

Citation/Atf: Güneşdoğdu M, Abacı SH, Şekeroğlu A. Bal arısı (*Apis mellifera* L.) zararlısı *Varroa destructor*'a karşı sonbaharda farklı formda uygulanan oksalik ve formik asitin etkisi (The effect of oxalic and formic acids applied in different forms against the honey bee (*Apis mellifera* L.) parasite *Varroa destructor* in autumn U. Arı D. / U. Bee J. 2022, 22(2):166-175. DOI: 10.31467/uluaricilik.1101558

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

BAL ARISI (*Apis mellifera* L.) ZARARLISI *Varroa destructor*'a KARŞI SONBAHARDA FARKLI FORMDA UYGULANAN OKSALİK VE FORMİK ASİTİN ETKİSİ

The Effect of Oxalic and Formic Acids Applied in Different Forms against the Honey Bee (*Apis mellifera* L.) Parasite *Varroa destructor* in Autumn

Mustafa GÜNEŞDOĞDU¹, Samet Hasan ABACI², Ahmet ŞEKEROĞLU³

¹Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü, 49250 Muş, TÜRKİYE. Yazışma Yazarı/Corresponding author E-posta: m.gunesdogdu@alparslan.edu.tr, ORCID No: 0000-0003-2786-520X

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 55270 Samsun, TÜRKİYE. E-Posta: samet.abaci@omu.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-1341-4056

³Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Hayvansal Üretim ve Teknolojileri Bölümü, 51240 Niğde, TÜRKİYE. E-Posta: ahmet.sekeroglu@ohu.edu.tr, ORCID No: 0000-0002-1896-2449

Geliş Tarihi / Received: 11.04.2022

Kabul Tarihi / Accepted: 19.07.2022

DOI: 10.31467/uluaricilik.1101558

ÖZ

Bu çalışma, dünya çapında bal arısı (*Apis mellifera* L.) yetiştiriciliğinde koloni kayıpları ve verim düşüklüğünün başlıca sebebi olarak görülen *Varroa destructor* parazitine karşı farklı formda uygulanan oksalik ve formik asidin etkinliğini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Formik asit iki deneme grubunda (FormicPro™; %70'lik sıvı formik asit), oksalik asit altı deneme grubunda (Damlatma; Sprey; Sublimasyon; Gliserinli Havlu; Ayçiçek Yağlı Havlu; Ultrasonik Sisleme) test edilmiştir. Kontrol grubu, çalışma süresince hiçbir uygulamaya maruz kalmamıştır. Sonuçlara göre, varroaya karşı en yüksek etki FormicPro™ grubunda belirlenmiştir (P<0.001). Ancak, formik asit gruplarında kolonilerin kuluçka faaliyeti neredeyse tamamen durmaktadır. Hiçbir uygulama yapılmayan kontrol grubu ve ultrasonik sisleme makinası ile uygulama yapılan oksalik asit grubunda varroa popülasyonu artış göstermiştir (P<0.001). Sonbaharda, çalışmanın yapıldığı konumda her uygulamanın varroa'ya karşı yeterince etkili kontrol sağlamadığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bal arısı, Formik Asit, Oksalik Asit, Etkinlik, *Varroa destructor*

ABSTRACT

This study was carried out to determine different forms of the effectiveness of oxalic and formic acid applied against *Varroa destructor* parasite, which is seen as the main cause of colony losses and low yield in honeybees (*Apis mellifera* L.) worldwide. Formic acid was tested in two trial groups (FormicPro™; 70% liquid formic acid) and oxalic acid in six trial groups (Dribbling; Spray; Sublimation; Glycerine Shop towel; sunflower Oil Shop Towel; Ultrasonic Fogging). The control group was not exposed to the application during the study. According to the results, the highest effect against varroa was determined in the FormicPro™ group (P<0.001). However, incubation activity of colonies almost completely ceases in formic acid groups. The rate of varroa infestation increased control group and the oxalic acid group treated with an ultrasonic fogging machine (P<0.001). In the autumn, it was concluded that not every application provided effective control against varroa at the location where the study was conducted.

Keywords: Honeybee, Formic Acid, Oxalic Acid, Activity, *Varroa destructor*

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

EXTENDED ABSTRACT

Aims: *Varroa destructor* is considered to be the most damaging parasite to honeybees (*Apis mellifera* L.) worldwide from past to present. Against this parasite, organic acids are used with different methods. This study, it was carried out to determine the effectiveness of oxalic and formic acid applied in different forms against *V. destructor* parasite, which is seen as the main cause of economic losses in beekeeping.

Material and Method: FormicPro™ and 70% liquid formic acid were used in the treatment of Formic acid to reduce the infestation rate of the parasite in the colonies. Oxalic acid groups were treated by methods (Dribbling, Spray, Sublimation, Glycerine Shop Towel, sunflower oil Towel, Ultrasonic Fogging). The control group was not exposed to any application during the study. During the study, all group colonies were fed with sugar syrup (1:1) and protein patties.

Results and Discussion: According to the results, the highest efficacy (100%) and the least brood activity against varroa were determined in the FormicPro™ group ($P<0.001$). Brood activity in all colonies decreased or stopped during formic acid treatment. The most effective (82,4%) oxalic acid treatments were determined as oxalic acid sublimation ($P<0.001$). The rate of varroa infestation increased in the control group and the oxalic acid group treated with an ultrasonic fogging machine ($P<0.001$). It was determined that the oxalic acid spray method decreased the brood production of the colonies. Marinelli et al. (2007) reported that the effectiveness of liquid formic acid varies between 89,5 – 97,2%. Menzies et al. (2019) reported that the 14th and 20th-day effect of the commercially named FormicPro™ product was 89,4% and 82,4%, respectively.

Our Oxalic Acid shop towel treatment results are not compatible with Oliver (2018). The least reduction in the number of bee-covered frames was observed in the oxalic acid sublimation method. According to the study conducted by Yücel (2005), it was determined that there was not much decrease in the number of bee-coated and brooded frames as a result of oxalic acid dribble and liquid formic acid treatment.

Conclusion: Turkey has an important position in terms of beekeeping and quality bee products due to its different geographical regions and diverse vegetation. Migratory beekeeping is actively

practiced in every region. Because of this, diseases and pests spread rapidly among apiaries. Beekeepers must fight against diseases and pests with effective methods. It is important to increase scientific studies in order to carry out effective beekeeping activities and minimize the problems encountered.

GİRİŞ

Varroa (Varroa destructor) hastalığı, bal arılarının hem erginlerine hem de kuluçkasına zarar veren bir dış parazittir (Anderson ve Trueman 2000). Bu parazit, orijinal konağı *Apis cerana*'dan *Apis mellifera*'ya transferinden bu yana (Colin 1999), dünya çapında bal arısı (*A.mellifera* L.) kolonilerinde büyük kayıplara sebep olmaktadır (Martin vd. 2012). Parazit, kapalı kuluçka içerisinde arıların vücut yağ dokusu ile beslenmektedir (Ramsey vd. 2019). Bal arısı (*A. mellifera* L.) kolonilerinin bu parazit tarafından bulaşık hale gelmesi, arı yavrularının ve erginlerinin zayıflamasına ve deformasyonuna sebep olmaktadır (Boecking ve Genersch 2008). Akara karşı çeşitli maddeler ve ilaçlar bilinçsizce kullanılmıştır (Akyol vd. 1998). Bilinçsiz kullanımın sonucu olarak bu ilaçlara karşı dirençli varroa hatları oluşmakta, kullanılan ilaçların etkinlikleri azalmakta ve ilaç kalıntıları gıda güvenliği ve insan sağlığı bakımından önemli bir sorun haline gelmektedir (Akyol ve Özkök, 2005, Akyol ve Korkmaz, 2006). Günümüzde bu sorunlara karşı organik bileşikler (Tymol, Oksalik, Formik, Sitrik ve Laktik) kullanımı gittikçe önemini artırmaktadır (Formato ve Smulders 2011, Cengiz 2018, Gregorc ve Sampson 2019). Oksalik asit (O.A), dünya çapında varroaya karşı kullanılan en yaygın doğal kaynaklı sentetik akarisitlerden biridir. Püskürtme ve süblimasyon uygulama tekniklerinin 1980'lerin ortalarından bu yana Doğu Avrupa ve Asya'da yoğun olarak kullanılmasından dolayı varroaya karşı etkileri iyi bilinmektedir (Okada ve Nekane 1987, Popov vd. 1989). Oksalik asidin süblimasyon (Rademacher ve Harz 2006), damlatma ve sprej (Charriere ve Imdorf 2002, Rademacher ve Harz 2006) uygulamalarında en fazla etki gösterebilmesi için kapalı yavru çok az ya da hiç olmamalı, hava sıcaklığı soğuk ve 0°C'tan düşük olmamalıdır (Akyol ve Yeninar, 2009). Formik asit, kapalı kuluçka gözündeki akarılara karşı etkili aktif maddedir (Fries 1990, Rosenkranz vd. 2010). Avrupa ülkelerinde 80'lerin başından bu yana yaygın olarak arıcılar tarafından kullanılmaktadır (Ritter ve Ruttner 1980, Wachendörfer vd. 1985,

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Elzen ve Westervelt 2002). Yaygın kullanımına karşın arıcı için tehlikeli olması, ana arı ölümü, üretkenlikte azalma, koloninin terki ve oğul verme gibi dezavantajları bildirilmektedir (Bolli 1993). Dünya çapında bu asitlerin etkileri, Nanetti vd. (1995), Imdorf ve Charrière (1998), Akyol ve Yeninar (2009), Girişgin ve Aydın (2010), Frey vd. (2011), Mert ve Yücel (2011), Bacandritsos vd. (2007), Seeley ve Smith (2015), Peck ve Seeley (2019) gibi birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Bu çalışmalar, asitlerin etkinliğinin kuluçka miktarına, mevsime, iklime, varroa ve ergin arı popülasyonuna, göçer arıcılığa, sıcaklığa, formik asit kabına, asitlerin dozuna, rüzgâr yönüne, arıcının kolonilere müdahalesine, erkek arı yoğunluğuna, koloninin yapısına ve bölgedeki arı yoğunluğuna göre doğrudan değiştiğini göstermiştir.

Bu çalışma, *V. destructor*'a karşı oksalik ($H_2C_2O_4$) ve formik asit (HCOOH) bazlı tedavi yöntemlerinin etkinliğinin araştırılması için yürütülmüştür.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma, 10 Eylül – 11 Kasım 2020 tarihleri arasında Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi kampüs ($36^{\circ}56'26''N$ $34^{\circ}37'31''E$) içinde yürütülmüştür.

Kolonilerin Seçimi

Arı kolonisi olarak ahşap, altı ızgaralı Langstroth model kovanlar kullanılmıştır. Kolonilerde güz dönemi olmasından dolayı arılı ve kuluçkalı çerçeve bakımından eşitleme yapılmamıştır. Her bir deneme grubunda 5 adet koloni olmak üzere toplam 45 adet koloni ile çalışma yürütülmüştür. Çalışma süresince tüm grup kolonileri şeker şurubu (1:1) ve ticari olarak piyasadan satın alınan proteinli arı keki ile beslenmiştir.

Oksalik Asit Tedavisi

Oksalik asit kristallerinin havluya emdirmesi bitkisel gliserin ve ayçiçek yağı ile yapılmıştır. Oksalik asit / gliserin (1:2) Oliver (2018)'in formülasyonuna göre yapılmıştır. Oksalik asit / yağ (1:3) Oliver (2018)'in formülasyonunun da kullandığı çözücü gliserin yerine ayçiçek yağı kullanılarak ısı işlem ile çözdürüldükten sonra 10x10 cm boyutunda bez havlular üzerine dökülerek emdirilme sağlanmıştır. Oksalik / yağ formülasyonunda, bez havlular birbirine sıkıca yapışmasından dolayı etkin kullanım için uygun olmamaktadır. Oksalik asit sprey ve damlatma yöntemiyle %20'lik şeker şurubu çözeltisi içinde %3,6'lık oranda hazırlandıktan sonra çerçeve başına

5'er ml olarak uygulanmıştır. Oksalik asit süblimasyon ise piknik tüpüne bağlı alev ısıtıcı cihazla her bir koloniye 1 gr olarak uygulanmıştır. Ultrasonik sisleme cihazı ile %15'lik oksalik asit saf su çözeltisi, 30 sn süresince her bir koloniye uygulanmıştır. Ayrıca, Palmera marka buhar makinası ile %15'lik etil alkol oksalik asit çözeltisi 5 sn süresince her bir koloniye uygulanmıştır. Her tedavi ayda bir kez uygulanmıştır (Al-Sayegh 2015, Jack vd. 2020).

Formik Asit Tedavisi

Formik asit tedavisinde FormicPro™ ve %70'lik sıvı formik asit kullanılmıştır. Sıvı formik asit, çerçeve arasına uygun plastik aparat ile 40 ml uygulanmıştır (Norain Sajid vd. 2020). FormicPro™ ise üretici firmanın üzerinde yazılı kullanım talimatına uygun olarak uygulanmıştır (Menzies vd. 2019). Kontrol grubu kolonilerine hiçbir tedavi uygulaması yapılmamıştır.

Varroa Bulaşıklık Belirlemesi

Çalışmadan üç gün önce doğal olarak enfekte olmuş tüm kolonilerin varroa (*Varroa destructor*) bulaşıklık seviyesi pudra şekeri sallama yöntemi ile belirlenmiştir (Ellis ve Acedo 2001, Gregorc ve Sampson 2019). Kısaca, petek gözlerinde çoğunluğu larva periyodunda olan çerçeve üzerinden yaklaşık 200-250 adet ergin arı cam kavanoza alınarak üç dakika süre ile sallandıktan sonra farklı gözenek çaplı elekler vasıtasıyla varroanın ayrıştırılması sağlanmıştır. Varroa bulaşıklık seviyesi (%) ve ilaçların etkinlik seviyesi (%) Çakmak vd. (2011)'in belirttiği eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

İstatistik Analiz

Verilerin normallik varsayımı Kolmogorov – Smirnov testi ile incelenmiş ve verilerin normal dağılım sağlamadığı belirlenmiştir ($P<0.05$). Veriler için uygun transformasyon (ln, log, karekök) yöntemleri uygulanmasına rağmen normal dağılım sağlamadığı için verilere parametrik olmayan yöntemlerden permütasyon testi uygulanmıştır. Ortalamaları karşılaştırmak için ikili permütasyon testleri kullanılmıştır (Onder 2007, Anderson 2001). Arı kaplı çerçeve, yavrulu çerçeve ve varroa bulaşıklığı için 99.999 permütasyon yapılmıştır. Analizler, Anderson (2000) tarafından yazılan NPMANOVA yazılımı ile yapılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışma sonucunda, zamana bağlı olarak tüm grup

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

kolonilerinde arı kaplı çerçeve sayısında istatistiki farklılık ($P=0.356$) olmamasına rağmen, yavrulu çerçeve sayısında farklılık olduğu belirlenmiştir ($P=0.014$). Muamele grupları arasında arı kaplı ve yavrulu çerçeve sayısında istatistiki farklılık olduğu belirlenmiştir. Zamanla muamele gruplarının yavrulu ve arı kaplı çerçeve sayılarının değişimi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Arı kaplı çerçeve sayısı son ölçüm yapıldığı kasım ayında en az olarak oksalik asit sprey (OAS) tedavi grubunda

olduğu belirlenmiştir. Yavrulu çerçeve sayısında en düşük formik asit grupları (FormicPro™, %70'lik formik asit) olduğu belirlenmiştir. Formik asit uygulamasının kuluçka faaliyetini durdurduğu belirlense de *Varroa destructor* üzerine en etkili olduğu tespit edilmiştir. Hiçbir tedavi uygulanmayan kontrol grubunun (KG) varroa bulaşıklık seviyesi bakımından en kötü grup olduğu belirlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışma Süresince Kolonilerin Arı Kaplı ve Kuluçkalı Çerçeve Sayısı (ad.) ve *Varroa destructor* Bulaşıklık Seviyesi (%)

Table 1. The Number of Bee Covered and Brood Frames of Colonies During the Study and *Varroa destructor* Infestation Level (%).

Uygulama Zamanı	Uygulama Tipi	Arılı Kaplı Çerçeve (adet) ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)	Yavrulu Çerçeve (adet) ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)	Varroa Bulaşıklık (%) ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)
10 Eylül	OG	8,00 ± 0,00 ^{ab}	3,5 ± 0,29 ^{a-d}	26,5 ± 5,63 ^a
	OY	8,25 ± 0,25 ^a	3,00 ± 0,41 ^{b-f}	20,75 ± 2,59 ^{a-c}
	FP	7,50 ± 0,65 ^{a-c}	4,25 ± 0,48 ^{ab}	10,25 ± 3,01 ^{b-f}
	OAD	8,00 ± 0,00 ^{ab}	5,00 ± 0,58 ^a	7,50 ± 3,28 ^{c-f}
	OAS	6,75 ± 0,63 ^{a-f}	3,50 ± 1,32 ^{a-d}	12,75 ± 3,07 ^{a-f}
	OASUB	7,50 ± 0,65 ^{a-c}	3,50 ± 0,96 ^{a-d}	8,50 ± 1,89 ^{b-f}
	UOA	7,00 ± 0,41 ^{a-e}	3,75 ± 0,25 ^{a-c}	10,25 ± 2,02 ^{b-f}
	%70 FA	6,25 ± 0,25 ^{b-f}	3,25 ± 0,25 ^{a-e}	2,00 ± 0,41 ^{ef}
	KG	7,25 ± 0,85 ^{a-d}	5,00 ± 0,91 ^a	7,75 ± 1,7 ^{c-f}
09 Ekim	OG	6,75 ± 0,63 ^{a-f}	2,50 ± 0,29 ^{b-f}	6,75 ± 3,9 ^{c-f}
	OY	8,00 ± 0,00 ^{ab}	3,75 ± 0,25 ^{a-c}	6,00 ± 1,22 ^{c-f}
	FP	7,25 ± 0,75 ^{a-d}	1,25 ± 0,48 ^{e-i}	0,00 ± 0,00 ^f
	OAD	7,75 ± 0,25 ^{ab}	3,25 ± 0,48 ^{a-e}	19,00 ± 5,76 ^{a-d}
	OAS	5,75 ± 0,75 ^{c-g}	2,00 ± 0,71 ^{c-h}	5,50 ± 3,18 ^{c-f}
	OASUB	6,75 ± 0,48 ^{a-f}	2,25 ± 0,63 ^{c-g}	0,25 ± 0,25 ^f
	UOA	6,75 ± 0,25 ^{a-f}	2,75 ± 0,25 ^{b-f}	19,25 ± 8,81 ^{a-d}
	%70 FA	6,25 ± 0,25 ^{b-f}	1,25 ± 0,48 ^{e-i}	0,25 ± 0,25 ^f
	KG	5,75 ± 1,49 ^{c-g}	1,88 ± 1,13 ^{c-i}	23,75 ± 11,31 ^{ab}
11 Kasım	OG	5,50 ± 0,65 ^{d-h}	1,50 ± 0,29 ^{d-i}	13,50 ± 4,63 ^{a-f}
	OY	7,25 ± 0,25 ^{a-d}	1,75 ± 0,63 ^{c-i}	7,25 ± 1,31 ^{c-f}
	FP	6,25 ± 0,48 ^{b-f}	0,00 ± 0,00 ⁱ	0,00 ± 0,00 ^f
	OAD	5,75 ± 0,25 ^{c-g}	2,00 ± 0,71 ^{c-h}	4,00 ± 0,71 ^{d-f}
	OAS	3,75 ± 0,48 ^h	0,50 ± 0,29 ^{g-i}	4,50 ± 1,55 ^{d-f}
	OASUB	6,25 ± 0,25 ^{b-f}	1,00 ± 0,41 ^{f-i}	1,50 ± 0,65 ^{ef}
	UOA	5,25 ± 0,48 ^{e-h}	2,00 ± 0,41 ^{c-h}	17,00 ± 7,33 ^{a-e}
	%70 FA	5,00 ± 0,41 ^{f-h}	0,25 ± 0,25 ^{h-i}	0,25 ± 0,25 ^f
	KG	4,25 ± 0,85 ^{gh}	1,25 ± 0,63 ^{e-i}	26,75 ± 12,91 ^a
Varyans Unsurları	F (P)	F (P)	F (P)	
Uygulama Zamanı	1.075 (0.356)	4.534 (0.014)	5.557 (0.004)	
Uygulama Tipi	9.563 (<0.001)	12.451 (<0.001)	3.871 (0.001)	
U. Zamanı * U. Tipi	1.925 (0.030)	1.879 (0.035)	2.644 (0.003)	

*Aynı sütundaki farklı harfler istatistiki farklılığı gösterir ($P<0.001$), X: Ortalama, Sx: Standart Hata

**Oksalik Asit/Gliserin (OG); Oksalik Asit/Yağ (OY); FormicPro™ (FP); Oksalik Asit Damlatma (OAD); Oksalik Asit Sprey (OAS); Oksalik Asit Sublimasyon (OASUB); Ultrasonik Sisleme Oksalik Asit (UOA); %70'lik formik asit (%70 FA); Kontrol Grubu (KG)

Tüm zamanlarda muamele grupları arasında varroa bulaşıklık seviyesi (%) bakımından önemli düzeyde

istatistiki farklılık saptanmıştır ($P<0.001$). Formik asit gruplarının tedavi sonrasında en etkili gruplar olduğu

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

belirlenmiştir ($P<0.001$; Tablo 2). Hiçbir tedavi uygulanmayan kontrol grubunda (KG) varroa %256,7 artış göstermiştir. En etkisiz tedavinin %15'lik oksalik asitin ultrasonik sisleme (UOA) makinası ile uygulandığı gruplarda olduğu

belirlenmiştir. Özellikle, güz döneminde bu parazite karşı hiçbir uygulama yapılmaması ve düşük etkili ilaç uygulama yöntemleri kolonilerin yoğun parazit altında kaldığı gözlemlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Varroaya Karşı Oksalik ve Formik Asit Uygulamalarının Etkinliği (%)

Table 2. The Efficiency of Oxalic and Formic Acid Applications Against Varroa (%)

	Muamele Grupları								
	OG	OY	FP	OAD	OAS	OASUB	UOA	%70 FA	KG
Metodların Etkinlik Seviyesi (%)	49.1	65.1	100.0	46.7	64.7	82.4	-68.3	87.5	-256.7

**Oksalik Asit/Gliserin (OG); Oksalik Asit/Yağ (OY); FormicPro™ (FP); Oksalik Asit Damlatma (OAD); Oksalik Asit Sprey (OAS); Oksalik Asit Sublimasyon (OASUB); Ultrasonik Sisleme Oksalik Asit (UOA); %70'lik formik asit (%70 FA); Kontrol Grubu (KG)

TARTIŞMA

Giusti vd. (2017) sıvı formik asitin etkinliğini %95 olarak rapor etmişlerdir. Pietropaoli ve Formato (2018) yaptıkları çalışmada farklı bölgelerde %60'lık sıvı formik asitin etkinliğinin %57-72 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Pietropaoli ve Formato (2019)'ya göre, üç farklı (Nassenheider professional®, MAQS®, Varterminator®) ticari formik asit ürününün etkisinin sırasıyla; %73,2, %49,3 ve %81,2 olduğunu bildirmişlerdir. Ek olarak, MAQS® ve Varterminator® ürünlerinin uygulandığı tedavi gruplarında ana arı kayıpları olduğunu rapor etmişlerdir. Marinelli vd. (2007), farklı buharlaştırma aparatları ile uygulanan sıvı formik asitin etkinliğinin aparatın yapısına göre %89,5-97,2 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Marinelli vd. (2008), %65'lik Mitegone® ticari ürününün %70,9 ve %65'lik 120 ml sıvı asidin %55,98 etkisini bildirmişlerdir. Yücel (2005), yaptığı çalışmada sonbaharda %65'lik asidin etkisinin %79,12 olduğunu bildirmiştir. Steube vd. (2021), tarafından yapılan %60 ve %85'lik sıvı formik asit çalışmasına göre, çift kuluçkalıklı kolonilerde %85'lik formik asit uygulamasının daha etkili olduğu rapor edilmiştir. Menzies vd. (2019), FormicPro™ ticari isimli ürünün uygulamayı takiben 14. ve 20. gün etkisini sırasıyla; %89,4 ve %82,4 olduğunu ve %65'lik sıvı formik asidin varroaya karşı etkisini %62 olarak bildirmişlerdir. Sıvı formik asidin etkisini Vandervalk vd. (2014), %78 olarak rapor etmişlerdir. Satta vd. (2005) farklı bölgelerde ve farklı yıllarda formik asitin ergin arı, kraliçe ve kuluçka kayıplarına sebep olduğunu rapor etmişlerdir. Marinelli vd. (2007), çalışmalarında üç

farklı (ErForm®, petri kabı, kovan yemliği) buharlaştırma aparatında kraliçe arı kaybını sırasıyla, %67, %28, %14 olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızda, formik asit tedavi gruplarının hiç birinde ana arı kaybı olmamıştır. Ancak, oksalik asit ve kontrol gruplarında kuluçka faaliyeti devam ederken formik asit gruplarında tamamen durmuştur.

Oksalik Asit havlu çalışmamızın sonuçlarının, Oliver (2018)'in sonuçları ile benzer olmadığı tespit edilmiştir. Oksalik asit damlatma yönteminde, Adjlane vd. (2016), 5 ml %4,2, %3,2 ve %2,1'lik oksalik asit çözeltisinin varroaya karşı etkinliğini sırasıyla, %81, %72 ve %65 olarak bildirmişlerdir. Ek olarak, %4,2'lik çözeltinin ergin arılar için toksik olduğu ve popülasyonu azalttığını rapor etmişlerdir. Charriere ve Imdorf (2000), varroaya karşı bir litre şeker şurubu içine 45 gr oksalik asit eklemenin %97 ve 30 gr eklemenin %96 varroaya karşı etkisi olduğunu bildirmişlerdir. Gregorc ve Planinc (2012)'e göre, %3,5'luk tedavinin varroa popülasyonunda azalmaya %41 etkisi olduğunu bildirmiştir. Moosbeckhofer (2003), yaptığı çalışmada, %3,5'luk solüsyonun varroaya karşı %98 etkisini, Gregorc ve Planinc (2001) çalışmalarında yaz sezonunda %4,1 ve %5,2'lik solüsyonun sırasıyla %39 ve %52 etkisini, Rademacher ve Harz (2006), %3,5'luk solüsyonun %90 etkisini bildirmişlerdir. Yaz sezonunda çok kez %3'lük oksalik asit damlatma uygulamasının kuluçka kaybına sebep olacağı bildirilmektedir (Adjlane vd. 2016, Hatjina ve Haristos 2005). Cengiz (2012), Erzurum bölgesinde yürüttüğü çalışmada %3,2'lik oksalik asit şeker şurubu (1 su:1 şeker) damlatma

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

uygulamasının varroaya karşı etkisini %84,9 olarak bildirmiştir. Emsen ve Dodoloğlu (2009) tarafından Erzurum bölgesinde yürütülen çalışmada, oksalik asidin etkinliğinin %95,9 olduğu rapor edilmiştir. Akyol ve Yeninar (2009), oksalik asit damlatma yönteminin varroaya karşı etkinliğini %93,4 olduğunu ve koloni bireyleri üzerinde olumsuz bir etki gözlemlenmediğini bildirmişlerdir. Radetzki (1994) ve Nanetti vd. (1995), tarafından kolonilerde kapalı kuluçkanın olmadığı dönemde yapılan oksalik asit damlatma uygulamasının etkinliğinin %89,6-%99,5 arasında değiştiği rapor edilmiştir. Akyol ve Güneşdoğdu (2019), %3,5'lük solüsyonun sprey olarak varroa mücadelesinde kullanımında varroa oranının %5,1'den %1,4'e düştüğünü bildirmişlerdir. Bir litre su içine 30 gr eklenen oksalik asidin sprey olarak ergin arılar üzerine uygulanmasının %95 oranında varroa ölümüne sebep olduğu bildirilmiştir (Colin 1999, Charrière vd. 1998, Imdorf vd. 1997). Gregorc vd. (2004), oksalik asitin larvaların orta bağırsağını etkileyerek nekroza sebep olduğunu bildirmişlerdir. Al Toufailia vd. (2018), Rademacher ve Harz (2006), van der Steen ve Vejsnaes (2021) kolonilerde kuluçka olmadığı dönemlerde uygulanan %3,2'lik oksalik asit-su solüsyonunun varroaya karşı etkili olduğunu bildirmişlerdir. Yücel (2005), yaptığı çalışmada sonbaharda %3,2'lik solüsyonun etkinliğinin %92,01 olduğunu rapor etmiştir. Al Toufailia vd. (2018) tarafından varroaya karşı oksalik asit buharlaştırma yönteminin iki hafta aralıkla iki kez uygulanmasının %94,4-99,6 oranında etkiye sahip olduğu bildirilmektedir. Evans vd. (2021)'ne göre, ilkbahar sezonunda uygulanan buharlaştırma tedavisinin varroa popülasyonunu ve bal verimini azalttığı bildirilmektedir. Jack vd. (2020), oksalik asit buharlaştırma ve amitraz uygulamasının varroa'ya karşı etkinliğini incelemiş ve amitraz uygulamanın daha etkili ve koloni sağlığı için daha iyi olduğunu vurgulamışlardır. Yücel (2005) yaptığı bir çalışmada, sonbaharda uyguladığı %3,2'lik oksalik asit grubunda arılı çerçeve sayısını çalışma öncesi 5,88 (adet) ve çalışma sonrası 5,85 (adet), %65'lik sıvı formik asit grubunda ise çalışma öncesi 5,23 (adet) ve çalışma sonrası ise 5,17 (adet) olarak bildirmiştir. Ayrıca, formik asit grubunda yavrulu alan çalışma öncesi 22,41 (dm²) ve çalışma sonrası 20,45 (dm²) olarak bildirmiştir. Çalışmamızda, oksalik asit grubunda çalışma öncesi ve sonrası arılı ve yavrulu çerçeve sayısı bakımından istatistiki fark olduğu ve formik asit grubunda yavru üretiminin neredeyse hiç olmadığı belirlenmiştir (Tablo 1). Maggi vd. (2015), güz sezonunda oksalik asit uygulanan tedavi grubunun çalışma sonunda ortalama arı kaplı

çerçeve sayısının 8 adet, yavrulu çerçeve sayısını ise 3,2 adet olduğunu rapor etmişlerdir.

SONUÇ

Çalışmayı yürüttüğümüz bölge, özellikle yaz mevsimlerinde göçer arıcılar tarafından yoğun olarak ziyaret edilmesi, bölgedeki arı (*A. mellifera* L.) kolonilerinin varroa tarafından fazla etkilenmesine sebep olmaktadır. Bu zararlı ile mücadelede, etkisinin fazla ve hızlı olmasından dolayı sentetik kimyasal kullanımının sonucunda, zararlının direnç kazandığı dikkate alınarak daha az zararlı etkisi olduğu düşünülen doğal kaynaklı sentetik organik asitler ile mücadelenin mevsime ve hava koşullarına uygun olarak dönüşümlü ve tüm bölgelerde sistemli olarak kullanılması gerekmektedir. Arıcıların kolonilerinin varroa bulaşıklık seviyesini belli dönemlerde pudra şekeri sallama yöntemi ile kontrol etmesi, bu parazitin koloniler üzerindeki zararının yüksek seviyelere çıkmadan kontrol edilmesine olanak sağlayacaktır. Pudra şekeri sallama yöntemi hem kolay hem de arı sağlığına zararsız bir yöntemdir. Oksalik ya da formik asit uygulamasında arıcının kendini asitlerin zararlarına karşı kesinlikle koruyucu ekipmanlar (gaz maskesi, lateks eldiven, gözlük) kullanması gerekmektedir. Kolonilerde yavru faaliyetinin devam ettiği sezonlarda oksalik asit ile yapılan tedaviler yeterli etki göstermemektedir. Güz dönemi kısa süreli formik asit uygulaması, parazite karşı yüksek etkinlik göstermektedir. Ancak, formik asit uygulanan kolonilerde kuluçka faaliyetinin neredeyse tamamen durması kış arılarının yeterince yetişmemesine sebep olacaktır. Bundan dolayı, formik asit uygulaması bal hasadından kısa süre sonra uygulanarak kolonilerin tekrar yavru faaliyetine geçmesi için takviye besleme yapılması gerekmektedir. Bu uygulamaların yapılmış çalışmalar ile farklılık göstermesi çevresel ve iklimsel değişikliklerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Mali Kaynak: Bu çalışma için sağlanmış mali kaynak bulunmamaktadır.

Etik Belgesi: Bu çalışma için etik belgesi gerekli değildir.

Çıkar Çatışma Beyanı: Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder(ler).

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı: Yazar(lar) makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder(ler).

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Teşekkür: Bu çalışma, rahmetli Prof.Dr. Ethem AKYOL katkıları ile yürütülmüştür.

KAYNAKLAR

- Adjlane N, Tarek EO, Haddad N. Evaluation of Oxalic Acid Treatments against the Mite *Varroa destructor* and Secondary Effects on Honey Bees *Apis mellifera* J Arthropod-Borne Dis. 2016;10(4): 501-509.
- Akyol E, Güneşdoğdu M. Comparison of Effects of Oxalic Acid (C₂H₂O₄) Applied in Different Forms on *Varroa* (*Varroa destructor*) Population in Honeybees (*Apis mellifera* L.). 11th International Congress of the Turkish Journal of Agriculture – Food Sciences and Technology, Antalya - Turkey, 10-12 Ekim 2019, p. 572-575.
- Akyol E, Korkmaz A. Biological Methods to Control of the *Varroa destructor* U. Arı D. - U. Bee J. 2006;2:62-67.
- Akyol E, Özkök D. Use of Organic Acids in the Control of *Varroa* (*Varroa destructor*) U. Arı D. - U. Bee J. 2005;5: 167-174.
- Akyol E, Yeninar H. Use of Oxalic Acid to *Varroa destructor* in Honeybee (*Apis mellifera* L.) Colonies Turk. J. Vet. Anim. Sci. 2009;33(4): 285-288, doi:10.3906/vet-0712-16.
- Akyol E, Kaftanoğlu O, Özkök D. Balarısı Hastalıkları, Teşhis-Tedavi ve Kontrol Yöntemleri, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde Arıcılığı Geliştirme Projesi Eğitim Programı Kurs Notları, Lefkoşa, K.K.T.C. 1-5 Nisan, 1998, p.45.
- Al Toufailia H, Scandian L, Shackleton K, Ratnieks FL. Towards Integrated Control of *Varroa*: 4) *Varroa* Mortality from Treating Broodless Winter Colonies Twice with Oxalic Acid via Sublimation J Api. Res. 2018;57(3):438-443, <https://doi.org/10.1080/00218839.2018.1454035>.
- Al-Sayegh MA. Means and Tools for *Varroa* Nipple Management A Guide to Efficient *Varroa* Sampling and Effective Control from The Book: The Honey Bee Health Coalition, College of Agriculture and Forestry / University of Mosul, Iraq, 2015.
- Anderson DL, Trueman JWH. *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is More Than One Species Exp. Appl. Acarol. 2000;24:165–189.
- Anderson MJ. NPMANOVA: A Fortran Computer Program for Non-Parametric Multivariate Analysis of Variance (for Any Two-Factor ANOVA Design) Using Permutation Tests. Department of Statistics: University of Auckland, 2000.
- Anderson MJ. Permutation Tests for Univariate or Multivariate Analysis of Variance and Regression Can. J. Fish. Aquatic Sci. 2001;58: 626–639.
- Bacandritsos N, Papanastasiou I, Saitanis C, Nanetti A, Roinioti E. Efficacy of Repeated Trickle Applications of Oxalic Acid in Syrup for Varroosis Control in *Apis Mellifera*: Influence of Meteorological Conditions and Presence of Brood Vet. Parasitol. 2007;148: 174–178.
- Boecking O, Genersch E. Varroosis the on going Crisis in Bee Keeping J. Verbr Lebensm, 2008;2:221–228.
- Bolli HK, Bogdanov S, Imdorf A, Fluri P. De Zur Wirkungsweise von Ameisensäure bei *Varroa jacobsoni* Oud und der Honigbiene (*Apis mellifera* L.) [Action of formic acid on *Varroa jacobsoni* Oud. and the honey bee (*Apis mellifera* L.)] Apidologie, 1993;24:51–57.
- Cengiz MM. In Honey Bee Colonies (*Apis mellifera* L.), Usage of Different Organics Compounds and Their Effects to Colony Performance Against *Varroa destructor* Infestation. Kafkas Uni. Vet. Fak. Derg, 2012;18:133-137, DOI:10.9775/kvfd.2012.6000.
- Cengiz MM. Effectiveness of Combining Certain Biotechnical Methods with Thymol Treatment against *Varroa destructor* Infestation AJAR, 2018; 13(47): 2735-2740, DOI: 10.5897/AJAR2018.13572.
- Charrière JD, Imdorf A. Acide Oxalique par Dégouttement: essai 1999/ 2000 et Recommandation D'utilisation pour l'Europe Rev. suisse Apic. 2000;97(11-12): 400–407.
- Charriere JD, Imdorf A. Oxalic Acid Treatment by Trickling against *Varroa destructor*: Recommendations for Use in Central Europe and under Temperate Climate Conditions Bee World, 2002;83:51-60.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Colin ME. Intoxications, Bee Disease Diagnosis”, Options Méditerranéennes, 1999;25:167–175.
- Çakmak İ, Çakmak SS, Fuchs S, Yeninar H. Bal Arısı Kolonilerinde Varroa Bulaşıklık Seviyesinin Belirlenmesinde Pudra Şekeri ve Deterjan Yönteminin Karşılaştırılması U. Arı D. - U. Bee J. (2011); 11(2): 63-68.
- Ellis MD, Acedo PA. Using the Sugar Roll Technique to Detect Varroa Mites in Honey Bee Colonies Historical Materials from. University of Nebraska- Lincoln Extension, 2001, p.116.
- Elzen PJ, Westervelt D. Detection of Coumaphos Resistance in *Varroa destructor* in Florida Amer. Bee J. 2002;142: 291–292.
- Emsen B, Dodoloğlu A: The Effect of Using Different Organic Compounds Against Honey Bee Mite (*Varroa destructor*, Anderson & Trueman) on Colony Developments of Honey Bee (*Apis mellifera* L.) and Residue Levels in Honey J. Anim. Vet. Adv. 2009;8(5):1004-1009.
- Evans KC, Underwood RM, Lopez-Urbe MM. Combined Effects of Oxalic Acid Sublimation and Brood Breaks on Varroa Mite (*Varroa destructor*) and Deformed Wing Virus Levels in Newly Established Honey Bee (*Apis mellifera*) Colonies. J. Api. Res. 2021;61(2):197-205, <https://doi.org/10.1080/00218839.2021.1985260>.
- Formato G, Smulders FJ. Risk Management in Primary Apicultural Production. Part 1: Bee Health and Disease Prevention and Associated Best Practices Vet. Q. 2011;31(1):29–47, <https://doi.org/10.1080/01652176.2011.565913>.
- Frey E, Schnell H, Rosenkranz P. Invasion of *Varroa destructor* mites into Mite-Free Honey Bee Colonies under the Controlled Conditions of a Military Training Area J. Api. Res. 2001;50: 138–144.
- Fries I. Short-Interval Treatments with Formic Acid for Control of *Varroa jacobsoni* in Honey Bee (*Apis mellifera*) Colonies in Cold Climates. Swedish J. Agricul. Res. 1990;19(4):213–216.
- Girişgin AO, Aydin E. Efficacies of Formic, Oxalic and Lactic Acids against *Varroa destructor* in Naturally Infested Honeybee *Apis mellifera* L. Colonies in Turkey Kafkas Uni. Vet. Fak. Derg. 2010;16: 941-945.
- Giusti M, Sabelli C, Di Donato A, Lamberti D, Paturzo CE, Polignano V, Lazzari R, Felicioli A. Efficacy and Safety of Varterminator, A New Formic Acid Medicine against the Varroa Mite J. Apic. Res. 2017;56:162–167.
- Gregorc A, Sampson B. Diagnosis of Varroa Mite (*Varroa destructor*) and Sustainable Control in Honey Bee (*Apis mellifera*) Colonies – A Review Diversity, 2019;11(243): 1-11.
- Gregorc A, Planinc I. Using Oxalic Acid for Varroa Mite Controlling in Honeybee Colonies during the Beekeeping Season Slov. Vet. Res. 2004; 41:35-39.
- Gregorc A, Planinc I. Acaricidal Effect of Oxalic Acid in Honey Bee (*Apis mellifera*) Colonies Apidologie, 2001;32:333–340.
- Gregorc A, Planinc I. Use of Thymol Formulations, Amitraz and Oxalic Acid for The Control of The Varroa Mite In Honey Bee (*Apis mellifera carnica*) colonies J. Agric. Sci. 2012;56(2): 123–129.
- Hatjina F, Haristos L. Indirect Effects of Oxalic Acid Administered by Trickling Method on Honey Bee Brood J. Api. Res. 2005;44(4):172–174. <https://doi.org/10.1080/00218839.2005.11101174>
- Imdorf A, Charrière JD. Comment Faire la Recrudescence de Varroa résistants? Rev. Suisse Apic. 1998;95: 157-161.
- Imdorf A, Charrière JD, Bachofen B. Efficiency Checking of The *Varroa jacobsoni* Control Methods by Means of Oxalic Acid Apiacta, 1997;32: 89-91.
- Jack CJ, van Santen E, Ellis JD. Evaluating The Efficacy of Oxalic Acid Vaporization And Brood Interruption in Controlling The Honey Bee Pest *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) J. Eco. Entom. 2020;113(2): 582-588.
- Maggi M, Tourn E, Negri P, Szawarski N, Marconi A, Gallez L, Medici S, vd. A New Formulation of Oxalic Acid for *Varroa destructor* Control Applied in *Apis mellifera* Colonies in The Presence of Brood Apidologie, 2015;47: 596-605.
- Marinelli E, De Santis L, De Pace FM, Dell’Aira E,

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Saccares S, Nisi S, Formato G. Impiego Del Timolo E Dell'acido Formico Per Il Controllo Della Varroatosinel Lazio: Use of Thymol and Formic Acid to Control Varroa in Latium Region Apitalia, 2007;1: 1–4.
- Marinelli E, Giacomelli A, Formato G, De Pace FM, Ricci L, Biccocchi R. Utilizzo Del Timolo E Dell'acido Formico Nel Controllo Estivo Della Varroa: Use of Thymol and Formic Acid in Summer Varroa Treatment. Apitalia, 2008;6: 27–34.
- Martin SJ, Highfield AC, Brettell L, Villalobos EM, Budge GC, Powell M, Ni- kaido S, Schroeder DC. Global Honey Bee Viral Landscape Altered by A Parasitic Mite Science, 2012;336:1304– 1306.
- Menzies C, Olmstead S, McCallum R, Cutler C. The Efficacy of Formic Pro™ and 65% Liquid Formic Acid against Varroa Mite (*Varroa destructor*) in Honey Bee (*Apis mellifera*) Colonies in Autumn in Nova Scotia Can. J. Acadian Entom. Soc. 2019;15: 40-45.
- Mert G, Yücel B. Efficacy Levels of Organic Acids Are Used for Controlling Varroa (*Varroa jacobsoni* Oudemans) and Their Effects on Colony Development of Honey Bees (*Apis mellifera* L.) J. Anim. Vet. Adv. 2011;10(9):1106–1111.
- Moosbeckhofer R, Pechhacker H, Unterweger H, Bandion F, Heinrich-Lenz A. Investigations on The Oxalic Acid Content of Honey from Oxalic Acid Treated and Untreated Bee Colonies Eur. Food Res. Technol. 2003;217: 49–52.
- Nanetti A, Massi S, Mutinelli F, Cremasco S. L'acido Ossalico Nel Controllo Della Varroasi Note Preliminari Apitalia, 1995;3: 29–32.
- Norain Sajid Z, Aziz MA, Bodlah I, Rana RM, Ghramh HA, Khan KA. Efficacy Assessment of Soft and Hard Acaricides against *Varroa destructor* Mite Infesting Honey Bee (*Apis mellifera*) Colonies, Through Sugar Roll Method Saudi J. Biolog. Sci. 2020;27: 53-59.
- Okada N, Nekane T. Oxalic Acid Fumigations, A New Control Measure of Varroa Mite (in Japanese) Honeybee Sci. 1987;8(3):103-106.
- Oliver R. Oxalic Shop Towel Updates. Available At: <http://scientificbeekeeping.com/oxalic-shop-towel-updates/> 2018, (Accessed: 20 February 2022).
- Onder H. Using Permutation Tests to Reduce Type I and II Errors for Small Ruminant Research J. Applied Anim. Res. 2007;32:69–72.
- Peck DT, Seeley TD. Mite Bombs Or Robber Lures? The Roles of Drifting and Robbing in *Varroa destructor* Transmission from Collapsing Honey Bee Colonies to Their Neighbors PLoS ONE, 2019;14(6): e0218392, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218392>
- Pietropaoli M, Formato G. Acaricide Efficacy and Honey Bee Toxicity of Three New Formic Acid-Based Products to Control *Varroa destructor* J. Apicul. Res. 2019;58(2):824-830, <https://doi.org/10.1080/00218839.2019.1656788>.
- Pietropaoli M, Giovanni F. Liquid Formic Acid 60% to Control Varroa Mites (*Varroa destructor*) in Honey Bee Colonies (*Apis mellifera*): Protocol Evaluation J. Apicul. Res. 2018;57(2):300-307, <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1376767>.
- Popov ET, Melnik AN, Matchinev AN. Application of Oxalic Acid in Varroa. In XXXII International Congress Apimindia, Bucharest, Romania, 1989, p.149.
- Rademacher E, Harz M. Oxalic Acid for The Control of Varroosis in Honey Bee Colonies–A Review Apidologie, 2006;37(1):98–120, <https://doi.org/10.1051/apido:2005063>.
- Radetzki T. Oxalsäure Eine Weitere Organische Säure Zur Varroabekämpfung Allg. Dtsch. Imkerztg. 1994;12:11-15.
- Ramsey SD, Ochoa R, Bauchan G, Gulbranson C, Mowery JD, Cohen A, Lim D, Joklik J, Cicero JM, Ellis JD, Hawthorne D, VanEngelsdorp D. *Varroa destructor* Feeds Primarily on Honey Bee Fat Body Tissue and Not Hemolymph PNAS, 2019;116:1792-1801.
- Ritter W, Ruttner F. Neue Wege in der Behandlung der Varroatose (New Routes in the Treatment of Varroa) Allg. Dtsch. Imkerztg. 1980;14:151–155.
- Rosenkranz P, Aumeier P, Ziegelmann B. Biology and Control of *Varroa destructor* J. Invertebrate Path. 2010;103(1):96-119,

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

<https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.07.016>.

Satta A, Floris I, Eguaras M, Cabras P, Garau VL, Melis M. Formic Acid-Based Treatments for Control of *Varroa destructor* in A Mediterranean Area J. Eco. Entomo. 2005;98:267–273.

Seeley TD, Smith ML. Crowding Honeybee Colonies in Apiaries Can Increase Their Vulnerability to The Deadly Ectoparasite *Varroa destructor* Apidologie, 2015;46:716–727.

Steube X, Beinert P, Kirchner WH. Efficacy and Temperature Dependence of 60% and 85% Formic Acid Treatment against *Varroa destructor* Apidologie, 2021;52:720-729, DOI: 10.1007/s13592-021-00859-5.

van der Steen J, Vejsnaes F. Varroa Control: A Brief Overview of Available Methods Bee World,

2021;98(2):

50-56.

DOI:

10.1080/0005772X.2021.1896196.

Vandervalk LP, Nasr ME, Dosdall LM. New Miticides for Integrated Pest Management of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) in Honey Bee Colonies on the Canadian Prairies J. Eco. Entomo. 2014: 107(6):2030-2036. <https://doi.org/10.1603/EC14048>.

Wachendörfer G, Fijalkowski J, Kaiser E, Seinsche D, Siebentritt J. Laboratory and Field Tests with Illertisser Milbenplatte Mite Plate, A New Way of Application of Formic Acid to Control Varroaosis Apidologie, 1985;16(3): 291-306.

Yücel B. The Effects of Using Different Organic Acids for against Varroa (*Varroa jacobsoni* Q.) Treatment on Colony Performances of Honey Bee (*Apis mellifera* L.) J. Anim. Prod, 2005;46(2):33-39.