

< Original Article >

대전광역시 양봉농가의 꿀벌질병 감염률 조사

김영주* · 김종호 · 오윤희 · 이상준 · 송선경 · 정은영 · 이상준 · 이석주 · 문병천
대전광역시보건환경연구원

Prevalence of honeybee (*Apis mellifera*) disease in Daejeon

Young-ju Kim*, Jong-ho Kim, Yoon-hee Oh, Sang-joon Lee, Sun-kyong Song,
Eun-young Joung, Sang-joon Lee, Seok-ju Lee, Byeong-cheon Moon
Daejeon Metropolitan City Institute Health and Environment, Daejeon 34142, Korea

(Received 28 November 2016; revised 20 December 2016; accepted 26 December 2016)

Abstract

This study was conducted to investigate the prevalence of honey bee (*Apis mellifera*) disease in Daejeon. From May to September in 2014, 63 samples were collected from 63 apiculture farms in the regions and reverse transcriptase-polymerase chain reaction (RT-PCR) and polymerase chain reaction (PCR) was conducted. A total of 11 infectious pathogens, including 6 virus, 2 bacteria, 2 fungi, and 1 parasite, were investigated in honeybee colonies suffering from symptom of sudden collapse, depopulation or paralysis. The infectious pathogens and infection rates among 63 honeybee colonies detected were as follows: sacbrood virus (12.7%), chronic bee paralysis virus (1.6%), stonebrood (11.1%), American foulbrood (19.0%), European foulbrood (6.3%), respectively. The result indicate that foulbrood was most prevalent disease in apiculture farms in Daejeon area.

Key words : Honey bee, *Apis mellifera*, PCR, Daejeon

서 론

꿀벌은 벌꿀 생산뿐 아니라 전 세계 주요 100대 농작물의 71%를 꿀벌이 수정하므로 화분매개자로서 농작물 재배에 큰 영향을 주므로 꿀벌 건강상태가 가지는 경제적인 가치는 매우 높다. 최근 몇 년 동안 꿀벌 수가 극심하게 감소되는 상황이 보고되었다. 이에 대한 원인은 뚜렷하게 밝혀지지 않았으나 그 원인 중 하나는 다양한 병원성 미생물 존재로 인해 발생하는 질병에 기인하는 것으로 추정하고 있다(Gilliam, 1997; Olofsson과 Vasquez, 2008).

꿀벌에서 주로 문제시 되는 바이러스성 질병의 원 인체로는 낭충봉아부패병바이러스(SBV, sacbrood virus), 날개불구병바이러스(DWV, deformed wing virus),

여왕벌흑색병바이러스(BQCV, black queen cell virus), 급성꿀벌마비증바이러스(ABPV, acute bee paralysis virus), 만성꿀벌마비증바이러스(CBPV, chronic bee paralysis virus), 케시미어병바이러스(kashmir bee virus) 등이 있으며, 세균성 질병으로는 미국형부저병(afb, american foulbrood), 유럽형부저병(efb, european foulbrood), 원충성 질병인 노제마병(*Nosema*), 진균성 질병인 백묵병(Chalkbrood), 석고병(Stonebrood) 등이 보고되어 있다(Allen과 Ball, 1996).

지난 2006~2007년 미국에서 일벌들의 30% 이상이 없어지는 붕괴현상(colony collapse disorder, CCD)이 보고된 이후 현재까지 세계적으로 약 25% 이상의 일벌들이 없어진 것으로 보고되어 있다. CCD의 원인은 아직 정확하게 확인되지 않았으나 전자파, 환경 독성물질, 유전자 변형 생물체 또는 바이러스 등에 의해 발생하는 것으로 추정하고 있다(Oldroyd, 2007).

*Corresponding author: Young-ju Kim, Tel. +82-42-270-6891,
Fax. +82-42-270-6869, E-mail. huisogang@korea.kr

최근 국내에서 SBV에 의한 피해 신고가 꾸준히 증가하고 있으며 2010년에는 동양종 꿀벌(*Apis cerana*) 전체의 75% 이상이 폐사된 것으로 보고되었다. 이런 상황에서 관내 꿀벌농가 수 증가와 채밀기에 이동 양봉농가의 관내 유입으로 인한 꿀벌 질병 전파가 우려된다. 이번 연구는 관내에서 문제시 되는 꿀벌 질병 원인체와 복합감염 실태를 조사하여 질병을 효과적으로 방제하기 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

시료채취

본 실험에 사용한 시료는 2014년 5월부터 9월까지 관내 양봉농가를 대상으로 검사를 희망하는 농가를 대상으로 상반기에 35농가, 하반기에 28농가에서 농가별 30마리의 성충 또는 유충을 채취하여 실험에 사

용하였다.

핵산추출

채취한 시료는 농가별로 구분하여 멸균 PBS를 사용하여 균질화 유제를 만들고, 그 상층액 300 μ L에서 Viral Gene-spin™ viral DNA/RNA Extraction kit (iNtRON, Korea)를 이용하여 제작사의 지침에 따라 RNA 및 DNA를 분리하였다. 분리한 RNA 및 DNA는 -20°C 에서 냉동보관하였다.

병원체 프라이머 제작

꿀벌 질병 원인체인 SBV, SBV-R2, CSB, DWV, BQCV, KBV, ABPV, CBPV, AFB, EFB, *Nosema*, Stonebrood, Chalkbrood에 대하여 각각의 병원체 특이 프라이머를 제작하였다(Table 1).

Table 1. Primer sets for RT-PCR and PCR

Target disease*	Primer sequencing (5'→3')	Size (bp)	Tm ($^{\circ}\text{C}$)	Reference
SBV	F: ACCAACCGATTCTCAGTAG R: CCTTGGAACCTGCTGTCTA	487	55	Yoo et al., 2007
	SBV-R2 F: ACCAACCGATTCTCAGTAG R: TCTTCGTCCTCTCATCAC	258	52	Grabensteiner et al., 2001
CSB	F: GGATCAAAGGAAATTACCAG R: CCACTAGGTGATCCACACT	426	55	Liu et al., 2010
DWV	F: TCAICTTCAACTCGGCTTTCTACG R: CGAATCATTTACGGGACG	479	55	Lee et al., 2005
BQCV	F: TGGTCAGCTCCACTACCTAAAC R: GCAACAAGAAGAAACGTAACCAC	701	55	Benjeddou et al., 2001
KBV	F: GATGAACGTCGACCAATTGA R: TGTGGGTGGCTATGAGTCA	415	50	Stoltz et al., 1995
ABPV	F: TTATGTGTCCAGAGACTGTATCCA R: GCTCCTATTGCTCGGTTTTTCGGT	901	55	Benjeddou et al., 2001
CBPV	F: AGTTGTCATGGTTACAGGATACGAG R: TCTAATCTAGCACGAAAGCCGAG	455	55	Ribiere et al., 2002
AFB	F: GTG TTTCCTTCGGGAGACG R: CTCTAGGTCGGCTACGCATC	233	55	Lee et al., 2004
EFB	F: AAGAGTAACTGTTTTCTCTCG R: AAACCTTATCTCTAAGGCGT	564	45	Ha et al., 2005
<i>Nosema</i>	F: CTGCCTGACGTAGACGCTAT R: CTTTCGATCCTCTACTTACG	592	50	Yoo et al., 2007
Stonebrood	F: ATCGGGCGGTGTTTCTATG R: ACCGGGCTATTAAGGGCCG	312	55	Lee et al., 2004
Chalkbrood	F: GGCTGTAGGGGGAACCAGGA R: CGGGTGGTCTTTCAGCCTC	994	55	Lee et al., 2005

*SBV: sacbrood virus, CSBV: chinese sac brood virus, DWV: deformed wing virus, BQCV: black queen cell virus, KBV: kashmir bee virus, ABPV: acute bee paralysis virus, CBPV: chronic bee paralysis virus, AFB: American foulbrood, EFB: European foulbrood.

RT-PCR 및 PCR

낭충봉아부패병(SBV)의 경우 Structural protein 부분의 SBV primer와 SBV-R2 primer, Non-structural protein 부분의 CSBV primer 세 가지 primer를 사용하였으며, SBV-R2 primer의 경우 비특이 반응 가능성이 있으므로 second PCR에서 양성인 경우만 최종양성으로 판정하였다. PCR machine은 Veriti 96-well Thermal Cycler (Applied biosystem, USA)를 사용하였다. 꿀벌 질병 병원체 특이 프라이머를 이용한 유전자 증폭은 2X Taq PCR Smart mix 1 (Solgent, Korea)를 사용하여 제작사의 지침에 따라 2X Taq PCR Smart mix 25 µL, 프라이머(10 pmol/µL) 각 2 µL씩, Template DNA 5 µL를 혼합하고 DW를 16 µL 첨가하여 총량이 50 µL가 되도록 하였다.

바이러스질병에 대한 RT-PCR condition은 incubation 50°C, 30 min, cDNA synthesis 95°C, 15 min으로 1 cycle 진행 후 denaturation 94°C, 30 s, annealing 52~55°C (Table 1), 30 s, extension 72°C, 60 s, 40 cycle, final extension 72°C, 10 min, 1 cycle 조건으로 실험하였으며, 다른 5가지 질병에 대한 PCR condition은 pre-denaturation 94°C, 5 min, 1 cycle, denaturation 94°C, 30 s, annealing 45~55°C (Table 1), 30 s, extension 72°C, 60 s, 40 cycle, final extension 72°C, 10 min, 1 cycle의 조건으로 실험하였다.

증폭산물 분석

증폭된 산물을 확인하기 위하여 PCR 용액 8 µL를 20,000x RedSafe (iNtRON, Korea)를 첨가한 2% agarose gel에서 50 V, 30분간 전기영동을 한 후 Redsafe 용 Bio imaging system을 사용하여 특이 유전자 증폭 산물을 확인하였다. 증폭된 DNA 산물의 크기를 확인하기 위하여 100 bp DNA ladder (iNtRON, Korea)를 사용하여 증폭산물의 크기를 확인하였다.

결 과

대전에서 63농가에서 채취한 성충 및 유충에 대한 12가지 질병에 대한 감염률은 다음과 같다. AFB 19.0%, SBV 12.7%, SB 11.1%, EFB 6.3%, CBPV 1.6% 순으로 나타났으며, DWV, BQCV, KBV, ABPV, Nosema, CB은 검출되지 않았다(Table 2). 계절별로 살펴보면 봄에 AFB 25.7%, SBV 11.4%, SB 11.4%, EFB 2.9% 순으로 나타났고 가을에 SBV 14.3%, AFB 10.7%, SB 10.7%, EFB 10.7%, CBPV 3.6% 순으로 나타났다.

구별로 살펴보면 동구 13농가, 중구 6농가, 서구 6농가, 유성구 29농가, 대덕구 9농가로 총 63농가를 대상으로 검사를 실시했다. 계절별로 살펴보면 봄에 동구 16.7%, 중구 50.0%, 서구 50.0%, 유성구 25.0%, 대덕구 60.0%의 질병 검출률을 보였으며 가을에 동구

Table 2. Infectious pathogens molecularly detected from honeybee colonies reared in Daejeon province according to seasons in 2014

Season	No. tested	No. of positive (%)										
		SBV	DWV	BQCV	KBV	ABPV	CBPV	AFB	EFB	Nosema	SB	CB
Spring	35	4 (11.4)	-	-	-	-	-	9 (25.7)	1 (2.9)	-	4 (11.4)	-
Autumn	28	4 (14.3)	-	-	-	-	1 (3.6)	3 (10.7)	3 (10.7)	-	3 (10.7)	-
Total	63	8 (12.7)	-	-	-	-	1 (1.6)	12 (19.0)	4 (6.3)	-	7 (11.1)	-

*SBV: sacbrood virus, DWV: deformed wing virus, BQCV: black queen cell virus, KBV: kashmir bee virus, ABPV: acute bee paralysis virus, CBPV: chronic bee paralysis virus, AFB: American foulbrood, EFB: European foulbrood, SB: stonebrood, CB: chalkbrood

Table 3. Region of 63 examined honeybee colonies in Daejeon province

No. of infected honeybee colonies (%)		Region				
		Dong gu	Jung gu	Seo gu	Yuseong gu	Daeduk gu
No. tested		13	6	6	6	29
Season	Spring	1 (16.7)	2 (50.0)	2 (50.0)	4 (25.0)	3 (60.0)
	Autumn	3 (42.9)	-	1 (50.0)	5 (38.5)	1 (25.0)
	Total	4 (30.8)	2 (33.3)	3 (50.0)	9 (31.0)	22 (44.4)

Table 4. Degree of single and mixed infectious in 63 honeybee colonies reared in Daejeon Province

	Complexity of infection				
	None	Single	Double	Triple	Quadruple
No. of infected honeybee colonies (%)	41 (65.1)	12 (19.0)	6 (9.5)	2 (3.2)	2 (3.2)

42.9%, 중구 0%, 서구 50.0%, 유성구 38.5%, 대덕구 25.0%로 확인되었다. 꿀벌질병 검출률은 서구, 대덕구, 중구, 유성구, 동구 순으로 나타났다(Table 3).

꿀벌 병원체 복합감염 형태는 단독감염 12개 농장(19.0%), 이중감염 6개 농장(9.5%), 삼중감염 2개 농장(3.2%), 사중감염 2개 농장(3.2%)으로 나타났다. 총 63농장 중 10개 농장(15.9%)에서 2가지 이상의 병원체에 중복감염된 것으로 나타났다(Table 4).

고 찰

2010년 전국적으로 낭충봉아부패병이 발생해 많은 피해를 일으켰으며 이 질병뿐만 아니라 감별되는 중요한 꿀벌 병원체들에 대한 양봉농가의 관심도 증가에 따라 관내 꿀벌 질병 감염 실태를 알아보고자 이 연구를 수행하였다.

꿀벌 바이러스 질병 중에서 SBV 감염률은 2009년 전국적으로 17.6%이었으며 2013년 경북 동부지역은 66.7%, 충남 아산·천안지역은 38.0%였는데(Ouh 등, 2013; Jeon 등, 2013; Yoo와 Yoon, 2009), 이번 대전 지역 감염률은 12.7%로 나타났다. 이는 2013년 경북, 충남지역은 꿀벌질병이 의심되어 질병 의뢰한 농가를 대상으로 실험이 이루어 졌기에 검출률이 높게 나타난 것으로 사료된다. SBV에 감염된 성충의 경우 걸으로는 건강한 꿀벌과 구분이 되지 않으나 개체의 수명이 줄어들어 일찍 사망하는 경우가 많은 것으로 밝혀졌다. 동양종 꿀벌에 비해 서양종 꿀벌은 SBV 감염 피해가 크지 않아서 이번 실험에서 SBV 검출된 농가의 경우 SBV 감염유무를 모르고 있는 경우가 대부분이었다.

CBPV 감염률은 2009년 전국적으로 5.6%이었으며 2013년 경북 동부지역은 0%이었는데(Ouh 등, 2013; Yoo와 Yoon, 2009), 이번 대전 지역 감염률은 1.6%로 나타났다. CBPV는 마비를 일으키는 다른 바이러스들에 비하여 만성적 형태로 증세가 나타나며 배설물 등을 통하여 전염이 가능하기 때문에 봉군 전체에 힘들지 않게 감염을 확산시킬 수 있으므로(Liu 등, 2010)

앞으로도 지속적인 모니터링을 통해 주시해야 할 질병이다.

꿀벌의 세균성 질병 중에서 AFB 감염률은 2009년 전국적으로 58.8%이었으며 2013년 경북 동부지역은 41.7%, 충남 아산·천안지역은 28.5%였는데(Ouh 등, 2013; Jeon 등, 2013; Yoo와 Yoon, 2009), 이번 대전 지역 감염률은 19.0%로 비교적 높은 수치를 나타내었다. EFB 감염률은 2009년 전국적으로 감염이 없었으나 2013년 경북 동부지역은 12.5%, 충남 아산·천안지역은 66.6%이었으며(Ouh 등, 2013; Jeon 등, 2013; Yoo와 Yoon, 2009), 이번 대전 지역 감염률은 6.3%로 나타났다. AFB 병원체는 안정적인 포자를 생산하므로 치료가 어려울 뿐 아니라 수직전파도 가능하므로 AFB는 꿀벌 유충에만 걸리고 성충에는 걸리지 않는 점을 이용하여 벌이 붙어 있는 소비를 꺼내어 다른 새 벌통에 넣어 담고 소비를 태우는 적극적인 치료가 필요하다. EFB는 AFB와 달리 죽은 유충에서 아교같이 찢겨지는 특성이 없기 때문에 EFB와 쉽게 구별할 수 있다. AFB와 EFB는 현재 제 3종 가축전염병으로 분류되어 관리하고 있다.

꿀벌의 진균성 질병 중에서 SB 감염률은 2009년 전국적으로 24.9%이었으며 2013년 경북 동부지역은 45.8%, 충남 아산·천안지역은 100.0%였는데(Ouh 등, 2013; Jeon 등, 2013; Yoo와 Yoon, 2009), 이번 대전 지역 감염률은 11.1%로 나타났다. SB는 *Aspergillus flavus*에 의해 죽은 애벌레의 몸에 황록색의 포자를 형성하는데 곰팡이의 피해를 받은 애벌레는 곧 반짝이는 빛을 잃게 되어 활기를 잃은 백색으로 변한다. 육안적으로 증상이 뚜렷하므로 농가에서 질병이 의심되어 의뢰한 충남의 경우 전농가에서 해당 병원체를 검출하였다.

2009년 다른 꿀벌 질병의 감염률을 전국적으로 살펴보면 DWV 33.0%, BQCV 13.4%, KBV 16.3%, ABPV 0.9%, *Nosema* 42.9%, CB 12.9%였으며 2013년에 경북 동부지역의 감염률은 DWV 4.2%, BQCV 12.5%, KBV 29.2%, ABPV 0%, *Nosema* 33.3%, CB 4.2%였으나(Ouh 등, 2013; Yoo와 Yoon, 2009) 이번 실험에서는 단 한 건도 검출되지 않았다. 이는 이번 실험의 경우

봄철 시료채취를 5월에 실시하였는데 채밀기 이전에 농가에서 상태가 나쁜 봉군은 도태시켰기 때문에 전체적으로 질병 감염률이 낮은 것으로 파악된다. 또한 국내 다른 논문들과 달리 병성감정 의뢰한 농가가 대상이 아닌 양봉구제약품 수령한 농가 중 꿀벌 질병 실태 파악을 원하는 농가를 대상으로 했기에 다른 지역보다 질병 검출률이 낮은 것으로 생각된다.

구별로 꿀벌 검출률을 살펴보면 서구, 대덕구, 중구, 유성구, 동구 순으로 나타났다. 상반기 꿀벌 시료 채취 시 동구 농가 대부분에서 기는 현상이 발견되어 질병 검출률이 가장 높을 것으로 생각했으나 실험 결과 가장 낮게 나타났다. 이는 동구가 위치한 대청호 주변으로 과수원 농가가 많다보니 봄철 농약 살포로 인해 꿀벌에 영향을 미친 것으로 파악하였다. 대부분의 꿀벌 바이러스 질병들이 기는 현상을 나타내므로 양봉농가에서 임상증상만으로 특정 질병을 진단하기 어려우므로 정밀검사를 실시해 해당 질병에 맞는 치료를 실시해야 한다.

일반적으로 꿀벌 질병은 단독 감염뿐 아니라 복합 감염 형태로도 많이 나타난다. 이번 실험에서도 총 22개 농가 중 10개 봉군(45.5%)이 2가지 이상의 질병에 감염되어 있었다. 꿀벌 바이러스 질병은 단독 감염인 경우 양봉인들에 의해 그 증상이 거의 인지되지 않으며(Allen과 Ball, 1996) 증상만으로는 바이러스 질병을 구별하는 것이 힘들어서 국내에서 바이러스 질병의 효과적인 방제가 이루어지기 위해서는 꿀벌 바이러스에 관한 다양한 연구가 필요하다. 또한 최근 연구에서 밝혀지고 있듯이 꿀벌응애가 봉군내부 또는 다른 벌통으로의 꿀벌 바이러스 질병 전파에 많은 역할을 하고 있다. 따라서 꿀벌 봉군 붕괴 및 꿀벌 실종현상을 예방하기 위해 꿀벌응애의 방제가 가장 중요하며 이를 통제하기 위한 효과적인 대책을 마련해야 할 것이다. 양봉관리에 있어 꿀벌 질병을 적기에 예방 또는 치료하기는 쉬운 일이 아니다. 꿀벌 질병은 치료가 아닌 예방이 최우선이므로 정기적인 예방을 통해 봉병 피해를 줄여야 한다.

그동안 양봉농가의 질병 진단은 직관과 경험에 의존했으며 그 결과 항생제의 대량 사용과 항생제 내성 병원균의 발생으로 치료가 더욱 힘들게 되었다(Yoo와 Yoon, 2009). 따라서 빠르고 정확한 진단으로 조기에 질병을 치료하면 약제의 오남용도 줄일 수 있고 더 나아가 지속적인 모니터링을 통해 질병의 특성에 맞는 사전 예방과 효과적인 방제 시스템을 실시한다면 양봉농가의 생산성 향상을 유도해 고품질의 양봉

산물을 얻을 수 있을 것이다.

결 론

2014년 대전지역 양봉농가 중 총 63농가에 대해 11가지 병원체를 PCR검사로 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다. AFB는 19.0%, SBV는 12.7%, SB는 11.1%, EFB는 6.3%, CBPV는 1.6% 순으로 감염률을 확인하였다. 그 외 DWV, BQCV, KBV, ABPV, *Nosema*, CB에 감염된 꿀벌은 확인되지 않았다. 최근 몇 년간 전국적인 SBV 유행으로 한봉농가 피해가 심했으나 대전지역 양봉농가의 경우 SBV 감염 시 뚜렷한 증상을 나타내지 않아서 질병 감염유무를 인지하지 못하고 있었다. 또한, 꿀벌 질병 발생 농가의 경우 AFB와 SBV 복합감염 형태가 많이 나타났으나 농가의 적절한 조치가 이루어지고 있지 않았다. 아직까지 양봉농가의 꿀벌질병 인식정도가 낮은 것으로 파악되며 증상만으로 쉽게 질병 원인이 파악되지 않기에 실험실 검사를 통한 꿀벌 질병의 정확한 진단이 필요하다.

REFERENCES

- Allen MF, Ball BV. 1996. The incidence and world distribution of the honey bee viruses. *Bee World*. 77: 141-162.
- Benjeddou M, Leat N, Allsopp M, Davison S. 2001. Detection of Acute Bee Paralysis Virus and Black Queen Cell Virus from honeybees by Reverse Transcriptase PCR. *Appl Env Microbiol* 67: 2384-2387
- Gilliam M. 1997. Identification and roles of non-pathogenic microflora associated with honey bees. *FEMS Microbiol. Lett.* 155: 1-10
- Grabensteiner W, Ritter W, Carter MJ, Davison S, Pechacker H, Kolodziejek J, Boecking O, Derakhshifar I, Moosbeckhofer R, Licek E, Nowotny N. 2001. Sacbrood virus of the honeybee (*Apis mellifera*): rapid identification and phylogenetic analysis using reverse transcription-PCR. *Clin Diagn Lab Immunol* 8: 93-104.
- Ha JS, Lee HM, Kim DS, Lim YK, Yoon BS. 2005. A PCR detection method of *Melissococcus pluton* for rapid identification of European foulbrood. *Korean J Apiculture* 20: 9-18.
- Jeon DM, Kim SH, Yook SY, Yeom NH, Do JY, Song SY, Heo EJ, Sin CH. 2013. Prevalence of honeybee (*Apis mellifera*) disease in Cheonan-Asan areas, Korea. *Korea. Korean J Vet Serv* 36: 147-150.
- Kim HK, Choi YS, Lee ML, Lee MY, Lee KG, Ahn NH. 2008. Detection of sacbrood virus(SBV) from the honeybee in

- Korea. Korean J Apiculture 23: 103-109.
- Lee HM, Ha JS, Jo YH, Nam SH, Yoon BS. 2004. PCR detection method of *Ascospheara apis*, *Aspergillus flavus* for rapid identification of fungal disease in honeybee. Korean J apiculture 19: 139-148.
- Lee HM, Lee DB, Han SH, Nam SH, Lim YK, Yoon BS. 2005. Rapid identification of *Ascospheara apis* causing chalk-brood disease in honeybee by real-time PCR. Korean J Apiculture 20: 109-116.
- Liu X, ZhangY, Yan X, Han R. 2010. Prevention of Chinese sac-brood virus infection in Apis cerana using RNA interference. Curr Microbiol 61: 422-428.
- Oldroyd BP. 2007. What's killing American honey bees? PloSBiol 5: 1195-1199.
- Olofsson TC, Vasquez A. 2008. Detection and identification of a novel lactic acid bacterial flora within the honey stomach of the honeybee Apis mellifera. Curr. Microbiol. 47: 356-363.
- Ouh IO, Do JC, Jeong TN, Cho MH, Kwak DM. 2013. Molecular detection of infectious pathogens in honeybee colonies reared in eastern Gyeongbuk province, Korea. Korean J Vet Serv 36: 37-44.
- Ribiere M, Triboulot C, Mathieu L, Aurieres C, Faucon JP, Pepin M. 2002. Molecular diagnostic of choronic bee paralysis virus infection. Apidologie 33: 339-351.
- Stoltz D, Shen XR, Boggis C, Sisson G. 1995. Molecular diagnosis of Kashmir bee virus infection. J Api Res 34: 153-160.
- Yoo MS, Lee DW, Kim IW, Kim DS, Kwon SH, Lim YG, Yoon BS. 2007. Identification of black queen cell virus from the honeybee in Korea. korean j Apiculture 22: 43-52.
- Yoo MS, Yoon BS. 2009. Incidence of honeybee disease in korea 2009. Korea J Apiculture 24: 273-278.