štádiách protonimfa a deutonimfa (ľavá strana) šíria nápadné miesta varroózy, ktorých zväčšené obrázky sú viditeľné vpravo.</p>	<p>Obr. 4. Obr. 4. (a) Úplný a (b) čiastočný pracovný rámec (bunky dronov v strednom pruhu) a (c) larvy a kukly dronov úplne zbavené varroózy v dôsledku zvukového žiariča.</p>

References:

1. Patent US 2014/0134920 A1
2. Patent PL 218627
3. Patent PL 228 027 B1
4. Patent DE10161677B4
5. B. C. Barry, W. M. D. Wright, L. Verstraten, (2018), The Use of Airborne Ultrasound for Varroa Destructor Mite Control in Beehives, DOI: 10.1109/ULTSYM.2018.8580160
6. S. Ramsey et al., Varroa destructor feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph, PNAS, January 29, 2019, vol. 116, no. 5
7. M. Surowiec, T. Surowiec, Patent Claim P.432575, WIPO ST 10/C PL432575