

دراسة مرجعية لفيروسات نحل العسل الأكثر انتشاراً في العالم: الجزء الثاني

همام شعبان برهوم^{1,2}، هشام أديب الرز¹ وأحمد محمد مهنا¹

(1) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية، البريد الإلكتروني: a.m.mouhanna@gmail.com

(2) مركز بحوث ودراسات مكافحة الحيوية، كلية الزراعة، جامعة دمشق، سورية.

الملخص

برهوم، همام شعبان، هشام أديب الرز وأحمد محمد مهنا. 2016. دراسة مرجعية لفيروسات نحل العسل الأكثر انتشاراً في العالم: الجزء الثاني. مجلة وقاية النبات العربية، 34(3): 156-166.

تشكل الفيروسات تهديداً كبيراً لصحة نحل العسل، وللتخفيف من خطورتها لا بد من فهم آلية الإصابة الفيروسية بشكل جيد والذي سيساعد على وضع استراتيجيات فعالة وسليمة بيئياً لمكافحةها. ازدادت المعلومات حول فيروسات نحل العسل في العقود الأربعة الماضية. تأتي هذه الدراسة المرجعية مكملة لمقالة مرجعية سابقة حول أهم الأمراض الفيروسية التي تصيب نحل العسل من حيث طرائق نقلها، الأعراض التي تسببها وأماكن انتشارها على المستوى العالمي. كما تلخص هذه المقالة أهم ما تم التوصل إليه مؤخراً في دراسة مختلف جوانب فيروسات نحل العسل.

كلمات مفتاحية: فيروسات، نحل العسل، فاروا، نوزيما، استراتيجيات مكافحتها.

المقدمة

مع الفيروسات الموصفة بالطريقة التقليدية، حيث وجد تقارب كبير بين العديد من هذه الفيروسات لدرجة اعتبر بعضها كأعضاء من نوع واحد، الأمر الذي قلل من عدد الفيروسات إلى 16-18 فيروساً حقيقياً. يلخص الجدولان 1 و 2 الخصائص الفيزيائية والبيولوجية لفيروسات نحل العسل المعروفة حتى الآن. أُشير في دراسة سابقة لتوصيف، تحديد طرائق الانتقال، وشرح أعراض الإصابة وأماكن وجود أكثر الفيروسات العالمية انتشاراً (1) وهي فيروس الجناح المشوه *Deformed wing virus (DWV)*، فيروس تكيس الحضنة *Sacbrood virus (SBV)*، فيروس خلية الملكة السوداء *Black queen cell virus (BQCV)*، فيروس شلل النحل الحاد *Acute bee paralysis virus (ABPV)*، فيروس نحل كشمير *Kashmir bee virus (KBV)*، فيروس شلل النحل المزمن *Chronic bee paralysis virus (CBPV)*. تأتي هذه المقالة المرجعية استكمالاً لمقالة سابقة وتهدف لتزويد الباحثين بآخر ما تم التوصل إليه من معلومات حول فيروسات نحل العسل ولتكون بمثابة نقطة انطلاق للبحث في المستقبل.

فيروس الجناح الغائم *Cloudy wing virus*

الصفات العامة - اكتشفت جزيئات فيروس الجناح الغائم CWV في مستخلص حشرات كاملة حفظت من أجل دراسة فيروسات النحل الأخرى حيث أبدت هذه الحشرات انخفاضاً واضحاً في شفافية الأجنحة، حيث ماتت خلال بضعة أيام بعد إصابة الحشرات السليمة

بُدئ الاهتمام بالفيروسات كمسبب رئيس لأمراض نحل العسل في الآونة الأخيرة وذلك نتيجة لخسائر كبيرة في مستعمرات نحل العسل وهذا ما أطلق عليه اسم متلازمة فقدان وانهيار المستعمرات *Colony Collapse Disorder syndrome (CCD)*. غالباً ما تكون أعراض الإصابة الفيروسية لنحل العسل غير ظاهرة على مستوى المستعمرة، ولكنها ذات تأثير سلبي في منتجات النحل كافة. وبالرغم من أن تربية نحل العسل تشكل ركناً أساسياً في النظام الزراعي والبيئي، إلا أنها لم تحظ بالاهتمام كما هو الحال في النشاطات الزراعية الأخرى، ولهذا السبب فقد أدرجت أمراض نحل العسل ضمن قائمة المنظمة العالمية للصحة الحيوانية *World Organization for Animal Health (OIE)*، وحتى الآن تعتبر المعلومات حول فيروسات نحل العسل، أو التفاعل بينها وبين نحل العسل في الطبيعة قليلة نسبياً (31).

عرّف مؤخراً حوالي 24 فيروساً يصيب نحل العسل (11)، (37، 62) باستخدام تقانة *mass sequencing* التي تحدد التتابع النيوكليوتيدي لكامل المجين (DNA و RNA) المستخلص من شغالة النحل (32، 33، 40، 64). يتطابق جزء كبير من هذه الفيروسات

بطون هذه الحشرات تفاعلاً ضعيفاً (7). في بريطانيا اكتشف فيروس الجناح الغائم في 15% من مستعمرات النحل، لكن وجد أن هذه النسبة تختلف بشكل كبير خلال العام، على الرغم من أنه ليس هناك دورة حدوث فصلية واضحة لهذا الفيروس (15). يعتبر فيروس الجناح الغائم مع الفيروس المرافق لشلل النحل المزمّن من أصغر الفيروسات المعزولة من نحل العسل، حيث تكون جزيئات الفيروس كروية متعددة السطوح ذات قطر 17 نانومتراً (62).

(18). يسبب الفيروس ظهور دكانة (ظلمة) في أجنحة النحل البالغة وذلك في حال الاصابات الشديدة. هذه الدكانة ناتجة عن تكون أجسام بلورية من جزيئات الفيروس بين الألياف العضلية، والتي تسبب الموت في حال الاصابات الشديدة (11). عادة ما يتوضع الفيروس في رأس وصدر الأفراد المصابة، حيث وجد أن المستخلص من هذه الأنسجة أعطى تفاعلاً قوياً تجاه مصل فيروس الجناح الغائم في اختبار الانتشار المناعي، بينما أعطت المستخلصات المأخوذة من

جدول 1. ملخص لبعض الخصائص الفيزيائية لفيروسات نحل العسل المعروفة (37).

Table 1. Summary of the available physical and chemical properties of the known honey bee viruses (37).

Physical and chemical properties الخصائص الفيزيائية والكيميائية						
الفصيلة Family	حجم المجين Genome size	الحمض النووي Nucleic acid	الغلاف البروتيني Capsid proteins	الحجم Size	الشكل Shape	الفيروسات Viruses
Dicistroviridae	~9.5kb	ssRNA	35-7-33-26kDa	30nm	متناظر متعدد السطوح Isometric polyhedral	IAPV <i>Israeli acute paralysis virus</i> فيروس شلل النحل الحاد بفلسطين
Dicistroviridae	~10kb	ssRNA	25-7-32-28kDa*	30nm	متناظر متعدد السطوح Isometric polyhedral	ALPV <i>Aphid lethal paralysis virus</i> فيروس شلل المنّ القاتل
Dicistroviridae	~10kb	ssRNA	28-5-29-30kDa	30nm	متناظر متعدد السطوح Isometric polyhedral	BSRV <i>Big sioux river virus</i> فيروس نهر سيو الكبير
Iflaviridae	~10kb	ssRNA	32-2-46-28kDa	30nm	متناظر متعدد السطوح Isometric polyhedral	VDV-1 <i>Varroa destructo r virus-1</i> فيروس الفاروا المدمر -1
Iflaviridae	Not reported	ssRNA	30-2-41-25kDa	30nm	متناظر متعدد السطوح Isometric polyhedral	EBV <i>Egypt bee virus</i> فيروس نحل مصر
Iflaviridae	~9kb	ssRNA	31-2-32-30kDa	30nm	متناظر متعدد السطوح Isometric polyhedral	TSBV <i>Thai/Chinese sacbrood virus</i> فيروس تكيس الحضنة التايلندي/الصيني
Iflaviridae	~9.5kb	ssRNA	27-2-46-29kDa	30nm	متناظر متعدد السطوح Isometric polyhedral	SBPV <i>Slow bee paralysis virus</i> فيروس شلل النحل البطئ
unclassified	(3x)~1.1kb	ssRNA	15kDa	17nm	متناظر متعدد السطوح Isometric polyhedral	CBPSV <i>Chronic bee paralysis satellite virus</i> فيروس شلل النحل المزمّن التابع
unclassified	~1.4kb	ssRNA	19kDa	17nm	متناظر متعدد السطوح Isometric polyhedral	CWV <i>Cloudy wing virus</i> فيروس الجناح الغائم
unclassified	Not reported	ssRNA	52kDa	35nm	متناظر متعدد السطوح Isometric polyhedral	BVX <i>Bee virus-X</i> فيروس نحل X
unclassified	Not reported	ssRNA	50kDa	35nm	متناظر متعدد السطوح Isometric polyhedral	BVY <i>Bee virus-Y</i> فيروس نحل Y
unclassified	~5.5kb	ssRNA	63kDa*	Not reported	Not reported	LSV-1 <i>Lake Sinai virus-1</i> فيروس بحيرة سيناء-1
unclassified	~5.5kb	ssRNA	57kDa*	Not reported	Not reported	LSV-2 <i>Lake Sinai virus-2</i> فيروس بحيرة سيناء-2
unclassified	~5.6kb	ssRNA	43kDa	30nm	متناظر متعدد السطوح Isometric polyhedral	ABV <i>Arkansas bee virus</i> فيروس نحل أركانساس
unclassified	~9kb	ssRNA	37-?-35-32kDa	30nm	متناظر متعدد السطوح Isometric polyhedral	BBPV <i>bee picorna-like virus Berkeley</i> فيروس نحل بيركلي الشبيه بالبيكورنا
Tymoviridae	~7kb	ssRNA	24kDa*	30nm	متناظر متعدد السطوح Isometric polyhedral	VdMLV <i>Varroa destructor macula-like virus</i> فيروس مدمر للفاروا الشبيهه بالبقعة
Baculoviridae	Not reported	dsDNA	12x(13~70kDa)	150x450nm	خيطي Filamentous	AmFV <i>Apis mellifera filamentous virus</i> الفيروس الخيطي للنحل الأوروبي
Iridoviridae	Not reported	dsDNA	Not reported	150nm	متناظر متعدد السطوح Isometric polyhedral	AIV <i>Apis iridescent virus</i> الفيروس القزحي للنحل

* Predicted value

جدول 2. ملخص لبعض الخصائص البيولوجية لفيروسات نحل العسل المعروفة (37، 38).

Table 2. Summary of the available biological properties of the known honey bee viruses (37, 38).

Life stage المرحلة العمرية										Transmission الانتقال									
الفصل Season			الاصابة/الأعراض Infection/symptoms				المرافقة Association			أفقي Vertical			عمودي Horizontal				الفيروسات Viruses		
الخريف Autumn	الصيف Summer	الربيع Spring	البالغات Adults	اليرقات العذارى Pupae	اليرقات Larvae	البيوض Eggs	Malpigh-amoeba	نوزيما Nosema	أكاروس Acarapis	فاروا Varroa	فاروا Sperm	المبايض بويضة Semen	فاروا Varroa	هواء Air	اتصال Contact	فم-براز Oral-Fecal			
++	++	+	+/+	+/-	+/-	+/-	?	?	?	+	?	~	+	+	?	-	+	IAPV	
-	+++	-	+/?	-/-	?/?	?/?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	ALPV	
++	+++	-	+/?	-/-	?/?	?/?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	BSRV	
+++	++	+	+/+	+/+	+/-	+/-	?	?	?	+	?	+	+	+	-	-	+	VDV-1	
?	?	?	+/~	+/?	?/?	?/?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	EBV	
?	?	?	+/~	+/-	+/+	?/?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	TSBV	
+	+	+	+/+	+/-	+/-	?/?	?	?	?	+	?	?	+	+	-	-	+	SBPV	
+	+	+	+/?	?/?	?/?	?/?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	CBPSV	
+	+	+	+/+	~-	~-	-/-	?	?	?	~	?	?	?	-	~	~	?	CWV	
+	+	+++	+/+	-/-	-/-	-/-	+	-	?	?	?	?	?	?	?	?	+	BVX	
+	+++	+	+/+	-/-	-/-	-/-	-	+	?	?	?	?	?	?	?	?	+	BVY	
++	+++	++	+/?	+/?	?/?	?/?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	LSV-1	
+	+	+++	+/?	~/?	?/?	?/?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	LSV-2	
?	?	?	+/?	~/?	?/?	?/?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	ABV	
?	?	?	+/?	?/?	?/?	?/?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	BBPV	
+++	++	+	+/?	+/?	?/?	?/?	?	?	?	+	?	?	+	?	?	?	?	VdMLV	
+	+	+++	+/+	-/-	-/-	-/-	?	+	?	?	?	?	?	?	?	?	+	AmFV	
+	++	+	+/+	-/-	-/-	-/-	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	AIV	

? Unknown, ~ Uncertain, + Present, - Not present

? غير معروفة، ~ غير مؤكدة، + موجودة، - غير موجودة

المصابة أو أن الفيروس ينتقل عمودياً. كما وجد أن اليرقات يمكن أن تكمل تطورها وتنبثق كحشرات كاملة لكن هذه الحشرات تموت أبكر من مثيلاتها السليمة (7). كما وجد أن لدرجة الحرارة دور في تحريض تضاعف فيروس الجناح الغائم في العذارى الحاملة لإصابة كاملة (6)، فقد حرض تضاعف الفيروس تجريبياً عن طريق نقل عذراء في طور العيون البيضاء من مستعمرتها و تحضينها عند درجة حرارة 33 °س لمدة عشرة أيام، بينما تطورت مجموعة من العذارى نفسها حضنت عند درجة حرارة 20 °س بشكل طبيعي الى حشرات كاملة دون أن يظهر عليها أعراض إصابة شديدة. لا يعتبر فيروس الجناح الغائم من الممرضات الشديدة الإمراضية، حيث تم اكتشاف الفيروس بكميات كبيرة في 30-80% من الحضنة والحشرات الكاملة على مدار العام (7)، لكن وجد أن الخلايا التي معظم أفرادها مصابة بالفيروس تصبح خاملة وتموت فيما بعد (23).

فيروس شلل النحل البطيء *Slow bee paralysis virus*

الصفات العامة - عزل فيروس شلل النحل البطيء بالمصادفة أثناء إجراء التجارب المخبرية للقيام بمسح حقلي عن فيروس النحل X، حيث وجد عند حقن الحشرات الكاملة بمحضر للفيروس أنها تموت بعد 12 يوماً بسبب معاناتها من شلل في زوج الأرجل الأمامية لمدة يوم أو يومين قبل موتها. سمي هذا الفيروس بالشلل البطيء تمييزاً له عن فيروسي الشلل الحاد ABPV والمزمن CBPV (7). جزيئات الفيروس متناظرة قطرها 30 نانومتر، وذات حمض نووي ريبوي

طرائق الانتقال - في تجارب أجريت لمعرفة قدرة الفيروس على الانتقال لوحظ عند رش أو إجراء معاملة سطحية لصدور الحشرات الكاملة بمستحضرات شبه نقية من الفيروس أن الحشرات ماتت بعد احتجازها لمدة 10-14 يوماً، حيث تضاعف الفيروس فيها (18). في حين أخفق الفيروس في التضاعف عند تغذية الشغالات فمياً على غذاء يحوي جزيئاته أو عند حقن الحشرات والعذارى به. فيروس الجناح الغائم شائع الوجود في مستعمرات نحل العسل وبخاصة تلك المصابة بالفاروا حيث أوضح Ball (22) بأن الفيروس أكثر انتشاراً في المستعمرات المصابة بالفاروا عنه في المستعمرات غير المصابة في بريطانيا، كما اكتشف وجود الفيروس في 45% من عينات الفاروا المفحوصة في بريطانيا (26). هذا ما جعل الباحثين يعتقدون بأن أكاروس الفاروا قد يسهم بدور الناقل لهذا الفيروس، لكن الملاحظات اللاحقة أوضحت أن الفيروس غير مرتبط بمستوى الإصابة بالفاروا (27). كما وجد في دراسة أخرى لانتشار فيروس الجناح الغائم في الدانمارك والنرويج والسويد وفنلندا أن الفيروس واسع الانتشار في جميع مناحلها بغض النظر عن مستوى إصابته بالفاروا. وبالرغم من هذا الانتشار الكبير للفيروس فإنه لم يترافق مع انهيار المستعمرات (58)، وبالتالي فإن الأسباب التي أدت الى الزيادة الملحوظة في الإصابة بفيروس الجناح الغائم في المملكة المتحدة منذ وصول أكاروس الفاروا مازالت غير معروفة (27). اكتشف وجود الفيروس في الحضنة غير المصابة بالفاروا لهذا يعتقد أن اليرقات يمكن أن تأخذ الفيروس من مفرزات الغذاء من الحشرات الكاملة

وحيد السلسلة (ssRNA) ويحتوي غلاف الفيروس على ثلاثة بروتينات (11). تم معرفة التسلسل الكامل لمجين سلالتين متميزتين من فيروس الشلل البطيء على نحل العسل، طول الجينوم تقريباً 9.5 kb يملك إطار قراءة مفتوح واحد، حيث صنف الجينوم كفيروس يتبع عائلة Iflaviridae (35). لهذا الفيروس سلالتان هما Rothamsted و Harpenden تتطابقان بنسبة 84% على مستوى النيوكليوتيدات وبنسبة 93% على مستوى الأحماض الأمينية، على الرغم أن الاختلاف موزع بشكل متباين على طول المجين (35).

طرائق الانتقال - قبل اكتشاف أكاروس الفاروا في بريطانيا كان فيروس الشلل البطيء نادر الوجود، حيث تم اكتشافه في 4 من أصل 96 عينة نحل حية مأخوذة من خلايا غير مصابة بأكاروس الفاروا وذلك خلال عامي 1976 و 1977، لكن بعد اكتشاف الفاروا في جنوب غرب بريطانيا تم اكتشاف فيروس شلل النحل البطيء في حشرات النحل الميتة والحضنة في 6 من أصل 21 مستعمرة مصابة بالفاروا. كما أوضح Ball (22) أن الإصابة بفيروس الشلل البطيء عادة ما توجد في الخلايا المصابة بشدة بالفاروا، وأن الفيروس يمكن أن يجد في الفاروا قبل شهرين من اكتشافه في حشرات النحل الميتة أو الحية وكذلك في الحضنة. حيث تم اكتشاف فيروس شلل النحل البطيء في 4% من عينات الفاروا المفحوصة في بريطانيا (26)، هذا الازدياد المستمر في أعداد الحشرات الكاملة التي تعاني من الإصابة بالفاروا وفيروس الشلل البطيء يؤدي الى انهيار مفاجئ للمستعمرة في غضون أسابيع (26). كما لوحظ ترافق الإصابة بفيروس شلل النحل البطيء مع انهيار مستعمرات النحل في بريطانيا (53).

الانتشار الجغرافي - هناك القليل من المعلومات المتوافرة عن انتشار فيروس شلل النحل البطيء خارج بريطانيا، وقد سجل الفيروس في بريطانيا، فيجي، سوما الغربية وسويسرا (3، 35).

فيروس النحل Y

الصفات العامة - عزل فيروس النحل Y لأول مرة من نحل عسل ميت في بريطانيا حيث تم استخلاص الفيروس من النحل البالغ الذي كان على وشك الموت أو من مستعمرات على وشك الفناء في بداية الصيف 1980 (20). جزيئات الفيروس متناظرة متعددة السطوح، قطرها حوالي 35 نانومتر، حمضه النووي ربيبي، يحتوي الفيروس على غطاء من بروتين واحد حجمه 50 kDa (20). لا توجد أية قرابة مصلية بين فيروس النحل Y وفيروس النحل X على الرغم من

تشابههما في معظم الخواص الفيزيولوجية والحيوية وقدرتهما على إصابة العائل نفسه وأحياناً وجودها في العينة نفسها. كما وجد أن ذروة ظهور فيروس النحل Y تكون في أوائل الصيف في حين أن ذروة ظهور فيروس النحل X تكون في الشتاء وبداية الربيع (20). ان الخصائص الفيزيولوجية لفيروس النحل Y و X مماثلة للصفات الفيزيولوجية لفيروس *Nudaurelia beta virus* وأقرباه (61)، كما أنها مماثلة لفيروسات *mammalian caliciviruses* (55)، ولكن ليس لدرجة كافية لاقتراح أي علاقة قرابة مع أي من المجموعتين.

أعراض الإصابة - لم يعرف حتى الآن أعراض للإصابة بهذا الفيروس (24).

طرائق الانتقال - فيروس النحل Y يشبه فيروس خلية الملكة السوداء BQCV من حيث مرافقته لطفيل النوزيما *Nosema apis* واتباعه وله دورة الحدوث السنوية نفسها حيث تتشاهد ذروة الإصابة في الربيع وبداية الصيف (16)، لكن على العكس من فيروس خلية الملكة السوداء فان فيروس النحل Y يمكن أن يصيب الحشرات الفتية عند تغذيتها على الفيروس فقط، لكن وجد أن حدوث الإصابة يكون أكبر عند تغذية الحشرات على الفيروس وعلى أبواغ النوزيما معاً. إن طبيعة العلاقة بين النوزيما والفيروس غير معروفة، لكن فيروس النحل Y يشبه فيروس النحل X من حيث اقتصار تضاعف الفيروس على القناة الهضمية، حيث يعتقد أن الطفيل يمكن أن يقلل من مقاومة خلايا المعدة للإصابة أو يساعد على دخول الفيروس، وبدرجة أقل من فيروس خلية الملكة السوداء. كما لوحظ من خلال التجارب المخبرية أن فيروس النحل Y يمكن أن يعزز التأثيرات المرضية لطفيل النوزيما (16).

الانتشار الجغرافي - سجل الفيروس في أوروبا، أمريكا الجنوبية، أستراليا ونيوزيلاندا (3، 6).

فيروس النحل X-X *Bee virus*

الصفات العامة - عرف فيروس النحل X أثناء الأبحاث المخبرية عن فيروس نحل أركانساس (14)، ولا شيء معروف عن تاريخه الطبيعي سوى أنه عزل من الحشرات الكاملة، حيث تم استخلاص كميات كبيرة من الفيروس من الحشرات المجموعة في فترة الشتاء (7). جزيئات الفيروس متناظرة متعددة السطوح، قطرها 35 نانومتراً (14).

أعراض الإصابة - يتضاعف الفيروس الخيطي في الأنسجة الدهنية والمبايض للحشرات الكاملة من الشغالات والملكات، وفي حال الإصابة الشديدة يتحول اللف الدموي Hemolymph للحشرات المصابة إلى المظهر الأبيض الحليبي بسبب الأعداد الكبيرة من الجزيئات الفيروسيّة. هذه الجزيئات ذات حجم قريب من حدود دقة المجهر الضوئي. لم تحدد أي أعراض أخرى للإصابة بهذا الفيروس (24)، كما أن الحشرات المصابة لا تبدي أي أعراض ظاهرية واضحة (16).

طرائق الانتقال - يمكن أن تتضاعف جزيئات الفيروس عند حقنها في الحشرات الكاملة، في حين لم تصب الحشرات المنبثقة حديثاً عند تغذيتها على الفيروس بمفرده. لوحظ أن جزيئات الفيروس أكثر غزارة في الأفراد المصابة بالنوزيما، كما وجد أن ذروة نسبة الإصابة بالفيروس كانت 80% خلال الربيع وبداية الصيف، والتي تنخفض إلى أقل من 10% خلال الشتاء، وهذا ما يتوافق مع دورة الحدوث السنوية للنوزيما (16). هذا ما دفع العلماء على الاعتقاد بترافق الإصابة بالفيروس مع الإصابة بالنوزيما، على الرغم من أنه لم يكن هناك اختلاف بين طول حياة المجموعات المصابة بالنوزيما والفيروس معاً مقارنة بالمصابة بالنوزيما فقط. يعتبر الفيروس الخيطي AmFV أقل ضرراً من فيروس خلية الملكة السوداء وفيروس النحل Y اللذان يترافقان مع النوزيما. يعتبر الفيروس الخيطي أقل فيروسات نحل العسل ضرراً في بريطانيا بينما يقال أن الفيروس الخيطي هو المسؤول عن الموت الشديد في مستعمرات النحل في اليونان (7). وصلت نسبة الإصابة بالفيروس إلى أكثر من 50% من مستعمرات النحل في بريطانيا بينما كانت نسبة الإصابة 15% و 20% من الخلايا في هولندا وألمانيا، على التوالي (25).

فيروس نحل مصر *Egypt bee virus*

صنف هذا الفيروس ضمن عائلة Iflaviridae، وعزل لأول مرة من الحشرات الكاملة لنحل العسل من مصر. لا يوجد قرابة مصلية/سيرولوجية بين هذا الفيروس مع أي من فيروسات النحل المعروفة (19). جزيئاته متناظرة قطرها 30 نانومتراً، تحتوي على حمض نووي ريبوبي. جزيئات الفيروس تحتوي على ثلاثة بروتينات هيكلية. تموت العذارى بعد حقنها بالفيروس خلال 7-8 أيام، لكن لم يستطع الباحثون إكثاره في حشرات النحل البالغة. عزل الفيروس من حشرات النحل الميتة في مصر (19)، وفرنسا (28).

أعراض الإصابة - تسبب الإصابة بهذا الفيروس ظهور أعراض واضحة وذلك عند حدوث الإصابة طبيعياً، لكنها عادة ما تسبب موتها بشكل أبكر من مثيلاتها السليمة مخبرياً (16). لا يعتبر فيروس النحل X من الممرضات الشديدة ولا يعتبر قاتل سريع للنحل، حيث أنه يتضاعف ببطء. لوحظ أن الحشرات المعدة صناعياً يمكن أن تبقى على قيد الحياة لعدة أسابيع لكنها عادة ما تموت أبكر من الحشرات السليمة. يمكن أن يسبب الفيروس الموت السريع لشغالات النحل المصابة أيضاً بوحيد الخلية *M. mellifica*. ولأن الحشرات الفتية لا تربي في الشتاء لتعوض الفاقد الناتج عن الإصابة، فإن خلايا النحل المصابة يمكن أن تضعف وتموت في بداية الربيع (3).

طرائق الانتقال - جزيئات فيروس النحل X لا تتضاعف عند حقنها في الحشرات الكاملة أو عذارى نحل العسل، لكنها تتضاعف بسرعة كبيرة عند تغذية الحشرات المنبثقة حديثاً على محلول يحتوي جزيئاته وذلك فقط عند تحضينها عند درجة حرارة 30 °س. في تجربة أجريت في بريطانيا وامتدت لأربع سنوات على 200 خلية نحل، لم يلاحظ أي ارتباط معنوي بين وجود فيروس النحل X وموت النحل في نهاية الشتاء وبداية الربيع، وذلك على العكس من المتفلات والممرضات الأخرى (16)، لكن تبين أن هناك ترافقاً بين الإصابة بالفيروس مع الإصابة بوحيد الخلية *M. mellifica* في الخلايا الميتة في نهاية الشتاء. في تجربة أخرى لوحظ أن الحشرات التي غذيت على كل من فيروس النحل X ووحيد الخلية *M. mellifica* ماتت أبكر من الأفراد التي غذيت على أحدهما دون الآخر، على الرغم من أن فيروس النحل X لا يعتمد على وحيد الخلية بالطريقة نفسها التي يعتمد فيها فيروس خلية الملكة السوداء على النوزيما حيث أنه يصيب النحل طبيعياً حتى في غياب *M. mellifica* (14). في الحقل يمكن لوحيد الخلية والفيروس أن يترافقا وخصوصاً أن كليهما ينتقلان بالطريقة نفسها حيث يمكن أن يدخل إلى داخل جسم الحشرة أثناء عمليات تنظيف الأقراص الملوثة بمخلفات الحشرات المصابة (24). سجل هذا الفيروس في أوروبا، استراليا، الأرجنتين، كندا وإيران (3) كما سجل في نيوزيلندا (5).

الفيروس الخيطي للنحل الأوروبي *Apis mellifera filamentous virus*

الصفات العامة - عرف الفيروس لأول مرة في الولايات المتحدة الأمريكية (30)، كما اكتشف في أمريكا الشمالية وأوروبا وروسيا واليابان (24) كما سجل وجوده في نيوزيلندا (15). يصنف ضمن فصيلة Baculoviridae، وقد تم معرفة التسلسل النيوكليوتيدي لكامل مجين الفيروس وسجل في البنك الوراثي GenBank تحت رقم

فيروس النحل أركنساس *Arkansas bee virus*

سجل الفيروس لأول مرة في أركنساس عندما حقنت حشرات سليمة ظاهرياً بمستخلص حبوب طلع مأخوذة من النحل الجامع أدى إلى موتها خلال 14 يوماً (14)، دون أن تبدي أية أعراض خارجية واضحة للمرض (14). هناك القليل من المعلومات المتوافرة عن فيروس النحل أركنساس الذي لم يسجل حتى الآن خارج الولايات المتحدة الأمريكية، كما اكتشف وجوده في كاليفورنيا، حيث عزل الفيروس من العذارى المصابة بفيروس النحل بيركلي (50). جزيئات الفيروس متناظرة، قطرها 30 نانومتراً، حمضه النووي ريبوي (14).

فيروس نحل بيركلي الشبيه بالبيكورنا *Berkeley bee picorna-like virus*

لم يصنف هذا الفيروس حتى الآن بعائلة معينة أو حتى بجنس معين. وجد أثناء عزل فيروس نحل أركنساس في كاليفورنيا جسماً شبيهاً بهذا الفيروس من حيث الحجم أطلقوا عليه اسم فيروس نحل بيركلي الشبيه بالبيكورنا (*Berkeley bee picorna-like virus* (BBPV)، ليس له قرابة بأي من فيروسات نحل العسل الأخرى المعروفة (50). ليس هناك معلومات متوافرة عن تأثيره على نحل العسل أو حتى إذا ما كان قادر على التضاعف في حال عدم مرافقته لفيروس النحل أركنساس (24). جزيئات الفيروس ذات قطر 30 نانومتراً وتحتوي على حمض نووي ريبوي (50). لم يسجل فيروس النحل بيركلي خارج الولايات المتحدة الأمريكية.

فيروس تكيس الحضنة التايلاندي *Thai sac brood virus*

عزل الفيروس لأول مرة من مستعمرات نحلة العسل الشرقية *Apis cerana* في تايلاند عام 1976 (2). يعتبر هذا الفيروس أكثر الفيروسات التي تصيب نحل العسل الشرقي في آسيا انتشاراً وفتكاً (72)، ويعتقد أنه ذو قرابة شديدة بفيروس تكيس الحضنة، لكنه يملك خصائص فيزيوكيميائية مختلفة (24). جزيئات الفيروس قطرها 30 نانومتراً، حمضه النووي ريبوي (11). على الرغم من قدرة الفيروس على التضاعف مخبرياً في نحل العسل الأوربي، إلا أنه لم يتسبب بأية أعراض مرضية. يعتبر فيروس تكيس الحضنة التايلاندي واسع الانتشار على نحلة العسل الشرقي في جنوب شرق آسيا (24).

فيروس شلل النحل المزمن التابع *Chronic bee paralysis satellite virus*

الصفات العامة - اكتشف هذا الفيروس من قبل العالم بيلي في العام 1976 أثناء التحري عن فيروس شلل النحل المزمن، حيث لاحظ بالمصادفة أعداداً كبيرة من جزيئات فيروسية تختلف شكلاً عن

جزيئات فيروس شلل النحل المزمن حيث كانت متناظرة صغيرة الحجم قطرها 17 نانومتراً، عادة ما توجد في بطن الحشرات المصابة (10). تبين بعد عزلها وتنقيتها بأنه لا يوجد أية علاقة مصلية/سيروولوجية بينها وبين فيروس شلل النحل المزمن (10). الحمض النووي لهذا الفيروس ريبوي، ومجينه مقسم لثلاثة أجزاء. وبالرغم من عدم وجود أية علاقة سيروولوجية بينه وبين فيروس شلل النحل المزمن، فإنه عادة ما يترافق معه في الإصابات الطبيعية، كما أنه غير قادر على التضاعف عند حقنه بمفرده داخل النحل. لذلك فإنه من المحتمل أن يكون تابع satellite لفيروس الشلل المزمن (21). ربما يكون فيروس شلل النحل المزمن التابع ذو أهمية كأحد ميكانيكيات المقاومة لنحل العسل ضد فيروس الشلل المزمن (11). كما لوحظ أنه أكثر وجوداً في الملكات منه في شغالات نحل العسل (18). ونتيجة لترافقه مع فيروس الشلل المزمن في إصابة النحل طبيعياً سمي بفيروس شلل النحل المزمن التابع (18). ليس هناك معلومات مثبتة فيما يتعلق بانتشار فيروس شلل النحل المزمن التابع، لكن بعض الأبحاث أشارت إلى وجود الفيروس في نيوزيلاندا (69).

فيروس النحل القزحي *Apis iridescent virus*

يتبع هذا الفيروس فصيلة Iridoviridae، جنس Iridovirus، وعادة ما تصيب الفيروسات القزحية التابعة لجنس Iridovirus بشكل طبيعي الحشرات التابعة لرتب ثنائية الأجنحة، غمدية الأجنحة وحرشفية الأجنحة. تم عزل فيروس النحل القزحي من عينات الأفراد البالغة لنحلة العسل الشرقية من كشمير. على الرغم من تشابه فيروس النحل القزحي مع الفيروسات القزحية الأخرى مثل TIV المعزولة من *Tipula spp.* و *Siticesthis spp.*، إلا أنه ذو علاقة مصلية بعيدة عنهما (10، 17).

أعراض الإصابة - يسبب هذا الفيروس مرض التعتقد Clustering في مستعمرات نحل عسل الشرق (12). يتضاعف فيروس النحل القزحي في نحل العسل عند حقنه في الحشرات الكاملة لنحلة العسل الأوربية، حيث يشكل تجمعات سيتوبلاسمية للوربية قزحية اللون خصوصاً في الجسم الدهني والغدد البلعومية hypopharyngeal glands، تتحول إلى اللون الأزرق الباهت. كما يمكن أن يتضاعف في الحشرات الكاملة الفتية في جدار القناة الهضمية لأنابيب مالبيكي مسببة تحولهم أيضاً إلى اللون الأزرق (10). على الرغم من أن الفيروس قادر على التضاعف بسرعة في نحل العسل الأوربي تحت الظروف المخبرية (10)، إلا أنه لم يسجل هذا المرض ولا الفيروس حتى الآن على نحل العسل الأوربي في الطبيعة. لا يتضاعف

فيروس تشوه الأجنحة (68) يترافق وجودها مع ارتفاع السلوك العصبي للنحل بالرغم من أن سلالات نحل العسل ذات الطابع العصبي الطبيعي أقل إصابة بفيروس الجناح المشوه من السلالات ذات الطابع الهادئ (63). كما أن فيروس الجناح المشوه يؤثر في سلوكية نحل العسل من حيث التعلم والذاكرة للحشرات الكاملة (46). أما فيروس الفاروا المدمر-1 فهو يتشابه وراثياً مع فيروس الجناح المشوه ولكنه أكثر ارتباطاً بأكاروس الفاروا منه من النحل (59)، على الرغم من أن كلا الفيروسين يتضاعفان ضمن أكاروس الفاروا كما هو الحال ضمن النحل (60، 73، 74). كما أن تركيز الفيروسين كان مرتفعاً في جميع انسجة نحل العسل (42، 74)، كما تم الكشف عن وجودهما في المناطق التي لم يسجل وجود لآكاروس الفاروا فيها (54). أشار Moore وآخرون (57) إلى وجود اتحادات طبيعية ضمن النحل وأكاروس الفاروا كجزء من نوع معقد *Natural recombinants species* (34، 42، 54، 57). أما فيروس نحل مصر فهو يرتبط مصلباً مع فيروس الجناح المشوه، ولم يسجل له حتى الآن أي أعراض سواء على النحل البالغ أو العذارى أو اليرقات (19).

فيروس تكيس الحضنة SBV، فيروس تكيس الحضنة التايلندي TSBV

تظهر أعراض الإصابة بفيروس تكيس الحضنة بعد بضعة أيام من ختم العين السادسة، حيث يتغير لون اليرقة إلى الأصفر الشاحب، ومع تقدم الإصابة تصبح اليرقة جلدية المظهر وتعجز عن التحول لعذراء. ويمتلئ جلد اليرقة المصابة بسائل غني بملايين الجسيمات الفيروسيّة. تبدو اليرقات المصابة عند إزالتها من الخلية على هيئة كيس مليء بالماء (9، 49)، ولكن لوحظ أن النحل الآسيوي *Apis cerana* يعاني من نسبة موت كبيرة بسبب تكيس الحضنة والنتاج عن الإصابة بسلالة فيروسية قرابتها الوراثية عالية مع فيروس تكيس الحضنة الذي يصيب النحل الأوروبي *Apis mellifera*، وسميت هذه السلالة تبعاً للدول التي سجلت فيها لأول مرة على غرار فيروس تكيس الحضنة التايلندي، فيروس تكيس الحضنة الصيني (CSBV) Chinese-SBV أو الكوري Korean. إن إصابة الشغالات بهذه السلالات تؤدي إلى توقفها عن تغذية الحضنة وتبدأ بالتغذي على حبوب الطلع إضافة إلى جمعها بوقت مبكر عن الحالة الطبيعية وقد تجمع الرحيق فقط (13). هذه الأعراض قد تكون تغيرات إيجابية تقوم بها الشغالات للحد من انتشار فيروس تكيس الحضنة (11).

فيروس النحل الفزحي عند حقه في فراشة الشمع الكبيرة *Galleria mellonella* على عكس الفيروسات الفزحية الأخرى (10). لم يسجل فيروس النحل الفزحي حتى الآن إلا على نحل العسل الشرقي وذلك فقط في كشمير والهند الشمالية (24).

فيروس شلل النحل الحاد ABPV، فيروس نحل كشمير KBV، فيروس شلل النحل الحاد بفلسطين I-ABPV

تعتبر هذه الفيروسات الثلاثة سلالات مختلفة متقاربة تتبع نوع واحد (36). لا تظهر الإصابة بهذه الفيروسات أعراضاً ولكنها قاتلة على مستوى الأفراد والمستعمرات (4، 70) وخصوصاً عند انتقالها عبر أكاروس الفاروا *Varroa destructor* (21، 25) والذي يعد الناقل النشط لهذه الفيروسات (29، 39، 65، 66). أظهرت الفيروسات الثلاثة قدرة عالية على قتل كل من العذارى (بعد الحقن) (8، 11) والنحل البالغ (بعد الحقن أو التغذية) (45، 51، 52) بمدة زمنية 3-5 أيام بعد الإفاح بعدد جزيئات فيروسية كافية، وهذا يؤثر سلباً في أكاروس الفاروا حيث تمنع الإصابة بإحدى الفيروسات من تطور العذارى، وصعوبة تحرر العذارى المصابة بالفاروا من نخروها (67). وعليه فإن الارتباط بين هذه الفيروسات وأكاروس الفاروا ما تزال غير واضحة حتى الآن.

فيروس شلل المنّ القاتل ALPV، فيروس نهر سيو الكبير BSRV

يتبع فيروس شلل المنّ القاتل لعائلة Dicistroviridae ويرافق انخفاض مجتمعات المن (47، 48، 71). أما فيروس نهر سيو الكبير فهو على درجة قرابة عالية مع فيروس *Rhopalosiphum padi virus* (RhPV) (56) الذي يتبع لعائلة Dicistrovirus ويستخدم الأوعية الناقلة عند النبات للانتقال الأفقي بين حشرات المنّ (44). يمكن الكشف عن كلا الفيروسين بتركيز منخفضه على مدار العام، مع ارتفاع بالتركيز في أواخر الصيف (64) عندما يتغذى النحل على الندوة العسلية (مفرزات المنّ) خلال الفترة التي تكون فيها كمية الرحيق منخفضة. من غير الواضح حتى الآن فيما إذا كان هذان الفيروسان يصيبان النحل أو ينتقلان بوساطته. أشار Lommel وآخرون (50) إلى احتمالية قرابة إحدى الفيروسين إلى فيروس نحل بيركلي الشبيه بالبيكورنا *Berkeley bee picorna-like virus* والذي لم يحدد تتابعه النيوكليوتيدي بعد.

فيروس الجناح المشوه DWV، فيروس كاكوجو kakugo، فيروس

الفاروا المدمر VDV-1، فيروس نحل مصر EBV

هناك علاقة تربط بين هذه الفيروسات الأربعة بعضها مع بعض، حيث لوحظ أن فيروس نحل كاكوجو (40، 41) وسلالات أخرى من

أكثر انتشاراً من فيروس بحيرة سيناء-2، ويوجد على مدار العام ويزداد تركيزه في بداية الصيف، أما فيروس بحيرة سيناء-2 فيوجد بتركيز عالي في نهاية الشتاء لينخفض تركيزه طيلة العام. هناك تشابه كبير بين فيروسي بحيرة سيناء-1 و-2 مع فيروسي نحل Y وX، على التوالي، من حيث شكل الغلاف البروتيني وحجم المجين، والانتشار خلال العام، إضافة إلى إصابة النحل البالغ دون وجود أي أعراض ظاهرية (الجدول 1 و2).

فيروس بحيرة سيناء-1 (Lake Sinai Virus-1) فيروس بحيرة سيناء-2 (Lake Sinai Virus-2)
تم الكشف عن الفيروسين باستخدام تقنية Mass Sequencing خلال اجراء مسح لمستعمرات النحل في الولايات المتحدة الأمريكية (64). يتقارب الفيروسان وراثيا بشكل كبير، وقد صنّف مجينهما مع فيروس شلل النحل المزمّن CBPV ضمن فصيلة مستقلة تقع بين فصيلتي Nodaviridae وTombusviridae. لوحظ أن فيروس بحيرة سيناء-1

Abstract

Barhoom, H. S., H.A. El-Roz and A.M. Mouhanna. 2016. A review of most common honey bee viruses worldwide: part II. Arab Journal of Plant Protection, 34(3): 156-166.

Viruses represent a threat to the health of honey bee, *Apis mellifera*. To alleviate such threat, a better understanding of bee viral infections is crucial in developing effective and environmentally sound disease control strategies. The knowledge related to honey bee viruses has been increased considerably during the past four decades. Until now, there is no comprehensive review in Arabic to compile the various aspects of bee viruses covering the biological, physiological and molecular levels. This review complement a previous one covering the most important viral honey bee diseases, their transmission, symptoms and prevalence in the world. In addition, it summarizes the most recent important information on these topics, and defines as well the gaps that require further studies.

Keywords: Viruses, honey bee, Varroa, *Nosema apis*, control strategies.

Corresponding author: Humam S. Barhoom, Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Damascus University, Syria, email: A.M.Mouhanna@gmail.com

References

- Bailey, L. 1976. Viruses attacking the honey bee. *Advances in Virus Research*, 20: 271-304.
- Bailey, L. and B.V. Ball. 1991. *Honey Bee Pathology*, 2nd ed. Academic Press, London. 193 pp
- Bailey, L. and B.V. Ball. 1978. *Apis iridescent virus* and 'clustering disease' of *Apis cerana*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 31: 368-371.
- Bailey, L. and E.F.W. Fernando. 1972. Effects of sac brood virus on adult honey bees. *Annals of Applied Biology*, 72: 27-35.
- Bailey, L. and R.D. Woods. 1974. Three previously undescribed viruses from the three previously undescribed viruses from the honey bee. *Journal of General Virology*, 25: 175-186.
- Bailey, L., B.V. Ball and J.N. Perry. 1981. The prevalence of viruses of honey bees in Britain. *Annals of Applied Biology*, 97:109-118.
- Bailey, L., B.V. Ball and J.N. Perry. 1983. Association of viruses with two protozoal pathogens of the honey bee. *Annals of Applied Biology*, 103: 13-20.
- Bailey, L., B.V. Ball and R.D. Woods. 1976. An Iridovirus from bees. *Journal of General Virology*, 31: 459-461.
- Bailey, L., B.V. Ball, J.M. Carpenter and R.D. Woods. 1980. Small virus-like particles in honey bees associated with *chronic paralysis virus* and with a previously undescribed disease. *Journal of General Virology*, 46: 149-155.

المراجع

- مهنا، أحمد محمد وميسر الحاج عمر. 2013. دراسة مرجعية لأكثر فيروسات نحل العسل انتشاراً في العالم. مجلة وقاية النباتات العربية، 31: 1-9.
- Aemprapa, S. and S. Wongsiri. 2000. *Thai sac brood virus* situation in Thailand. Pp. 55-56 In *Asian Bees and Beekeeping: Progress of Research and Development*. M Matsuka, L.R. Verma, S. Wongsiri, K.K. Shrestha and Uma Partao (eds.). New Delhi, Oxford and IBH.
- Allen, M. and B. Ball. 1996. The incidence and world distribution of honey bee viruses. *Bee World*, 77: 141-162.
- Allen, M.F. and B.V. Ball. 1995. Characterization and serological relationships of strains of *Kashmir bee virus*. *Annals of Applied Biology*, 126: 471-484.
- Anderson, D.L. 1988. Pathologist report. *The New Zealand Beekeeper*, 199: 12-15.
- Anderson, D.L. and A.J. Gibbs. 1989. Transpuparial transmission of *Kashmir bee virus* and *Sacbrood virus* in the honey bee (*Apis mellifera*). *Annals of Applied Biology*, 114: 1-7.
- Aubert, M., B. Ball, I. Fries, R. Moritz, N. Milani and I. Bernardinelli. 2008. *Virology and the Honey Bee*, European Commission, DGR, Communication Unit, Brussels, Belgium, 459 pp.
- Bailey, L. 1967. *Acute beep analysis virus* in adult honey bees injected with *sac brood virus*. *Virology*, 33: 368.
- Bailey, L. 1968. The multiplication of *sac brood virus* in the adult honey bee. *Virology*, 36: 312-313.

34. DeMiranda, J.R. and E. Genersch. 2010. Deformed wing virus. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103: S48-S61.
35. De Miranda, J.R., B. Dainat, B. Locke, G. Cordoni, H. Berthoud, L. Gauthier, P. Neumann, G.E. Budge, G.E. Budge, B.V. Ball and D.B. Stoltz. 2010. Genetic characterization of slow bee paralysis virus of the honeybee (*Apis mellifera* L.). *Journal of General Virology*, 91: 2524-2530.
36. DeMiranda, J.R., G. Cordoni and G. Budge. 2010. The acute bee paralysis virus, Kashmir bee virus, Israeli acute paralysis virus complex. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103: S30-S47.
37. De Miranda, J.R., L. Bailey, B.V. Ball, P. Blanchard, G.E. Budge, N. Chejanovsky, Y.P. Chen, L. Gauthier, E. Genersch, D.C de Graaf, M. Ribière, E. Ryabov, L. De Smet and J.J.M. van der Steen. 2013. Standard methods for virus research in *Apis mellifera*. *Journal of Apicultural Research*, 52: 56.
38. DeMiranda, J.R., Y. Chen, M. Ribière and L. Gauthier. 2011. Varroa and viruses. Pages 11-31. In: Varroa—still a problem in the 21st century. N.L. Carreck (ed.). International Bee Research Association, Cardiff, UK.
39. Diprisco, G., F. Pennachchio, E. Caprio, H.F. Boncristiani, J.D. Evans and Y.P. Chen. 2011. *Varroa destructor* is an effective vector of Israeli acute paralysis virus in the honey bee, *Apis mellifera*. *Journal of General Virology*, 92: 151-155.
40. Fujiyuki, T., H. Takeuchi, M. Ono, S. Ohka, T. Sasaki, A. Nomoto and T. Kubo. 2004. Novel insect picorna-like virus identified in the brains of aggressive worker honey bees. *Journal of Virology*, 78: 1093-1100.
41. Fujiyuki, T., S. Ohka, H. Takeuchi, M. Ono, A. Nomoto and T. Kubo. 2006. Prevalence and phylogeny of Kakugo virus, a novel insect picorna-like virus that infects the honey bee (*Apis mellifera* L.), under various colony conditions. *Journal of Virology*, 80: 11528-11538.
42. Gauthier, L., M. Ravallec, M. Tournaire, F. Cousserans, M. Bergoin, B. Dainat and J.R. DeMiranda. 2011. Viruses associated with ovarian degeneration in *Apis mellifera* L. queens. *PLoS Pathogens*, 6: e16217.
43. Gauthier, L., S. Cornman, U. Hartmann, F. Cousserans, J.D. Evans, J.R. de Miranda and P. Neumann. 2015. The *Apis mellifera* filamentous virus genome. *Viruses*, 7: 3798-3815.
44. Gildow, F.E. and C.J. D'arcy. 1990. Cytopathology and experimental host range of *Rhopalosiphum padi* virus, a small isometric RNA virus infecting cereal grain aphids. *Journal of Invertebrate Pathology*, 55: 245-257.
45. Hunter, W., J. Ellis, D. Van Engelsdorp, J. Hayes, D. Westervelt, E. Glick, M. Williams, I. Sela, E. Maori, J. Pettis, D. Cox-Foster and N. Paldi. 2010. Large-scale field application of RNAi technology reducing Israeli acute paralysis virus disease in honey bees (*Apis mellifera*, Hymenoptera: Apidae). *PLoS Pathogens*, 6: e1001160.
19. Bailey, L., J.M. Carpenter and R.D. Woods. 1979. *Egypt bee virus* and Australian isolates of *Kashmir bee virus*. *Journal of General Virology*, 43: 641-647.
20. Bailey, L., J.M. Carpenter, D.A. Govier and R.D. Woods. 1980. Bee virus Y. *Journal of General Virology*, 51: 405-407.
21. Ball, B.V. 1985. *Acute paralysis virus* isolates from honey bee colonies infested with *Varroa jacobsoni*. *Journal of Apicultural Research*, 24: 115-119.
22. Ball, B.V. 1997. *Varroa* and viruses. Pages 11-15. In: *Varroa fight the mite*. P. Munn and R. Jones (eds.), International Bee Research Association, Cardiff.
23. Ball, B.V. and L. Bailey. 1991. Viruses of honey bees. Pages 525-551. In: *Atlas of Invertebrate Viruses*. J.R. Adams and J.R. Bonami (eds.). CRC press, Boca Raton, Florida.
24. Ball, B.V. and L. Bailey. 1997. Viruses. Pages 11-31. In: *Honey Bee Pest, Predators & Diseases*. R.A. Morse and K. Flottum (eds.). The A. I. Root Co., Medina, OH.
25. Ball, B.V. and M.F. Allen. 1988. The prevalence of pathogens in honey bee colonies infested with the parasitic mite *Varroa jacobsoni*. *Annals of Applied Biology*, 113: 237-244.
26. Carreck, N.L., B.V. Ball and J.K. Wilson. 2002. Virus succession in honey bee colonies infested with *Varroa destructor*. *Apiacta*, 37: 33-38.
27. Carreck, N.L., B.V. Ball and S.J. Martin. 2010. The epidemiology of cloudy wing virus infections in honey bee colonies in the UK. *Journal of Apicultural Research*, 49: 66-71.
28. Chastel, C., P. Robaux and F. Le Goff. 1990. New virus from honey bee colonies. Is Varroa a vector or does he amplify viruses? Pages 165-167. In: *Proceedings of the International Symposium on Recent Research on Bee Pathology*, Ghent, Belgium, Rijksstation voor Nematologie en Entomologie.
29. Chen, Y.P., J.S. Pettis, J.D. Evans, M. Kramer and M.F. Feldlaufer. 2004. Transmission of Kashmirbee virus by the ectoparasitic mite, *Varroa destructor*. *Apidologie*, 35: 441-448.
30. Clark, T.B. 1978. A filamentous virus of the honey bee. *Journal of Invertebrate Pathology*, 32: 332-340.
31. Cordoni, G. and M.L. Spagnuolo. 2007. Development of an experimental GIS for beekeeping in the Marche Region, Italy. *Veterinaria Italiana*, 43: 431-436.
32. Cornman, S.R., M.C. Schatz, S.J. Johnston, Y.P. Chen, J. Pettis, G. Hunt, L. Bourgeois, C. Elsik, D. Anderson, C.M. Grozinger and J.D. Evans. 2010. Genomic survey of the ectoparasitic mite *Varroa destructor*, a major pest of the honey bee *Apis mellifera*. *BMC Genomics*, 11: 602.
33. Cox-Foster, D.L., S. Conlan, E. Holmes, G. Palacios, J.D. Evans, N.A. Moran, P.L. Quan, T. Briese, M. Hornig, D.M. Geiser, V. Martinson, D. Vanengelsdorp, A.L. Kalkstein, A. Drysdale, J. Hui, J. Shai, L. Cui, S.K. Hutchison, J.F. Simons, M. Egholm, J.S. Pettis and W.I. Lipkin. 2007. A metagenomic survey of microbes in honey bee colony collapse disorder. *Science*, 318: 283-287.

59. **Ongus, J.R.** 2006. *Varroa destructor* virus 1: A new picorna-like virus in varroa mites as well as honey bees. PhD thesis, Wageningen University, Netherlands. 132 pp.
60. **Ongus, J.R., D. Peeters, J.M. Bonmatin, E. Bengsch, J.M. Vlak and M.M. Van Oers.** 2004. Complete sequence of a picorna-like virus of the genus Iflavirus replicating in the mite *Varroa destructor*. *Journal of General Virology*, 85: 3747-3755.
61. **Reinganum, C., J.S. Robertson and T.W. Tinsley.** 1978. A new group of RNA viruses from insects. *Journal of General Virology*, 40: 195-202.
62. **Ribière, M., B.V. Ball and M.F.A. Aubert.** 2008. Natural history and geographic distribution of honey bee viruses. Pages 15-84. In: *Virology and the honey bee*. M.F.A. Aubert, B.V. Ball, I. Fries, R.F.A. Morritz, N. Milania and I. Bernardinelli, (eds.). EEC Publications, Brussels, Belgium.
63. **Rortais, A., D. Tentcheva, A. Papachristoforou, L. Gauthier, G. Arnold, M.E. Colin and M. Bergoin.** 2006. Deformed wing virus is not related to honey bees' aggressiveness. *Virology Journal*, 3: e61.
64. **Runckel, C., M.L. Flenniken, J.C. Engel, J.G. Ruby, D. Ganem, R. Andino and J.L. Derisi.** 2011. Temporal analysis of the honey bee microbiome reveals four novel viruses and seasonal prevalence of known viruses, nosema, and crithidia. *PloS One*, 6: e20656.
65. **Shen, M.Q., L.W. Cui, N. Ostiguy and D. Cox-Foster.** 2005. Intricate transmission routes and interactions between picorna-like viruses (Kashmir bee virus and sac brood virus) with the honey bee host and the parasitic varroa mite. *Journal of General Virology*, 86: 2281-2289.
66. **Shen, M.Q., X.L. Yang, D. Cox-Foster and L.W. Cui.** 2005. The role of varroa mites in infections of Kashmir bee virus (KBV) and deformed wing virus (DWW) in honey bees. *Virology*, 342: 141-149.
67. **Sumpter, D.J.T. and S.J. Martin.** 2004. The dynamics of virus epidemics in varroa-infested honey bee colonies. *Journal of Animal Ecology*, 73: 51-63.
68. **Terio, V., V. Martella, M. Camero, N. Decaro, G. Testini, E. Bonerba, G. Tantillo, and C. Buonavoglia.** 2008. Detection of a honey bee iflavirus with intermediate characteristics between kakugo virus and deformed wing virus. *New Microbiologica*, 31: 439-444.
69. **Todd, J. and B.V. Ball.** 2003. Viruses in New Zealand bees. *Bee Craft*, 85: 12-13.
70. **Todd, J.H., J.R. DeMiranda and B.V. Ball.** 2007. Incidence and molecular characterization of viruses found in dying New Zealand honey bee (*Apis mellifera*) colonies infested with *Varroa destructor*. *Apidologie*, 38: 354-367.
71. **Van Munster, M., A.M. Dullemans, M. Verbeek, J.F.J.M. Van Den Heuvel, A. Clériveret and F. Van Der Wilk.** 2002. Sequence analysis and genomic organization of aphid lethal paralysis virus: a new member of the family Dicistroviridae. *Journal of General Virology*, 83: 3131-3138.
46. **Iqbal, J. and U. Müller.** 2007. Virus infection causes specific learning deficits in honey bee foragers. *Proceedings of the Royal Society London*, B274: 1517-1521.
47. **Laubscher, J.M. and M.B. Von Wechmar.** 1992. Influence of aphid lethal paralysis virus and *Rhopalosiphum padi* virus on aphid biology at different temperatures. *Journal of Invertebrate Pathology*, 60: 134-140.
48. **Laubscher, J.M. and M.B. Von Wechmar.** 1993. Assessment of aphid lethal paralysis virus as an apparent population growth-limiting factor in grain aphids in the presence of other natural enemies. *Biocontrol Science and Technology*, 3: 455-466.
49. **Lee, P.E. and B. Furgala.** 1967. Virus-like particles in adult honey bees (*Apis mellifera* L.) following injection with sac brood virus. *Virology*, 32: 11-17.
50. **Lommel, S.A., T.J. Morris and D.E. Pinnock.** 1985. Characterization of nucleic acids associated with Arkansas bee virus. *Intervirology*, 23: 199-207.
51. **Maori, E., N. Paldi, S. Shafir, H. Kalev, E. Tsur, E. Glick and I. Sela.** 2009. IAPV, a bee-affecting virus associated with colony collapse disorder can be silenced by dsRNA ingestion. *Insect Molecular Biology*, 18: 55-60.
52. **Maori, E., S. Lavi, R. Mozes-Koch, Y. Gantman, Y. Peretz, O. Edelbaum, E. Tanne and I. Sela.** 2007. Isolation and characterization of Israeli acute paralysis virus, a dicistrovirus affecting honey bees in Israel: evidence for diversity due to intra- and inter-species recombination. *Journal of General Virology*, 88: 3428-3438.
53. **Martin, S., A. Hogarth, J. van Breda and J. Perrett.** 1998. A scientific note on *Varroa jacobsoni* Oudemans and the collapse of *Apis mellifera* L. colonies in the United Kingdom. *Apidologie*, 29: 369-370.
54. **Martin, S.J., A.C. Highfield, L. Brettell, E.M. Villalobos, G.E. Budge, M. Powell, S. Nikaido and D.C. Schroeder.** 2012. Global honey bee viral landscape altered by a parasitic mite. *Science*, 336: 1304-1306.
55. **Matthews, R.E.F.** 1979. Classification and nomenclature of viruses. *Intervirology*, 12: 129-296.
56. **Moon, J.S., L.L. Domier, N.K. Mccoppin, C.J. D'arcy and H. Jin.** 1998. Nucleotide sequence analysis shows that *Rhopalosiphum padi* virus is a member of a novel group of insect-infecting RNA viruses. *Virology*, 243: 54-65.
57. **Moore, J., A. Jironkin, D. Chandler, N. Burroughs, D.J. Evans and E.V. Ryabov.** 2011. Recombinants between deformed wing virus and *Varroa destructor* virus-1 may prevail in *Varroa destructor*-infested honey bee colonies. *Journal of General Virology*, 92: 156-161.
58. **Nordström, S., I. Fries, A. Aarhus, H. Hansen and S. Korpela.** 1999. Virus infections in Nordic honey bee colonies with no, low or severe *Varroa jacobsoni* infections. *Apidologie*, 30: 475-484.

74. **Zioni, N., V. Sorokerand and N. Chejanovsky.** 2011. Replication of *Varroa destructor* virus-1 (VDV-1) and a *Varroa destructor* virus 1-deformed wing virus recombinant (VDV-1-DWV) in the head of the honey bee. *Virology*, 417: 106-112.
72. **Verma, L.R., B.S. Rana and S. Verma.** 1990. Observations on *Apis cerana* colonies surviving from Thai *Sac brood virus* infestation. *Apidologie*, 21: 169-174.
73. **Yue, C. and E. Genersch.** 2005. RT-PCR analysis of deformed wing virus in honey bees (*Apis mellifera*) and mites (*Varroa destructor*). *Journal of General Virology*, 86: 3419-3424.

Received: July 4, 2016; Accepted: August 21, 2016

تاريخ الاستلام: 2016/4/7؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2016/8/21