

# 소규모 양봉농가를 위한 고효율 저비용 사계절 벌통 연구분석

최수호\* / 남양주시농업기술센터 소득기술팀장

## 연구 필요성

### 1. 연구목적

플라스틱 재질을 이용한 벌통(Honey-bee hive)의 최초 제안자(Rui)는 30여 년간 양봉업에 종사하고 있으며, 토종벌의 병해충 예방 및 작업환경 개선을 통한 양봉 생산성 확보를 위해 200여군의 고정양봉을 하고 있다. 제안 양봉가는 수백군의 무거운 벌통을 옮기는 과정에서 근골격계 질환이 발생하는 상황에 이르자 비용과 노동력을 절감하면서 자연 친화적인 노지 벌통을 반영구적으로 보관할 수 있는 효율적인 벌통을 연구 분석하게 되었다. 이에 따라 양봉사를 별도로 짓지 않고 유럽처럼 나무 등으로 벌집을 지었다. 그리고 나무 부식을 막기 위해 수시로 페인트를 칠해야 하는 번거로움을 덜고자 반영구적인 플라스틱 재질을 이용하여 꿀벌들이 사계절 활동할 수 있는 벌통을 통해 농가소득의 부가가치를 올리고 있다.

벌통에는 단상, 계상(繼箱), 3단 계상벌통 등이 있으며 효율적인 양봉관리를 위해서는 계상벌통이 필요하다. 계상벌통은 단상벌통 위에 또 하나의 벌통을 올려놓아 하부의 단상은

---

\* 최수호: 남양주시농업기술센터에서 근무하면서 남양주먹골배, 시설채소, 딸기, 오디 등의 새로운 소득 작목을 연구·개발, 보급하였다. 흰점박이 꽃무지 유충 사육기술 등을 연구하였고, 지역 토종배를 맛의 방주에 등재시키는 등 새로운 로컬푸드 작목을 연구·보급하는 데 앞장서고 있다.

산란육아를 목적으로 사용하고 상부는 꿀을 저장하는 저밀방으로 사용하게 한다. 상부의 저밀방만 채밀하므로 보다 좋은 꿀을 더 많이 생산할 수 있고, 새로 태어나는 벌도 건강하기에 많은 양봉가가 현재 사용하는 방법이다.

이번 연구의 목적은 기존 양봉 전문가가 사용하는 벌통을 일반적인 소규모 농가들이 사용할 수 있도록 하여 자연 친화적이고 깨끗한 양봉장을 운영하는 데 기여하고, 더 나아가 저비용으로 간편하고 실용적인 플라스틱 벌통을 지속적으로 연구개발 및 보급하는 데 있다.

## 2. 연구의 현황 및 필요성

우리나라 양봉의 역사는 동양종 꿀벌(재래종, 토종벌: *Apis cerana*)로부터 시작되었는데 그 시기는 고구려 주몽 시대(BC58~18)로 중국을 통해 우리나라에 들어와 정착된 것으로 전해진다. 한편 꿀 생산력이 우수한 서양종 꿀벌(*Apis mellifera*)은 조선말 고종 때인 1904년에 독일에서 양봉을 공부하고 돌아온 윤신영 선생과 1917년 독일계 구걸근(具傑根, Kugelgen) 선교사에 의해 도입된 것으로 알려져 있다. 그로부터 97년 후인 2015년 말 양봉 현황은 <표 1>, <표 2>에서 보는 바와 같이 22,533농가로서 1,962,989군에 이르렀다.

그중에서 소규모 양봉농가라 할 수 있는 50군 미만을 사육하고 있는 양봉농가의 현황을 살펴보면 1995년에 39,020호로서 전체 양봉 농가의 90.2%를 차지할 정도로 대다수 양봉농가가 소농을 벗어나지 못하다가 2005년도에 29,762호(72.5%), 2015년에는 10,329호(45.8%)로 줄어들었으나 여전히 소규모 양봉농가가 다수를 차지하고 있다.

뿐만 아니라 사육 군수에 있어서도 50군 미만의 양봉농가가 1995년에는 343,620군으로서 전체 양봉가 사육 군수의 45%를 차지하고 있다가 2005년 346,802군(16.6%), 2015년에는 167,726군(8.6%)으로 급격히 줄어들었다.

평균 사육 군수도 2005년도에 10군 미만 농가가 평균 3.8군, 10군~50군 미만 농가가 20군정도 사육을 하였지만 2015년도에는 10군 미만 농가가 평균 4.1군, 10군~50군 미만 농가가 24군으로 양봉 기술 발전으로 사육 군수는 늘어났음을 알 수 있다.

<표 1> 연도별 꿀벌 농가수 변화

(단위: 호)

구분	계	1~9	10~49	50~99	100~199	200~299	300~499	500~999	1,000이상
1995	43,258 (100.0%)	27,001 (62.4)	12,019 (27.8)	2,614 (6.0)	1,304 (3.0)	246 (0.6)	66 (0.2)	5 (0.01)	3 (0.01)
1996	39,678	24,557	11,042	2,456	1,252	278	79	13	1
1997	41,366	23,406	12,090	3,051	2,023	602	164	26	4
1998	41,462	23,739	12,073	3,059	1,878	498	182	31	2
1999	41,341	22,659	12,402	3,248	2,033	633	332	33	1
2000	40,774	21,139	12,543	3,414	2,403	823	391	56	5
2001	42,666	20,406	13,565	3,954	2,864	1,128	646	98	5
2002	45,131	20,551	14,766	4,316	3,148	1,346	812	177	15
2003	43,635	18,855	14,480	4,482	3,184	1,464	943	207	20
2004	41,121	16,806	13,530	4,347	3,404	1,644	1,167	209	14
2005	41,039 (100.0%)	16,338 (39.8)	13,424 (32.7)	4,491 (10.9)	3,647 (8.9)	1,657 (4.1)	1,167 (2.8)	291 (0.7)	24 (0.1)
2006	38,297	15,187	12,439	4,276	3,429	1,601	1,058	285	22
2007	36,744	14,384	12,081	4,129	3,184	1,539	1,113	288	26
2008	32,927	12,689	10,134	3,795	2,933	1,458	1,344	430	144
2009	35,304	12,088	11,642	4,142	3,203	2,631	1,199	360	39
2010	25,013	8,255	7,341	3,591	3,120	1,347	1,006	318	35
2011	19,387	5,541	5,552	2,868	2,812	1,281	993	321	19
2012	20,482	4,971	5,830	3,368	3,157	1,655	1,130	339	32
2013	19,903	4,555	5,670	3,507	3,305	1,394	1,082	353	37
2014	21,214	4,279	6,026	3,976	3,742	1,593	1,177	376	45
2015	22,533 (100.0%)	3,914 (17.4)	6,415 (28.5)	4,029 (17.9)	3,788 (16.8)	1,599 (7.1)	1,154 (5.1)	398 (1.8)	1,236 (5.5)

출처 : 농림축산식품부, 기타 가축통계자료

벌통을 통상 양봉가들은 소상(巢箱; bee hive)이라 부르는데 소상이란 뜻은 벌떼(蜂群)를 수용하여 벌집을 짓고 생활하도록 만든 준 벌통을 말한다. 벌통이 고착소상(固着巢箱; firm frame hive)에서 광식가동소상(框式可動巢箱; movable frame hive)으로 개량되기까지 많은 학자와 양봉가들의 지속적인 연구가 있었다. 최근에는 벌집(巢脾; 소비)을 자유롭게 움직일 수 있고 또 벌통 내부를 관찰할 수 있는 개량소상을 널리 사용하고 있다.

1851년 미국인 랑그스트로우스(Langstroth)는 꿀벌이 활동하는데 가장 알맞은 소비 간격 7mm를 발견하여 오늘날의 가동소상을 완성하였고 1853년에는 이 벌통의 사용법을 상세히 기술한 저서를 출판하였다. 랑그스트로우스식 벌통은 간단히 라식소상(LA식 巢箱)이라 부

&lt;표 2&gt; 연도별 꿀벌 사육군수

구분	계	1~9	10~49	50~99	100~199	200~299	300~499	500~999	1,000군이상
1995	764,243 (100.0%)	102,813 (13.5)	240,807 (31.5)	169,302 (22.2)	162,619 (21.3)	56,492 (7.4)	22,360 (2.8)	4,050 (0.5)	5,800 (0.8)
1996	719,224	91,001	217,033	157,962	156,659	61,657	26,532	7,080	1,300
1997	1,005,919	87,417	248,105	193,544	263,996	135,238	57,364	17,255	3,000
1998	946,805	89,657	246,109	193,414	233,235	114,028	54,062	13,100	3,200
1999	1,080,887	85,362	247,810	209,960	263,404	145,313	110,999	17,039	1,000
2000	1,240,286	86,629	256,108	219,003	326,343	185,508	131,086	31,909	3,700
2001	1,530,176	81,465	286,745	252,309	367,380	258,130	220,595	57,916	5,636
2002	1,772,458	79,774	311,895	276,919	412,566	302,086	279,672	100,725	8,821
2003	1,871,648	76,758	301,236	287,471	418,849	334,054	324,950	117,723	10,607
2004	2,012,734	68,220	276,363	276,398	438,770	369,479	411,052	155,362	17,090
2005	2,089,762 (100.0%)	66,127 (3.2)	280,675 (13.4)	283,501 (13.5)	459,445 (22.0)	371,300 (17.8)	408,832 (19.6)	167,112 (8.0)	52,770 (2.5)
2006	1,976,121	61,103	262,662	272,091	435,721	358,279	364,721	153,554	67,990
2007	1,889,514	64,819	250,236	254,381	392,170	338,233	385,406	165,458	38,811
2008	1,858,574	91,747	220,552	242,504	373,690	315,227	349,458	194,271	71,125
2009	1,988,021	51,737	244,187	262,164	406,497	335,249	419,300	211,828	57,059
2010	1,697,847	33,328	160,059	231,003	390,868	301,049	350,283	187,457	43,800
2011	1,531,609	22,216	123,614	180,838	356,681	287,072	345,964	192,444	22,780
2012	1,795,197	19,907	135,162	216,314	404,559	378,598	394,637	205,026	40,994
2013	1,756,993	18,562	132,340	223,877	427,716	312,176	378,995	211,933	51,394
2014	1,952,962	17,461	139,483	256,400	481,803	360,912	414,774	222,479	59,650
2015	1,962,989 (100.0%)	16,005 (0.8)	151,921 (7.7)	260,526 (13.3)	487,031 (24.8)	364,149 (18.6)	401,358 (20.5)	232,499 (11.8)	49,500 (2.5)

출처 : 농림축산식품부, 기타 가축통계자료

르며 이 벌통은 무엇보다 실용적인 것으로 양봉계에 공헌한 바가 크다. 현재 우리나라에서 사용되는 벌통(巢箱)은 대부분 라식소상이다. 라식소상의 장점으로 첫째, 벌통 내부를 자유자재로 내검할 수 있다. 둘째, 벌통과 벌통이 일정한 간격으로 되어 있기 때문에 어느 벌통에든지 끼워 넣어 이용할 수 있다. 셋째, 소초광을 넣어 주면 바로 소비를 만들게 한다. 넷째, 인공 분봉이 가능하며 분봉을 조절할 수 있다. 다섯째, 인공적으로 여왕벌과 수벌 양성을 조절할 수 있다. 여섯째, 여왕벌이 망실되었거나 불량하면 다른 여왕벌을 쉽게 유입 또는 교체할 수 있다. 일곱 번째, 채밀시 소비광과 봉아소비를 희생시키지 않는다. 여덟 번째, 합봉을 손쉽게 인위적으로 할 수 있다. 아홉 번째, 벌통 내부를 청결하게 위생적으로 관리



할 수 있다는 점이다.

벌통은 꿀벌이 생활하는 집인 동시에 꿀과 꽃가루를 저장하고 산란도 하는 곳이다. 그러므로 벌의 생활 습성에 적합하고 봉군의 취급과 관리에 편리하여야 한다. 현대식 개량 벌통은 [그림 1]과 같이 몸체, 밑판, 뚜껑으로 되어 있고 필요에 따라서 계상을 사용한다.



[그림 1] 표준벌통



[그림 2] 벌통 내부

표준벌통은 [그림 2]처럼 소비광이 10매가 들어가는 간격으로 되어 있다. 벌통은 일정한 규격으로 되어 있으며 표준벌통의 규격은 넓이(폭)가 370mm, 세로(길이) 466mm, 깊이(높이) 242mm이다. 표준벌통의 재목으로서는 삼나무, 백송이 좋으나 최근에는 나왕을 많이 사용하고 있으며 나무판의 두께는 보편적으로 무게 및 가격 때문에 18mm를 많이 사용하고 있다.

일반적으로 토종양봉은 대부분 고정양봉이고 서양종은 고정양봉이 62%이고 이동양봉은 38%로 고정양봉하는 농가가 많다. 고정양봉 대부분은 소규모(1군~50군 미만) 양봉농가이며 이동양봉은 100군 이상의 대규모 양봉농가이다. 그러나 최근 이상 기온 현상 및 온난화 영향으로 아까시나무 등 밀원식물<sup>1)</sup>의 꽃 피는 시기가 전국적으로 차이가 없다 보니 갈수록 이동양봉보다 고정으로 양봉하는 농가가 늘어나고 있다.

밀원의 개화와 개화기를 파악하는 일은 양봉을 하는 데 있어 매우 중요하다. 밀원식물의 개화와 개화기는 기상요인과 밀접한 관계가 있어 같은 종류의 밀원식물이라 하더라도 위도의 차이에 의하여 개화기 또는 개화기간이 달라지며 같은 장소에서도 해에 따라 기상조건이 달라지기 때문에 개화기가 빨라질 수도 있고 늦어질 수도 있다. 즉 여러 가지 기상적 요소가 직접 또는 간접적으로 작용하여 밀원식물의 개화에 영향을 준다. 밀원식물의 종류

1) 밀원식물: 향기롭고 꿀이 많은 꽃을 피워 꿀벌들을 유인하는 꽃피는 식물

에 따라 개화에 큰 차이가 있으며 해에 따른 변동폭이 좁은 것과 넓은 것이 있다. 같은 밀원식물이라 하더라도 지역에 따라 개화기에 큰 차이가 있는데 이는 지역에 따라 온도와 일장<sup>2)</sup>의 차이가 있기 때문이다. 밀원식물은 기온의 영향을 가장 크게 받는다. 기온이 높을수록 식물의 발육이 빠르고 개화가 촉진된다. 밀원식물의 개화는 개화 당일의 기상조건에 좌우되며, 기온이 높으면 일시에 고르게 피고 개화 최성기가 빨라진다. 반대로 기온이 낮으면 개화 최성기가 늦어진다.

최근 양봉 관리 기술의 질적 양적 발전과 더불어 양봉사 및 꿀벌 관리 부대시설도 늘어나고 있다. 양봉 관리의 궁극적인 목적은 고품질 양봉산물의 안정적 생산기술 개발과 생산비(노동력 절감) 절감을 통한 부가가치 향상이다.

일반 양봉농가들이 양봉을 관리하는 형태는 크게 두 가지로 나누어 볼 수 있다. 첫 번째로는 노지양봉으로 전통적인 양봉방법이다. [그림 3], [그림 4] 두 번째로 양봉사 등을 통한 시설양봉이다. 이 방법은 최근 들어 많이 사양하는 방법인데 일반적인 판넬 양봉사형[그림 5], 비닐하우스형 양봉사[그림 6] 등으로 구분할 수 있다. 시설양봉은 집약적이지만 설치비용이 많이 들어가며, 자연 경관을 해치기 때문에 선진국인 유럽 등에서는 [그림 7], [그림 8]처럼 자연 경관과 어울리는 노지양봉을 선호하는 것으로 보인다.

양봉 농가의 호당 조수입은 4,100만 원이며 이 중 양봉산물 소득은 84%인 3,500만 원, 벌 판매 및 임대소득은 16%인 600만 원 정도이다. 양봉경영비는 조수익의 62%인 2,500만 원으로 소득은 1,600만 원에 불과하다. 따라서 전체 양봉농가의 수입원별 양봉 소득을 분석해



[그림 3] 보편적인 노지양봉



[그림 4] 보편적인 노지양봉 월동방법

2) 일장: 빛에 노출되는 낮의 길이. 생물이 가장 적합한 기능을 할 수 있도록 하는 낮의 길이



[그림 5] 일반적인 판넬 양봉사



[그림 6] 비닐하우스형 양봉사



[그림 7] 외부로 나무로 만든 벌통



[그림 8] 프랑스의 나무로 만든 벌통

보면 꿀 판매에 의한 소득이 80% 정도로 3,200만 원, 종봉 판매와 꿀벌 임대 등 벌과 관련된 것이 16%이며, 기타가 4%이다. 양봉농가의 호당 경영비는 250만 원으로 이중 사료비가 34%, 벌통 구입 등 재료비가 30%로 사료비와 재료비가 2/3를 차지하고 있으며, 감가상각비 6%, 기타 30%가 방역비, 이동비, 고용비 등으로 나타났다. 전체 양봉농가의 1군당 조수익은 18만 원 정도이며 경영비 11만 원을 제외하면 소득은 7만 원 정도이다.(김재홍, 2015)

소규모 양봉가의 50군 양봉으로 인한 순소득은 350만 원 정도이다. 따라서 소규모 양봉가의 노동력을 줄이고 재료비를 줄일 방안으로 효율적이고 비용을 절감할 수 있는 벌통의 연구개발이 필요하다. 본 연구의 과제인 플라스틱 벌통 개발을 통한 비용 절감은 <표 7, 8>에서 보는 바와 같이 여름철 강우 대책 및 겨울철 월동관리에 들어가는 비용 120여만 원을 더하면 약 500만 원의 순소득이 생기는 것이다.

밀원이 감소하면서 지금의 양봉 형태는 아까시나무 밀원 한 가지이고 1년 생산량의 70~



80% 정도를 생산하다 보니 아까시꿀 채밀 이후에는 대다수 농가가 한곳에 머물러 양봉을 한다. 양봉을 하는 사람이 많아지다 보니 봄 벌도 제주도나 남쪽으로 이동하지 않고, 여름 벌 관리의 좋은 장소를 선택하여 양봉사를 짓는 것이 과거에 비해 매우 중요하다. 양봉사로 관리하는 것은 여러 가지 장점이 있다. 첫째, 여름철 비나 습기로 인해 벌통이 썩는 것을 방지할 수 있다. 둘째, 가을철 산란력 향상과 월동 사양 이후 벌 출입을 줄여 노화를 줄일 수 있다. 셋째, 가을철 강군 육성에 유리하다. 넷째, 겨울철 한파와 복사열 감소로 월동 능력이 뛰어나다. 그러나 소규모 양봉농가에서는 양봉 관리사를 짓는다는 것을 엄두도 못 내고 있다.(조상균, 2001)

한국양봉의 특징은 <표 3>에서 보는 바와 같이 소규모 양봉가가 많고, 영세하다. 따라서 양봉사를 짓지 못하는데서 비롯된 악순환이 거듭되고 있다. 그 뿐만 아니라 최근 들어 이상 기온 및 온난화 현상으로 밀원나무가 줄어들고 아까시나무가 전국적으로 동시에 꽃이 피다보니 옛날과 달리 이동 양봉하는 숫자가 점점 줄어들어 고정으로 양봉하는 농가가 늘어

<표 3> 한국양봉의 특징과 대책

구 분	특 징	대 책
규모	- 50군 미만의 소규모 양봉가가 많음 - 영세하여 관리가 잘 되지 못함	고품질 양봉산물 생산 깨끗한 양봉장 개선
시설	- 시설양봉사보다 노지양봉 농가가 많음 - 양봉시설이 타 축산작목 보다 열악함	비용절감 필요
개화시기	- 온난화의 영향으로 전국 개화시기가 비슷해짐	이동양봉 필요없음
노동력	- 월동 등에 많은 양봉관리 노동시간을 투입함 - 노동집약형이며 조방적인 산업임	노동시간 단축필요
관리형태	- 이동양봉보다 고정양봉하는 농가가 많아지고 있음 - 꿀벌농가는 줄어들고 있으나 사육군수는 늘고 있음	사육군수 감소필요
밀원	- 밀원이 꿀벌 사육군수에 비해 절대적으로 부족함 - 우리나라 주밀원은 아까시나무에 의존하는 편임	다양한 밀원 보급
생산기자재	- 나무벌통의 관리기간이 짧고 비용이 상승함 - 생산기자재 지출 비용이 상승함	저비용 기자재 보급
양봉산물	- 벌꿀 가격은 장기간 제자리걸음 하고 있음 - 벌꿀 외에 화분, 프로폴리스, 로열젤리 등 다양한 양봉산물 생산농가 급증하고 있음	다양한 양봉산물 생산

나고 있다. 양봉을 관리하는 데 있어 소규모 양봉농가의 가장 큰 애로사항은 첫째, 비가 오거나 눈이 올 때, 덥거나 추울 때, 바람이 불거나 조석으로 기온 차가 심할 때 등이다. 그럴 때마다 기상 상황에 따라 꿀벌을 관리해주어야 하는 불편함을 감내해야 한다. 특히 소규모 양봉가의 경우는 전업농가처럼 양봉장에 늘 붙어 있는 것이 아니기 때문에 양봉 관리를 소홀히 하여 실패를 할 때가 많다. 둘째, 꿀벌을 키우고 싶어도 일반 양봉사나 비닐하우스형 양봉사를 만들려고 하면 비용이 많이 들어갈 뿐만 아니라, 토지주의 동의가 없으면 시설양봉을 설치할 수가 없다는 점이다. 셋째, 겨울이 되면 매년 월동을 하는데 들어가는 비용과 표준벌통의 내구연한이 지남에 따라 새로 표준벌통을 구입해야 하는데 드는 비용도 만만치 않다. 그렇기에 생산비용과 노동력이 대폭 절감이 되며 반영구적으로 쓰일 수 있는 벌통을 소규모 양봉가에게 보급했으면 한다.

## 연구방법 및 내용

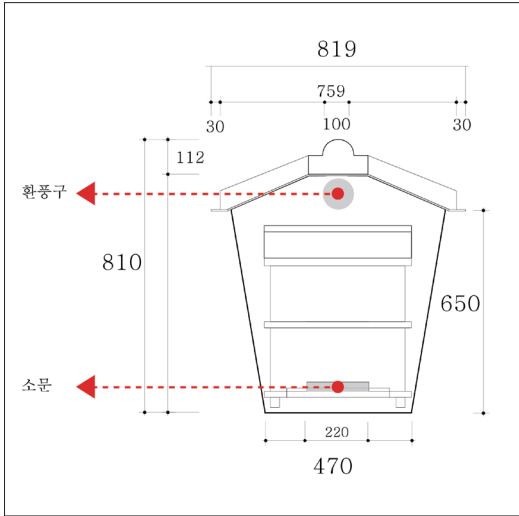
### 1. 연구개발 수행내용

#### 가. 플라스틱 벌통(PT bee-hive) 설계

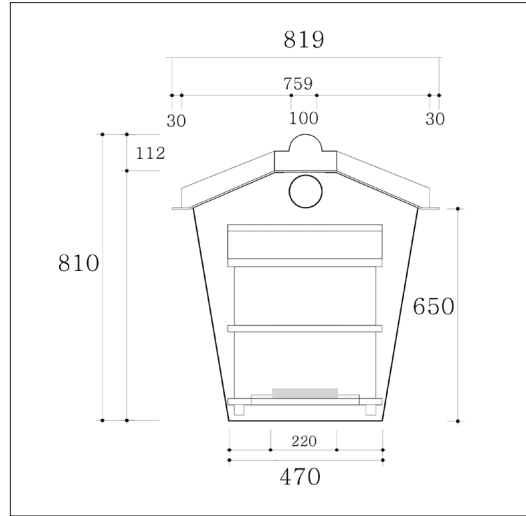
기존 농가들이 사용하고 있는 벌통을 수집하여 문제점 및 보완사항을 정리하고, 소규모 양봉가들에게 좀 더 효율적, 실용적인 벌통을 제작해 활용한 결과, 제안자가 사용하는 방법에 몇 가지 사항을 보완하여 설계도를 제작하게 되었다.

바닥 가로 470mm, 지붕 가로 819mm이고 계상 양봉을 기준으로 지붕까지 높이는 810mm, 본체의 높이는 계상을 고려하여 650mm로 설계하였다. 소문의 길이는 220mm로 표준벌통에 비해 길게 설계하였으며, 여름철 고온기를 고려하여 반드시 필요한 환풍구의 크기는 지름 100mm 정도로 계상하였다. 본 설계도는 단상보다 계상을 목적으로 두어 높이는 최소 650mm로 계상해야 한다. 여름철 고온기나 겨울철 월동 포장을 위해서는 표준벌통을 넣기 전에 파쇄된 신문지나 왕겨를 깔고 표준벌통을 그 위에 둔다. 그 후 옆면은 마른 지푸라기를 넣어 강우 시에는 습기 예방, 혹서기에는 뜨거운 복사열을 냉각, 혹한기에는 단열효과를 얻을 수 있다.

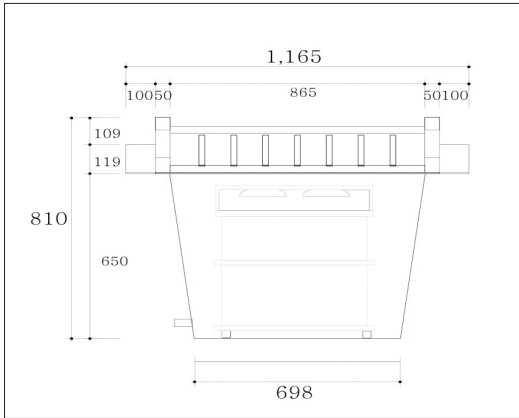
플라스틱 벌통의 재질은 값이 싼 재활용 플라스틱을 사용했으며 두께는 0.5mm 정도로 색상도 다양하게 할 수 있지만 본 연구에서는 황토색 계열로 친근감이 있게 했다.



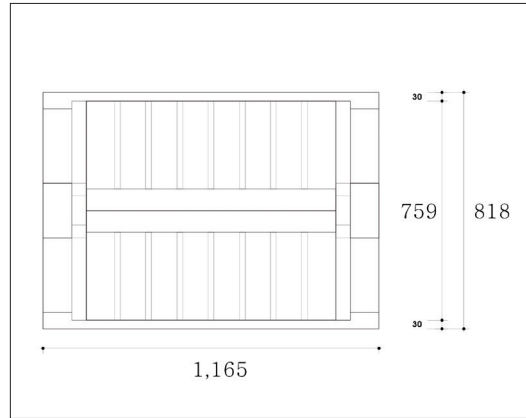
[그림 9] 플라스틱 벌통 설계도



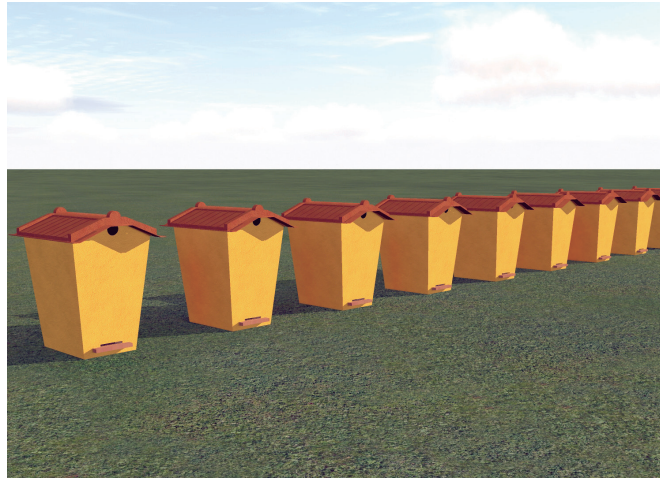
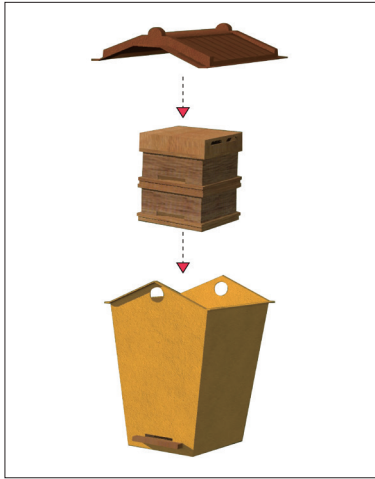
[그림 10] 플라스틱 벌통 정면도



[그림 11] 플라스틱 벌통 측면도



[그림 12] 플라스틱 벌통 상부 정면도



[그림 13] 플라스틱 벌통 만들기

### 나. 플라스틱 벌통 완성품의 순서도



1. 규격에 맞게 주문한다



2. 벌통 안에 신문지나 왕겨를 깐다



3. 소문 통로를 만들어 준다



4. 표준벌통을 플라스틱 벌통 안에 넣는다





5. 벌통 사면에 친환경 벚짚을 넣는다



6. 벚짚을 넣고 프로폴리스망을 덮는다



7. 개포를 덮는다



8. 보온용 부직포를 덮는다



9. 지름 10cm의 환기구를 만들어 준다



10. 결속장치를 부착한다 (강풍 대비)



11. 결속장치를 마무리 한다



12. 원하는 장소에 벌통을 놓는다

[그림 14] 플라스틱 벌통 완성품의 제작 순서도

## 2. 플라스틱 벌통 성능평가

플라스틱 벌통을 활용하는 농가의 애로사항을 보완하여 기존 재활용 플라스틱 재질의 문제점과 장단점 등을 검토하였다. 그 후 플라스틱 벌통을 만들어 현장 적용 후 문제점을 분석한 결과, 당초 크기가 계상 양봉의 높이와 맞지 않아 810mm로 수정 보완하였으며 강풍 등이 불었을 때 뚜껑이 날아가는 문제점을 보완하여 결속장치 또는 잠금장치를 만들어 부착함으로써 강풍에 대비하였다. 또한 화분(꽃가루: Pollen) 채취 시 불편한 문제점 등을 보완하였다.

재활용 플라스틱을 이용한 벌통은 비용면에서 장점이 있다. 시중에서 구입할 수 있는 플라스틱 벌통 가격은 개당 3만 5천 원 정도로 표준벌통 2만 4천 원(2016년 기준)에 비해 비싸지만 표준벌통의 내구연한을 계산하면 반영구적으로 사용할 수 있다.

내부 재료로 바닥에 파쇄 신문지나 왕겨를 깔고 사방 모서리에 벗짚을 썰어 넣는다. 겨울 철에는 온도 변화가 심하지 않도록 보온효과가 있으며 혹서기 및 장마기에는 내부 습기를 조절할 수 있을 뿐 아니라 내부 온도를 조절하는 역할을 하기 때문이다.

대조군 벌통으로는 표준벌통 내부 크기인 가로 464mm×세로 372mm×깊이 242mm의 나무벌통을 사용하였다. 나무벌통은 친환경적이라는 장점이 있으나, 비용이 비싸며 비나 습기에 쉽게 썩고 시간이 지나면 자연경관을 해칠 정도로 지저분해진다는 단점이 있다. 벌집은 계상 10매, 표준벌통은 8매로 편성했다.

### 3. 실험군과 대조군과의 온·습도 비교조사 방법

가. 측정기구: 디지털 온습도계(MOREL : TH01C)

나. 디지털 온습도계 측정 오차범위

- 온도: 0~50°C : ±1°C
- 습도: 40~80% : ±5%, 나머지 범위 : ±8%
- 사용전원 : 1.5V × AAA 건전지

다. 습도의 상태

- 건조함: 습도가 40% 미만
- 쾌적함: 습도가 40~65%
- 눅눅함: 습도가 65% 이상

라. 조사대상 벌통

- 대조군-1: 표준 나무벌통(W) 6군(WI-1, WI-2, WI-3, WO-1 WO-2 WO-3)
- 대조군-2: 스티로폼 벌통(S) 6군(SI-1, SI-2, SI-3, SO-1 SO-2 SO-3)
- 실험군: 플라스틱 벌통(P) 6군(PI-1, PI-2, PI-3, PO-1 PO-2 PO-3)

마. 온습도 측정 센서(sensor) 위치

- I(In): 벌통 내 벌집 3매~4매 사이 가운데
- O(Out): 벌통 내 사양기 바깥쪽 가운데

바. 조사시기: 2017년 4월 4일~5월 6일(실제 조사기간은 월동 후부터 연중)

사. 내용: 연구대상인 플라스틱 벌통, 스티로폼 벌통, 10매상 표준 나무벌통의 온습도 조사 비교분석

아. 시험 연구대상 벌통 1군당 착봉군수: 평균 6매 이상 단상

자. 조사방법: 오전, 오후 중 시간을 무작위 선택 후 디지털 온습도계로 온습도 조사

[그림 15~17]과 같이 대조군-1은 일반 양봉가들이 가장 많이 사용하고 있는 표준벌통인 나무벌통으로 3군을 편성하여 디지털 온습도계를 군당 2개씩 {In(벌통 내 벌집 3-4사이 안쪽)과 Out(벌통 내 사양기 밖)} 설치하여 벌통 3개에 디지털 온습도계 6개를 설치하였다.

대조군-2는 양봉가들이 나무벌통 다음으로 많이 사용하고 있는 스티로폼 벌통을 3군으



로 편성하여 대조군-1처럼 디지털 온습도계를 군당 2개씩 {In(벌통 내 벌집 3-4사이 안쪽)과 Out(벌통 내 사양기 밖)} 설치하여 벌통 3개에 디지털 온습도계 6개를 설치하였다.

실험군은 플라스틱 벌통으로 대조군-1,2처럼 3군으로 편성하여 대조군-1처럼 디지털 온습도계를 군당 2개씩 {In(벌통 내 벌집 3-4사이 안쪽)과 Out(벌통 내 사양기 밖)} 설치하여 벌통 3개에 디지털 온습도계 6개를 설치하여 조사하였다.

대조군-1, 대조군-2, 실험군으로 구분하여 총 9개 벌통에 디지털 온습도계 18개와 외기온도 측정용 디지털온도계까지 총 19개를 설치하여 플라스틱 벌통과 나무벌통, 스티로폼 벌통의 차이점과 문제점 등을 조사해 보았다.

조사시기는 월동 후부터 조사하였으나 사양 및 급수 문제 등으로 인해 본격적인 조사는 4월 4일부터 아카시나무 꽃이 유밀되는 5월 6일까지 이루어졌다.

측정도구인 디지털 온습도계의 측정 오차범위는 온도의 경우 측정범위 0~50°C에서  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 이며, 습도는 40~80%일 때  $\pm 5\%$ 이고 나머지 범위에서는  $\pm 8\%$ 이며, 사용전원은 1.5V× AAA 건전지다.



[그림 15] 양봉농가들이 주로 사용하는 표준벌통과 스티로폼 벌통, 실험군인 플라스틱 벌통



[그림 16] 디지털 온습도계 센서 위치



[그림 17] 디지털 온습도계 설치 및 자료 수집

## 4. 연구내용

### 가. 플라스틱 벌통의 일반 시험연구

실험 벌통을 대상으로 꿀벌의 혹서기 생육상황 및 월동기 월동 능력을 시험하기 위해 경기 남양주시 진접읍 금곡리에 위치한 공동연구자 양봉장에서 시험군 10군, 대조군 10군으로 편성하여 꿀벌의 생육상황, 벌통 내의 온도 및 습도 변화, 강우 시 노동력 투하 시간, 혹서기 문제점, 월동 포장시 장단점과 방법 등을 관찰하였다.

본 연구는 편리하고 노동력이 절감되는 벌통을 연구하여 많은 소규모 양봉가에게 널리 보급하기 위한 기초 연구조사이다. 따라서 고효율 저비용의 플라스틱 벌통을 통하여 꿀벌의 생태와 혹서기 또는 혹한기의 꿀벌의 생존능력 변화, 작업의 편의성, 기상 변화(비, 눈, 바람, 고온, 저온 등)에 따른 변화를 실험군과 대조군으로 구분하여 필요성과 장단점을 정성적으로나마 고찰하였다. 또한 일반 양봉가의 사육방식 문제점과 노동 시간 등을 비교 분석하여 향후 연구 대상인 플라스틱 벌통이 가져오게 될 생산비 절감 및 경제적 효과 등을 비교 분석하고 문제점과 개선방안을 고찰하였다.

### 나. 2017년 봄철 양봉 주요 관리일지

<표 4>에서 보는 바와 같이 2017년 2월 6일에 산란 및 월동 상태를 내검하기 위해 인공화분을 급여하였으며, 2월 27일부터는 자극 사양을 하였다. 5월 초 도토리 화분이 들어 올 때 까지 실험군과 대조군과의 차이점을 조사하였으나, 별다른 차이점을 발견하지 못했다. 5월 13일 아까시나무 꽃이 첫 개화를 하였으며 본격적인 1차 채밀은 5월 18일이었다. 채밀량은 수

치 분석을 하지 못했으나 실험군이나 대조군의 차이점이 육안으로 발견되지 않았다. 2017년 아까시꿀은 개화기에 비가 많이 내리지 않은 관계로 평년작을 조금 웃도는 것으로 판단되며 특히, 5월 강우 횟수가 적어 참나무 및 다래나무 화분(꽃가루; Pollen)의 채취량이 예년에 비해 상당히 많은 것으로 보인다.

<표 4> 2017년 실험군 양봉 관찰일지

일자	주요내용	일자	주요내용
2. 06	화분 급여	5. 18	아까시나무 꽃 만개
2. 27	사양 급여	5. 28	다래나무 화분 첫 채취
3. 02	물 공급	6. 07	밤나무 수꽃 개화
5. 06	참나무 화분 첫 채취	6. 14	밤나무 암꽃 개화
5. 13	아까시나무 꽃 개화	6. 15	밤나무 꽃 만개

#### 다. 실험군과 대조군의 온·습도 조사결과

먼저 <표 5>, <표 9>와 같이 조사기간에 일반 기상이 실험군이나 대조군에 어떤 영향이 미치는지 또는 차이점 여부를 알아보기 위해 4월, 5월의 일반 기상 현황을 조사하여 보았다.

그리고 <표 6~8>과 같이 산란기인 4월의 대조군-1(표준벌통), 대조군-2(스티로폼 벌통), 실험군(플라스틱 벌통)의 온습도와 <표 10~12> 같이 유밀기 이전인 5월의 온습도의 조사결과를 토대로 실험군과 대조군의 차이점을 조사해 보았다.

5월 6일까지 하게 된 이유는 5월 6일 첫 참나무(도토리) 화분이 유밀 되었기에 조사를 중단하였으며 5월 13일 아까시나무 꽃이 개화를 하였고, 5월 18일에는 아까시나무 꽃이 만개를 하여 본격적인 유밀기로 접어들어 조사를 중단하였다.

꿀벌의 봄철 외부 활동은 기온이 15°C 이상일 때 활발한 것으로 관찰되었으며 실험 봉장에서는 3월 15일 이후 꿀벌이 방화활동 및 소분을 본격적으로 하는 것으로 관찰되었다.

벌통 내에서의 격리판 안(In) 온도를 살펴보면 4월의 경우 대조군-1, 대조군-2, 실험군이 각각 평균 34.4°C, 35.3°C, 35.1°C로 나타나 실험군과 대조군의 온도 차이는 크지 않았다.

5월의 경우 역시 대조군-1, 대조군-2, 실험군의 격리판 안(In) 온도는 각각 평균 34.4°C,

35.2°C, 35.6°C로 대조군-1과 실험군은 1.2°C, 대조군-2와 실험군은 0.4°C 정도로 4월과 마찬가지로 큰 차이가 없었다.

벌통 내에서의 격리판 밖(Out) 경우도 4월의 경우 대조군-1, 대조군-2, 실험군이 각각 평균 33.1°C, 33.0°C, 30.6°C로 대조군-1과 실험군은 -2.5°C, 대조군-2와 실험군은 -2.4°C로 나타나 추운 날씨에는 실험군의 외부 보온에 있어 대책이 필요함을 알 수 있었다.

5월의 경우 역시 대조군-1, 대조군-2, 실험군의 사양기 밖(Out) 온도는 각각 평균 33.1°C, 32.1°C, 31.5°C로 대조군-1과 실험군은 1.6°C, 대조군-2와 실험군은 0.6°C 정도로 근소한 차이 밖에 나지 않아 외기 온도가 따뜻해질 때는 문제가 없음을 알 수 있었다.

벌통 내의 격리판 안(In)과 밖(Out)의 변화에 대한 관찰 결과, 4월의 경우 대조군-1, 대조군-2, 실험군의 격리판 안(In)과 밖(Out)의 온도 차(In-Out)는 각각 평균 1.3°C, 2.3°C, 4.5°C로 대조군-1 대비 실험군은 -3.2°C, 대조군-2 대비 실험군은 -2.2°C로 나타나 추운 날씨에는 실험군의 외부 보온에 있어 대책이 필요함을 알 수 있었다.

5월의 경우 역시 대조군-1, 대조군-2, 실험군의 격리판 안(In)과 밖(Out)의 온도 차(In-Out)는 각각 평균 1.3°C, 3.1°C, 4.1°C로 대조군-1 대비 실험군은 -2.8°C, 대조군-2와 실험군은 -1.0°C로 근소한 차이밖에 나지 않아 4월의 경우와 달리 외기 온도가 따뜻해질 때는 온도 편차에 있어 큰 문제가 없음을 알 수 있었다. <표 20>

벌통 내의 격리판 안(In)과 밖(Out)의 온도차(In-Out)는 봄철에 적게는 1°C에서 많게는 4°C 정도로 큰 차이는 없는 것으로 관찰이 되었으나 [그림 32]에서 보는 바와 같이 11월 10일 16시 나무벌통의 경우 격리판 안(In)의 온도는 28.9°C이며 밖의 온도는 22.1°C로 6.8°C 차이가 났다. 스티로폼 벌통의 경우는 격리판 안(In)의 온도는 31.2°C이며 밖(Out)의 온도는 24.7°C로 6.5°C 차이가 나타났으며 늦가을이나 겨울철에는 적게는 5°C에서 많게는 10°C까지 차이가 나는 것으로 관찰되었다. 따라서 늦가을에서 이른 봄까지 꿀벌들의 산란이나 병해충 발생 감소 등을 위해 벌통 내에 빈 곳이 없게끔 적극적인 보온 대책이 필요할 것으로 관찰되었다.



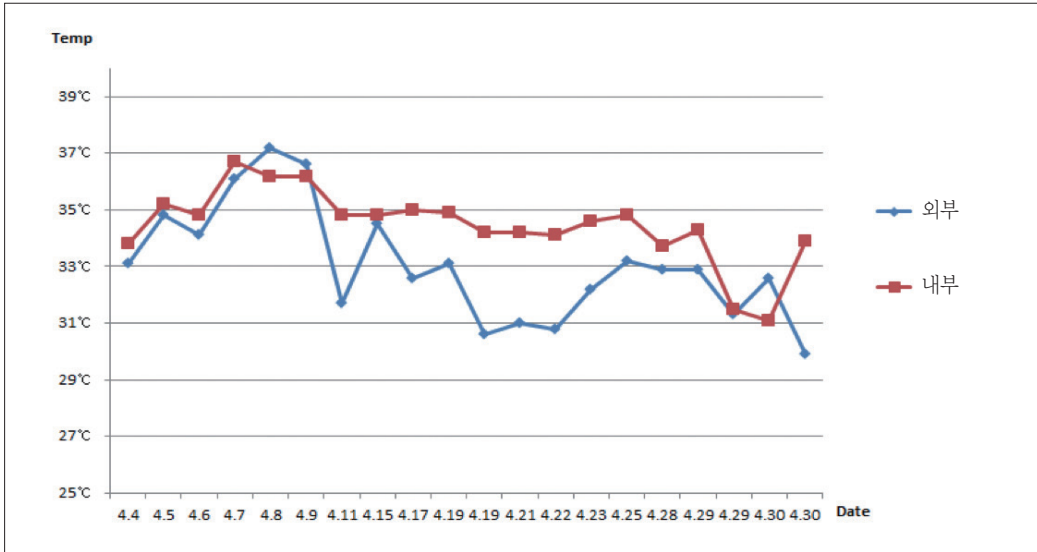
<표 5> 2017년 4월 조사기간 일반기상 현황

Date (연 월 일)	기온(°C)					습도(%)			강수량(mm)		
	평균	최고	최저	전년	평년	평균	최고	최저	2017	전년	평년
기간통계	14.3	21.6	7.5	14.0	12.1	66.0	93.6	35.1	0	36.5	12.7
2017-04-04	12.3	22.4	1.3	11.4	10.6	51.1	87.6	18.5	0	0	0
2017-04-05	11.7	16.0	9.0	10.7	9.8	74.1	98	45.5	0	36	9
2017-04-06	12.3	14.3	10.7	14.1	10.0	90.6	98.2	73.0	0	0	0
2017-04-07	15.7	24.5	9.8	15.2	9.7	74.2	97.2	40.0	0	0	0.3
2017-04-08	14.6	21.8	7.7	12.6	9.6	77.0	97.2	49.0	0	0	0
2017-04-09	15.0	19.9	11.0	11.6	9.4	69.1	98.2	40.8	0	0	0.5
2017-04-11	15.6	21.6	10.9	12.2	10.9	44.6	68.5	24.8	0	0	0
2017-04-15	16.3	25.1	10.0	14.3	11.1	71.9	96.8	34.5	0	0	0
2017-04-17	14.4	19.6	9.1	13.0	12.8	76.1	93.8	45.9	0	0	1.8
2017-04-19	11.8	19.2	3.8	12.5	12.8	61.8	98.1	31.6	0	0	0
2017-04-21	11.9	20.3	3.3	14.6	10.8	68.2	96.3	34.4	0	0	0
2017-04-22	13.7	23.0	5.0	15.8	13.5	60.2	97.9	21.1	0	0	0
2017-04-23	13.2	22.2	4.3	14.0	11.3	56.0	94.3	21.6	0	0	0
2017-04-25	15.7	21.5	9.6	16.0	14.1	61.8	84.9	32.1	0	0	0
2017-04-28	14.0	21.9	6.5	17.5	16.2	64.1	93.9	33.3	0	0	0
2017-04-29	15.6	24.7	5.7	16.7	16.3	57.2	97.7	19.4	0	0.5	0.6
2017-04-30	18.9	28.8	10.4	16.2	16.5	63.8	92.2	30.5	0	0	0.5

<표 6-1> 4월 표준벌통 온·습도 조사결과(대조군-1)

Date (연 월 일)	Time	T/H	표준벌통-Out				표준벌통-In				Outside Temp/hygro
			WO-1	WO-2	WO-3	평균	WO-1	WO-2	WO-3	평균	
2017-04-04	09:30	온도(°C)	f	f	33.1	33.1	31.0	34.6	35.8	33.8	
		습도(%)	f	f	39	39.0	52	33	38	41.0	
2017-04-05	09:00	온도(°C)	f	f	34.8	34.8	f	34.9	35.4	35.2	
		습도(%)	f	f	54	54.0	f	62	59	60.5	
2017-04-06	18:30	온도(°C)	f	f	34.1	34.1	34.2	34.7	35.4	34.8	
		습도(%)	f	f	74	74.0	95	82	77	84.7	
2017-04-07	13:00	온도(°C)	35.8	f	36.3	36.1	36.6	36.6	36.8	36.7	24.5
		습도(%)	50	f	38	44.0	41	41	37	39.7	50
2017-04-08	16:00	온도(°C)	f	f	37.2	37.2	34.0	37.1	37.4	36.2	
		습도(%)	f	f	40	40.0	41	44	42	42.3	
2017-04-09	16:00	온도(°C)	f	f	36.6	36.6	34.6	37.4	36.6	36.2	
		습도(%)	f	f	33	33.0	64	37	37	46.0	
2017-04-11	16:30	온도(°C)	30.0	34.0	31.2	31.7	32.6	35.8	36.0	34.8	
		습도(%)	32	33	29	31.3	32	33	30	31.7	
2017-04-15	13:30	온도(°C)	34.7	34.4	34.5	34.5	33.4	35.5	35.4	34.8	25.8
		습도(%)	41	46	45	44.0	41	42	44	42.3	44
2017-04-17	09:00	온도(°C)	33.2	32.5	32.2	32.6	34.5	35.1	35.4	35.0	
		습도(%)	61	65	61	62.3	60	63	61	61.3	
2017-04-19	12:30	온도(°C)	33.8	32.1	33.3	33.1	33.7	35.5	35.5	3.9	19.2
		습도(%)	38	39	39	38.7	33	37	37	35.7	41
	19:00	온도(°C)	28.2	31.2	32.3	30.6	31.1	35.4	36.0	34.2	
		습도(%)	52	54	52	52.7	53	57	53	54.3	
2017-04-21	13:00	온도(°C)	30.3	31.9	30.9	31.0	32.5	35.1	35.1	34.2	27.6
		습도(%)	29	33	29	30.3	31	31	30	30.7	36
2017-04-22	15:30	온도(°C)	31.2	f	30.4	30.8	32.4	35.4	34.4	34.1	24.3
		습도(%)	15	f	15	15.0	15	15	15	15.0	22
2017-04-23	15:00	온도(°C)	32.5	33.3	30.7	32.2	34.5	35.1	34.2	34.6	
		습도(%)	15	15	15	15.0	15	15	15	15.0	
2017-04-25	14:00	온도(°C)	33.2	32.5	33.8	33.2	34.6	35.3	34.6	34.8	22.0
		습도(%)	42	43	41	42.0	44	45	43	44.0	33
2017-04-28	14:30	온도(°C)	32.6	32.6	33.6	32.9	30.8	35.4	35.0	33.7	24.7
		습도(%)	23	24	23	23.3	24	23	24	23.7	39
2017-04-29	12:30	온도(°C)	33.1	31.7	33.8	32.9	32.6	35.5	34.8	34.3	
		습도(%)	22	23	25	23.3	21	24	23	22.7	
	17:30	온도(°C)	31.9	31.1	31.0	31.3	33.3	35.8	25.3	31.5	27.8
		습도(%)	15	15	15	15.0	15	15	15	15.0	40
2017-04-30	12:00	온도(°C)	33.3	31.6	32.8	32.6	29.4	35.9	28.1	31.1	
		습도(%)	33	34	32	33.0	36	35	33	34.7	
	19:30	온도(°C)	30.3	29.4	29.9	29.9	32.8	35.1	33.8	33.9	
		습도(%)	58	61	57	58.7	57	60	57	58.0	
기간통계(평균)		온도(°C)	32.3	29.9	33.1	33.1	33.1	35.5	34.6	34.4	-
		습도(%)	35.1	34.6	37.8	38.4	40.5	39.4	38.5	39.6	-

<표 6-2> 4월 표준벌통 온·습도 조사결과(대조군-1)

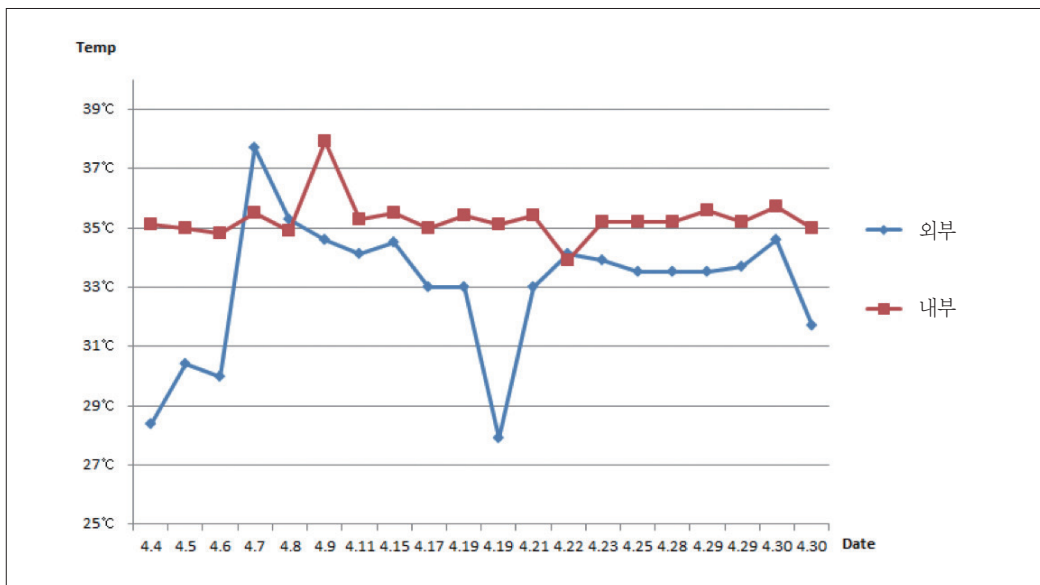


<표 7-1> 4월 스티로폼 벌통 온·습도 조사결과(대조군-2)

Date (연월일)	Time	T/H	스티로폼 벌통-Out				스티로폼 벌통-In				Outside Temp/hygro
			SO-1	SO-2	SO-3	평균	SI-1	SI-2	SI-3	평균	
2017-04-04	09:30	온도(°C)	28.4	-	-	28.4	35.7	34.5	-	35.1	
		습도(%)	48	-	-	48.0	47	46	-	46.5	
2017-04-05	09:00	온도(°C)	30.4	-	-	30.4	35.3	34.7	-	35.0	
		습도(%)	55	-	-	55.0	34	40	-	37.0	
2017-04-06	18:30	온도(°C)	30.0	-	-	30.0	35.0	34.5	-	34.8	
		습도(%)	89	-	-	89.0	91	89	-	90.0	
2017-04-07	13:00	온도(°C)	37.7	-	-	37.7	36.9	34.1	-	35.5	24.5
		습도(%)	45	-	-	45.0	45	42	-	43.5	50
2017-04-08	16:00	온도(°C)	35.3	-	-	35.3	f	34.9	-	34.9	
		습도(%)	41	-	-	41.0	f	34	-	34.0	
2017-04-09	16:00	온도(°C)	34.6	-	-	34.6	37.9	-	-	37.9	
		습도(%)	39	-	-	39.0	32	-	-	32.0	
2017-04-11	16:30	온도(°C)	34.2	35.0	33.0	34.1	35.3	34.9	35.6	35.3	
		습도(%)	32	34	29	31.7	31	31	28	30.0	
2017-04-15	13:30	온도(°C)	35.6	34.6	3.2	34.5	35.5	35.5	35.4	35.5	25.8
		습도(%)	40	45	44	43.0	38	39	40	39.0	44
2017-04-17	09:00	온도(°C)	34.4	34.2	30.3	33.0	35.1	34.7	35.3	35.0	
		습도(%)	64	64	67	65.0	63	61	66	63.3	
2017-04-19	12:30	온도(°C)	33.2	33.1	32.8	33.0	35.3	35.3	35.6	35.4	19.2
		습도(%)	34	38	39	37.0	32	32	34	32.7	41
2017-04-19	19:00	온도(°C)	30.8	26.5	26.5	27.9	34.7	35.3	35.3	35.1	
		습도(%)	50	53	53	52.0	49	53	53	51.7	

Date (연월일)	Time	T/H	스티로폼 벌통-Out				스티로폼 벌통-In				Outside Temp/hygro
			SO-1	SO-2	SO-3	평균	SI-1	SI-2	SI-3	평균	
2017-04-21	13:00	온도(°C)	32.6	33.1	33.2	33.0	35.2	35.3	35.6	35.4	27.6
		습도(%)	33	32	35	33.3	33	30	33	32.0	36
2017-04-22	15:30	온도(°C)	34.2	33.8	34.2	34.1	31.2	35.1	35.5	33.9	24.3
		습도(%)	15	15	15	15.0	15	15	16	15.3	22
2017-04-23	15:00	온도(°C)	33.3	33.2	35.2	33.9	34.9	35.1	35.6	35.2	
		습도(%)	15	15	15	15	15	15	15	15	
2017-04-25	14:00	온도(°C)	35.4	30.7	34.3	33.5	34.9	35.1	35.5	35.2	22.0
		습도(%)	44	45	40	43.0	43	42	38	41.0	33
2017-04-28	14:30	온도(°C)	34.5	31.3	34.8	33.5	35.2	35.1	35.3	35.2	25.3
		습도(%)	24	31	21	25.3	21	17	17	18.3	33
2017-04-29	12:30	온도(°C)	34.9	30.2	35.3	33.5	35.5	35.5	35.7	35.6	24.7
		습도(%)	24	27	19	23.3	21	24	15	20.0	39
	17:30	온도(°C)	33.9	32.8	34.3	33.7	35.1	34.9	35.5	35.2	
		습도(%)	15	15	15	15.0	15	15	15	15.0	
2017-04-30	12:00	온도(°C)	35.4	32.9	35.6	34.6	35.8	35.6	35.8	35.7	27.8
		습도(%)	33	34	34	33.7	32	30	33	31.7	40
	19:30	온도(°C)	32.4	29.4	33.2	21.7	35.5	34.5	35.1	35.0	
		습도(%)	62	64	61	62.3	62	61	58	60.3	
기간통계(평균)		온도(°C)	33.6	32.2	33.3	33.0	35.3	35.0	35.5	35.3	-
		습도(%)	40.1	36.6	34.8	40.6	37.8	37.7	32.9	37.4	-

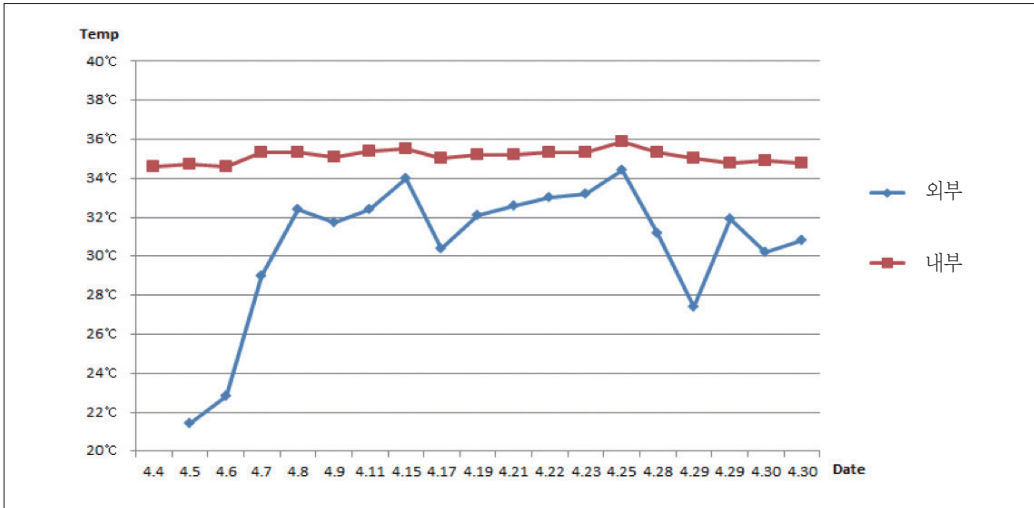
<표 7-2> 4월 스티로폼 벌통 온·습도 조사결과(대조군-2)



<표 8-1> 4월 플라스틱 벌통 온·습도 조사결과(실험군)

Date (연 월 일)	Time	T/H	플라스틱 벌통-Out				플라스틱 벌통-In				Outside Temp/hygro
			PO-1	PO-2	PO-3	평균	PI-1	PI-2	PI-3	평균	
2017-04-04	09:30	온도(°C)	-	-	-	-	35.1	34.0	-	34.6	
		습도(%)	-	-	-	-	50	35	-	42.5	
2017-04-05	09:00	온도(°C)	21.9	20.8	-	21.4	35.2	34.2	-	34.7	
		습도(%)	73	73	-	73.0	62	49	-	55.5	
2017-04-06	18:30	온도(°C)	24.5	21.0	-	22.8	35.0	34.2	-	34.6	
		습도(%)	81	81	-	81.0	77	64	-	70.5	
2017-04-07	13:00	온도(°C)	26.6	31.3	-	29.0	35.5	35.1	-	35.3	24.5
		습도(%)	40	39	-	39.5	32	20	-	26.0	50
2017-04-08	16:00	온도(°C)	32.1	32.7	-	32.4	35.3	35.3	-	35.3	
		습도(%)	44	43	-	43.5	35	15	-	25.0	
2017-04-09	16:00	온도(°C)	31.6	31.8	-	31.7	34.8	35.3	-	35.1	
		습도(%)	38	36	-	37.0	32	15	-	23.5	
2017-04-11	16:30	온도(°C)	32.5	32.1	32.5	32.4	35.6	35.3	35.4	35.4	
		습도(%)	32	31	28	30.3	26	15	28	23.0	
2017-04-15	13:30	온도(°C)	33.3	34.7	33.9	34.0	35.6	35.5	35.4	35.5	25.8
		습도(%)	39	41	39	39.7	32	15	37	28.0	44
2017-04-17	09:00	온도(°C)	f	28.5	32.3	30.4	f	34.8	35.1	35.0	
		습도(%)	f	60	61	60.5	f	43	61	52.0	
2017-04-19	12:30	온도(°C)	32.9	32.0	31.5	32.1	35.6	34.	35.3	35.2	19.2
		습도(%)	33	15	32	26.7	28	15	30	24.3	41
	19:00	온도(°C)	f	f	f		f	f	f		
		습도(%)	f	f	f		f	f	f		
2017-04-21	13:00	온도(°C)	32.8	33.5	31.5	32.6	35.4	34.9	35.3	35.2	27.6
		습도(%)	32	32	30	31.3	27	15	29	23.7	36
2017-04-22	15:30	온도(°C)	33.2	34.1	31.8	33.0	35.3	35.0	35.5	35.3	24.3
		습도(%)	15	15	15	15.0	21	15	15	17.0	22
2017-04-23	15:00	온도(°C)	33.4	34.2	32.1	33.2	35.5	35.1	35.3	35.3	
		습도(%)	15	15	15	15.0	20	15	15	16.7	
2017-04-25	14:00	온도(°C)	34.1	34.1	35.1	34.4	36.4	f	35.3	35.9	22.0
		습도(%)	45	46	46	45.7	41	f	42	41.5	33
2017-04-28	14:30	온도(°C)	30.9	31.6	31.0	31.2	35.3	e	35.3	35.3	25.3
		습도(%)	21	22	23	22.0	21	e	22	21.5	33
2017-04-29	12:30	온도(°C)	25.9	28.5	27.9	27.4	34.8	F	35.2	35.0	24.7
		습도(%)	19	20	20	19.7	21	F	20	20.5	39
	17:30	온도(°C)	31.6	31.9	32.3	31.9	35.0	35.0	34.4	34.8	
		습도(%)	23	32	15	23.3	30	35	15	26.7	
2017-04-30	12:00	온도(°C)	28.0	32.2	30.5	30.2	35.2	35.3	34.3	34.9	27.8
		습도(%)	35	35	35	35.0	30	34	35	33.0	40
	19:30	온도(°C)	f	30.4	31.2	30.8	f	35.1	34.4	34.8	
		습도(%)	f	61	60	60.5	f	56	55	55.5	
기간통계(평균)		온도(°C)	25.5	29.2	29.5	30.6	30.0	27.9	32.6	35.1	-
		습도(%)	30.8	36.7	29.9	38.8	29.3	22.8	28.9	33.0	-

<표 8-2> 4월 플라스틱 벌통 온·습도 조사결과(실험군)



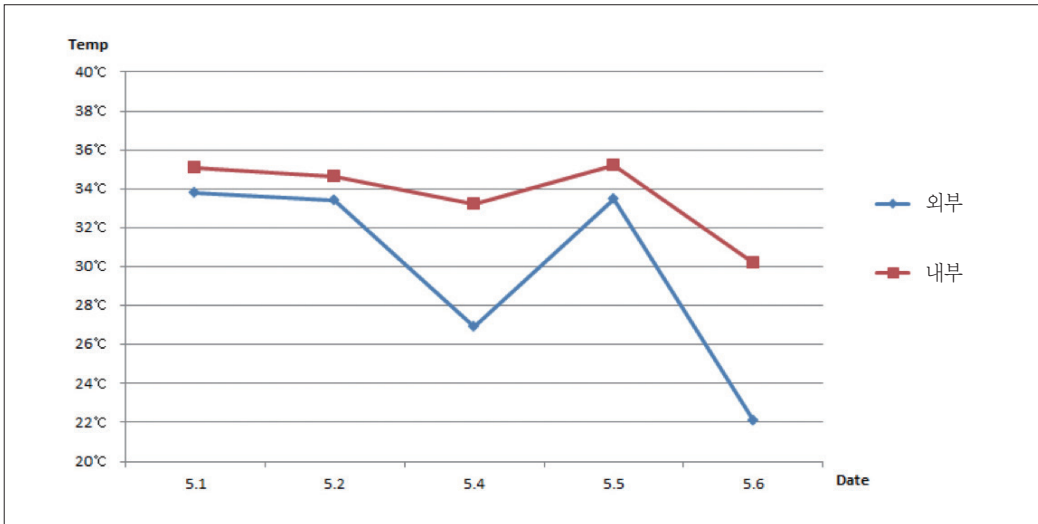
<표 9> 2017년 5월 조사기간 일반 기상 현황

Date (연 월 일)	기온(°C)					습도(%)			강수량(mm)		
	평균	최고	최저	전년	평년	평균	최고	최저	2017	전년	평년
기간통계	19.00	26.98	10.96	17.70	15.30	56.78	87.74	27.32	0.0	32.0	10.2
2017-05-01	19.2	29.6	10.2	17.3	16.5	60.9	98.2	19.2	0.0	0.0	0.0
2017-05-02	19.4	28.5	10.7	20.9	17.1	61.8	96.5	27.9	0.0	21.0	7.3
2017-05-04	20.1	28.9	10.4	16.8	14.9	56.8	88.7	30.0	0.0	0.0	0.1
2017-05-05	21.5	27.5	17.4	17.1	13.9	62.8	80.3	41.5	0.0	5.0	1.3
2017-05-06	14.8	20.4	6.1	16.4	14.1	41.6	75.0	18.0	0.0	6.0	1.5

<표 10-1> 5월 표준벌통 온·습도 조사(대조군-1)

Date (연 월 일)	Time	T/H	표준벌통-Out				표준벌통-In				Outside Temp/hygro
			WO-1	WO-2	WO-3	평균	WI-1	WI-2	WI-3	평균	
2017-05-01	18:00	온도(°C)	32.7	33.6	35.1	33.8	34.4	35.7	35.7	35.1	
		습도(%)	32	32	27	30.3	36	31	27	33.5	
2017-05-02	18:40	온도(°C)	33.6	32.4	34.1	33.4	33.8	35.3	35.4	34.6	
		습도(%)	50	47	51	49.3	46	44	49	45.0	
2017-05-04	09:40	온도(°C)	27.5	24.8	2.5	26.9	31.2	35.1	34.6	33.2	19.4
		습도(%)	31	44	44	39.7	42	46	43	44.0	46
2017-05-05	10:30	온도(°C)	32.2	32.7	35.3	33.5	34.5	35.9	35.6	35.2	28.4
		습도(%)	27	38	38	34.3	38	40	40	39.0	38
2017-05-06	09:00	온도(°C)	22.3	21.3	22.7	22.1	25.4	35.0	33.6	30.2	14.3
		습도(%)	36	49	48	44.3	48	50	51	49.0	55
기간통계(평균)		온도(°C)	32.3	29.9	33.1	33.1	33.1	35.5	34.6	34.4	-
		습도(%)	29.7	29.0	31.2	29.9	31.9	35.4	35.0	33.6	-

<표 10-2> 5월 표준벌통 온·습도 조사(대조군-1)

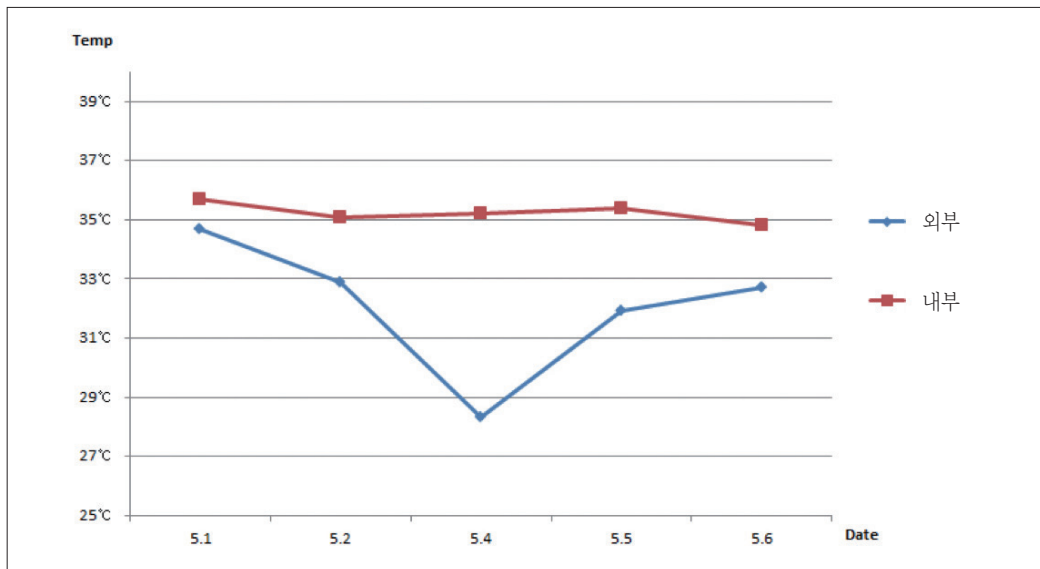


<표 11-1> 5월 스티로폼 벌통 온·습도 조사(대조군-2)

Date (연 월 일)	Time	T/H	스티로폼 벌통-Out				스티로폼 벌통-In				Outside Temp/hygro
			SO-1	SO-2	SO-3	평균	SI-1	SI-2	SI-3	평균	
2017-05-01	18:00	온도(°C) 습도(%)	35.1 27	34.3 27	34.6 34	34.7 29.3	36.1 30	35.3 23	35.6 27	35.7 26.7	
2017-05-02	18:40	온도(°C) 습도(%)	33.8 44	31.9 44	34.6 45	32.0 44.3	35.0 45	34.7 42	35.5 41	35.1 42.7	
2017-05-04	09:40	온도(°C) 습도(%)	30.9 46	25.7 43	35.1 46	28.3 45.0	35.1 45	34.6 40	35.8 42	35.2 42.3	19.4 46
2017-05-05	10:30	온도(°C) 습도(%)	34.1 38	29.6 41	35.6 41	31.9 40.0	35.5 39	34.8 36	35.8 38	35.4 37.7	28.4 38
2017-05-06	09:00	온도(°C) 습도(%)	32.8 53	32.6 53	34.9 49	32.7 51.7	35.1 53	33.8 51	35.5 51	34.8 51.7	14.3 55
기간통계(평균)		온도(°C) 습도(%)	33.3 41.6	30.8 41.6	35.0 43.0	32.1 42.1	35.4 42.4	34.6 38.4	35.6 39.8	35.2 40.2	- -



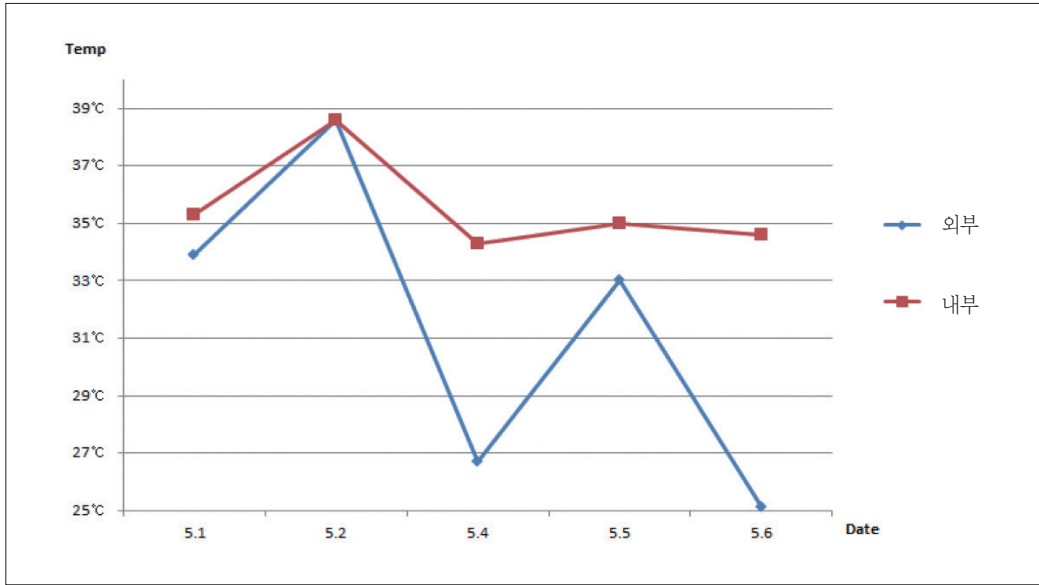
<표 11-2> 5월 스티로폼 벌통 온·습도 조사(대조군-2)



<표 12-1> 5월 플라스틱 벌통 온·습도 조사(실험군)

Date (연 월 일)	Time	T/H	플라스틱 벌통-Out				플라스틱 벌통-In				Outside Temp/hygro
			PO-1	PO-2	PO-3	평균	PI-1	PI-2	PI-3	평균	
2017-05-01	18:00	온도(°C)	32.2	35.2	34.4	33.9	34.9	35.5	35.4	35.3	
		습도(%)	26	27	28	27.0	21	22	22	21.7	
2017-05-02	18:40	온도(°C)	48.8	33.6	33.4	38.6	46.0	35.2	34.6	38.6	
		습도(%)	41	44	43	42.7	37	43	42	40.7	
2017-05-04	09:40	온도(°C)	27.0	27.2	26.0	26.7	34.8	35.0	33.1	34.3	19.4
		습도(%)	52	45	48	48.3	54	56	55	55.0	46
2017-05-05	10:30	온도(°C)	33.8	34.0	31.2	33.0	35.3	35.3	34.4	35.0	28.4
		습도(%)	42	40	40	40.7	36	40	40	38.7	38
2017-05-06	09:00	온도(°C)	27.3	19.9	28.0	25.1	34.8	35.1	34.0	34.6	14.3
		습도(%)	58	54	57	56.3	57	58	58	57.7	55
기간통계(평균)		온도(°C)	33.8	30.0	30.6	31.5	37.2	35.2	34.3	35.6	-
		습도(%)	43.8	42.0	43.2	43.0	41.0	43.8	43.4	42.7	-

<표 12-2> 5월 플라스틱 벌통 온·습도 조사(실험군)



## 연구결과

### 1. 플라스틱 벌통의 현장 적용사례(2015. 3~2016. 4)

본 연구는 경기 남양주시 진접읍 금곡리 680번지에 있는 포장에서 2015년 3월부터 2016년 4월까지 벌통 양봉사와 일반 노지양봉의 장단점을 비교 분석해 보면서 소규모 양봉가들의 플라스틱 벌통 사용 가능성을 연구했다. 본 연구에 사용된 플라스틱 벌통 양봉사는 기존 연구 제안자가 제안한 방법과 재료들을 활용하였다. 플라스틱 양봉사 10군[그림 18] 및 노지 일반 벌통 10군[그림 19]을 대상으로 장단점을 관찰하였다.



[그림 18] 실험구: 플라스틱 벌통



[그림 19] 대비구: 노지 일반벌통

<표 13> 기상 현황(2015년 5월~2016년 4월)

월 별	평균기온 (°C)	최고기온 (°C)	최저기온 (°C)	평균습도 (%)	최고습도 (%)	최저습도 (%)	강수량 (mm)	강우일수 (일)	일조시간 (hr)
2015-05	18.2	32.9	3.5	63.4	98.6	11.8	31.0	4	267
2015-06	23.5	35.2	13.8	71.0	98.6	26.0	102.0	6	254
2015-07	25.7	36.2	14.4	78.9	98.6	34.8	144.5	15	236
2015-08	25.8	36.2	14.4	81.7	98.6	34.8	116.0	15	249
2015-09	21.0	31.2	9.9	72.4	98.5	21.5	18.5	5	232
2015-10	14.1	27.1	-3.0	75.9	98.5	25.2	72.5	7	204
2015-11	8.9	20.3	-7.5	81.4	98.5	24.8	98.0	14	101
2015-12	1.0	13.2	-7.5	73.6	98.5	22.4	26.0	6	122
2016-01	-3.8	10.8	-19.6	65.4	98.5	19.1	0	0	153
2016-02	-0.3	15.4	-19.6	63.8	98.5	19.5	53.5	5	157
2016-03	6.5	20.9	-11.4	61.5	98.5	15.6	38.0	4	232
2016-04	14.2	30.7	1.7	63.6	98.5	15.9	84.0	8	233
계	12.9	36.2	-19.6	71.05	98.6	11.8	784	89	2,440

<표 13>에서 보는 바와 같이 한여름 최고기온이 36.2°C까지 올라갈 때 대비구 벌통인 일반 표준벌통에서는 꿀벌들이 모든 활동을 멈추고 심지어는 산란까지 중단하는 것을 알 수 있었다. 그러나 실험구인 플라스틱 벌통은 내부 온도가 노지 벌통보다 상대적으로 낮아서 간혹 약간의 산란 등을 하는 현상을 관찰할 수 있었다. 또한 7~8월 장마철에는 30일간 260.5mm의 강우가 내려 대비구인 표준벌통이 비를 맞지 않도록 비닐, 보온덮개, 판자 등을

매일 덮어 주어야 했으며 비가 그치면 다시 비닐을 걷어 주거나 판자를 치워야 했다. 반면 실험구인 플라스틱 벌통은 비가 내렸을 때도 특별한 강우 대책을 세우지 않아도 되어 노동력이 절감되었다.



[그림 20, 21] 햇빛, 강우 등에 노출되어 있는 일반적인 노지 양봉

[그림 20, 21]에서 보는 바와 같이 햇빛, 강우 등에 노출되어 양봉하는 경우, 전문 양봉가에게는 큰 문제가 되지 않지만 취미 양봉, 주말 양봉을 하는 직장인 등 소규모 양봉가들은 양봉장에 계속 상주할 수가 없어서 벌을 키우는 데 실패를 거듭할 수밖에 없다. 하지만 플라스틱 벌통을 활용할 경우 그런 염려가 없을 것으로 본다. 실제로 충주시에서 플라스틱 벌통을 이용해서 150군이나 전문 양봉업을 하는 R농가는 노동력 절감 방안으로 이 방법을 채택해 고정양봉을 하고 있으며, 관행적인 방법보다 고품질의 벌꿀을 채밀할 수 있다는 장점이 있다고 이야기한다.



[그림 22] 플라스틱 벌통을 활용해 150군의 고정양봉을 하고 있는 R농가 양봉장

꿀벌은 월동기간 동안 겨울잠을 자는 것이 아니다. 일벌은 벌통 내에서 봉구(蜂球)를 형성하고 열을 발생시켜 봉구 안의 온도를 일정하게 유지하는데, 봉구 내부의 중심온도는 항상 32℃ 내외 정도로 유지한다. 꿀벌은 변온동물이기 때문에 주위의 온도에 따라 체온이 변한다. 외기 온도가 14℃ 이하가 되면 꿀벌은 외부 활동을 중지하나 벌통 안에서 봉구를 형성하고 저장된 꿀을 먹고서 날개 근육을 움직여 열을 발생시킨다. 꿀벌 한 마리가 근육 운동으로 발생시키는 열량은 극히 적기 때문에 8℃ 이하의 온도에서 꿀벌 한 마리, 한 마리는 거의 움직일 수가 없다. 그러나 봉구를 형성한 많은 수의 꿀벌은 봉군 유지와 증식에 필요한 열량을 발생시킨다.

외기 온도와 봉구 표면 온도 간에는 밀접한 관계가 있는데 <표 14>에서 보는 바와 같이 1월 24일 오전 8시 외기 온도가 -12℃ 일 때 벌통 안의 봉구 주위 온도는 -7℃, 봉구 표면 온도는 8℃이었으며 봉구 내부 온도도 15℃ 이상으로 추정이 된다. 또한 1월 30일 오후 13시 외기 온도가 6℃ 일 때 플라스틱 벌통 안의 봉구 주위 온도는 13℃, 봉구 표면온도는 16℃였으며, 봉구 내부온도는 20℃ 이상으로 추정된다. 대비군에 비해 1~2℃ 높은 것으로 보아 월동 능력도 좋을 것으로 본다.

<표 14> 외기온도와 봉구 표면 온도간의 관계

구분	월일	외기온도	봉구주위 온도	봉구 표면온도	봉구 내부온도 (추정)	봉구 중심온도 (추정)
실험군 (플라스틱)	01. 24 08:00	-12℃	-7℃	8℃	15℃ 이상	31~32℃
	01. 30 13:00	6℃	13℃	16℃	20℃ 이상	31~32℃
대비군 (나무)	01. 24 08:00	-12℃	-6℃	7℃	15℃ 이상	31~32℃
	01. 30 13:00	6℃	11℃	15℃	20℃ 이상	31~32℃

월동 기간에 외기 온도의 극심한 변화로부터 꿀벌을 보호하기 위하여 봉군을 포장하여 노지에서 월동을 잘 시켜야 한다. 우리나라에서는 대부분 노지나 양봉사에서 포장하여 월동시키는 게 대부분이다. 월동 기간 중 봉군을 과대 포장하게 되면 벌통 안의 환기 상태가 불량하여 월동 상태가 나빠진다. 월동 실태를 조사한 결과, 월동 포장 재료로서 왕겨와 보온 덮개를 사용하는 농가가 65.2%, 그리고 스티로폼과 왕겨, 보온덮개를 이용하는 농가가 21.8%인 것으로 나타났다. 월동 기간 중 봉군의 무게 감량을 봉군의 포장 재료(보온덮개, 스티로폼, 왕겨 외장법)로 분석한 결과 보온덮개로 덮는 방법이 봉군의 무게 감량이 가장 많





[그림 23] P농가 시설양봉사 월동



[그림 24] P농가 노지 월동



[그림 25] L농가 노지 월동 전



[그림 26] L농가 노지 월동 후



[그림 27] 겨울철 실험구 벌통 월동 외부



[그림 28] 실험구 벌통 월동 상태

았다고 한다.(최광수 등, 2003)

월동을 위한 벌통의 적정 환경조건은 꿀벌의 월동 생리에 적합한 환경을 유지할 수 있어야 한다. 고려해야 할 환경요인은 온도, 습도, 환기, 공기순환, 소음 및 진동, 차광 등이다. 꿀

벌의 월동에 영향을 미치는 가장 중요한 환경요인은 온도이며, 최적온도는 3~5°C 정도이고 적정온도는 2~9°C인데 플라스틱 벌통은 일반 노지 월동에 비해 최적 온도를 유지함으로써 꿀벌의 월동 성적이 좋은 것으로 관찰되었다.

일반 양봉의 대다수 월동 포장방법은 벚짚이나 스티로폼을 보온덮개로 이용하는 것이다. [그림 23~26]에서 보는 바와 같이 P농가와 L농가의 경우 월동포장에 상당히 공을 들여 많은 노동시간과 노동량을 투자하고 있다. 반면에 [그림 27, 28]에서는 평상시 벌통 상태 그대로 월동했음에도 어떠한 문제점이 나타나거나 월동성적이 대조군 보다 떨어졌다는 느낌이 없었다.

플라스틱 벌통의 장단점을 분석해 보면 <표 15>와 같이 많은 관리비용과 노동력이 절감된다는 것을 알 수 있다.

<표 15> 플라스틱 벌통의 장단점

구 분	장 점	단 점
플라스틱 벌통 양봉	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 관리비용 저렴 -내부 벌통 반영구적</li> <li>• 월동비용, 월동 노동시간 절감</li> <li>• 깨끗한 양봉장 가능</li> <li>• 분산된 양봉장 가능</li> <li>• 소규모 양봉군수 가능 -건축비용, 건축허가 불필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 초기 구입비용 증가</li> <li>• 내검시 불편(계상 분리 어려움)</li> <li>• 이동양봉시 불편</li> <li>• 비울 때나 더울 때 내검이 어려움</li> </ul>
노지 양봉	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건축비용 및 건축허가 불필요</li> <li>• 양봉 관리가 비교적 편리함</li> <li>• 토지 구입비용 등이 적게 들</li> <li>• 양봉업에 진입 장벽이 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 관리비용 가장 많이 들어감 -벌통 내구연한 감소 등</li> <li>• 청결하지 못한 이미지</li> <li>• 월동 등 노동시간 과다 투하</li> <li>• 비울 때나 더울 때 내검이 어려움</li> </ul>
시설 양봉	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 양봉 관리에 가장 좋은 방법</li> <li>• 비울 때, 더울 때도 수시내검 가능</li> <li>• 가장 이상적인 양봉방법</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 양봉사 건축비용 및 허가 요망</li> <li>• 임대토지에는 양봉사 건축 동의</li> <li>• 월동비용, 월동시간 필요</li> <li>• 양봉사 건축으로 자연경관 해침</li> </ul>

또한, 여름철 호우시 벌통관리 드는 노동력 절감효과도 <표 16>에서 보는 바와 같이 관행 대비 83%의 노동력의 절감효과가 있음을 알 수 있다. 여름철 30일 동안 비가 온다고 가정



했을 때 관행작업 시간은 약 30시간 정도 소요되지만 플라스틱 벌통 설치시에는 5시간 정도이다.

<표 16> 여름철 강우시 벌통 관리에 드는 노동력 절감효과

작업종별	작업시간(시간 / 50군 / 30일 강우 기준)		절감량(시간/원) (C = A-B)	절감률(% (A-B/C)
	관행작업(A)	플라스틱 벌통(B)		
강우대책	약 30시간	약 5시간	25시간/312,500원	83%
산출근거	1H×30일(강우일)=30시간	10분/30일(강우일)=5시간		

주: 인건비 보통인부 10만 원(식대, 교통비 포함), 총 작업량 50군 기준으로 적용함

○ 시간당 작업비 100,000원/8시간 = 12,500원/시간

○ 절감량 산출

- 관행 강우대책 관리시 : 12,500원×30시간 = 375,000원

- 플라스틱 벌통 활용시 : 12,500원×5시간 = 62,500원

- 인건비 절감량 : 375,000원-62,500원 = 312,500원(83%)

겨울철 역시 월동 포장관리에 드는 노동력이 관행작업에 비해 플라스틱 벌통 설치시에 72시간 정도(900,000원) 절감되는 것으로 나타났다

<표 17> 겨울철 월동관리에 드는 노동력 절감효과

작업종별	작업시간(시간/ 50군/ 월동포장 10일 기준)		절감량(시간/원) (C = A-B)	절감률(% (A-B/C)
	관행작업(A)	플라스틱 벌통(B)		
강우대책	약 80시간	약 8시간	72시간 / 900,000원	90%
산출근거	8H×10일(월동포장기간)=80시간	8H ×1일=8시간		

주: 인건비 보통인부 10만 원(식대, 교통비 포함), 총작업량 50군 기준으로 적용함

○ 시간당 작업비 100,000원/8시간 = 12,500원/시간

○ 절감량 산출

- 관행 월동 포장 관리시 : 12,500원×80시간 = 1,000,000원
- 플라스틱 벌통 활용시 : 12,500원×8시간 = 100,000원
- 인건비 절감량 : 1,000,000원-100,000원 = 900,000원(90%)



[그림 29] 다양한 색상이 가능한 플라스틱 벌통 [그림 30] 장소에 구애받지 않고 설치 가능

## 2. 플라스틱 벌통 활용 시 질병, 군세 변화, 평균온도 분석 결과

꿀벌의 주요 질병 5가지 종류에 대하여 <표 18>과 같이 육안 관찰 결과 대조군-1, 대조군-2 벌통과 실험군 벌통과 큰 문제점이나 차이를 발견하지 못했으며, 일부 방제 소홀로 인해 실험군에 소량의 진드기 발생이 있는 것으로 관찰되었다.

꿀벌의 군세 변화 역시 <표 19>와 같이 살펴 본 결과 실험군이 대조군-1, 대조군-2과의 차이점이나 뚜렷한 변화를 관찰하지 못했다.

<표 18> 꿀벌의 주요 질병 관찰결과

병명	병원체	질병(발병)시기	대표적인 증상	발생 결과		
				대조군-1	대조군-2	실험군
응애(진드기)	응애	전 생육기	급성마비, 기형날개	없음	없음	소량발생
석고병	곰팡이균(진균)	유충	굳음	소량발생	없음	없음
노제마병	곰팡이균(진균)	유충	설사	없음	없음	없음
부저병	세균	유충	부패	없음	없음	없음
바이러스병	바이러스	전 생육기	마비, 기형날개	없음	없음	없음

주 1: 진단방법-내검에 따른 질병 발생유무 달관조사

주 2: 병해충 방제 방법-관행농가처럼 응애, 석고병, 노제마병, 바이러스병 방제약제 투입

<표 19> 대조군-1, 대조군-2, 실험군의 군세변화

구 분		2017. 4. 4	2017. 4. 19	2017. 4. 29	2017. 5. 4
대조군-1	W-1	5.0	6.5	7.5	8.0
	W-2	6.0	6.5	7.0	7.5
	W-3	6.0	7.0	8.0	8.0
대조군-2	S-1	5.0	6.5	7.5	8.0
	S-2	6.0	7.0	8.0	8.0
	S-3	5.0	7.0	8.5	9.0
실험군	P-1	6.0	7.0	8.0	8.5
	P-2	6.0	6.5	7.5	9.0
	P-3	5.0	7.0	8.0	8.0

주: 1매군 기준 : 2,000마리



표준벌통(W3) : 대조군-1

스티로폼 벌통(S2) : 대조군-2

플라스틱 벌통(P2) : 실험군

[그림 31] 대조군-1, 대조군-2, 실험군의 군세변화(2017. 4. 29)



2016. 11. 10. 표준벌통

2016. 11. 10. 스티로폼 벌통(S01)

[그림 32] 늦가을 격리판 안(In)과 밖(Out)의 온도 편차

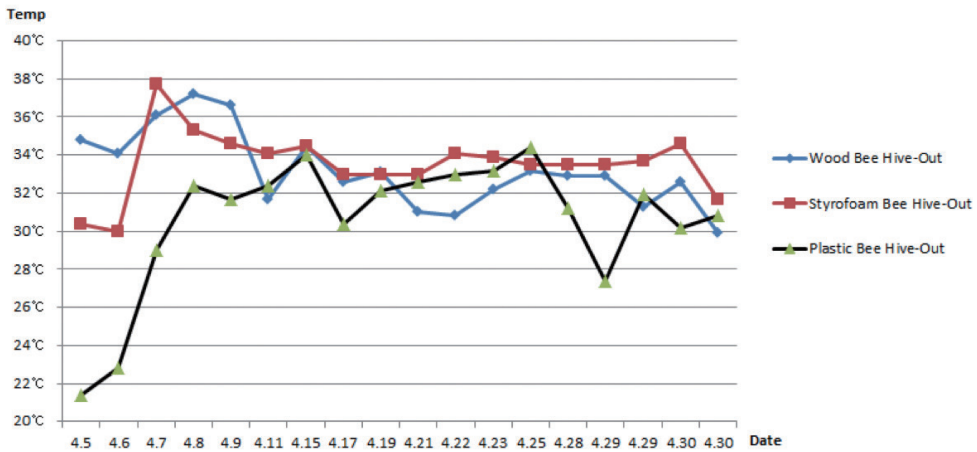
<표 20> 플라스틱 벌통의 평균온도 비교분석 요약(2017. 4~5)

Date	편성군	측정위치 (격리판 중심)	관찰 번호	평균온도 (°C)	온도 차이(In-Out)		평균온도 차이 (대조군-실험군)
					값	연산방법	
4월 (4.4~4.30)	표준벌통 (대조군-1)	In	WI 1	33.1	0.8	WI1- WO1	3.1
			WI 2	35.5	6.4	WI2-WO2	7.6
			WI 3	34.6	1.5	WI3-WO3	2.0
			WI AVE	34.4	1.3	WI Ave-WO Ave	-0.7
		Out	WO 1	32.3	-	-	6.8
			WO 2	29.9	-	-	0.7
	WO 3		33.1	-	-	3.6	
		WO AVE	33.1	-	-	2.5	
	스티로폼 벌통 (대조군-2)	In	SI 1	35.3	1.7	SI1- SO1	5.3
			SI 2	35.0	2.8	SI2-SO2	7.1
			SI 3	35.5	2.2	SI3-SO3	2.9
			SI AVE	35.3	2.3	SI Ave-SO Ave	0.2
		Out	SO 1	33.6	-	-	8.1
			SO 2	32.2	-	-	3.0
	SO 3		33.3	-	-	3.8	
		SO AVE	33.0	-	-	2.4	
	플라스틱 벌통 (실험군)	In	PI 1	30.0	4.5	PI1- PO1	-
			PI 2	27.9	-1.3	PI2-PO2	-
PI 3			32.6	3.1	PI3-PO3	-	
		PI AVE	35.1	4.5	PI Ave-PO Ave	-	
Out		PO 1	25.5	-	-	-	
		PO 2	29.2	-	-	-	
	PO 3	29.5	-	-	-		
	PO AVE	30.6	-	-	-		
5월 (5.1~5.6)	표준벌통 (대조군-1)	In	WI 1	33.1	0.8	WI1- WO1	-4.1
			WI 2	35.5	5.6	WI2-WO2	0.3
			WI 3	34.6	1.5	WI3-WO3	0.4
			WI AVE	34.4	1.3	WI Ave-WO Ave	-1.2
		Out	WO 1	32.3	-	-	-1.5
			WO 2	29.9	-	-	-0.1
	WO 3		33.1	-	-	2.5	
		WO AVE	33.1	-	-	1.6	
	스티로폼 벌통 (대조군-2)	In	SI 1	35.4	2.1	SI1- SO1	-1.8
			SI 2	34.6	3.8	SI2-SO2	-0.6
			SI 3	35.6	0.6	SI3-SO3	1.4
			SI AVE	35.2	3.1	SI Ave-SO Ave	-0.4
		Out	SO 1	33.3	-	-	-0.5
			SO 2	30.8	-	-	0.8
	SO 3		35.0	-	-	4.4	
		SO AVE	32.1	-	-	0.6	
	플라스틱 벌통 (실험군)	In	PI 1	37.2	3.4	PI1- PO1	-
			PI 2	35.2	5.2	PI2-PO2	-
PI 3			34.2	3.6	PI3-PO3	-	
		PI AVE	35.6	4.1	PI Ave-PO Ave	-	
Out		PO 1	33.8	-	-	-	
		PO 2	30.0	-	-	-	
	PO 3	30.6	-	-	-		
	PO AVE	31.5	-	-	-		

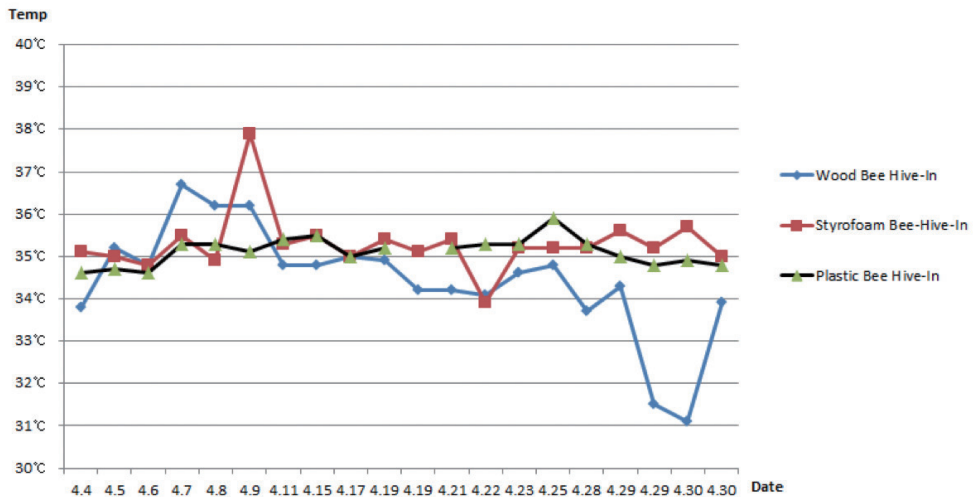
<표 6, 7, 8, 10, 11, 12>의 자료를 토대로 <표 20>과 같이 요약하여 습도를 제외하고 평균온도를 가지고 대조군 1, 2와 실험군을 비교 분석하여 보았다.

대조군-1(표준벌통), 대조군-2(스티로폼 벌통), 실험군(플라스틱 벌통)의 격리판 안(In)과 밖(Out)의 4월 온도 차(In-Out)는 각각 평균 1.0°C, 2.3°C, 4.5°C로 나타났고, 5월에는 각각 평균 1.3°C, 3.1°C, 4.1°C로 나타나 실험군의 온도 편차가 심한 것으로 분석되어 약간의 보온 대책이 필요함을 알 수 있었다.

<표 21> 실험군과 대조군-1, 2의 외부 온도 비교분석(2017. 4. 30)



<표 22> 실험군과 대조군-1, 2의 내부 온도 비교분석(2017. 4. 30)





벌통 안의 격리판 안(In)과 밖(Out)의 온도차(In-Out)는 봄철에는 적게는 1°C에서 많게는 4°C 정도로 큰 차이가 없는 것으로 보이거나 날씨가 추운 늦가을이나 겨울철에는 5°C에서 10°C까지 차이가 나는 것으로 관찰되어 빈 곳에 대한 보온 대책이 필요할 것으로 보인다.

그러나 <표 20>에서 보는 바와 같이 실험군(플라스틱 벌통) 벌통의 안(In)과 밖(Out)의 온도 차이는 4월 대조군-1(표준벌통)은 -0.7°C(In)와 2.5°C(Out), 대조군-2(스티로폼 벌통)는 0.2°C(In)와 2.4°C(Out)로 나타났으며, 5월 대조군-1(표준벌통)은 -1.2°C(In)와 1.6°C(Out), 대조군-2(스티로폼 벌통)는 -0.4°C(In)와 0.6°C(Out)로 나타나 큰 온도 차이가 없는 것으로 보인다. 플라스틱 벌통과 표준벌통, 그리고 스티로폼 벌통 간에 큰 차이가 없는 것으로 판단되기에, 소규모 양봉가들이 고효율 저비용 사계절 벌통으로 플라스틱 벌통을 사용해도 무방하리라 판단된다.

### 3. 기대효과

가. 고효율 저비용 저투입 플라스틱 벌통을 이용하면 여름철 강우 시 노동력 절감효과 83%, 겨울철 월동 포장에 들어가는 노동력 절감효과 90%의 비용 절감 효과가 있어 소규모 양봉가들이 경제적으로나 시간적으로도 여유를 가질 수 있을 것으로 판단된다.

나. 소규모로 노지에서 고정양봉을 하는 양봉가들에게는 생산비 및 노동력 절감 효과뿐만 아니라 2~3°C 정도의 흑한기 보온 효과 및 흑서기 냉방 효과로 채밀량 증대 및 고품질 양봉산물 생산 증가 효과를 가져다 주리라 본다.

다. 3년밖에 쓰지 못하는 나무 표준벌통을 플라스틱 벌통으로 대체하면 10년 이상 쓸 수 있을 것으로 판단되어 많은 양봉가의 생산비 절감에도 큰 효과가 있을 것으로 판단된다.

라. 기존 꿀벌을 키우는 모습은 소비자들에게 양봉은 지저분하다는 인식을 주고 있는데 비해, 유럽처럼 시각적으로 깨끗하고 신뢰받는 양봉장으로 거듭날 수 있을 것으로 판단된다.

마. 연구결과를 토대로 고효율 저비용의 플라스틱 벌통의 장단점을 고찰하여 양봉 업체에서 좋은 제품을 제작 보급하고, 지구온난화 등으로 인한 많은 열매 작물들의 결실불량에도 크게 기여하여 안정적인 친환경 농산물 생산에 기여하리라 판단된다.

#### 4. 보급계획

- 가. 플라스틱 벌통을 소규모 양봉농가가 널리 사용할 수 있도록 홍보 및 보급
- 나. 플라스틱 벌통을 관련업체 등이 활용토록 하여 양봉 영농의 경쟁력 향상
- 다. 개발된 제품을 다양한 방법으로 업그레이드하여 상품화
- 라. 일반 벌통이나 플라스틱 벌통이나 월동을 할 때는 벌통 내의 빈 곳을 없애는 방법으로 월동을 하거나 봄 벌을 키우면 강군 육성에 큰 효과가 있음.

#### 5. 실용화 방안

- 가. 향후 소규모 양봉농가들의 지속적인 사용을 통해 몇 차례 보완을 거친 후 실용화된다면 소비자에게 인정받는 깨끗한 양봉장 만들기에 크게 기여할 것으로 본다.
- 나. 플라스틱 벌통 보급이 자원 재활용에도 기여하리라 본다.
- 다. 다양한 색상을 지닌 아름다운 플라스틱 벌통 보급으로 자연친화적인 양봉장을 기대한다.
- 라. 기존의 획일화된 양봉 벌통에서 다양한 사계절 저비용 고효율 양봉 벌통의 보급으로 친환경적인 양봉산업으로 소비자들에게 신뢰받는 양봉산업을 기대한다.

## [참고문헌]

1. 권상헌. 2004. 『한결의 꿀벌사랑 양봉52주』. 한빛.
2. 김병호. 1993. 『신양봉학』. 선진문화사.
3. 김재홍. 2015. “우리나라 양봉산업농가의 양봉소득 분석”. 한국양봉학회 학술대회.
4. 농촌진흥청. 2009. 『표준영농교본 양봉』.
5. 농촌진흥청. 2013. 『양봉: 농업기술길잡이15』.
6. 농촌진흥청 국립농업과학원. 2009. 『초급 양봉관리기술』.
7. 농촌진흥청 농업기상정보서비스. <http://weather.rda.go.kr>
8. 농협중앙회. 2003. 『꿀벌사육시설과 관리』.
9. 스티브 벤보우. 2013. 『도시양봉』. 이은주. 들녘.
10. 이수진·이장범·최경·최효열·권천락. 2015. “벌통종류에 따른 꿀벌봉군의 내·외부 온도 변화에 대한 비교분석”. 『한국양봉학회지』 30(4): 253-257.
11. 조도행. 2009. 『양봉사계절관리법』. 오성출판사.
12. 조상균. 2003. 『꿀벌사육시설과 관리』. 농협중앙회.
13. 폴 바니에. 2002. 『꿀(Miel)』. 송덕호. 창해.
14. 한재환. 2015. “국내 양봉농가의 경영실태 및 양봉산업 발전 요인에 관한 연구”. 『한국양봉학회지』 30(2): 127-133.