

< Original Article >

양봉농가에서 생산된 프로폴리스 급여에 따른 꿀벌 질병의 저감효과

김지연* · 최인수 · 안아진 · 정하진 · 장미선 · 조영관 · 김용환
광주보건환경연구원 동물위생시험소

Reduction effect of bee disease caused by propolis feeding in beekeeping farm

Ji Yeon Kim*, In Su Choi, Ah Jin Ann, Ha Jin Jeong,
Mi Sun Jang, Young Kwan Cho, Yong Hwan Kim

Department of Veterinary Research, Gwangju Metropolitan City Institute, Health & Environment, Gwangju 61027, Korea

(Received 17 April 2019; revised 19 June 2019; accepted 19 June 2019)

Abstract

The study was conducted to investigate the effect of propolis on the increase of the immunity of honey-bee bees by gradually administering the bees' propolis to bees. 0.16% and 0.3% 0.6% Propolis were administered at intervals of 2 weeks for 2 months, respectively, and 16 kinds of representative diseases of bees were tested. As a result, less bee disease was observed directly in the 0.3% propolis-administered group. In the next year, bees and a newborn bee showed a decrease in the incidence of bee disease and American foulbrood in bees administered with propolis. Based on the results of these studies, it was confirmed that propolis administration in bees helps to enhance immunity of bees and is effective in controlling American foulbrood.

Key words : Bee, Propolis, Bee disease

서 론

프로폴리스는 원래 식물이 자신의 잎, 꽃, 열매를 보호하기 위해 분비하는 항균성을 가진 수지화합물을 꿀벌들이 채취하여 자신의 타액과 섞어, 벌집의 수리, 외부 침입자로부터 벌통 방어, 벌집 내부 소독, 병원균의 번식과 부패 방지, 그리고 유충의 성장을 돕기 위해 이용하던 물질이다(김과 정, 2015). 프로폴리스는 여러 가지 화합물로 구성된 복합물질로서, 약 150여 가지 이상의 화합물로 구성되어 있으며 주요 구성성분은 Resins (45~55%), Waxes and fatty acids (25~35%), Essential oils (10%), Pollen (5%), Other or-

anics and mineral (5%) 등으로 이루어져 있다(Krell, 1996). 이 유기화합물의 대표적인 물질로 Flavonoids와 Phenolic acid가 있으며 이 Flavonoids와 Phenolic acid가 항산화기능 및 항염증, 항바이러스 효과와 연관이 있다는 다수의 연구들이 있다(Kumazawa 등, 2004; Hur 등, 2007). 또한 예로부터 프로폴리스의 다양한 생리활성효과로 인해 의료용으로 많이 사용되어 왔고 우리나라에서는 치주질환 및 항산화 기능을 갖는 건강기능식품으로 이용되고 있다(Korea Food & Drug Administration, 2010).

21세기에 접어들면서 꿀벌의 개체수가 전 세계적으로 급감하는 현상이 벌어졌다. 꿀벌 질병에 대한 각종 연구에서 보더라도 꿀벌은 다양한 세균 및 바이러스에 감염되어 있어 기후 변화 등 각종 요인에 의

*Corresponding author: Ji Yeon Kim, Tel. +82-62-613-7505,
Fax. +82-62-613-7649, E-mail. kj3003@korea.kr

해 면역력이 약화되면 질병이 발현되어 폐사에 이를 수 있으며(Kim 등, 2016; Lee 등, 2018) 우리나라에서 2009년 최초로 바이러스성 질병인 한국형 낭충봉아부패병이 진단된 이후 전체 동양종 꿀벌중 75% 이상이 이 질병에 의해 폐사된 것으로 보고되고 있다(Kim 등, 2016). 아인슈타인이 “꿀벌이 사라진다면 인류는 4년 내 멸망할 것이다.” 라고 말한 것처럼 꿀벌의 죽음은 생태계 교란 및 식량 문제에 큰 영향을 미쳐 인류의 생존을 위협할 수 있다. 이러한 시점에서 각종 질병으로부터 꿀벌의 폐사를 막고 양봉농가가 건강한 벌통을 유지하기 위한 가정 근본적인 방법은 꿀벌의 면역력 증강이라는 전제하에 꿀벌의 면역력을 증강시키는 방법에 대해 연구해 보기로 했다. 그동안 양봉농가는 질병이 발생하면 항생제를 사용해 왔고 무분별한 사용으로 인해 내성균이 생겨나 질병의 치료가 점점 더 힘들게 되었다. 이러한 부작용을 없애기 위해 수년 전부터 천연 항생물질로 인간이 이용해 왔으며 꿀벌이 자신의 생존을 위해 스스로 만들어 사용하여 꿀벌에게 거부감이 없이 투여할 수 있는 프로폴리스를 선택했다.

이에 본 연구는 2018년 2월에서 2019년 4월까지 광주 근교 양봉농가 1개소를 선택하여 꿀벌에게 중요한 세균, 바이러스, 곰팡이, 기생충에 대한 16종 질병에 대해 사전검사 검사 후, 2달 여간 프로폴리스를 농도별로 투여하고 사후 질병검사를 실시하여 프로폴리스의 효과를 확인하고자 하였다. 이러한 연구결과를 바탕으로 꿀벌에서 프로폴리스가 면역력 증진 및 질병 방지에 효과가 있다는 것을 증명하고 이 결과를 통해 양봉농가의 생산성 향상에 이바지하고자 한다.



Fig. 1. 0.3% propolis supply.

재료 및 방법

장소(농가 및 벌통 선정)

광주에서 10 km 가량 떨어진 광주 근교(전라남도 담양군 고서면) 양봉농가 1개소를 선정하였다. 농가의 동일한 벌통 중 5개의 봉판이 약 80% 정도 채워진 건강하고 비교적 상태가 비슷한 벌통 35개를 선발하여 7개의 벌통을 한 집단으로 하여 5개의 집단으로 나누었다. Fig. 1과 Fig. 2는 선정한 실험농가에서 집단별로 프로폴리스를 단계적으로 투여하고 있는 사진이다.

기간

2018년 2월부터 2019년 4월까지 약 14개월에 걸쳐 연구를 진행하였다.

실험방법

실험집단 선정 및 프로폴리스 투여: 7개의 벌통을 한 집단으로 묶어 5개의 집단으로 나눴다.

- 1) 1집단: 대조군(무처리)
- 2) 2집단: 항생제 투여(사양액 30 L에 옥시테트라싸이클린제제 12 g 첨가)
- 3) 3집단: 프로폴리스 0.16% (v/v) (사양액 30 L에 프로폴리스 50 mL 첨가)
- 4) 4집단: 프로폴리스 0.3% (v/v) (사양액 30 L에 프로폴리스 100 mL 첨가)
- 5) 5집단: 프로폴리스 0.6% (v/v) (사양액 30 L에 프로폴리스 200 mL 첨가)

※사양액: 물 30 L에 설탕 30 kg를 녹여 준비
선정한 5개의 집단 중 1집단 대조군에는 아무것도 처리하지 않았다. 항생제를 처리한 2집단에는 2주 간



Fig. 2. 0.16% and 0.6% propolis supply.

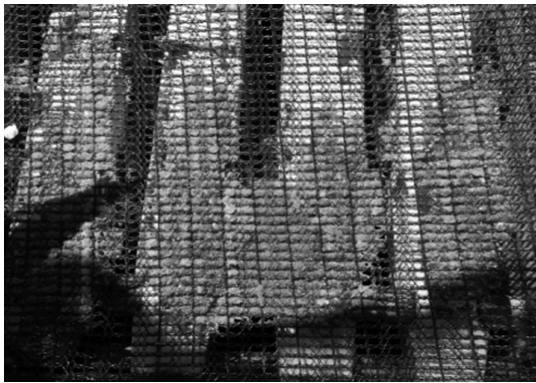


Fig. 3. View of propolis in beehive.



Fig. 4. Propolis.

Table 1. List of sixteen bee diseases tested in this study

Target disease			Size (bp)	Annealing Temp (°C)	
Bacterial	American foulbrood	AFB	233	55	DNA
	European foulbrood	EFB	564	45	
Fungus	Chalkbrood	CB	994	55	
	Stonebrood	SB	312	55	
Protozoan	Nosema	Nosema	592	50	
Internal parasite	Acariosis	Acariosis	247	55	
External parasite	Phoridea	Phoridea	486	57	
Virus	Sacbrood virus	SBV	487	55	RNA
	Chinese sacbrood virus	CSBV	426	55	
	Korea sacbrood virus	KSBV	192	54	
	Acute bee paralysis virus	ABPV	901	55	
	Chronic bee paralysis virus	CBPV	455	55	
	Deformed wing virus	DWV	479	55	
	Black queen cell virus	BQCV	700	55	
	Kashmir bee virus	KBV	415	50	
	Israeli acute bee paralysis virus	IAPV	725	52	

격으로 5회에 걸쳐 사양액 30 L에 옥시테트라사이클린 12 g 첨가하여 급여하였다. 3집단, 4집단, 5집단에는 2주 간격으로 5회에 걸쳐 사양액 30 L에 프로폴리스 50 mL (0.16%), 100 mL (0.3%), 200 mL (0.6%)을 첨가하여 급여하였다.

실험에 투여한 프로폴리스 선정: 프로폴리스는 실험 농가에서 2017년에 자가소비용으로 생산한 프로폴리스를 사용하였다. 본 프로폴리스는 2017년 3월에서 11월까지 벌통에서 채취한 프로폴리스 원괴 500 g에 90% 알콜(주정) 1,800 mL (프로폴리스 원괴 : 주정 = 1 : 3.5)를 섞어 6개월간 보관 후 깨끗한 천에 여러번 걸러 밀랍을 제거한 것이다. 꿀벌에게 프로폴리스 투여 시 거부감을 줄이기 위해 동일 농가에서 생산한 프로폴리스를 이용하였다. Fig. 3과 Fig. 4는 실험 농가에서 생산한 프로폴리스이다. Fig. 3은 꿀벌이 생산

한 프로폴리스 모습이며, Fig. 4는 프로폴리스 원괴 모습이다.

꿀벌에 대한 질병 검사: 질병검사는 꿀벌에서 문제시 되는 16종의 질병에 대해 유전자 검사를 실시하였다.

1) 시료채취: 농가 5개의 집단에서 각각 꿀벌 20여 마리(임상증상을 나타내지 않는 꿀벌)를 cornical tube에 채취하여 4°C 상태로 운반하여 실험을 실시하였다.

2) 핵산추출: 시료 약 0.2 g을 멸균 PBS를 사용하여 균질화 유제를 만들고, 그 상층액 150 µL에서 Viral Gene-spin™ viral DNA/RNA Extraction kit (iNtRON, Korea)를 이용하여 제조사의 지시에 따라 RNA 및 DNA를 분리하였다.

3) 프라이머 제작 및 PCR, RT-PCR 검사: 본 연구에서 검사한 꿀벌 질병 16종은 Table 1과 같다.

꿀벌 질병 원인체 16종에 대한 질병검사에서 각각의 병원체 특이 primer는 Lee 등(2018)이 보고한 Primer를 이용하였다. 꿀벌 질병 원인체 특이 Primer를 이용한 유전자 증폭에 Maxime Premix PCR과 Maxime Premix RT-PCR 2X Taq PCR Smart mix 1 (Solgent, Korea)로 제조사의 지시에 따라 제조하여 사용하였고, 유전자증폭은 Veriti 96-well Thermal Cycler (Applied biosystem, USA)를 사용하였다.

바이러스 질병에 대한 RT-PCR 조건은 cDNA 합성 50°C, 30 min, predenaturation 95°C, 15 min으로 1 cycle 진행 후 denaturation 94°C, 30 s, annealing 52~57°C, 30 s, extension 72°C, 60 s, 40 cycle, final extension 72°C, 10 min, 1 cycle 조건으로 실험하였으며, 다른 7가지 질병에 대한 PCR 조건은 predenaturation 94°C, 5 min, 1 cycle, denaturation 94°C, 30 s, annealing 45~55°C, 30 s, extension 72°C, 60 s, 40 cycle, fi-

nal extension 72°C, 10 min, 1 cycle의 조건으로 실험하였다.

연구의 절차: 2018년 2월 이 농가에 대한 1차 사전 질병검사를 실시하였다. 꿀 집중 수확시기인 3월부터 6월까지를 지낸 후 7월 초 2차 사전 질병검사를 실시하였고, 수확이 끝난 무밀기 사양액을 먹이기 시작한 7월 말부터 9월말까지 농도별 프로폴리스와 항생제를 투여하면서 2주 간격으로 5회에 걸쳐 질병검사를 실시하였다. 시료 채취는 각 집단에 프로폴리스 및 항생제 투여 사양액 급여 시작 후 일주일(7일) 후에 시료를 채취하여 검사하였다. 이후 월동기인 2019년 1월, 2월 2번의 사후 질병검사와 3월, 4월 새로 태어난 꿀벌에 대해 사후 질병검사를 2번 실시하였다.

실험 진행의 모식도는 Fig. 5와 같다.

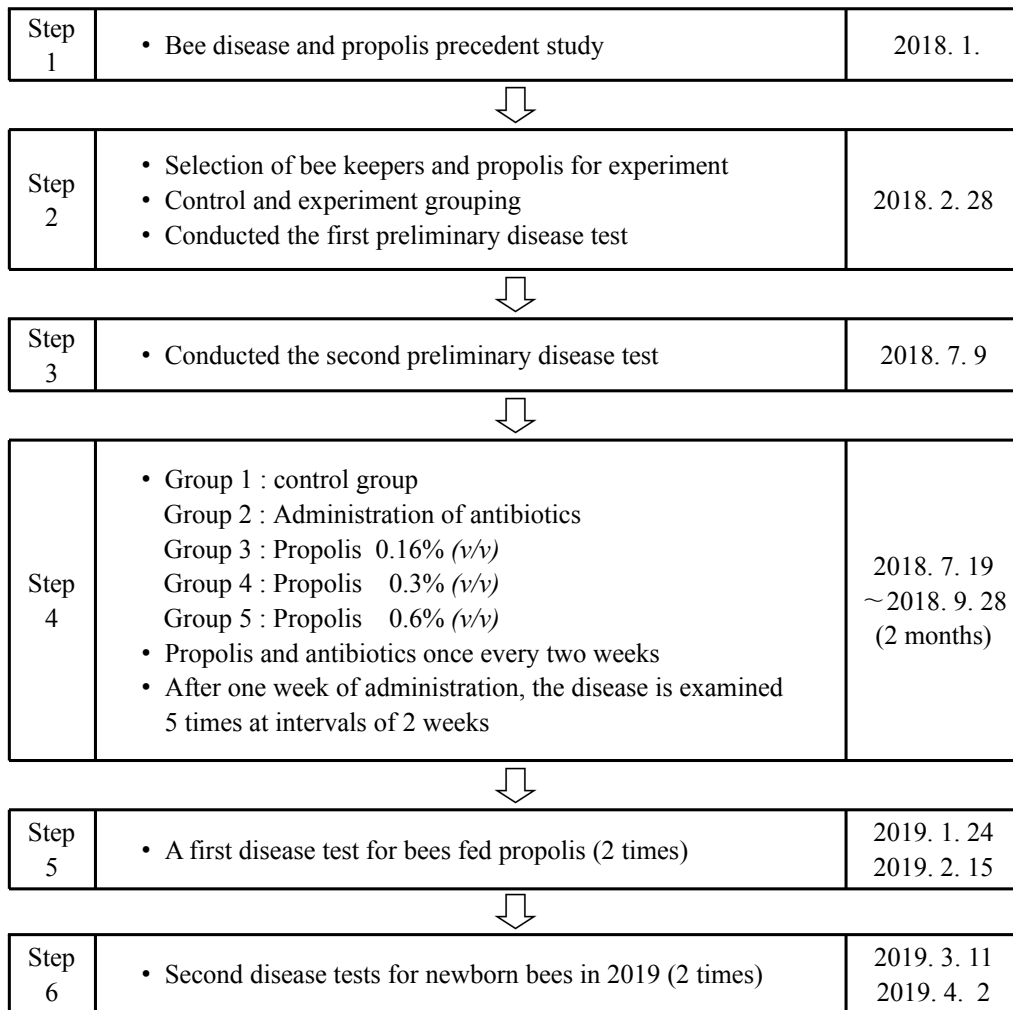


Fig. 5. Design of Experiment.

결과 및 고찰

7개의 벌통을 5개의 집단으로 나눈 뒤 2월 1차 사전질병검사를 실시하였다. 2월 28일 1차 사전질병검사에서는 석고병이 검출되었다. 이 농가 꿀벌들이 특별한 임상증상을 보이지 않았지만 농가가 잠재적으로 가지고 있는 병원체를 미리 파악하기 위해 이루어졌다. 채밀기를 지낸 후 7월 9일 실시한 2차 사전질병검사에서는 5개의 집단 모두 1종류의 질병(Black queen cell virus) 밖에 검출되지 않았다. 그 후 5개의 집단에 농도별 프로폴리스를 투여 한 후 2주 간격으로 실시한 2회(7월 26일, 8월 9일)검사에서도 7월 26일에 대조군에서 Black queen cell virus만 검출되었을 뿐 다른 질병은 검출되지 않았다.

2018년은 여름철은(6월 1일~8월 16일) 유래 없는 폭염을 기록한 해로 전국 평균기온과 최고기온은 각 25.5°C와 30.7°C로 평년(23.5°C와 28.3°C)에 비해 높았으며 Fig. 6 보는 바와 같이 2018년 8월 평균기온이 28.8°C로 1973년 통계작성 이후 가장 높았고, 강수량은 343.4 mm로 관측 이래 최소 4위이며 강수일은 최

소 1위를 기록한 해이다. 또한 광주는 36일간 폭염이 지속되어 전국에서 가장 오래 폭염이 지속된 지역이다(기상청, 보도자료 2018. 08. 17.). 여름철은 높은 온도와 습도로 꿀벌이 질병에 노출될 위험이 많고 진드기 등 해충의 피해가 극심한 시기이나 2018년은 여름은 지속적인 폭염과 가뭄으로 인해 해충이나 곤충이 살기 힘든 환경이 되었고 이로 인해 진드기가 전파한다고 알려진 대표적인 꿀벌 질병인 날개불구병과 꿀벌 마비병 등도 나타나지 않았다고 판단된다. 학자들은 꿀벌을 위협하는 3가지 요인이 영양실조, 농약, 기생충이라고 꼽으며 기생충 중에서 진드기가 꿀벌을 위협하는 가장 대표적인 요인이라고 말한다(Kim 등, 2016; Samuel 등, 2018). 이러한 결과에서 보듯이 꿀벌 진드기 방제가 꿀벌 질병을 예방하는 중요한 요인이므로 진드기 방제를 위한 효과적인 대책이 마련돼야 할 것이다.

기온이 점차적으로 떨어진 8월 말에 실시한 질병검사에서는 프로폴리스 투여 농도별로 질병들이 다르게 검출되기 시작했다. 다른 지역 꿀벌 질병 검사결과와 마찬가지로 1가지 이상의 질병이 검출된 복

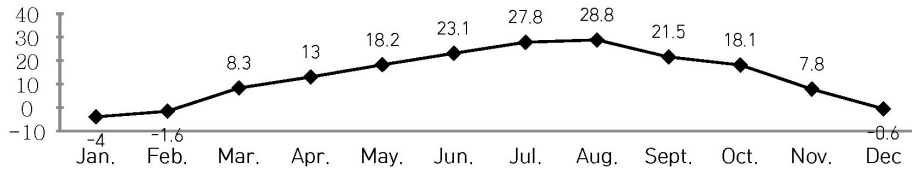


Fig. 6. Korea monthly average temperature graph for 2018.

Table 2. Disease test results after administration of propolis by concentration

	Preliminary test		Test results					Additional test			
	18.2.28	18.7.9	18.7.26	18.8.9	18.8.23	18.9.6	18.9.28	19.1.24	19.2.15	19.3.11	19.4.2
Blank	SB	BQCV	BQCV	-	BQCV Nosema SB	AFB SB	DWV Nosema AFB SB	-	DWV SB	Nosema SB	BQCV
antibiotic	SB	BQCV	-	-	-	SB	DWV Nosema SB	NT	NT	NT	NT
0.16% propolis	SB	BQCV	-	-	BQCV Nosema AFB	AFB SB	Nosema AFB SB	BQCV AFB SB	DWV BQCA SB	-	DWV BQCV
0.3% propolis	SB	BQCV	-	-	SB	-	-	BQCV SB	BQCV	BQCV	BQCV
0.6% propolis	SB	BQCV	-	-	DWV Nosema AFB SB	SB	DWV Nosema AFB SB	BQCV DWV	BQCV SB	BQCV	BQCV

합감염 형태로 나타났다(Ra 등, 2011; Kim 등, 2016; Lee 등, 2018).

일반적으로 꿀벌 질병은 단독 감염보다는 복합 감염 형태로 나타나는데 본 연구처럼 임상증상이 없는 경우에는 대부분 바이러스 질병이 많이 나타나는 것으로 알려져 있다(Allen 등, 1996; Yoo 등, 2009).

Table 2 결과를 보면 7월 26일 농도별 프로폴리스 투여 시작 후 질병이 검출되기 시작한 것은 8월 23일부터이다. 8월 말이 되어 가면서 기온이 점차 떨어지기 시작한 시점이다. 8월 23일 이후 프로폴리스를 투여하고 1주일 후에 실시한 3번의 질병 검사에서 0.3%의 프로폴리스를 투여한 집단에서 질병의 검출이 현저히 줄어들었다(Fig. 7). 반면에 0.16% 및 0.6%의 프로폴리스 투여 집단은 여전히 다양한 질병들이 관찰되었다. 0.16% 프로폴리스 투여는 직접적으로 꿀벌에게 미치는 영향이 다른 농도에 비해 적었을 것으로 생각된다. 농장에서 관찰한 결과 0.6% 프로폴리스 투여 사양액의 경우 꿀벌이 이용하는 양이 다른 집단의 사양액 보다 적었는데 이는 맛과 향이 꿀벌에게 거부감과 줬을 수도 있으며, 프로폴리스를 꿀벌에게 투여 시 꿀벌의 유익세균을 죽일 수 있어 꿀벌이 이용하지 않았을 수도 있다 꿀벌에게 프로폴리스 투여가 꿀벌

의 건강을 방해할 수도 있다는 문헌(Michael 등, 2017)이 있어 이에 대한 더 체계적인 연구가 필요할 것으로 보인다. 항생제를 처리한 집단에서는 일시적으로 질병에 효과가 있는 것으로 나타났지만 세균성 질병에만 효과가 있을 뿐 세균성 이외의 질병은 여전히 나타나고 있는 것을 볼 수 있었다.

프로폴리스 급여 이후 3개월이 지난 2019년 1월, 2월에 꿀벌들에 대한 질병 검사를 실시하였다. 이 검사에서도 0.3% 프로폴리스 투여 집단에서 다른 집단보다 질병이 적게 관찰되었으며, 3월, 4월 유봉(새로 태어난 벌)에 대한 질병검사에서는 프로폴리스 투여 집단 모두에서 질병이 적게 관찰되었다. 3월은 새로 태어난 벌들이 본격적으로 활동을 시작하는 시기이므로 이 시기에 질병관찰이 적었다는 것은 주목할 만한 결과이며, 다음해인 19년 4번의 질병검사에서도 이 농가에 상재해 있던 미국부저병 검출이 현저히 줄어든 것을 볼 수 있는데 3월 4월의 실험 결과는 꿀벌이 프로폴리스가 섞인 사양액을 먹고 저장한 꿀을 먹고 자란 어린 꿀벌들에게서 질병의 수 및 미국부저병의 발견이 줄어든 것을 볼 수 있는데(Fig. 8) 프로폴리스의 항균 성분이 꿀벌 질병에 효과가 있음을 간접적으로 보여주는 증거라 하겠다. 전임 연구자들이 실제로 꿀벌

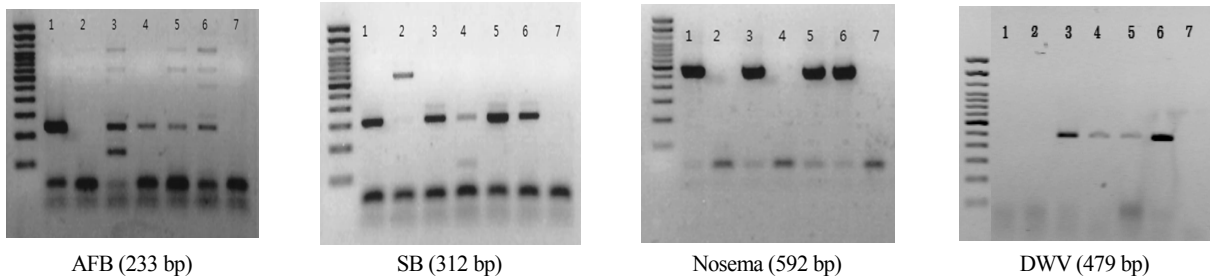


Fig. 7. 2% agarose gel electrophoresis of PCR Picture (2018. 9. 28.). Sample 1: 0.16%propolis, 2: 0.3%propolis, 3: 0.6%propolis, 4: antibiotic, 5, 6: blank, 7: negative control.

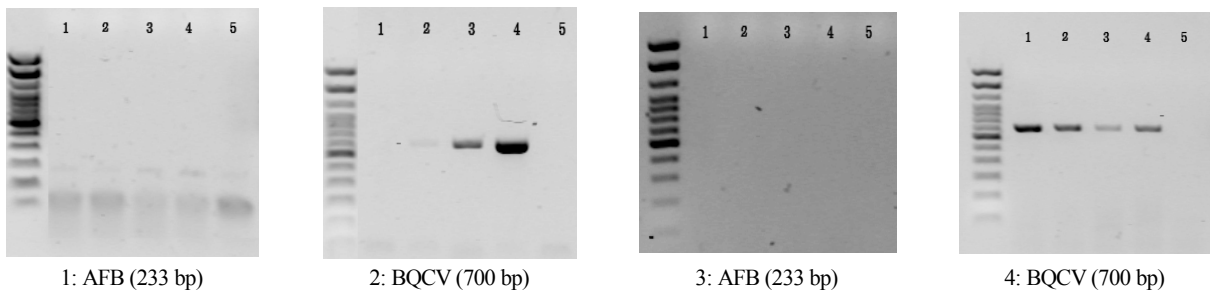


Fig. 8. 2% agarose gel electrophoresis of PCR Picture (2019. 3. 11.) : PCR 1, PCR 2. 2% agarose gel electrophoresis of PCR Picture (2019. 4. 2.) : PCR 3, PCR 4. Sample 1: Blank, 2: 0.16%propolis, 3: 0.3%propolis, 4: 0.6%propolis, 5: negative control.

에게 0.1, 0.05, 0.025% (w/v) 프로폴리스를 투여하여 미국부저병에 대한 프로폴리스 효능을 연구한 결과 효과가 있었다는 연구(Kamel 등, 2013)과 프로폴리스 추출물 (6%, v/v)를 급여한 벌이 생산한 꿀에서 미국부저병균 포자의 수가 줄어들었다는 연구(Antúnez 등, 2008)와 비슷한 결과를 나타낸 것으로 보인다. 또한 미국부저병균(*Paenibacllus. larvae*)을 직접 배양하여 디스크 확산법을 통해 5%, 10% 프로폴리스가 균의 성장을 억제한다는 연구(Mlagan 등, 1982)와 프로폴리스(10 mg mL⁻¹)가 미국부저병균의 성장을 억제 한다는 연구(Mihai 등, 2012) 및 MICs 방법을 통해 프로폴리스의 미국 부저병균 성장 억제를 연구한 결과 (Antúnez 등, 2008; Wilson 등, 2015) 들과도 상통하는 결과라 하겠다.

그 동안 양봉농가의 질병 진단은 경험에 많이 의존해 왔으며 그 결과 많은 양의 항생제 사용과 항생제 내성균으로 인해 질병의 치료가 점점 더 힘들게 되었다(Yoo 등, 2009). 따라서 정확한 진단으로 조기에 질병을 치료 하고 나아가 꿀벌이 만들어 꿀벌에게 거부감이 없는 천연 항생제인 프로폴리스를 이용한 방제 시스템을 실시한다면 꿀벌의 면역력 향상과 건강한 꿀벌 사육을 이끌어 양봉농가는 생산성을 향상하고 고품질의 양봉산물을 얻을 수 있을 것이다.

이번 연구는 단일 농가를 대상으로 2개월의 짧은 기간에 실시하였다. 농가에서 꿀벌을 사육하는 데에는 다양한 환경적, 물리적 요인이 있을 것으로 생각된다. 실험 농가수를 확대하고 프로폴리스 농도를 세분화시켜 투여함과 동시에, 1년 이상 장기간 프로폴리스를 투여하였을 때 꿀벌 질병의 변화와 꿀벌 개체수의 변화 알아보고, 상업화시켰을 때 경제적인 가치 분석 등 앞으로 더 체계적이고 심도 있는 연구가 필요할 것으로 보인다.

결 론

본 연구에서는 2018년 2월에서 2019년 4월까지 광주 근교 양봉농가 1개소를 선발하여 꿀벌 질병 16종에 대한 사전 질병검사를 실시하고 2달 여간 농도별 프로폴리스를 꿀벌에게 투여한 후 질병검사를 실시하였다. 이를 통해 꿀벌 질병에 대한 프로폴리스의 효과와 적절한 프로폴리스 투여 농도를 알아보고자 하였다. 2018년 여름처럼 고온과 건조한 날씨에서는 특이하게 꿀벌 질병이 관찰되지 않았는데 꿀벌 질병

을 옮기는 진드기류의 번식과 꿀벌 질병의 발생에 많은 관계가 있는 것으로 판단된다. 연구 결과 0.3% 프로폴리스 투여 시 직접적으로 꿀벌 질병이 적게 관찰되는 것을 볼 수 있었으며, 다음해에 꿀벌과 새로 태어난 꿀벌에 대한 질병검사에서 프로폴리스를 투여한 벌통에서 꿀벌 질병과 미국 부저병의 발견이 줄어든 것을 확인할 수 있었다. 이러한 연구결과를 바탕으로 꿀벌에서 프로폴리스 투여가 꿀벌의 면역력 증진에 도움을 주며, 미국부저병에 효과가 있음을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 광주광역시보건환경연구원 2018년도 연구사업의 지원으로 수행하였습니다.

REFERENCES

- 김희성, 정년기. 2015. 프로폴리스 면역 혁명. 모아박스
- Allen MF, Ball BV. 1996. The incidence and distribution of the honey bee virus. *Bee World* 77: 141-162.
- Antúnez K, Harriet J, Gende LB, Maggi MD, Eguaras MJ, Zunino P. 2008. Efficacy of natural propolis extract in control of American foulbrood. *Veterinary Microbiology* 131: 324-331.
- Hur YK, Kim NR, Yoon WK, Jo SK, Jung UH, Park HR. 2007. Properties of Korean Propolis on the Antibacterial Activity and Inhibition of Antibiotic-resistant Bacteria. *Korean J Apiculture* 22(1): 71-78.
- Kamel AA, Moustafa AA and Nafea EA. 2013. Propolis as a natural antibiotic to control American foulbrood disease in honey bee colonies. *African Journal of Agricultural Research* vol. 8(23): 3047-3062.
- Kim YJ, Kim JH, Oh YH, Lee SJ, Son SK, Joung EY, Lee SJ, Mon BC. 2016. Prevalence of honeybee(*Apis mellifera*) disease in deajeon, Korea. *Korean J Vet Serv* 39(4): 253-258.
- Krell R. 1996. Value-Added Products from Beekeeping. *FAO Agricultural Services Bulletin*, 124, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Kumazawa S, Hamasaka T, Nakayama T. 2004. Antioxidant activity of propolis of various geographic origins. *Food Chemistry* 84: 329-339.
- Lee IH, Kim JY, Choi JU, Koh BRD, Jung BR, Park JS, Na HM, Kim YH. 2018. *Korean J Vet Serv* 41(2): 111-118.
- Michael Simone-Finstrom, Renata S. Borba, Michael Wilson and Marla Spivak. 2017. Propolis Counteracts Some Threats

- to Honey Bee Health. *Insets*, 2017, 8, 46; doi: 10.3390/insects8020046
- Mihai CM, Mărglutas LA, Dezmirean DS, Chirilă F, Moritz RFA, Schlüns H. 2012. Interactions among flavonoid of propolis affect antibacterial activity against the honeybee pathogen *Paenibacllus. larvae*. *J. Invertebr. Pathol* 110(1): 68-72.
- Mlagan V, Sulimanovic D. 1982. Action of propolis solution on *Bacillus larvae*. *Apiacta* 17: 16-20.
- Ra DK, Jeong C, Lee JH, Lee YM, Kim KH, Han TH, Lee SM. 2012. Prevalence of honeybee diseases Incheon area in 2011 *Korean J Vet Serv* 35(2): 111-117.
- Samuel D. Ramsey, Ronald Ochoa, Gary Bauchan, Connor Gulbranson, Joseph D. Mowery, Allen Cohen, David Lim, Judith Joklik, Joseph M. Cicero, James D. Ellis, David Hawthorne, and Dennis vanengelsdorp. 2019. *Varroa destructor* feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph. *PNAS* January 29, 2019 116 (5): 1792-1801.
- Wilson MB, Brinkman D, Spivak M, Gardner G, Cohen JD. 2015. Regional variation in composition and antimicrobial activity of US propolis against *Paenibacllus. larvae*. and *Ascospaera apis*. *J Invertebr. Pathol* 124: 44-50.
- 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(1): 43-52.
- Yoo MS, Yoon BS. 2009. Incidence of honeybee disease in Korea 2009. *Korea J Apiculture* 24: 273-278.