

Приложение на мравчена киселина срещу *Varroa destructor* през пролетта при използване на инфрачервени нагреватели в пчелните кошери

*Цветан Цветанов, Ралица Балканска, Мая Игнатова

Институт по животновъдни науки – Костинброд, Селскостопанска академия

*Кореспондиращ автор: tvetan28@abv.bg

Резюме

Целта на изследването е да се установи влиянието на мравчената киселина върху акара *Varroa destructor*, прилагана през пролетта при използване на инфрачервен нагревател в пчелния кошер. Експериментът е проведен на три биологични пчелина – 1, 2 и 3, намиращи се в област Велико Търново. Сформирани са две групи пчелни семейства – опитна и контролна. Всяка група се състои от 6 пчелни семейства. Всички пчелни семейства са снабдени с термо сонди (за измерване на температурата в °C), а в пчелните семейства от опитната група са монтирани инфрачервени нагреватели в горната част на рамките, които не са покрити с пчели. Всяко пчелно семейство от контролната и опитната група е третирано с 20 ml 60% мравчена киселина, апликирана върху целулозен носител. Резултатите от конкретното проучване показват, че приложението на 60% мравчена киселина заедно с инфрачервен нагревател през месец Април, води до ефективно намаляване на популацията на акара *Varroa destructor* на изследваните пчелини. Ранното пролетно ефективно третиране на пчелните семейства срещу *Varroa destructor* рязко би намалило загубите на пчелни семейства и би увеличило продукцията в пчеларството през стопанския сезон.

Ключови думи: медоносна пчела (*Apis mellifera mellifera* L.); *Varroa destructor*; мравчена киселина; инфрачервен нагревател; термосонда

Application of formic acid against *Varroa destructor* in spring using infrared heaters in the beehives

*Tsvetan Tsvetanov, Ralitsa Balkanska, Maia Ignatova

Institute of Animal Science – Kostinbrod, Agricultural Academy

*Corresponding author: tvetan28@abv.bg

Citation: Tsvetanov, Ts., Balkanska, R. & Ignatova, M. (2023). Application of formic acid against *Varroa destructor* in spring using infrared heaters in the beehives. *Bulgarian Journal of animal Husbandry*, 60(3), 21-27 (Bg).

Abstract

The purpose of the study is to determine the effect of formic acid on *Varroa destructor*, applied in the spring using an infrared heater in the beehive. The experiment was conducted on three biological apiaries – 1, 2 and 3, located in Veliko Tarnovo region. Two groups of bee colonies were formed – experimental and control. Each group consists of 6 bee colonies. All bee colonies are equipped with a temperature probe (for temperature measurement in °C). The bee colonies from the experimental group had infrared heater in the upper part of the frames, that were not covered with bees. Each bee

colony from the control and experimental groups was treated with 20 ml 60% formic acid applied on a cellulose material. The results of study show that the application of 60% formic acid together with an infrared heater in April, leads to an effective reduction of the population of the *Varroa destructor* mite in the apiaries. Early spring effective treatment of bee colonies against *Varroa destructor* would reduce bee colony losses and increase production in beekeeping.

Keywords: honey bee (*Apis mellifera mellifera* L.); *Varroa destructor*; formic acid; infrared heater; temperature probe

Въведение

Медоносните пчели (*Apis mellifera mellifera* L.) имат важно икономическо значение не само за опрашване на културни и диви растения, но и за ценните продукти, които произвеждат. През последните години един от най-често срещаните проблеми в пчеларството е загубата на пчелни семейства поради недостиг на хранителни ресурси, свързани с необичайни промени в условията на околната среда, третиране с пестициди и инсектициди, и все по-обширното разпространение на болести по пчелите (Zacarias and Karasha, 2013).

Ектопаразитният пчелен акар *Varroa destructor* първоначално е бил открит в източната медоносна пчела *Apis cerana*. През първата половина на миналия век, паразитът се разпространява и в новия гостоприемник *Apis mellifera* и сравнително бързо обхваща пчелни семейства по цял свят. Акарът *Varroa* се счита за един от факторите за намаляващия брой на пчелните семейства в Европа (De la Rúa et al., 2009). Редовното третиране срещу вароатоза е от съществено значение за пчеларството в световен мащаб (Rosenkranz et al., 2010). Също така акарите *Varroa* често са вектори за разпространение на пчелни вируси (Carreck et al., 2010; Le Conte et al., 2010; Wilfert et al., 2016). Акарите се хранят с хемолимфата и мастни телесни клетки на пчелите (Ramsey et al., 2019), като по този начин причиняват микро наранявания на своите гостоприемници (Posada-Florez et al., 2020). Редица вирусни заболявания по пчелите и пилото, като вируса на деформираните крила, остър вирусен паралич при пчелите, Ка-

шмирски вирус и израелски остър вирусен паралич, се предават заедно със заразяването с *Varroa* (Yañez et al., 2020). Установено е, че сравнително ниски нива на *Varroa* през пролетта и в началото на медосбора, могат да имат значително икономическо въздействие върху добива на пчелен мед и здравето на пчелните семейства. Ранното третиране срещу *Varroa* може да забави растежа на популацията на акара през следващата пролет и лято и да повиши производителността на пчелните семейства по време на медосбора (Currie and Gatién, 2006; Giacobino et al., 2016). Пчелните семейства се третират профилактично с различни продукти, с цел превенция и ограничаване на *разпространението* на вароатозата (Trau no et al., 2020). В пчеларството има различни начини за борба с паразитния акар *Varroa destructor*, но емпирични данни за методите, които се прилагат на практика са ограничени (Brodtschneider et al., 2023). Разработени са различни способности за контрол на вароатозата по медоносните пчели. Най-общо те могат да бъдат обобщени в следните направления: нехимични методи (предимно отстраняване на твъртеевото пило), „твърди“ акарициди, съдържащи синтетични активни съставки от групите органофосфати, пиретроиди или формамидин (амитраз) и „меки“ акарициди, съдържащи активни съставки на естествена основа, като органични киселини или етерични масла (Rosenkranz et al., 2010; Roth et al., 2020; Jack and Ellis, 2021). При биологичното пчеларство е позволено използването само на етерични масла и растителни екстракти (Refaei, 2011; Su et al., 2012; Al-Jadaani, 2018; Hýblet et al., 2021), и органич-

ни киселини за борба с вароатозата (Tihelka, 2018). Органични киселини с висока акарицидна активност са мравчената и оксаловата киселина. Мравчената киселина е летливо органично съединение, което се изпарява сравнително бързо след третиране и следователно има много кратък период на остатъчна активност (Liu, 1991). При по-високи температури изпарението на мравчената киселина се увеличава (Frie, 1991). Greattiet al.(1993) установяват, че по-ефективното третиране срещу вароатоза е с 40 ml 65% мравчена киселина, в сравнение с 25 ml 80% мравчена киселина. Норреет al. (1989) доказат, че абсорбиращи картонени плочи напоени с 20 ml 65% мравчена киселина, предизвикват 94% смъртност на акарите в пчелни семейства в Шварцвалд. Ефективността на мравчената киселина за контрол на пчелните акари зависи от материалите, върху който е импрегнирана, от концентрацията и от продължителността на приложение (Imdorf et al., 1993). За ефективно приложение на органични киселини срещу вароатоза е необходима средно дневна температура от порядъка на 21–23°C. По тази причина употребата им се осъществява не по-рано от месеците Юни – Август. Същевременно, приложението на летливи продукти при ниски температури е сравнително ниско ефективно. Христов (2016) предлага уред за експресно диагностициране степента на опаразитеност на пчелните семейства с *Varroa destructor*, който също използва нагриване до определена температура. При предишни изследвания на продукти, съдържащи тимол и оксалова киселина, също е отчетена висока ефективност срещу вароатозата (Tsvetanov, 2019). Целта на изследването е да се установи влиянието на мравчената киселина върху акара *Varroa destructor*, прилагана през пролетта при използване на инфрачервен нагревател в пчелния кошер.

Материал и методи

Експериментът е проведен през месец Април 2023 г., на три биологични пчелина – 1,

2 и 3, намиращи се в област Велико Търново. Преди началото на експеримента пчелните семейства са изравнени по сила, количество на хранителните запаси, количество на запечатаното пило. Сформирани са две групи пчелни семейства – опитна и контролна. Всяка група се състои от 6 пчелни семейства. Всички пчелни семейства са снабдени с термо сонди (за измерване на температурата в °C), а в пчелните семейства от опитната група са монтирани инфрачервени нагреватели в горната част на рамките, които не са покрити с пчели. Инфрачервените нагреватели са захранвани с постоянно напрежение от 12 V. Източникът на електричество е фото соларен панел с алтернативно захранване с батерия. Инфрачервените нагреватели са поставени в режим на работа за период от 3 денонощия. Всяко пчелно семейство от контролната и опитната група е третирано с 20 ml 60% мравчена киселина, апликирана върху целулозен носител. Отчетени са началната и крайната опаразитеност (брой акари на 100 броя пчели). Събирани са 100 пчели от произволна пита в полиетиленов плик и са заляти със спирт (De Jong et al., 1982). Изброени са пчелите и падналите от тях акари.

Влиянието на мравчената киселина е изследвано три последователни дни от нейното приложение, като отчетеният показател е брой акари. Използвана е намазана с вазелин хартия с размера на дъното на кошера. Изброени са всички паднали акари.

През целия период на експеримента пчелните семейства са наблюдавани за проява на странични явления.

Данните са представени като средна стойност ± стандартно отклонение за всяка група. Статистическата обработка на резултатите е извършена с програмата SPSS 20.0 за Windows. Достоверността на разликите е изследвана чрез t-теста на Student.

Резултати и обсъждане

Всички пчелни семейства са в нормално развитие за месец априли не са наблюдавани

странични и нетипични явления след поставянето на термосонда и инфрачервения нагревател пчелните гнезда.

В таблица 1 са представени стойностите на температурата. За трите изследвани пчелина температурата на контролната група варира в границите 14.8 – 15.7°C, а при опитните пчелни семейства, които имат инфрачервен нагревател от 23.0°C до 23.5°C. Разликата в температурата е около 8°C при двете групи пчелни семейства.

В настоящото изследване най-високата средна измерена температура с използването на инфрачервен нагревател е 23.5°C (табл. 1). Средната температура около 23°C може да се приеме за оптимална, при която се осигурява ефективно изпаряване на мравчена киселина без да се увреждат пилото и пчелите в пчелното семейство. Според van Doogemalen and Cornelissen (2013), твърде бавното изпаряване на мравчената киселина намалява нейната

ефективност и настъпва увреждане на пчелното семейство от акари. Авторите потвърждават, че при използването на мравчена киселина никога не се наблюдава смъртност и увреждане на пчелите при температура до 30°C.

В таблица 2 са представени резултатите за началната и крайната опаразитеност на пчелните семейства.

При започване на експеримента е изследвана началната опаразитеност на пчелните семейства. Данните за началната опаразитеност от двете групи пчелни семейства са с близки средни стойности (около 10 броя акари на 100 броя пчели).

Изследвана е опаразитеността на пчелните семейства през следващите три дни от приложението на 60% мравчена киселина. Резултатите са представени на фиг. 1 (А – С).

През първия ден е отчетено най-голямо количество паднали акари при опитните групи

Таблица 1. Минимални и максимални стойности на температурата (°C) при контролната и опитната група пчелни семейства на трите пчелина

Table 1. Minimum and maximum temperature (°C) of the control and experimental group bee colonies of the three apiaries

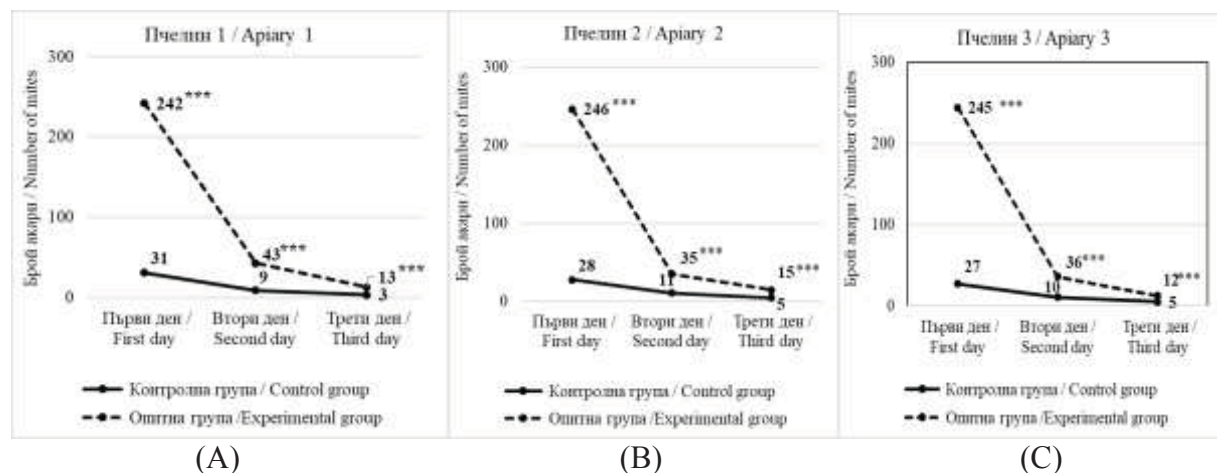
Пчелин / Apiary	Пчелин 1 / Apiary 1	Пчелин 2 / Apiary 2	Пчелин 3 / Apiary 3
Контролна група / Control group (n=6)	14.9 – 15.2	14.8 – 15.1	15.2 – 15.7
Опитна група / Experimental group (n=6)	23.0 – 23.3	23.1 – 23.2	23.2 – 23.5

Таблица 2. Начална и крайна опаразитеност (брой акари на 100 броя пчели) при контролна и опитна група

Table 2. Initial and final mite infestation (number of mites per 100 bees) in the control and experimental group

Пчелин / Apiary	Начална опаразитеност / Initial mite infestation		Крайна опаразитеност / Final mite infestation	
	Контролна група / Control group	Опитна група / Experimental group	Контролна група / Control group	Опитна група / Experimental group
Пчелин 1 / Apiary 1	10±1	11±1	7±1***	1±1
Пчелин 2 / Apiary 2	11±1	11±1	7±1***	2±1
Пчелин 3 / Apiary 3	11±1	9±1	8±1***	1±1

Легенда: средна стойност±SD, *** $p < 0.001$ / Legend: mean±SD, *** $p < 0.001$



Фигура 1. Средни стойности на опарзитеността на пчелните семейства (брой акари), изследвана на първи, втори и трети ден от приложението на мравчена киселина за пчелин 1 (A), пчелин 2 (B) и пчелин 3 (C), *** $p < 0.001$

Figure 1. Average values of mite infestation (number of mites) examined on the first, second and third day of the formic acid application for Apiary 1 (A), Apiary 2 (B) and Apiary 3 (C) from, *** $p < 0.001$

(средно около 245 броя) на трите изследвани пчелина. При контролните групи пчелни семейства, при които няма инфрачервен нагревател, количеството на паднали акари е много малко (средно около 29 броя). През втория и третия ден количеството на паднали акари прогресивно намалява, като на втория ден средната стойност на трите изследвани пчелина е около 38 ± 4 броя. Това категорично доказва действието на мравчената киселина с използване на инфрачервен нагревател, като средство за контрол на вароатозата при биологично отглеждани пчелни семейства. Резултатите показват, че на третия ден в опитните пчелни семейства остават незначително количество акари (около 14 броя), които не увреждат пчелите (фиг. 1 А – С).

Установени са статистически значими разлики ($p < 0.001$) между средните стойности на контролните и опитните групи на трите изследвани пчелина на първия, втория и третия ден от приложението на 60% мравчена киселина (фиг. 1 А – С).

Нивото на заразяване с акари на възрастните пчели (крайна опарзитеност) в опитната група пчелни семейства е достоверно пониско, отколкото това на контролните пчел-

ни семейства ($p < 0.001$) (табл. 2). Mahmood et al. (2012) използват 20 ml 65% мравчена киселина като отчитат по-ниска средна стойност на паднали акари (56 ± 2.11 броя) в сравнение с резултатите в това изследване. Skinner et al. (2001) потвърждават, че парите на мравчената киселина се разсейват по-слабо с понижаване на температурата. В едно от последните си изследвания, Qadir et al. (2021) проучват ефективността на мравчена киселина в количество 10, 15 и 20 ml/кошер) срещу акара *Varroa*. Най-ниската ефективност е получена при третиране с 10 ml 65% мравчена киселина.

Мравчена киселина е добро средство за контрол на вароатозата при биологичното пчеларство, като се има предвид, че няма доказана резистентност към нея, евтина е и не уврежда възрастните пчели работнички (Underwood and Currie, 2003).

Изводи

Резултатите от конкретното проучване показват, че приложението на 60% мравчена киселина заедно с инфрачервен нагревател

тел през месец Април, води до ефективно намаляване на популацията на акара *Varroa destructor* на изследваните пчелини. Ранното пролетно ефективно третиране на пчелните семейства срещу *Varroa destructor* рязко би намалило загубите на пчелни семейства и би увеличило продукцията в пчеларството през стопанския сезон.

Литература

- Al-Jadaani, D. M.** (2018). Efficacy of some plant essential oils to control *Varroa destructor* on honey bees *Apis mellifera* L. *Journal of King Abdulaziz University-Science*, 30(2), 57-74.
- Brodschneider, R., Schlagbauer, J., Arakelyan, I., Ballis, A., Brus, J., Brusbardis, V., Cadahía, L., Charrière, J.-D., Chlebo, R., Coffey, M.F., Cornelissen, B., Amaro da Costa, C., Danneels, E., Danihlík, J., Dobrescu, C., Evans, G., Fedoriak, M., Forsythe, I., Gregorc, A., Johannesen, J., Kauko, L., Kristiansen, P., Martikkala, M., Martín-Hernández, R. & Gray, A.** (2023). Spatial clusters of *Varroa destructor* control strategies in Europe. *Journal of Pest Science*, 96, 759-783.
- Carreck, N. L., Ball, B. V. & Martin, S. J.** (2010). Honey bee colony collapse and changes in viral prevalence associated with *Varroa destructor*. *Journal of Apicultural Research*, 49(1), 93-94.
- Currie, R. W. & Gatién, P.** (2006). Timing acaricidal treatments to prevent *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) from causing economic damage to honey bee colonies. *The Canadian Entomologist*, 138(2), 238-252.
- De la Rua, P., Jaffe, R., Dall'Olio, R., Muñoz, I. & Serrano, J.** (2009). Biodiversity, conservation and current threats to European honeybees. *Apidologie*, 40(3), 263-284.
- Fries, I.** (1991). Treatment of sealed honey bee brood with formic acid for control of *Varroa jacobsoni*. *American Bee Journal*, 131(5), 313-314.
- Giacobino, A., Molineri, A., Cagnolo, N. B., Merke, J., Orellano, E., Bertozzi, E., Masciangelo, G., Pietronave, H., Pacini, A., Salto, C. & Signorini, M.** (2016). Key management practices to prevent high infestation levels of *Varroa destructor* in honey bee colonies at the beginning of the honey yield season. *Preventive Veterinary Medicine*, 131, 95-102.
- Greatti, M., Barbattini, R. & D'Agaro, M.** (1993). Treatment of varroosis. Formic acid as a control method against *Varroa jacobsoni*. *Obiettivi e Documenti Veterinari*, 14(6), 37-43.
- Hoppe, H., Ritter, W. & Stephen, E. W. C.** (1989). The control of parasitic bee mites: *Varroa jacobsoni*, *Acarapis woodi*, and *Tropilaelaps clarae* with formic acid. *American Bee Journal*, 129, 739-742.
- Hristov, P.** (2016). Device for quick determination of the degree invasions of bee colonies with *Varroa destructor*. *Bulgarian Journal of Animal Husbandry*, 3-6, 238-245.
- Hýbl, M., Bohatá, A., Rádsetoulalová, I., Kopecký, M., Hoštičková, I., Vaničková, A. & Mráz, P.** (2021). Evaluating the efficacy of 30 different essential oils against *Varroa destructor* and honey bee workers (*Apis mellifera*). *Insects*, 12(11), 1045, 1-12.
- Imdorf, A., Charrière, J.-D., Maquelin, C., Kilchenmann, V. & Bachofen, B.** (1996). Alternative *Varroa* control. *American Bee Journal*, 136, 189-193.
- 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), 1-32.
- 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.
- Liu, T. P.** (1991). Formic acid and bee mites. *American Bee Journal*, 131, 311-312.
- Mahmood, R., Wagchoure, E. S., Raja, S. & Sarwar, G.** (2012). Control of *Varroa destructor* using oxalic acid, formic acid and Bayvarol strip in *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) colonies. *Pakistan Journal of Zoology*, 44(6), 1473-1477.
- Posada-Florez, F., Ryabov, E. V., Heerman, M. C., Chen, Y., Evans, J. D., Sonenshine, D. E. & Cook, S. C.** (2020). *Varroa destructor* mites vector and transmit pathogenic honey bee viruses acquired from an artificial diet. *PLoS ONE* 15(11), e0242688, 1-13.
- Qadir, Z. A., Idrees, A., Mahmood, R., Sarwar, G., Bakar, M. A., Ahmad, S., Raza, M. M. & Li, J.** (2021). Effectiveness of different soft acaricides against honey bee ectoparasitic mite *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). *Insects*, 12, 1032, 1-11.
- Ramsey, S. D., Ochoa, R., Bauchan, G., Gulbranson, C., Mowery, J. D., Cohen, A., Lim, D., Joklik, J., Cicero, J., Ellis, J., van Engelsdorp, D. & Hawthorne, D.** (2019). *Varroa destructor* feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(5), 1792-1801.
- Refaei, G. S.** (2011). Evaluation of some natural substances against *Varroa destructor* infesting honeybee, *Apis mellifera* in Egypt. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 89(1), 169-175.
- Rosenkranz, P., Aumeier, P. & Ziegelmann, B.** 2010. Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, 96-119.
- Roth, M. A., Wilson, J. M., Tignor, K. R. & Gross, A. D.** (2020). Biology and management of *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) in *Apis mellifera* (Hy-

menoptera: Apidae) colonies. *Journal of Integrated Pest Management*, 11(1), 1-8.

Skinner, J. A., Parkman, J. P. & Studer, M. D. (2001). Evaluation of honey bee miticides, including temporal and thermal effects on formic acid gel vapours, in the central south-eastern USA. *Journal of Apicultural Research*, 40, 81-89.

Su, X., Zheng, H., Fei, Z. & Hu, F. (2012). Effectiveness of herbal essential oils as fumigants to control *Varroa destructor* in laboratory assays. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 49(5), 1189-1195.

Tihelka, E. (2018). Effects of synthetic and organic acaricides on honey bee health: A review. *Slovenian Veterinary Research*, 55(2), 119-140.

Traynor, K. S., Mondet, F., de Miranda, J. R., Techer, M., Kowallik, V., Oddie, M. A. Y., Chantawannakul, P. & McAfee, A. (2020). *Varroa destructor*: A complex parasite, crippling honey bees worldwide. *Trends in Parasitology*, 36(7), 592-606.

Tsvetanov, Ts. (2019). Influence of Bipin-T and Bisanar drugs on the infestation of bee families with *Varroa destructor*. *Bulgarian Journal of Animal Husbandry*, 6, 36-43.

Underwood, R. M. & Currie, R. W. (2003). The effects of temperature and dose of formic acid on treatment efficacy against *Varroa destructor* (Acari: Varroidae), a parasite of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Experimental and Applied Acarology*, 29, 303-313.

van Dooremalen, C. & Cornelissen, B. (2013). Bees@wur: Formic acid failure during summer experiment in 2013. *Wageningen University and Research*. <https://www.wur.nl/en/article/beeswur-formic-acid-failure-during-summer-experiment-in-2013.htm>.

Wilfert, L., Long, G., Leggett, H. C., Schmid-Hempel, P., Butlin, R., Martin, S. J. M. & Boots, M. (2016). Deformed wing virus is a recent global epidemic in honey bees driven by *Varroa* mites. *Science*, 351(6273), 594-597.

Yañez, O., Piot N., Dalmon, A., De Miranda, J. R., Chantawannakul, P., Panziera, D., Amiri, E., Smaghe, G., Schroeder, D. C. & Chejanovsky, N. (2020). Bee viruses: Routes of infection in *Hymenoptera*. *Frontiers in Microbiology*, 11, e943, 1-22.

Zacepins, A. & Karasha, T. (2013). Application of temperature measurements for bee colony monitoring: A review. *Engineering for Rural Development*, 126-131.