

최 종
연구보고서

천연소재를 이용한 한봉(토종벌)사료 개발에
관한 연구

Development of Korean Native Honeybee
Feed Using Natural Resources

연구 기관
순천대학교

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “천연소재를 이용한 한봉(토종벌)사료 개발에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2004년 8월 17일

주관연구기관명 : 순천대학교

총괄(세부)연구책임자 : 오 동 환

연 구 원 : 박 정 로

요 약 문

I. 제 목

천연소재를 이용한 한봉(토종벌)사료 개발에 관한 연구

II. 연구개발의 목적 및 중요성

인간은 꿀을 현재도 그리고 수 천년 동안 식품으로 이용하여왔다. 꿀은 인간이 지구상에서 얻을 수 있는 가장 값싼 최상의 당이고 벌이 아니고서는 식물의 꽃으로부터 꿀을 얻을 수 있는 방법은 없다. 꿀벌의 활동 중 중요한 것은 화밀을 수집하여 꿀로 전환하여 저장하는 것이다. 다른 어떤 생물도 벌만큼 화분매개를 잘 하는 것은 없다. 식물과 화분매개 관계는 고대로부터 이어져온 상호 생존의 법칙이다(Kevan과 Baker, 1983). 꽃이 피고 열매를 갖는 식물은 화분매개를 함으로써 생산량이 더 증가되며, 세계적으로 벌이나 생물들의 화분 매개를 통하여 작물이 증산되는량은 식품의 약 15%에 이른다고 한다(McGregor, 1976).

우리나라는 국토의 70%이상이 산지인 것을 감안하면 양봉업을 이용한 산지활용은 현재의 농가소득을 배가시킬 수 있는 중요한 자원으로 양봉업은 국가적 차원에서 반드시 육성발전 시켜야할 산업이다.

현재 농가에서 사육하는 벌은 동양종 벌과 서양종 벌 두 종류가 있지만, 동양종인 토종벌은 개량종인 서양종 벌보다 수밀력이 떨어진다고 개량종인 서양종 벌을 주로 사육하고 있다. 그러나 동양종인 토종벌은 밀납을 잘 분비하고, 벌집은 수지물을 적게 섞어서 잘 부서지기 때문에 소밀을 생산하는데는 매우 우수하다. 그리고 소밀의 소비에는 건강과 관련하여 여러 유용성분이 많이 함유되어 있다. 그러나 한봉의 이러한 잠재적(본질적) 우수성에도 불구하고 시중에서 유통되고 있는 토종꿀에 대한 소비자들의 불신 및 꿀의 품질 저하는 사육농가의 사양관리에 문제가 있기 때문이다.

벌들은 자연의 꽃으로부터 먹이를 수집하여 이용하고, 저장하였다가 부족할 때 다시 이용하고, 저장먹이가 부족하면 봉군은 곧 쇠퇴함으로 관리하는 사람은 벌의 먹이 활동 및 저장상태에 따라서 시기 적절하게 대용화분과 당액(액상먹이) 먹이를 급이해야 한다.

농가에서는 액상먹이로서 설탕, 원당, 물엿 등을 주로 사용하고, 그리고 액상먹이 저장은 꿀 생산과 직결됨으로 사육하는 사람들은 때로 먹이를 과잉 급이하여 품질이 떨어지는 꿀을 생산하게 된다.

벌에 설탕용액을 과잉 급이할 때 꿀에서 sucrose가 많이 검출되며(Waller, 1972), 특히 유밀기에 설탕액이나 질 나쁜 먹이를 급이하면 꿀의 품질이 저하된다. 그러나 유밀기라도 때로는 기후 등 원인으로 먹이 급이가 불가피할 때에는 양질의 먹이(꿀)를 급이 하여야 꿀 중 sucrose함량 및 질의 저하를 최소화 할 수 있을 것이다.

그리고 유밀기에 벌에게 장려사양을 급이하면 봉군은 강군을 유지하면서 더욱 왕성하게 먹이활동을 할 수 있다. 이 때 급이하는 먹이는 최상의 질 좋은 먹이어야 하기 때문에 꿀이나 과일의 천연 당을 급이하면 꿀의 질 저하를 막고, 개선시킬 수 있을 뿐만 아니라 과일의 향을 느낄 수 있는 꿀을 생산할 수 있을 것이다.

포도, 배, 사과, 단감 등 과일은 과수농가의 주 생산물이고, 과일은 생산과 유통 중에 상품가치가 없어서 폐기되는 과일이 많이 발생하고, 수입 및 과잉 생산 시에는 가격이 폭락하여 과수 농가에 막대한 피해를 주기도 한다. 또한 과일은 당도가 비교적 높아(12~18%) 천연 당으로서 벌에게 양질의 먹이로 이용할 수 있으며, 그리고 과일에는 당 외에 유기산, flavonoids, polyphenols 등 건강관련 생리활성물질이 많이 함유되어 있어 이를 벌의 먹이에 첨가하여 제공하였을 때 이들 기능성 물질들이 꿀로 유입되어 고부가가치 기능성 꿀을 생산할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구는 자연재해 및 여러 원인으로 폐기되거나 상품가치가 적은 과일과 가격 폭락 시 과일을 원료로 토종벌 사료를 개발하여 토종꿀의 품질을 향상시키고 생리기능성이 부여된 브랜드 꿀로 특성화하여 토종벌 농가의 소득향상과 한봉의 발전에 기여하고자 하였다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

1. 우리나라 토종별의 사육현황 및 사양관리에 관한 조사
 - 1) 토종별의 사육현황
 - 2) 봉군의 계절적 증감과 사양관리
 - 3) 토종별의 사육특성 및 육성방향

2. 시중 토종꿀 및 지리산 권 토종꿀의 품질과 특성
 - 1) 꿀의 저장
 - 2) 시중 토종꿀의 품질
 - 3) 지리산 권 토종꿀의 품질과 특성

3. 천연소재의 탐색, 제조 및 특성
 - 1) 천연 먹이의 탐색
 - 2) 과즙의 제조
 - 3) 과일 종류 별 과즙의 특성

4. 과즙의 이용 및 생산 꿀의 특성
 - 1) 실험실에서의 당도, 온도 및 시간 별 급이 당액의 pH 변화
 - 2) 벌통 내 급이 먹이의 pH 변화
 - 3) 당액 먹이의 적정 당도 설정
 - 4) 과즙 먹이의 특성
 - 5) 과즙 급이 꿀의 품질 및 특성
 - 6) 포도즙 급이 꿀의 품질 및 특성
 - 7) 당 종류별 배즙 급이 꿀의 특성
 - 8) 과즙 급이 봉군의 저밀 위치별 꿀의 특성
 - 9) 과즙 급이 봉군의 채밀 시기 별 꿀의 특성
 - 10) 생산지별 과즙 급이 꿀의 특성

11) 꿀 추출 방법별 과즙 및 농가 꿀의 특성

12) 과즙 이용 시 문제점 및 경제성

5. 토종꿀의 기능화를 위한 당 희석 용액의 탐색

1) 기능성 용액의 특성

2) 기능성 용액을 급이한 꿀의 특성

3) 첨가 당 종류 별 기능성 용액 급이 꿀의 특성

4) 추출방법에 따른 꿀의 성분

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

우리나라에서 토종벌을 가장 많이 사육하고 있는 지역은 지리산 권이고, 지리산 권은 토종벌사육의 최 적지로 5개시군 5개면(남원시 산내면, 구례군 토지면, 하동군 청암면, 산청군 시천면, 함양군 마천면)에서 토종벌을 사육하고 있는 농가는 1,259농가로 54,504통을 사육하고 있었다. 지리산 권에서 사육하고 있는 토종벌 수는 전국 사육통수의 약 33%에 이르며, 각 시·군에서는 토종벌 사육지역을 토종벌 보호지역으로 지정하여 이동양봉(개량양봉)의 진입을 불허하고, 토종꿀을 농업특산품으로 생산하고 있다.

현재의 토종벌 사육 및 관련기구와 관련하여 시급히 개선하여야 할 점으로는, 꿀 생산 및 사양시스템, 사양관리 기술, 소상 및 관련기구의 개선이었다.

시중의 유통 토종꿀 및 생산농가에서 구입한 토종꿀을 검사하여 한국양봉협회의 벌꿀 봉인검사 품질규격기준 항목(수분, 회분, 전화당, 자당)과 비교한 결과 유의할 정도는 아니었으나 품질은 매년 나빠지는 경향이었으며, 부적합물은 항목별로 수분 6%, 전화당 61%, 자당 65% 순이었다.

전화당 함량과 자당함량이 기준치에 미달되는 것은 사양 때문인 것으로 사료되었으며, 봉군의 증식과 유지를 위해서 사양은 필요하지만, 유밀기에 급이를 하면 먹이가 꿀로 유입되어 전화당 함량이 기준에 미달되며 특히 sucrose 함량이 기준보다 많이 검출되는 것으로 사료되었다.

현재의 토종벌 사양시스템 하에서는 급이하는 먹이가 꿀로 유입될 수밖에 없으므로 유밀기(수밀기)에 과즙이나 먹이꿀을 급이하면 꿀의 맛과 향은 물론 품질도 개선되어 토종꿀을 브랜드 상품으로 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

벌 먹이용 과즙제조 시 과즙의 생산과 품질에 영향을 미치는 요인으로는 처리 온도와 시간이므로 온도와 시간은 과일에 따라서 다르게 적용되어야 할 것으로 사료되었다. 포도는 100℃에서 압력 1/kg이 될 때 압착하고 배, 사과, 단감 등은 110℃에서 압력 2/kg일 때 압착하는 것이 바람직하였다.

액상 급이 먹이의 pH 값 변화는 당의 발효 때문이고, 과즙이 발효가 진행되는 동안에 가스가 발생하여 거품이 생기고 거품은 벌이 먹이를 빨아들이는데 장애가 될 뿐 아니라 발효된 먹이가 꿀로 유입되어 꿀의 품질에 영향을 미치므로 벌에게 급이하는 1 회 먹이량은 급이 후 1~2일 이내 모두 소비하도록 하는 것이 바람직할 것이다.

벌에게 급이하는 액상먹이의 당도는 45~50% 수준이 바람직할 것으로 사료되었다..

과즙을 액상먹이로 급이할 때 저장되는 꿀의 전화당과 전화당 중에는 과당 함량이 높아졌으며, 꿀의 유기산 함량에 있어서도 일반 시중에서 유통되고있는 꿀에 비교하여 월등히 높아진 것으로 사료되었다.

유밀기에 설탕액을 급이하면 먹이가 꿀로 저장되어 전화당 함량과 자당 함량에 영향을 주기 때문에, 저밀기(유밀기)에 과즙을 급이하면 꿀의 품질과 약리효과도 개선될 것으로 사료되었다.

포도즙 급이 꿀의 품질 및 특성에서 꿀의 전화당과 전화당 중 과당 함량은 포도즙에 첨가한 당의 종류(먹이꿀, 설탕)와 당 수준(25~45%)과 관련이 있을 것으로 사료되었다. 급이 먹이의 당도가 높은 것(40~45%)이 당도가 낮은 것(25~35%) 보다 더 양호하였다. 그러나 pH와 적정산도, flavonoid와 총 페놀 함량 및 꿀의 SOD 유사활성과 전자공여능은 당도 수준에는 영향이 적은 것으로 사료되었다.

꿀의 성분에 영향을 미치는 요인에는 봉군의 군세, 활동영역 내 밀원의 종류, 급이 먹이의 꿀로 유입되는 량 등 다양하고, 복합적이며, 그 변이가 크기 때문에 급이하는 먹이에 의해서만이 좌우되지 않는으나 벌에게 주는 먹이는 꿀로 유입되어 꿀의 품질에 영향을 미치는 것으로 사료되었다.

꿀의 품질과 약리 효과는 봉군의 사육장소(봉장)의 년 중 밀원 분포에 따라서 다르다는 것을 알 수 있었으며, 그리고 사양을 하지 않은 봉군의 꿀이 사양을 한 다른 봉군의 꿀 보다 월등히 양호한 것으로는 고찰되지 않았다.

봉군의 발전과 유지 및 꿀의 생산을 위해서는 적절한 사양이 필수적이고 급이 량과 급이 시기는 관리자의 기술적 문제이며 다만 먹이의 품질과 위생 문제는 꿀의 품질에 절대적으로 영향을 미치는 것으로 사료되었다.

소밀로부터 액상꿀을 추출할 때 grind 분리법이 소비에 들어있는 유용성분을 이용하는 데 더 효율적일 것으로 사료되었다. Grind법 추출 시 꿀로부터 고형 성분이 분리되지 않도록 꿀의 수분함량을 낮추던가 더욱 미세하게 하여 유동성입자로 하는 것이 꿀의 상품적 가치로도 바람직할 것으로 사료되었다.

벌은 먹이의 당 성분을 바꾸는 능력은 있으나 먹이 중 유기 성분을 바꾸지는 못하므로 꿀의 기능성 효과는 급이하는 먹이의 기능성 물질에 따라서 결정될 것으로 사료되었다. 먹이 내 성분이 꿀로 유입되는 정도는 화밀 및 급이 먹이의 저장 량, 봉군 내 환경 등 복합적 관계에 있으며, 급이 먹이 중 기능성 물질이 꿀로 유입되는 과정에서 성분의 변화 및 소실 문제에 대하여서는 더욱 연구되어야 하겠지만 연구자의 견해로는 성분의 변화는 거의 없을 것으로 사료되었다.

급이하는 먹이의 성분에 따라서 또는 첨가하는 당의 종류에 따라서 저장되는 꿀의 성분에 차이가 있었다. 특히 매실 용액을 이용할 때는 급이 먹이의 산 농도를 고려하여야 할 것으로 사료되었다.

밤꽃, 녹차, 매실 추출액 급이 꿀의 SOD 유사활성과 전자공여능에 있어서 꿀 추출 방법과 grind 및 여과 조건에 따라서 꿀의 기능성 성분에 영향을 미치겠지만 그보다는 당의 희석용액에 들어 있는 성분함량에 더 영향이 클 것으로 사료되었다.

토종별의 꿀 생산적 특성은 소밀생산이고, 소밀은 벌집의 여러 유용성분을 이용 가능케 하므로 개량종 벌의 분리밀 보다 건강증진에 더 효과적일 것이므로 토종별은 개량종 벌보다 기능성 꿀 생산에 더 적합할 것으로 사료되었다.

토종별 사육을 발전 및 육성시키기 위해서는 보호구역의 설정, 밀원식물의 조성, 토종사육농가간 정보교환 및 협의체 구성, 벌통 및 관련기구의 개량, 사양시스템 개선, 토종별 생리 습성에 따른 사양관리 기술 개발, 그리고 특히 과즙의 이용 등 질 좋은 액상먹이의 급이 및 개발이 시급한 과제로 제기되었다.

2. 활용에 대한 건의

본 연구에서는 자연재해 및 그 외 원인으로 인하여 폐기 또는 가격이 폭락할 때 원료 과일을 수집, 이용하는 것을 전제로 하였으므로 양봉농가가 과일을 이용하고자 할 때에는 원료의 확보를 위해서 과수 농가와 유기적인 관계를 갖고 있어야 하며, 과즙의 제조, 이용, 저장, 꿀 생산비 등과 관련하여 기술적인 문제점도 야기될 수 있다는 것을 이해하고 접근하여야 한다.

그러나 향후 꿀의 소비가 건강증진 및 약리효과 차원으로 전환된다는 것을 가정하면 양봉가는 과일 등 천연당을 원료로 하는 벌 먹이(사료)의 개발에 관심을 가져야 할 것이다. 특히 토종별을 사육하는 농가는 토종별은 소밀 생산에 우수한 벌이므로 양질의 소밀 또는 기능성 꿀로서의 소밀생산을 위해서는 먹이와 관련하여 벌의 습성 및 사양관리시스템에 관한 기술이 있어야 한다.

그리고 정부는, 양봉업은 농산물 증산 및 산림자원 이용에 필수적임을 인식하고, 농업 및 양봉업에 있어서 선진 외국의 정책을 모델로 받아들여 우리나라의 양봉산업을 육성, 발전시키는데 필요한 정책을 수립하여야 하며, 특히 산림을 밀원식물 조성으로의 이용 및 개발, 양봉산업에 대한 투자와 연구를 확대시키고 지속되어야 함을 본 연구를 계기로 건의하고자 한다.

SUMMARY

I. Title : Development of Korean Native Honeybee Feed Using Natural Resources

II. The Goal and Rationale of the Research Project

Honey has been used as a food for humans for thousands of years and until recent centuries it was the chief source of sugar available to most people in the world's temperate regions. Collecting nectar and transforming it into honey, along with pollination of flowering plants, is an important activity of honey-bee. The special relationship that exists between plants and their pollinators is a very ancient means of mutual survival (Kevan and Baker, 1983). On a world scale it is estimated that about 15% of the human diet is supplied by cultivated plants that are dependent for full yield and quality on the activities of biological agents (McGregor, 1976).

Considering that 70% of the country is mountainous district, the utilization of mountain area to cultivate honey-bee is a very important resource to increase agricultural income. Therefore, bee-farming industry should be brought up nationwide to reach \$20,000 GNP.

Honey-bee species cultured in our Country are classified into 2 types: eastern type, *Apis indica* FABRICI and western type, *Apis mellifera* LINNE. Of the 2 types of honey-bee, eastern type, the traditional native species, is cultured less, because the species is inferior to western type, improved species, in production of honey. However, the Korean native species of honey-bee produces high quality comb honey, as the species secrete wax well and the comb is easily broken up as it contains plant resins less. In addition, many biofunctional compounds are present in the comb of the comb honey. However, in spite of the fundamental and potential superiority of the Korean native species of honey-bee,

the quality of the honey and consumer's satisfaction of are relatively low. The low quality of honey and consumers unsatisfaction are thought to come mainly from inadequate beekeeping.

There are two kinds of feed for honeybee. One is pollen which is used for raising larva and pupa, and the other is nectar which is stored as honey and used by adult bee as food. Those are collected from flowers and stored for future use as their food. If the food is insufficient, the bee colonies become weak. Beekeeper should, therefore, provide pollen substitute and supplemental feed when foraging activities are restricted for any reason or the stored food is in short. Normally a well managed colony requires little supplemental feeding, but such feeding, when it is necessary, may determine the survival of the colony.

Low cost sugar solutions, sucrose, unrefined sugar and molasses, are usually used as supplemental feed in the farm. As supplement feeding of sugar solution influences directly the honey production, bee farmers often provide the supplemental feed too much. The excessive feeding of sugar solution results in production of low quality honey high in sucrose content (Waller, 1972). Especially in the flowering season, the low quality sugar feeding lowers the honey quality. When the supplemental feeding is needed due to climate condition, feeding high quality supplemental feed such as honey will minimize the sucrose content in the stored honey.

Even in the flowering season the supplement feeding is beneficial to maintain vital colony, and thereby flourishes foraging activities. The supplemental feed in this period should be in good quality. Natural sources of sugars, such as honey and fruit extract, would be appropriate for the supplemental feed to prevent lowering of honey quality. In addition, if the fruit extracts are used as feed, production of high quality honey with fruit flavor will be expected.

Grape, pear, apple and persimmons are the major product of fruit farmers. During growing and marketing fruits wastes occur with loss of commercial value.

Fruit growers are sometimes badly damaged by heavy fall of market price due to import and overproduction. Fruits can be a natural feed source for honeybee because they have relatively high sweetness (12-18%). Fruits contain many biologically active components, such as organic acids, flavonoids and polyphenols, which, if they are fed to bee and transferred to stored honey, has potential to produce value-added functional honey.

The present studies, therefore, were carried out to develop supplemental feed for Korean native honeybee using waste fruits which occurred by natural disaster or using fruits with low commercial value due to heavy fall of market price. The supplementary feeding of fruit extracts will improve the quality of honey, and will contribute to the growth of apiculture industry and better economy of farmers through specializing the native honey as high class brand product containing biofunctional activities.

III. Contents and Scope of the Project

1. Survey on present status of farming and management Korean native bee
 - 1) Present apicultural status of Korean native honeybee
 - 2) Seasonal variation in colony size and beekeeping management
 - 3) Characteristics and fostering strategies of Korean native honeybee farming
2. Quality characteristics of Korean native beehoney produced in Jiri mountain area
 - 1) Storage of honey
 - 2) Quality of commercial honey produced by Korean native honey-bee.
 3. Quality characteristics of Korean native beehoney produced in Jiri mountain area
3. Screening, preparation and characterization of natural feed sources of honey-bee
 - 1) Screening of natural feed sources
 - 2) Preparation of fruit extracts
 - 3) Characterization of fruit extract
4. Production and characterization of fruit extract-fed honey
 - 1) Changes in pH of supplemental feed by sugar content, temperature, and time
 - 2) Changes in pH of supplemental feed in the hive
 - 3) Establishment of optimum sweetness of supplemental feed
 - 4) Characterization of supplemental feed with fruit extract
 - 5) Quality characteristics of fruit extract-fed honey
 - 6) Quality characteristics of grape extract-fed honey
 - 7) Quality characteristics of pear extract-fed honey

- 8) Quality characteristics of fruit extract-fed honey stored at different sections of comb in a super
 - 9) Quality characteristics of fruit extract-fed honey collected in different seasons
 - 10) Quality characteristics of fruit extract-fed honey collected from different local areas
 - 11) Quality characteristics of honey as affected by extracting method
 - 12) Problems and economy in utilization of fruit extract as supplemental feed
5. Screening of supplement feed sources for production of honey fortified with biofunctional components
- 1) Characteristics of supplement feed prepared for production of honey fortified with biofunctional activities
 - 2) Characteristics of functional supplement-fed honey
 - 3) Characteristics of functional supplement-fed honey as affected by sugar sources
 - 4) Fortification of biofunctions of honey by improving extraction method

IV. Results and Suggestions for Application of the Results

1. Results

The apicultural status of Korean native honeybee and the quality of honey produced from the Jiri Mountain area were investigated. The Korean native honeybee cultured around the Jiri Mountain were 122,470 colonies which corresponded to 33% of total native honeybee colonies cultured in Korea. In 5 provincial areas (Sanne, Namwon; Toji, Gurye; Cheongam, Hadong; Shicheon, Sancheong; Macheon, Hamyang) around Jiri Mountain, 54,504 colonies of native honeybee were cultured in 1,259 farm households.

Honey samples of Korean native honeybee collected from markets or apiaries were inspected for quality. Only 45 of the 162 honey samples, comprising 27.8%, were adequate for the Korea Beekeeping Association's quality standard of honey. The most lacking parameter from the standard was sucrose content (65%), followed by invert sugar (61%), which was thought to be due to inadequate supplement feeding. The excessive feeding of sugar solution results in production of low quality honey high in sucrose content. The supplemental sugar feeding, especially in the flowering season, was thought to lower the honey quality down, with high amount of sucrose and low amount of invert sugar.

In the present cultural system in our Country where the supplemental feeding is inevitable due to climate condition, feeding high quality supplemental feed such as honey would minimize the sucrose content in the stored honey. In addition, feeding fruit extracts in the flowering season may improve the honey quality, and further develop the fruit-fed honey as a high class brand product of added value.

As the quality of fruit extract for supplement feed is influenced by temperature, pressure and duration of heating in the processing of fruit extract, the optimum processing conditions were variable for fruits; 100°C, 1/kg for grape, 110°C, 2/kg for apple, pear and persimmon.

The fruit extract supplemental feed became fermented, being the pH lowered. The foam occurred during the fermentation interferes with sucking activities of honeybee. In addition, the fermented feed may lower the quality of honey stored. Therefore, the portion size of feeding is suggested to be controlled as such it is consumed all in 1-2 days.

The most favorable sweetness of supplemental feed, including fruit extract, was found to be 45-50%. Foraging activity of honeybee is highest at 30-50% of sweetness, and if various sugars were given, they are preferred in the order of sucrose, glucose, maltose, and fructose.

Supplemental feeding of fruit extract resulted in production of honey high in invert sugar and fructose. The fruit extract-fed honey was also high in organic acid content compared with commercial Korean native honey. These results suggest that supplemental feeding with fruit extract may improve honey quality by increasing invert sugar and may also enhance biological functions by incorporation of functional components from the fruits.

Concentrations of invert sugar and fructose in honey from grape extract-fed honeybee were dependent some on sugar sources, sucrose and honey, and some on sweetness. The supplemental feed with high sweetness (40-45%) produced better quality honey than that with low sweetness (25-35%). However, pH, titratable acidity, flavonoid, polyphenol, SOD-like activity and DPPH radical removal capacity of honey were relatively independent of the sweetness of supplemental feed.

Compositions of honey are divers as affected by various and complex factors, including colony size of bee, nectar and pollen plants in the foraging area and quality and quantity of supplemental feed. Although supplemental feed is not the only one, it must be an important factor to affect honey quality.

The quality of honey was quite dependent on nectar and pollen plants around apiary. The honey produced with no supplementary feed was not shown to superior significantly to that fed supplements.

Supplementary sugar feeding is thought to be necessary for maintenance and strengthening of the bee colony and production of honey. Timing and amount of the supplement feed are matters of beekeeper's technique, but the quality and hygiene of the feed are directly associated with the quality of stored honey.

Extraction of honey from comb honey by grinding was shown to be more efficient in collecting useful components from comb. When grinding method is

used, moisture content is better to be lowered, and extensive grinding is preferable to obtain better quality honey.

Biologically active compounds in honey come from feed. The transfer of feed component to honey is in a complex association with nectar, stored honey and environment in hive. Changes in chemical composition during transferring feed component to honey are need for further studies.

Chemical compositions of stored honey were varied with fruits and sugars. When plum is used as supplemental feed, acidity of the feed was considered to be controlled.

SOD-like activity and DPPH radical removal of chestnut flower, green tea and plum extract-fed honey was shown to be affected much by their constituents rather than affected by extraction methods.

The characteristics of honey production by Korean native honeybee is the production of comb honey, which makes possible to utilize useful components in the comb. Therefore the native honeybee species may be superior to western (improved) species in production of functional honey.

Establishment of reserves for native honeybee farming, building up more bee forage for natural honey, organization of an association for exchange of information, improvement of hive and equipments, improvement of feeding system, research and development of bee-keeping technology according to behavior of bees, and development of good quality supplemental feed, such as fruit extracts, should be the urgent matters of calling for the growth of Korean native honeybee farming.

2. Suggestions for Application of the Results

Quality and nutritional composition of honey depend much on feed rather than on bees themselves. Bees collect nectar from flowers and store as honey. The stored honey is used as feed. If the feed is insufficient, the bee colonies become weak. Bee-keepers should, therefore, provide supplemental feed, usually sugar solution, at proper time according to foraging activities to avoid weakening and to maintain strong colonies. Normally a well managed colony requires little supplemental feeding, but such feeding, when it is necessary, may determine the survival of the colony. Sometimes, even in the flowering season, the supplemental feeding is necessary, which may influence directly the honey quality. When the supplemental feeding is needed due to climate condition, especially in flowering season, the feed should be in good quality. However, low quality sucrose solution is usually used instead of honey, causing inclusion of some sucrose in the stored honey.

In the present study, we have shown that feeding fruit extract or functional resources as supplement improve the quality and functionality of native honey. As the fruit in this study premises the use of byproduct occurred by natural disaster and other reason, bee farmers may have a close relationship with fruit farms to get the resources. The bee farmers should also be suggested to consider carefully that there would be any technical problems they may encounter in relation to preparation and storage of fruit extract and production cost.

In spite of some possible risk, when we consider that the consumption of honey will be directed to health improvement-wise and pharmacological function-wise, bee farmers have to be concerned about the use and development of natural feed, such as fruit extracts. Especially the beekeepers of native honeybee have to make every effort to learn the behavior of bees and feeding system to produce high quality comb honey and biofunctional honey.

Finally, the government have to recognize that apiculture is necessary for high productivity of agriculture and use and conservation of forestry, and the government must establish plans for bringing up the bee farming industry, taking a lesson from the examples of developed country. Especially, building up more bee forage by changing the forest to nectar and pollen plants should be the most important matter of calling for the growth of Korean native honeybee farming, and research and investment to bee-farming are suggested to be expanded further upon this opportunity of the present study.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	25
Chapter 2. Domestic and International Trends	27
Chapter 3. Research Contents and Results	29
1. Studies on the Basics of apiculture	29
2. Research contents and methods	82
3. Results and discussion	89
4. Summary and conclusions	173
Chapter 4. Degrees of Achieving the Research Goals and Contribution to the Related Fields	177
Chapter 5. Plans for the Utilization of Results	179
Chapter 6. Scientific and Technological Informations Collected during the Study	181
Chapter 7. Education of beekeepers and application of results	183
Chapter 8. References	205

목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요	25
제 2 장	국내외 기술개발 현황	27
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과	29
제 1 절	꿀벌 사양의 기초 조사	29
1.	꿀벌의 역사와 사육 현황	29
2.	벌의 생태학적 특징	39
3.	꿀벌의 사양관리	48
4.	벌꿀의 성분과 특성	70
5.	우리나라의 꿀벌 사육 역사	79
제 2 절	연구개발 내용 및 방법	82
1.	연구개발 내용	82
2.	방법	83
제 3 절	결과 및 고찰	89
1.	우리나라 토종벌의 사육현황 및 사양관리에 관한 조사	89
2.	시중 토종꿀 및 지리산 권 토종꿀의 품질과 특성	104
3.	천연소재의 탐색, 제조 및 특성	113
4.	과즙의 이용 및 생산 꿀의 특성	117
5.	토종꿀의 기능화를 위한 당 회석 용액의 탐색	158
제 4 절	요약 및 결론	173
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	177
제 5 장	연구개발결과의 활용계획	179

제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	181
제 7 장	한봉농가 교육 및 결과 활용	183
제 1 절	한봉농가 교육	183
1.	전국 토봉발전협의회 주관 토종별 사육농가 교육	183
2.	괴산군 농업기술센터 주관 토종별 사육농가 교육	188
3.	농협중앙회 주관 토봉사육농가 통합교육	195
제 2 절	학회지 논문게재	202
1.	한봉업의 현황 및 한봉꿀 품질에 관한 연구	202
2.	지리산 권 토종벌의 사육 현황 및 생산꿀의 품질	203
제 8 장	참고문헌	205

제 1 장 연구개발과제의 개요

연구개발의 목적

인간은 꿀을 현재도 그리고 수 천년 동안 식품으로 이용하여왔다. 꿀은 인간이 지구상에서 얻을 수 있는 가장 값싼 최상의 당이고 벌이 아니고서는 식물의 꽃으로부터 꿀을 얻을 수 있는 방법은 없다.

현재 농가에서 사육하는 벌은 동양종 벌과 서양종 벌 두 종류가 있지만, 동양종인 토종벌은 개량종인 서양종 벌보다 수밀력이 떨어진다고 개량종인 서양종 벌을 주로 사육하고 있다. 그러나 동양종인 토종벌은 밀납을 잘 분비하고, 벌집은 수지물을 적게 섞어서 잘 부서지기 때문에 소밀을 생산하는데는 매우 우수한 종이다. 그리고 소밀의 소비에는 건강과 관련하여 여러 유용성분이 많이 함유되어 있다.

벌들은 자연의 꽃으로부터 먹이를 수집하여 이용하고, 저장하였다가 부족할 때 다시 이용하고, 저장먹이가 부족하면 봉군은 곧 쇠퇴함으로 관리하는 사람은 벌의 먹이 활동 및 저장상태에 따라서 시기 적절하게 대용화분과 당액(액상먹이) 먹이를 급이하여야 한다.

본 연구는 자연재해 및 여러 원인으로 폐기되거나 상품가치가 적은 과일과 가격 폭락 시 짠 과일을 원료로 하는 토종벌 사료와 플라보노이드, 페놀류, 유기산 등 기능성 물질을 다량 함유하는 식물성 먹이를 개발함으로써 토종꿀의 품질을 향상시키고 브랜드 및 기능성 꿀로 특성화하여 토종벌 농가의 소득향상을 기하고 토종벌의 발전을 기하고자 하였다.

연구개발의 필요성

현재 시중에서 유통되고 있는 토종꿀에 대한 소비자들의 불신 및 꿀의 품질 저하는 사육농가의 사양관리에 문제가 있기 때문이다. 농가에서는 액상먹이로서 설탕, 원당, 물엿 등 저 품질 먹이를 과잉 급이하여 품질이 좋지 않은 꿀을 생산하게 된다.

벌에 설탕용액을 과잉 급이할 때 꿀에서 sucrose가 많이 검출되며, 특히 유밀기에 설탕액이나 질 나쁜 먹이를 급이하면 꿀의 품질이 저하된다. 그러나 유밀기라도 때로는 기후 등 원인으로 먹이 급이가 불가피할 때에는 양질의 먹이(꿀)를 먹이로 급이

하면 꿀의 품질 저하를 최소화 할 수 있다.

그리고 유밀기에 및 무밀기에 벌에게 장려사양을 급이하면 봉군은 강군을 유지하면서 더욱 왕성하게 먹이활동을 하고 저장 꿀의 소비를 줄일 수 있다. 이 때 급이하는 먹이는 최상의 질 좋은 먹이어야 하기 때문에 꿀이나 과일의 천연 당을 급이하면 꿀의 질 저하를 막고 품질을 개선시킬 수 있을 뿐만 아니라 과일의 향을 함유하는 브랜드 꿀을 생산할 수 있을 것이다.

과일은 생산과 유통 중에 상품가치가 없어서 폐기되는 과일이 많이 발생하고, 수입 및 과잉 생산 시에는 가격이 폭락하여 과수 농가에 막대한 피해를 주기도 한다. 과일은 당도가 높아(12~18%) 천연 당으로서 벌에게는 최상의 먹이로서의 이용 가능하다. 그리고 자연의 식물계에는 건강관련 기능성물질을 가지고 있는 이용 가능한 자원이 많이 있으며, 이를 벌의 먹이로 이용하여 기능성 꿀을 생산하는 기술 개발이 필요하다.

연구개발의 범위

천연소재를 이용한 한봉(토종벌)사료 개발에 관한 연구와 관련하여 연구범위는 다음과 같다.

1. 우리나라 토종벌의 사육현황 및 사양관리에 관한 조사를 위해 전국의 토종벌 사육농가에 설문지를 발송하고 회수하여 사양관리를 파악하며, 우리나라 토종벌 최대 사육지인 지리산 권의 토종벌 사육농가를 현장조사 한다.
2. 시중의 유통 토종꿀 및 지리산 권의 토종벌 사육농가로부터 생산되는 토종꿀의 품질을 검사하고 한국양봉협회의 꿀 품질규격 기준에 의해 평가한다.
3. 당액 사료로 포도, 배, 사과, 단감 등의 과즙을 제조하여, 과즙의 특성에 대하여 분석한다.
4. 제조한 과즙을 유밀기(수밀기)에 장려사양 먹이로 급이하여 생산되는 꿀의 품질과 특성을 분석한다.
5. 토종꿀의 브랜드화를 위하여 녹차 추출용액, 매실 추출용액, 밤꽃 추출용액, 치즈 웨이, 인삼 추출용액 등을 이용한 기능성 성분을 다량 함유하는 꿀을 개발한다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

벌의 사료는 원료형태에 따라서 천연사료와 인공사료로 분류하고, 영양소에 따라서 단백질사료와 탄수화물사료로 분류한다. 천연사료는 식물의 꽃에서 벌이 수집하는데 꽃의 화분으로부터는 단백질 먹이를 수집하고, 꽃의 밀샘으로부터는 탄수화물 먹이를 수집한다.

꿀은 주로 성봉들의 활동에 쓰이는 에너지원으로서 외역하는 동봉으로부터 꽃의 밀샘에서 분비하는 꿀(화밀)을 수집하여 벌집(소비)에 저장하는 것으로 먹이가 부족할 때에는 다시 먹이로 이용한다. 사람들이 먹은 꿀은 벌집에 저장된 벌의 먹이이므로 꿀을 얻는 대신 물엿이나 설탕 등을 벌에게 급이하여야 한다.

현재 우리나라에는 양봉용(개량종, 재래종) 전용 사료가 생산되고 있지 않으나, 양봉선진국에서는 양봉용 전용사료를 제조판매하고 있다. 양봉용 전용사료에는 단백질 공급사료와 탄수화물 공급사료가 있으며, 양봉용 전용사료를 제조 할 때 원료와 배합률에서 고려하여야 점은 다음과 같다.

1. 단백질 공급사료

년 중 화분을 충분히 공급하면 공급하지 않은 벌통에 비교 38% 이상 꿀을 더 생산할 수 있다고 한다(Doull, 1980). 단백질 대체 사료로는 천연 화분이나 대두분, peanut분, 탈지분, 밀가루 등이 있다.

Haydak(1959)은 가장 효과적이고 경제인 대체화분으로서 콩가루(지방이 5~7%인 대두박) 1/3, 건조한 엿기름 가루 1/3, 탈지분유 1/3로 배합하는 것을 권장하였다.

여러 종류의 원료로 인공화분을 배합할 때에는 단백질 수준을 고려하여야 한다. Herbert 등(1977)은 인공화분에서 적당한 단백질 수준은 23%이며, 단백질 함량이 8%의 낮은 수준에서는 단백질 결핍증이 지속되고, 50%의 높은 수준에서는 출방하는 유봉들은 단백질 중독에 걸려 있었다고 하였다.

인공화분 배합 시 4가지 배합기준은 다음과 같다.

- a. 콩가루 3 : 천연화분 1로 배합한 것 1에 대하여 설탕물 2(설탕 2 : 물 1)로 반죽한다.
- b. 밀가루(엿기름) 3 : 천연화분 1로 배합한 것 1에 대하여 설탕물(설탕 6 : 물 1)로 반죽한다.
- c. 엿기름 3 : 설탕 2로 배합하여 물로 반죽한다.
- d. 밀가루 3 : 설탕 3 : 물 4로 반죽한다.

2. 탄수화물 공급사료

봉군의 꿀 생산은 봉세, 유충, 밀납 분비 등 여러 조건에 따라 다르다. 강군의 경우 산란이 중지된 가을부터 이듬해 봄 먹이가 유입되기까지 50~55lb의 꿀이 소요된다. 여름 활동 기간에 95lb 소요되고 통상 년 중 1통은 150lb의 꿀을 소비한다. 유밀기 또는 저밀기에는 먹이를 급이하지 않아야 꿀의 품질이 나빠지지 않는다.

급이 먹이로는 꿀이 저장된 소비를 이용하는 방법과 꿀을 당도, 50~60%(당도 60%은 꿀 1 갈론에 물 1/3 갈론, 당도 50%은 꿀 1갈론에 물 3/4갈론)으로 하여 급이 하는 방법이 있다. 이때 물은 반드시 끓여서 한다.

이상적인 사료로는 자당이고 월동 먹이로서는 물 1에 설탕 2로 하고, 봄에는 물과 설탕을 1:1로 한다.

Corn syrup과 같은 품질이 낮은 먹이를 급이 시 먹이의 일부가 꿀로 유입되기 때문에 꿀의 질이 떨어진다. 따라서 급이 먹이는 품질이 좋아야 한다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 꿀벌 사양의 기초 조사

1. 꿀벌의 역사와 사육현황

가. 벌통의 변화 및 발달과정

벌은 지구의 두 극 지역을 제외하고는 전 세계적으로 생존하고 있던가 사육되고 있으며 인간이 꿀을 이용한 것으로 볼 때 아마도 인간보다도 먼저 지구상에 나타난 것으로 추측된다.

원시 사람들은 바위와 나무에서 석청과 목청을 얻었다는 것이 아프리카 및 스페인의 벽화에서 발견되었고, 고대 사람들은 꿀을 구멍 식품으로 이용하였다.

BC 1450년경부터 벌을 다루는데 연기를 사용한 것으로 보아 인간과 벌과는 아주 오래 전부터 친밀한 관계를 유지해 온 것으로 알려지고 있다. BC 5000년 경 신석기 시대에는 토기항아리 또는 이집트 및 지중해지방에서는 진흙으로 만든 벌통을 사용하였다. BC 2000년 경 북유럽지방에서는 긴 나무통이나 cork를 이용하였다. 농경사회에서는 빗 집으로 항아리 모양의 벌통을 만들어 이용하였으며 바람, 비, 추위, 더위에 적합하도록 만들었다(Graham, 1992).

서양종 양봉에서 이용하고 있는 현재의 벌통은 1851년 Lorenzo Lorraine Langstroth(미국)에 의해 고안되었으며, La식 소상이라고도 한다. 소비를 넣었을 때 통의 공간은 서양종 벌이 활동하는데 가장 알맞은 간격을 이루도록 고안되었으며 이는 표준소상으로 전 세계적으로 사용하고 있다. 벌통의 규격은 폭 370mm, 길이 464mm, 깊이 242mm로 10매의 소비가 들어갈 수 있다.

벌통은 벌이 생활하는 공간인 동시에 먹이를 저장하는 곳이므로 벌의 생활습성에 적합하고 취급이 편리하며 벌 관리가 쉬워야 한다. 개량종 벌통은 소비와 벌통을 이동할 수 있으며, 개량종 벌은 이 벌통에 잘 적응하여 왔으며, 벌 관리가 이루어져 왔다. 그 후 반세기 동안 양봉업이 발전되어왔다. 1857년 Johannes Mehring(독일)에 의해 소초가 개발되어 벌집을 짓는데 이용되었다. 1865년 Franz von Hruschka(호주)에

의해 채밀기가 개발되었으며, 1800년대 초에는 Prokopovich와 다른 사람들에 의해 slot queen(왕릉)이 고안되어 사용되었다. 1850에서 1900년까지 반세기 동안 현재 사용되고 있는 양봉관리기구가 개발되어 벌 관리에 편리하게 사용되고 있다(Graham, 1992).

반면 현재의 토종벌에서 사용하고있는 벌통의 규격은 23.8(18.7)×23.9(18.8)×8.7(H) cm인 소형인 사각 통으로 용적으로는 개량종 벌통의 약 1/8크기다. 벌들이 소비를 지어 내려옴에 따라서 연결하도록 되어 있으며, 대부분의 농가에서는 1년에 7~8개를 연결하고 사양관리를 잘하는 농가에서는 11~13개도 연결하기도 한다. 1개에 저장한 꿀을 추출하면 약 1되(1.8ℓ)가 된다. 이 연결 식 소형 통을 사용하기 전에는 구멍을 판 원통의 나무통을 이용하였으며 지금도 산촌 농가에 가면 원통형인 나무 벌통을 사용하고 있음을 간혹 볼 수 있다.

재래종인 토종벌 집은 잘 부서져 재 사용하기가 어려워 꿀 생산을 소밀 생산으로 한다. 소밀생산에는 통종벌 통과 같은 소형 통이 적합할지는 몰라도 통내 온도를 조절하고 벌을 관리하는데는 개량종인 벌통보다 효과적이지 못하다. 그리고 토종벌 통은 내검을 하기가 어렵기 때문에 생산적인 관리를 못하고 이동하기가 어려워 한 지역에서 고착형태로 사육되고있다.

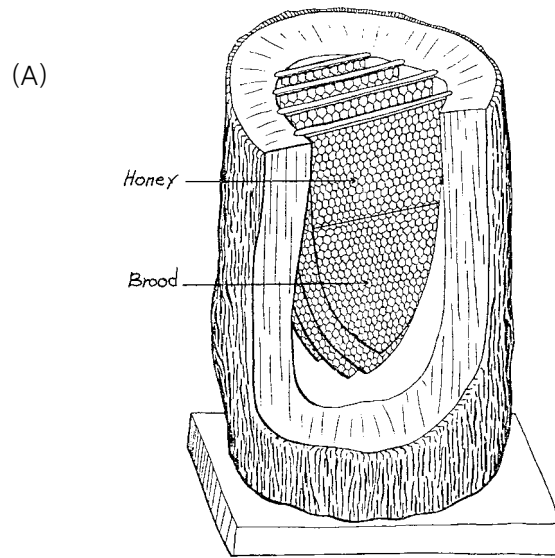
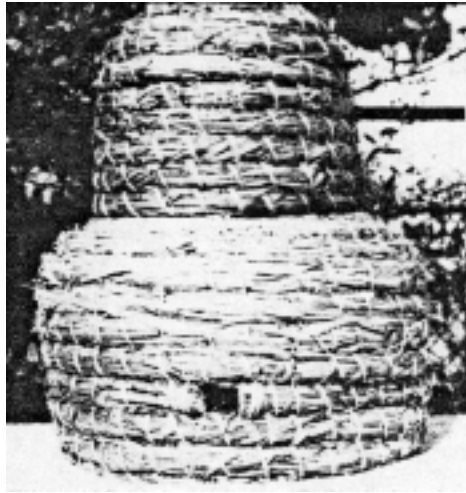


Fig. 3.1.1. Changes in hives for western type honeybee.
(continue to next page)

(C)



(D)



Fig. 3.1.1. Changes in hives for western type honeybee.
(continued from front page)



Fig. 3.1.2. Changes in hives for Korean native honeybee.

나. 세계의 양봉 시장

지구상에 존재하는 모든 곤충 중에서 벌만큼 인간에 유익한 곤충이 또 있을까? 그리고 지구상에는 수많은 종류의 벌들이 살고 있다.

지리적으로 가장 오래되고 완벽한 꿀벌의 출현은 약 5000만 년 전으로 동 러시아의 Baltic amber에서 발견되었다(Zander와 Weiss, 1964).

아시아에는 많은 종류의 벌이 있는데 주로 3계통의 벌이 있다. 즉 *Apis cerana*(아시아의 토종), *Apis dorsata*, *Apis florea*이고, *Apis cerana* 종은 아시아의 고유 토종으로 *Apis mellifera* 종보다 체구가 작다. 이들 사육 벌통도 유럽 종 사육 벌통과 유사하나 더 작다. *Apis cerana* 종은 열대 아시아, 러시아, 한국, 일본 등 광범위하게 살고 있다. 이들 종은 꿀 생산에서 유럽종에 비교 월등히 떨어져 많은 사육농가들이 유럽 종으로 대체사육하고 있다. *Apis cerana* 종은 이들 지역의 산촌지역에서 사육되고 사양관리 기술은 거의 개발되지 않았다. 다른 두 종은 열대 아시아에 살고 있으며 한 개의 열린 집을 짓는다. *Apis dorsata*는 giant bee, rockbee로 열대 아시아 지역에 살고 있다. 다른 아시아 종보다도 더 많은 꿀을 생산한다. 그밖에 다른 종류의 벌들이 살고 있다는 것이 알려지고 있는데 열대 아시아, 아프리카, 호주, 미국 등 지역에는 화분 매개용으로 봉침이 없는 벌을 사육하고 있다(Graham, 1992).

양봉업은 전 세계적으로 매년 50,000,000통으로부터 20억 파운드의 꿀을 생산하고 생산량에 따라서 양봉 선진국과 후진국으로 분류한다. 양봉 선진국에서는 통 당 년 48 파운드 이상 생산하고 후진국에서는 약 31 파운드 생산한다. 중국은 년 1억 파운드의 꿀을 수출한다.

미국의 양봉인은 1인 당 1000~2000통을 관리하고, 유럽인은 100~300통을 관리하며 꿀 생산량은 양봉인의 사양기술에 따라서 생산량에 많은 차이가 있다.

비 기술인은 기술인의 생산량에 10%이고, 기술인은 년 40~80 파운드 생산하며. 최상의 기술인은 200~300 파운드를 생산한다. 양봉후진국에서는 10~40 파운드를 생산하며 부업으로 하는 사람은 여가 활용으로 사육하고 있다.

러시아를 포함하여 유럽에는 약 15,000,000통이 있으며, 사육밀도는 1평방 마일 당 8.3통으로 세계의 평균 1.3통보다 훨씬 높다. 평균 꿀 생산량은 통 당 24파운드로 가장 많으나 꿀 생산량은 수급에 충분하지 못하다.

프랑스, 독일 등 서유럽 국가들은 세계에서 가장 많이 꿀을 수입하는 지역이다. 유럽의 농가에서는 양봉이 생활의 한 부분으로 전해져 내려왔으므로 사람들은 과거 수세기 동안 벌과 함께 생활하여 왔기 때문에 꿀에 익숙하여져 있다. 도시는 인근 지방과 연결하여 꿀 소비를 유지하고 대중들간에는 벌에 대하여 관심이 높다. 벌 관련 센터 및 연구가 활발하고 꿀 생산은 경제적으로도 중요하다. 센터의 활동은 1950년에서 1980년 사이에 가장 왕성하였고 80년도 이후 일부의 센터들은 기금이 줄어들거나 다른 곳에 흡수되었다.

유럽에서는 매년 360백만 파운드의 꿀을 생산하지만 반면 340백만 파운드의 꿀을 중국을 비롯하여 선진 양봉산업 국에서 수입하여 1/3은 재수출한다. 독일에서만 163백만 파운드를 수입한다.

루마니아, 헝가리 등 동유럽 대부분의 국가들은 수입은 거의 하지 않고 수출한다. 헝가리는 35백만 파운드, 불가리아와 루마니아는 각각 11백만 파운드를 수출한다.

러시아를 포함하여 아시아에는 13백만 군이 있으며 대부분 고착소비를 사용하는 전통양봉업이다. 열대 남쪽 지방에서는 야생 벌집에서 꿀을 생산한다. 사육하는 벌에서 생산하는 꿀은 통 당 40파운드이고 전 생산량은 550백만 파운드이다. 개량종을 사육하면서부터는 생산량이 증가되었다.

1950년 이후 중국의 양봉사육 적정지역에서는 사육이 발달하여 현재 개량종이 6백만 통, 토종이 1백만 통이며, 350백만 파운드의 꿀을 생산하고 있다. 수출을 100백만 파운드 한다. 일본은 70백만 파운드를 수입한다. 왕유 생산은 중국에서 880,000파운드, 타이완에서 510,000파운드, 태국에서 26,000파운드, 일본에서 441,000파운드 생산하고 있다.

아프리카에서는 대부분 전통적인 벌통에 의해 사육하고 있다. 사육 벌통 수는 14백만 통이고, 약 200백만 파운드의 꿀을 생산하며 꿀 생산량의 8~10%은 밀납을 생산한다.

열대 아프리카 토종벌은 자연분봉하여 나무나 바위굴에서 생활한다. 벌통을 나무에 매단다. 몇몇 지역에서는 전통적인 생산방법으로부터 개발된 방법으로 꿀과 밀납을 생산한다. 봉아가 있는 상태로 벌집을 판매하기도 한다. 밀납 생산량은 수 천 톤으로 전세계시장에서 유통되고 있다.

미국은 양봉선진국에 포함되며 비교적 통 당 생산량이 많다. 일부지역에서는 벌을 농업에 이용함으로써 꿀 생산량은 떨어지지만 반면 농산물 생산량은 증가되고 있다. 미국과 캐나다에서 사육되는 벌통은 약 5백만 통이다. 년 간 한 통에서 생산하는 양은 미국 40파운드,

캐나다 140파운드로 캐나다는 세계에서 가장 많이 생산하는 국가 중 하나다. 주로 고착양봉을 많이 하고 전업 또는 부업으로 사육한다. 멕시코를 포함하여 남, 중미지역에는 약 8백만 통이 있다. 통 당 42파운드 생산하며 년 간 320백만 파운드를 생산한다. 멕시코는 120백만 파운드의 꿀을 수출하고 있다.

호주에는 800,000 통이 있으며 대부분 밀원지에서 사육하고 있다. 통 당 꿀 생산량은 100파운드로 세계적으로 높은 생산국이다. eucalypts 나무에서 생산되는 꿀이 55백만 파운드이고 수출을 22백만 파운드 한다. 뉴질랜드는 13백만 파운드를 수출한다.

다. 세계의 꿀벌 종류

Maa(1953)은 벌을 형태적 차이에서 3계통, 28종으로 분류하였다. 그러나 Maa의 분류는 광범위하게 이용하지 않으며, 주로 Butler(1975)의 4개 분류를 적용하며 다음과 같이 분류하였다(Lindauer, 1975).

1. giant honey bee(*Apis dorsata*)
2. little honey bee(*Apis florea*)
3. eastern honey bee(*Apis cerana*)
4. western honey bee(*Apis mellifera*)

이들 4 종류는 형태적으로나 생태적으로 매우 다른 특징을 가지고 있다(Koeniger, 1976). 1, 2번 종은 꿀벌의 종 중 지역의 고유종이고 절벽이나 나무 등에 집을 짓고 생활한다. 벌집의 길이가 1m이고 넓이가 1평방미터나 되며 왕벌, 수벌, 일벌 방이 따로 없으며 방의 크기와 모양도 비슷하다. 일벌의 크기가 이탈리아 종의 왕 크기와 같다. 이들 봉군은 서로 인접하여 생활하고 한 나무에 수십(96개) 개의 봉군이 발견되기도 한다(Lindauer, 1975).

각종 꿀벌의 in² 당 방의 수는 *Apis dorsata* 50.8, *Apis cerana* 80.0, *Apis florea* 88.5, *Apis mellifera scutellata* 64.4, Italian 55.3, Carniolan 55.3, Caucasian 55.3, Dark bee 57.9 개이다.

벌의 크기는 북쪽지방에서 남쪽지방으로 이동하면서 작아져, 동봉방 수가 북부 India의 경우 1,190/m² 개이나 남부 India의 동봉방 수는 1,560/m²개이다. 동쪽 지역 꿀벌 *Apis cerana*과 서쪽지역 꿀벌 *Apis mellifera*은 서로 연관성이 많다.

4개의 전통적인 꿀벌 종은 들레춤과 꼬리춤으로 밀원지를 동료 벌에 알려준다. Indian 꿀벌은 밀원지가 2m이내일 경우 꼬리춤을 춘다. 이러한 의사 전달은 꿀벌사회에서 집단 생활을 하는데 매우 중요하다. *Apis florea* 종은 밀원지가 350m 거리일 때 느린 꼬리춤을 추고, *Apis cerana* 종은 밀원지가 750m일 때 빠른 꼬리춤을 춘다(Ruttner, 1988).

Apis florea 종은 다른 종과는 다르다. 집도 open타입을 짓고 춤도 공중에서 춘다. 등지와 항상 수평을 이루어 행동한다. 다른 일반 벌은 밀원지와 태양과 꼬리춤의 방향과 중력의 수직간에 각을 이룬다고 한다(Lindauer, 1975).

전통적인 4종의 벌은 같은 수의 염색체 수를 가지며(n=16), 봉군의 방어 및 경보신호로 봉침을 사용하고 봉독의 주성분은 isopentyl acetate이다(Boch 등, 1962).

Apis cerana 종은 현대 소상에서 사육하여도 *Apis mellifera* 종처럼 큰 봉군을 형성하지 못한다. 이 두 종은 밀접하여도 서로 교배할 수 없다.

Apis andreniformis 종은 Wongsiri 등(1990)의 보고된 세계에서 가장 작은 꿀벌 종이며 남동아시아에 서식하고 있다. 반면 *Apis laboriosa*은 세계에서 가장 큰 꿀벌이고, *Apis dorsata* 종과 유사하며 Sakagami 등(1980)에 의해 신종으로 보고되었다. 주로 해발 2600 ~ 3500m의 고산지대에서 생활하고 있다.

Apis koschnikovi(Buttel-Reepen, 1906)종은 3번째 신종으로 보고되었다 북 Borneo에 서식하고, 다엽 소비를 가지고, rufus 체색을 갖고 있다.

아시아에는 많은 종류의 벌이 있는데 주로 3계통의 벌이 있다. 즉 *Apis cerana*(아시아의 토종), *Apis dorsata*, *Apis florea*이고, *Apis cerana*종은 아시아의 고유 토종으로 *Apis mellifera*종 보다 체구가 작다. 이들 사육 벌통도 유럽 종 사육 벌통과 유사하나 더 작다.

*Apis cerana*종은 열대 아시아, 러시아, 한국, 일본 등 광범위하게 살고 있다. 이들 종은 꿀 생산에서 유럽 종에 비교 월등히 떨어져 양봉가들에게는 유럽 종으로 대체되고 있다. *Apis cerana*종은 이들 지역의 산촌지역에서 사육되고 사양관리가 발달되지 않았다. 다른 두 종은 열대 아시아에 살고 있으며 한 개의 열린 집을 짓는다. *Apis dorsata*는 giant bee, rockbee로 알려져 있으며 열대 아시아 지역에 살고 있다. 다른 아시아 종보다도 더 많은 꿀을 생산한다. 그밖에 다른 종류의 벌들이 살고 있다는 것이 알려지고 있으며, 열대 아시아, 아프리카, 호주, 미국 등 지역에서는 화분 매개용으로 봉침이 없는 벌을 사육하고 있다.

라. 꿀벌의 품종별 특징

꿀벌의 종은 지리적으로 다른 곳에서 발견되고 고유 습성과 연관성이 있지만 형태적 특징에서는 다르다. 해부학적으로 지리적 종간에는 동일하지 않다. 꿀벌은 지역에 따라서 다른 이름으로 부르기도 한다. 대개는 지리적 종은 지역에 따라서 지방의 본래의 명칭 (Italian, Carniolan, Caucasian)에 의해 불리고 경제적 가치도 있는 것으로 알려져 있다.

벌의 종은 같은 지역에서 살고 있는 벌들간에 자연적으로 선발되어 만들어진 종이다. 벌에서 종은 가족에서의 품종과는 다르다. 벌의 종은 사육자의 경제적 목적에 의해 이루어진 것이 아니고 같은 환경에 의해서 만들어진 것이다.

벌의 종은 크기, 체모, 체색, 시맥, 혀의 길이 날개에 있는 바늘 수, metatarsal 넓이 등 특징으로 다른 종과 구분한다. 순 종이라도 개체의 집단 간에는 차이가 있다.

특히 몸 크기는 소방에 영향을 미친다(Ruttner, 1975a). 그리고 봉군의 영양상태에도 영향을 준다. 동봉은 그 해 일찍 출현한다. 적당한 화분을 공급받은 벌은 더 많이 받은 벌보다 일반적으로 더 작다(Anderson과 Dietz, 1976). 동봉방 크기는 동봉 크기에 영향을 미치며 최대 2.07% 크다.

지리적으로 종간 혀의 길이는 다르다. Ruttner(1975)에 의하면 두 극단적인 종간 혀의 길이는 1.7mm 차이가 있다. 혀의 길이는 꿀 생산에 매우 중요하다. Italian, Carniolan, Caucasian 등과 같이 긴 혀를 가진 벌은 붉은 크로바에서 수밀할 수 있으나 짧은 혀를 가진 벌은 할 수 없다(Goetze, 1940).

벌의 체색은 본래 검고, 외골각에는 황색색소가 있어서 황색이다. 어느 부위의 체모는 검고 어떤 곳은 흰색에서 황색 털이며 황색은 유전된다.

우리나라의 동양종(*Apis cerana*, 재래종) 벌 특징에 대하여 강원농촌진흥원(1983)의 연구보고에 의하면 일벌의 체장이 서양종은 12.7mm인데 비하여 토종벌은 평균 11.9mm이고, 혀의 길이는 서양종이 6.50mm, 토종벌은 5.26mm로 더 짧다고 한다. 그밖에 앞날개의 길이는 토종벌이 8.35mm, 서양종은 9.15mm이며, 뒷다리의 길이는 토종벌이 7.80mm, 서양종이 8.10mm로 더 짧다고 한다. 전반적으로 토종벌은 서양종 벌에 비교 몸의 크기가 작고, 꿀 생산량에도 떨어진다고 한다. 체색은 서양종 벌보다 더 검은 것이 특징이다. 반면에 토종벌은 서양종 벌에 비교 성질이 온순한 편이고 밀납을 잘 분비하여 집을 잘 짓는다. 집을

지을 때수지물을 적게 혼합하여 잘 부서져 채밀 후 재사용할 수 없는 것이 단점이지만 토 중벌은 소밀 생산으로 우수하다고 생각한다.

2. 벌의 생태학적 특성

가. 봉군의 생활

벌은 야생이지만 주거상태의 집을 짓고, 꽃으로부터 먹이를 얻어 생활하며 저장 을 최대한 하려고 하는 생물이다. 벌들의 왕성한 생활활동으로 인간은 꿀과 화분을 얻는다. 인간은 잘 길들여진 벌이란 것을 쉽게 망각하곤 한다. 꿀벌은 생존경쟁의 생물계에서 생존해 가는데 장점을 가지고 있다. 봉군의 생활사는 생물학적, 발전적, 계 급적 습성에 의거 사회적인 상호 활동을 하면서 매년 반복한다.

벌에 관한 연구는 벌들의 자연적인 생활에 관한 것으로 벌의 습성과 생활을 이해함 으로서 관리를 보다 더 효과적으로 하고자 하는 것이고, 주로 꿀벌의 사육과 관련하여 사양기술, 분봉방지, 월동, 질병방지 등과 관련되어 있다.

소방은 벽, 덮개, 바닥으로 되어 있다. 소비는 매우 정교하고 규칙적으로 만들어진 다. 날씨와 약탈자로부터 보호된다. 소비는 육아실, 저밀실, 의사전달센터 등 벌들의 수많은 사회적 활동의 장소가 된다.

봉군의 세계에서 가장 중요한 것은 분봉하면 새로운 소비를 지어 생활해간다는 것 이다. 분봉 벌들은 내외적으로 안전한 장소를 찾아서 완전한 집을 구축하여 생활한다. 한 봉군에서 평균 40L의 꿀을 저장할 수 있는 양의 소비가 만들어지는데 이는 표준 소상, 하나의 양과 같다(Seeley와 Mores, 1976).

소비는 날씨에 잘 보호되도록 만들어지나 강한 햇빛에는 녹아 내릴 수 있기 때문에 벌들은 집을 대부분 구멍에 짓는다.

소비는 동봉의 납선에서 분비하는 밀납을 다리와 턱을 이용하여 만든다. 소비는 벌 들이 활동하기에 편리하고 육아 보온에 적합하도록 되어 있다. 한 소비에는 육각형의 소방을 앞뒤로 평행하게 짓고 크기가 다른 동봉 방과 수벌 방을 만들지만, 분봉 전 봉군은 수벌(웅봉) 방을, 분봉군은 일벌 방을 더 많이 만든다. 땅콩 모양의 왕대는 분 봉 시기에 소비의 가장자리에 지으며 한 계절에 10~20개를 만든다. 꿀은 소비의 상

단과 양 옆 소비에 저장하고 육아는 중앙부 소비를 이용한다.

왕은 일생동안 산란만을 하고 왕의 산란 수는 왕이 분비하는 물질에 의해 동봉들로부터 조절된다. 왕이 분비하는 물질의 화학성분은 동봉의 행동과 생리작용에도 영향을 준다.

일벌은 소비를 만들고, 육아, 외적방어, 먹이 준비, 기타 통 내 모든 일을 담당한다. 한 봉군에는 약 50,000~60,000마리의 동봉이 생활 수 있다.

수벌은 일을 하지 않고 단지 처녀 왕과 교미만을 한다. 분봉 시기(봄에서 여름사이)에 태어나고 분봉이 끝나면 일벌들로부터 쫓겨나며 출현하지 않는다.

왕은 산란하기 전에 복부와 먹이로 일벌 방과 수벌 방을 결정하여 산란을 한다. 만약 왕이 일벌 방에 수벌로 발생할 수 있는 알을 낳을 경우 일벌은 이 알을 빨리 먹어 치운다고 한다(Woyke, 1973).

일벌은 애벌레의 일령에 따라서 다른 먹이를 급이하는데 애벌레의 일령 구별은 애벌레의 성장 호르몬으로 구별한다. 수벌은 비행 교미를 하고, 주로 오후에 하며 1회 비행시간은 약 25~32분 간 한다. 왕은 1년에 175,000~200,000개의 알을 낳는다. 동봉은 왕의 애벌레가 성숙할 때까지 또는 왕의 기능이 완성할 수 있도록 꿀과 왕의 애벌레 먹이로 양육한다. 왕의 다른 기능은 봉군을 조절할 수 있는 화학분비물을 분비한다.

나. 봉군의 계절적 증감

한 봉군의 벌 수(봉세)는 계절적으로 증감이 발생하고 봉군 수는 분봉에 의해서 증가한다. 사회 생활을 하는 곤충에서는 보편적이다. 봉군의 계절적 증감은 기온 및 유밀기의 장단에 따라서 결정된다. 겨울 동안 벌들은 먹이를 섭취하여 체온을 유지한다. 온도가 18℃ 이하로 떨어지면 봉구를 형성하기 시작한다. 꿀을 먹어 온도를 유지하고 벌들은 봉구 내외로 이동한다. 날개를 움직이지 않고도 근육의 수축에 의해 자발적으로 체온을 발산한다고 한다(Bastian과 Esch, 1970).

꿀이 저장되어 있을 지라도 꿀이 있는 장소로 이동할 수 없을 만큼 극도로 추운 상황에서는 죽기도 한다. 겨울 중에는 왕이 산란하는 경우는 없다. 그러나 겨울에도 봉

구 내 온도는 20℃를 유지하기 때문에 먹이만 충분하면 벌이 얼어죽은 경우는 거의 없다고 한다(Owens, 1971; Corkins, 1930; Gates, 1914).

다음해 추위가 지나고 기온이 올라가면 산란을 하기 시작하고 봉구 내 온도는 35℃로 유지된다(Simpson, 1961). 이른 봄 육아에 들어가는 먹이는 소비에 저장된 꿀과 화분으로 이용된다.

분봉은 대부분 5월에서 유월 사이에 일어난다(Winston, 1980; Lee와 Winston, 1987; Burgett와 Morse, 1974; Caron, 1980; Fell 등, 1977). 빠르면 4월 첫 주에 일어나고, 늦을 때에는 9월에도 한다. 그러나 늦게 분봉한 벌은 월동에 충분한 량의 봉세로 증식할 수 있는 기간이 짧기 때문에 월동을 하지 못하고 소멸된다. 야생의 모든 봉군은 봄 또는 드물게는 여름에 다시 분봉을 하여 봉군을 유지하던가 증식한다(Seeley, 1978; Winston, 1980).

분봉은 새 왕이 태어날 수 있는 상황에 하고, 왕이 태어나지 않는 상황에서는 하지 않는다. 분봉이 발생하면 봉군은 절반으로 줄어들고 새 왕이 출방하여 산란하여 새 동봉이 출방하기까지는 동봉 수는 증가되지 않는다.

분봉에는 두 경우가 있다. 첫 분봉과 연속해서 분봉하는 경우, 첫 분봉에서는 통 내 동봉과 구 왕이 중요하다. 이 것은 문제가 되지 않는다. 동봉은 구 왕을 새 왕으로 대체한다. 첫 분봉 후 10~15일에 다음 분봉할 때에 문제가 된다. 첫 분봉 때보다도 봉군은 적고 처녀 왕이 한 마리 또는 그 이상 발생한다. 한 봉군에서 1~2통을 분봉하는 것은 일반적이나, 분봉이 거듭될 때마다 봉군의 동봉 수는 반감되어 간다.

한 연구에 의하면 분봉 시 분봉군의 동봉 수는 적게는 1,750마리, 많게는 50,750인 것을 알 수 있다고 한다(Avitabile와 Kasinkas, 1977).

한번 분봉 시에는 남아 있는 왕은 다른 왕을 공격하여 죽이기 때문에 하나만이 남아서 봉군은 완벽하게 발전한다.

분봉군의 경우 동봉 수가 적거나 활동기간이 짧을 경우 살아남을 수 있는 봉군 수는 0~24%라고 한다(Morales, 1986; Seely, 1978).

벌의 생활사에서 기후는 분봉과 관련하여 영향이 크다. 월동 전 많은 어린 벌을 가지고 월동하면 다음해 봉군의 증식이 빨라져 분봉을 빨리 하게 된다. 따라서 분봉 시기와 분봉군의 봉세는 봉군의 생존과 깊은 상관성이 있다(Lee와 Winston, 1985).

분봉 시 분봉군의 봉세는 봉군 증식과 상관이 크다.(Lee와 Winston, 1985; Winston, 1980). 분봉 시 벌이 많은 꿀을 먹고 분봉을 하면 그 것은 새로운 환경에서 먹이가 들어오기까지 소비를 만들고 활동하는데 에너지가 되며(Otis 등, 1981), 그리고 분봉 시 어린 동봉이 많으면 소비 축조, 육아 및 그 외 봉군의 발전에 여러 가지로 유리하다고 한다(Meyer, 1956; Winston과 Otis, 1978).

다. 꿀벌의 생리 및 사회적 습성

꿀벌의 생리적 습성을 이해하는 것은 꿀벌이 여러 가지의 생활과정을 어떻게 수행하는 가를 이해하는 것이다. 꿀벌 개체의 생리는 여러 종류의 벌 또는 다른 벌의 개별 생리기능과는 차이가 없으며(Kerkut와 Gilbert, 1985; Rockstein, 1978), 꿀벌 개체의 생리적 특성으로는 몸이 외골격(cuticle)으로 되어 있어서 체내 항상성 유지에 효과적이다. 외골격은 물과 공기가 투과되지 않는다.

꿀벌은 최대의 집단을 형성하는 사회성을 가지고 있어서 2~8만 마리가 한 집단을 이루어 먹이활동, 환경 대응, 방어 행동 등 일상생활에 있어서 필요한 모든 행동을 해 간다. 봉군의 발전과 안전은 봉군의 세력에 의존되고 개별적으로는 살아가지 못한다.

1) 사회성의 생리기능

벌은 중추신경통제 기관이 없다. 모든 활동은 1차 적으로 왕이 규칙적으로 분비하는 화학물질에 의해 이루어진다. 화학물질은 다른 종의 생리적 반응이나 행동을 이끌어낸다. 왕이 분비하는 화학물질은 몇몇 종류의 화학성분을 포함하고 있다. 이 물질이 일벌의 난소 발달을 방지하는데도 이용된다. 왕이 집단에서 없어지면 봉군은 이내 소요를 일으키고 동봉은 이에 대응한다. 이 물질은 왕의 하악선에서 합성 분비한다. 이 물질은 봉군사회에서는 집단을 통제하는 화학물질로 알려져 있다. 왕의 이 물질은 봉군의 유인물질로 알려지고 있다. 이 것은 지방산으로서 8-hydroxy-octenoic 산, 9-oxo-2-decenoic 산, 10-hydroxy-2-decenoic 산, 9-hydroxy-2-decenoic 산, 10-hydroxy-decenoic 산 등 이다. 이 왕의 분비물은 왕의 망실 30분 후 동봉에 의해 확인되는 매우 휘발이 빠른 물질이다. 휘발이 낮은 물질이 동봉의 안테나와 licking(핥기)에서 검출되었다.

ODA와 HDAs은 봉아양성, 소비구축, 저장, 수집 등 동봉의 활동을 유지, 자극하는 주요물질이고, 10-HDA은 동봉의 하악선에서 분비하는 물질의 주성분이다. 그 외 분비물질은 소비, 교미, 집과 꿀, 먹이의 냄새, 향, 수벌과 수벌 집에 관련되어있다.

동봉도 몇몇 중요한 분비물을 분비한다. 하나는 소방을 출입할 때 Nassanoff(복부)선에서 분비한다. 집을 찾기 위한 장소에 분비한다. 다른 하나(isopentyl acetate)는 위엄상황에서 분비한다. 다른 한 화학물질은 집단을 인식하기 위해서 분비한다(Moritz와 Southwick, 1987)고 한다.

개체 동봉들은 출방한 일령에 따라서 하는 일이 다르다. 3일령 일벌은 부화 4~6일 되는 애벌레에게 꿀과 꽃가루를 공급하고, 6~10일령 일벌은 머리의 인후선에서 왕유를 분비하며, 12~18일령 일벌은 밀납을 분비하여 집을 짓은 일을 한다. 그 이후의 일벌들은 꽃꿀과 화분을 모아오기 위하여 일을 하려고 통 밖으로 나간다. 이는 노동의 일시적인 분담으로 동봉의 본능적인 활동에 의해 이루어진다.

봉군의 생리적 활동에서 수벌 증식의 조절은 매우 호기심 적인 생리활동이다. 수벌의 조절은 그 해에 있어서 봉군의 유지에 따라서 결정된다(drone/worker의 비율). 겨울철에는 없고 여름철에는 점점 늘어나며, 수벌이 출현하기 시작하여 점점 늘어나면 왕은 수벌의 산란을 억제한다.

2) 먹이의 수집 습성

꿀벌은 벌 자신의 필요성에 의해서가 아니고 먹이(food)를 위해서 먹이를 모아온다. 그러나 봉군에 대해서만은 먹이의 필요성을 느낀다.

Frisch(1965)와 Lindauer(1967)는 먹이와 물 수집에 의한 봉군의 조절기능에 대하여 언급하였다. 먹이와 물의 수집은 보통 봉군에서 늙은 벌이 담당한다. 늙은 벌은 봉장 주변에 익숙하여 꽃꿀과 물이 있는 장소로 잘 날아다닌다. 꽃꿀을 수집하면서 통 내 어린 벌에게도 그 장소를 알려준다. 1회 작업에 요하는 시간은 2~3분 또는 더 길다. 먹이를 수집하는 벌은 매우 열렬히 일을 함으로 그만큼 벌의 희생도 많이 생긴다. 밀원이 가까이 있어서 작업이 빠르면 더욱 수집의 자극을 받는다. 벌통으로 먹이 유입이 늘어나면 봉구는 증가하고 꿀은 봉구의 열에 의해 농축된다.

이러한 먹이 유입 체계는 먹이에 대한 벌의 사회성으로 설명된다. Seely(1985a)와

그의 연구자들은 벌들의 이러한 행동을 information-center strategy(정보센터 전략)라고 한다.

3) Circadian Rhythms

여름철 꿀벌의 일일 활동은 낮에 꿀과 화분을 수집하고, 그리고 그 외 많은 다른 일을 하며, 외역하는 벌은 밤에는 거의 다 돌아오고 활동도 많이 줄어든다. 봉군의 대사 측정을 산소소비와 탄산가스 배출의 호흡 모니터링에 의해 측정하였는데, 가장 낮은 비율은 오전 4시 10~20℃이고, 가장 높은 때는 대략 오후 3시라는 것을 알게되었다. 실험 시 온도가 지속되었을 때 봉군의 대사 경로는 광합성이 열쇠가 되었다. 낮과 밤의 변화는 적었으나 낮에 8배나 더 높았다. 낮은 빛과 어둠이 지속되는 상태라도 대사는 지속되었다. 봉군의 이러한 상황을 봉군의 내인성 사회적 리듬이라 한다. 이러한 봉군의 내인성 사회적 리듬은 봉아를 가지던 갖지 않던 간에 나타나며, 개체에서는 잠재된 상태에 있다가 봉군에서만 일어난다. 벌들의 상호 행동은 개별적으로는 잠재되어 있다가 집단상황에서 발생한다고 한다(Southwick와 Mortiz, 1987a).

4) 사회적 호흡 (social breathing)

벌의 가장 높은 대사율은 봉군과 환경간 적당한 가스교환이 요구된다. 통 내 공기의 순환은 다수 벌의 선풍에 의해 유지된다. 벌의 선풍습성은 더운 날에는 쉽게 알 수 있다. 벌의 선풍행동은 출입구에서 일어나고 밖의 신선한 공기가 안으로 유입되고 통 내 더운 공기는 밖으로 나온다. 때로는 바람에 의해 교환되기도 한다. 선풍하는 벌들은 출구 내외에 고착한 상태에서 한다.

5) 경보반응 (alarm response)

봉군의 생리적 방어습성은 다른 경계 벌에 의해서 발생한다. 봉군을 방어하는 벌은 외역 벌들이 담당한다. 공격 또는 쏘는 행동은 봉군을 방어하는 유인 경보상황이 일어나면 시작된다. 경보상황에 따라서 공격에 가담할 벌 수가 정해지고 방어의 용이는 봉군의 벌 수에 의존된다(Southwick와 Mortiz, 1987b). 하나 또는 소수의 벌로부터는

반응이 거의 없다. 방어력은 봉군의 집단에 의존된다. 꿀벌이 수밀 작업을 할 때 공격을 만나도 한 마리로서는 어떤 방어적 행동도 취할 수 없다.

꿀벌의 방어행동의 강도는 외적환경 요인에는 강한 방어를 나타낸다. Southwick와 Mortiz(1987c)은 바람의 요인에 기대 이상으로 강한 공격반응(쏘는 반응)을 보이고 반대로 가장 온순할 때는 날씨가 좋고 먹이가 많이 유입될 때라 한다. 결론적으로 벌의 쏘는 반응은 온도와 태양반사와 함께 감소하고 바람과 함께 증가한다. 압력에는 증가하고 꽃꿀 유입과 쏘는 반응간에는 상관관계가 없다는 것이다.

일본 꿀벌에 대하여 Ono등(1987)은 침입 말벌에 대하여 꿀벌의 방어상황을 관찰한 바 꿀벌은 말벌을 에워싸 말벌의 치사 수준까지 열을 일으키는데 벌 몸치의 내부 열이 43℃ 이상 올라가 결국 말벌은 이 열에 의해 죽는다는 것이다.

6) 상호 인지 (recognizing relatives)

꿀벌은 한 집단 내 벌들간에는 인지할 수 있다. 벌은 냄새에 대하여 동봉사이에 서로 인식하는데 특정 유전인자를 이용한다. 최근 연구에서 벌들은 일벌과 수벌을 식별하는데 휘발성 냄새를 이용한다는 것을 알았다. 그리고 아마도 이 냄새는 같은 종간에는 거의 일치할 것이다(Southwick와 Mortiz, 1987a)라고 한다.

7) 온도조절

봉군의 온도 조절과 관련하여 가장 흥미 있는 것 중 하나는 온도에 관한 것이다. 그림에서 보는 바 봉구에서 가장 온도가 높은 지역은 애벌레가 자라고 있는 곳이고 그 곳으로부터 멀리 떨어져 있을 수록 온도는 낮아진다(Southwick, 1988). 70℃까지 올라가는 햇빛 하에 봉아가 자라고 있는 통을 놓아도 벌들은 정상적으로 통 내 온도를 35℃로 유지할 수 있다고 한다(Lindauer 1954). 반면, 외부 온도가 -80℃만큼 낮아도 봉아가 있는 곳의 온도는 35℃임을 확인할 수 있었다고 한다(Southwick와 Heldmaier, 1987).

통 내 온도는 통 내·외 여러 환경적인 조건에 따라서 봉구 내 온도는 많은 차이가 있을 수 있다. 더운 날에는 봉구의 온도가 올라감으로 온도 조절을 위해서 벌들은 선

풍을 하던가 물을 증발시켜서 온도를 유지한다. 그래서 봉아가 자라는 곳의 온도는 항상 일정한 온도로 유지된다. 물 1g를 증발시키는데 580 칼로리가 필요하지만 통 내 온도에 따라서는 많은 차이가 있다.

물의 증발은 벌들이 입으로 작은 물방울을 만들고 선풍을 함으로서 가능하다. 벌들이 선풍이나 증발 작용으로 온도를 유지한다고 해도 사막과 같은 곳에서는 매우 온도가 높아진다. 그러나 온도가 높은 지역이라도 물 공급만 충분하면 온도 조절은 잘 이루어진다. 이와 같은 벌들의 온도조절 작용에 의해 꽃꿀의 수분이 60%이라도 저장된 꿀의 수분은 20% 정도로 낮아진다.

온도가 올라가면 봉구는 느슨해지고 점점 적어지며, 온도가 내려가면 봉구는 점점 크고 단단하게 형성된다.

환경의 온도가 15℃ 정도에서 봉구 변화에 영향을 미친다. 벌들에 의해서 발열되는 봉구 내 열은 봉구 밖으로 이동된다. 봉구를 형성하는 벌들의 머리는 봉구 안으로 향하여 추위에 노출되는 것을 막는다. 머리의 털은 방열에 효과적인 코트 역할을 한다. 머리털에 의해 유지되는 열은 낮은 온도에서도 대사 에너지 열 보관에 반영된다. 겨울에는 저장한 꿀을 이용하여 대사에너지를 생성한다(Ritter, 1982).

Esch(1964)은 심한 추위에서도 벌의 날개 근육은 열을 만들어 낸다는 것을 알았다. 근육의 열은 조직의 대사 열이다. 근육조직은 탄수화물을 이용한다. 벌의 봉구 크기는 온도에 따라서 다르다. 봉구가 클수록 겨울철 온도 유지에 개개 벌의 열 발생은 적다. 외부 온도가 내려가면 대사에너지 생산량은 증가된다.

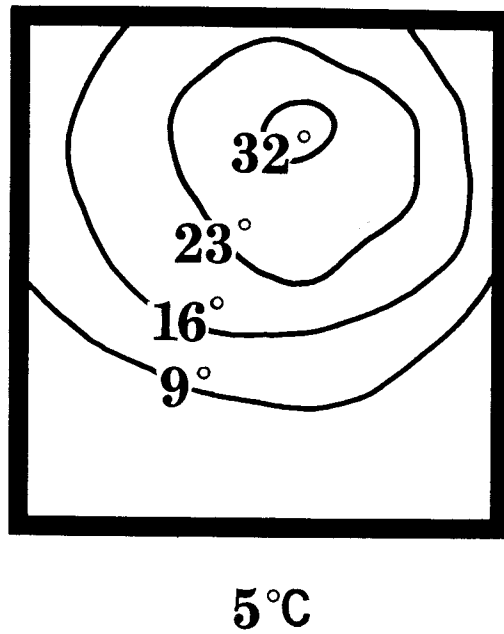


Fig. 3.1.3. Environmental temperature and formation of bee circle

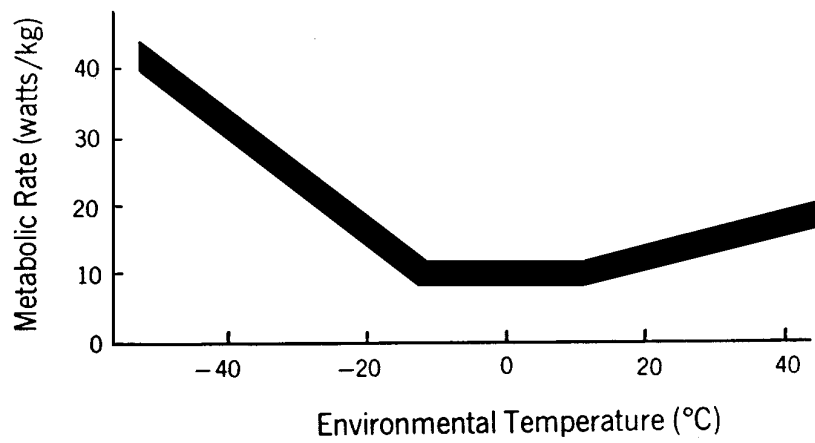


Fig. 3.1.4. Changes in metabolic rate of honeybee with environmental temperature

8) 일벌의 생리적인 습성과 활동

벌 활동은 내적 상태에 따라서 제한된다. 밀납분비는 밀납을 취급하는 활동과 연관되기 때문에 납선이 성숙 할 때까지는 가능하지 않다. 출방 후 1일된 어린 벌은 벌침 구조가 충분히 발달하지 않아서 벌침을 사용할 수가 없다. 어린 벌은 신경계와 근육이 충분히 발달되지 않아서 날지 못한다. 벌 행동의 다른 내적 원인으로는 일령에 따라서 혈액에 분비되는 여러 호르몬의 존재에 따라서 좌우된다. 체내 물리적 자극이 행동에 영향을 준다. 신경세포는 밀위를 확장시키는 감각이 있다. 이 신경의 전달은 섭취 행동을 억제하던가 자극을 한다. 꿀벌의 유전적 구성은 벌의 습성에 중요한 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.

동봉의 소방 청소에는 두 개의 유전자가 관련된다고 한다(Rothenbuhler, 1968). 부저병에 대한 저항도 유전적인 차이에 따라서 결정된다.

벌 행동의 외적 요인으로는 소리, 화학물질, 빛, 진동 등과 관련 수 천 개의 감각적 세포에 의해 결정된다.

3. 꿀벌의 사양관리

가. 벌의 영양

꿀벌도 대개의 동물들처럼 단백질, 탄수화물, 무기물, 지방, 비타민, 물과 적당한 환경이 필요하다. 이들 영양은 꽃의 꽃꿀, 화분, 그리고 물로부터 얻는다. 꽃꿀은 꽃의 꿀샘으로부터 분비되고 벌의 에너지 공급원으로 이용된다. 화분은 꽃가루로부터 얻으며 단백질, 무기물, 비타민, 지방의 공급원으로 이용된다.

1) 단백질

대개의 동물처럼 꿀벌들도 정상적인 성장과 발달을 위해서는 단백질, 탄수화물, 무기물, 지방, 비타민, 물을 필요로 한다.

벌은 자연계에 풍부한 꽃으로부터 필요한 영양을 공급받는다. 탄수화물 먹이는 꽃꿀로부터 얻고, 화분으로부터는 단백질, 지방, 무기물, 비타민을 공급받는다. 다소 차이는 있겠으나 성봉에 있어 영양 요구는 중요하다. 벌의 체조직, 근육, 하악선과 같은

분비선의 발달은 벌이 공급받은 단백질의 적절한 양에 의존된다.

어린 벌인 경우 성봉으로 지내는 첫 2주간 많은 양의 화분을 소비한다. 어떤 동봉들은 출방 1~2시간 내에 화분을 먹기 시작한다. 출방하는 벌의 50% 이상이 출방 12시간 이내 화분을 소비한다(Dietz, 1969). 대개의 벌은 출방 42~52시간 되었을 때 먹기 시작한다(Hagedorn과 Moeller, 1967). 5일되었을 때는 소비량이 최고에 이르고 성봉으로 발달한다. 출방 10~14일 이상이 되면 외역을 한다.

성봉이 되면 화분의 소비는 감소하고 꿀이나 꽃꿀로부터 얻는 비교적 값싼 탄수화물로 먹이를 한다. 만약 동봉이 애벌레의 먹이와 같은 단백질 먹이로 성장 후반까지 이어진다면 동봉의 70%는 75~85일까지도 충분히 활동할 수 있다고 한다(Haydak, 1963).

화분은 동봉들에 의해 여러 종류의 꽃으로부터 수집되고 꽃가루의 성분도 꽃에 따라서 다르다. 또한 화분의 영양은 꽃의 토양 환경에 따라서 다르고 수집되는 화분의 단백질 함량은 꽃에 따라서 8~40% 차이가 있으며, Todd와 Brethrick(1942)는 32종 화분의 단백질 함량은 11.4~29.9%라고 하였다. 화분은 벌의 수명, 뇌하수체선, 생식선, 지방체에 영향을 주며(Maurizio, 1960), 봉군에서 화분을 가장 필요할 때는 유충이 자라고 있을 때이며, 화분의 영양적 가치로 볼 때 밀원식물은 4개의 군으로 분류할 수 있다.

1군: 과수, 크로마, corn, 버들

2군: 느릅나무, cottonwood, dandelion

3군: 오리나무, 깨암나무 등 영양가가 낮은 것

4군: 여러 종류의 pin trees

Haydak(1935)은 봉군의 화분 요구량은 봉군의 세력, 장소, 화분 공급 꽃에 따라서 다르겠지만 매년 44~66 lbs의 화분을 필요로 한다고 한다. 한 마리의 애벌레가 필요로 하는 화분은 약 100mg 이상이다.

벌 1마리가 28일 동안 필요로 하는 질소 양은 3.07mg이다(Schmidt와 Buchmann, 1985). 유충 이후 한 마리의 벌은 신선한 화분 66.5mg을 소비한다고 한다(Rashad와 Parker, 1958). 소방 1개에는 183mg의 화분빵이 채워지고 이양은 벌 1~2마리의 먹이

가 된다. 화분 1lb로는 4,000마리의 벌을 양육할 수 있다. 강군의 봉군은 1년에 200,000마리의 벌이 길러지고 소비되는 화분양은 44lbs가 된다.

DeGroot(1953)은 벌이 최대로 성장하려면 10개의 아미노산이 있어야 한다고 하였다. 화분에는 벌 성장에 필요한 아미노산이 충분하다. Bieberdorf 등(1961)은 화분의 아미노산을 분석한 결과 필수아미노산이 풍부한 꽃을 벌들은 자주 찾는다고 하였다. McCaughey 등(1980)은 화분의 아미노산 조성과 벌의 성장간에는 유의차가 있다는 것을 알았으며 모든 화분에서는 17개의 아미노산이 검출되었다.

화분에는 glutamic, aspartic, proline 산이 풍부하고 화분간에 큰 차이가 있었다. Zea mays 화분에서 12개의 아미노산이 검출되었으며 총 단백질의 50%이고, 총 건물 중 13%이다. 성숙한 화분에는 특히 proline 산이 풍부하고 신선한 화분 중량의 1%가 있다. Barker(1972)은 proline 산의 수준을 신선한 화분의 수준으로 하여, 대두분, 꿀, 물을 혼합하여 벌에게 급이하였다. 자연화분으로 급이한 유충의 성장이 이 혼합먹이를 급이한 유충의 성장보다 유의할 만큼 더 성장되었다. 유리 proline산 함량이 많은 것만큼 영양적 효과가 나타내지는 않는다고 한다. Kok(1952)은 pine화분을 분석한 바 cysteine, hydroxyproline, metionine, tryptophane 산이 부족하다는 것을 알았다.

화분에 따라서 벌의 성장, 수명, 분비 기능에 차이가 있었다. 화분의 입자 형태, 냄새, 색은 화분 선택에 영향을 미치나 pH은 영향을 미치지 않는다(Schmidit, 1982). 화분의 화학적 성분이 벌을 유인하는 것으로 알려져 있다. Doull(1974a)은 benzene으로 추출한 almond 추출물에서 자극물질을 검출하였다. 화분의 유리 지방산이 유인물질임을 알았다(Hopkins 등 1969).

동봉으로부터 받은 유충의 먹이 양이 벌의 성장과 발달에 중요한 요인이 된다. Eischen 등(1982)은 동봉의 수, 성봉의 수명, 양육한 동봉의 건물 무게간에는 정의 상관관계가 있다는 것을 알았다. 소수의 동봉이 많은 애벌레를 양육할 때 결과적으로 부적절한 영양 때문에 태어나는 벌은 수명이 짧고 더 가볍다고 한다. 즉 유충을 양육하는 동봉의 화분소비량과 1마리 당 양육하는 유충의 수간에는 정의 상관관계가 있었다. 벌의 수는 화분의 영양보다는 유충의 화분소비량에 좌우된다.

많은 동봉이 애벌레를 양육할 때 벌은 건강하고 수명도 길다. 소비에 저장된 화분의 영양가치는 건조상태, 온도, 수분, 꽃에 따라서 다르다(Haydak, 1961). 신선한 화분

은 100% 효과가 있으나 저장 된지 1년 후에는 영양의 효과는 76% 감소된다. 2년이 된 것은 애벌레 성장을 자극하는 자극 물질의 효과가 없다. 1~2년 된 화분으로 양육 된 벌은 신선한 화분으로 양육한 벌에 비교 종종 생물학적 효과가 낮다(Haydak, 1961). 화분은 저장될 수록 영양적 가치가 떨어지고 8년이 되면 거의 가치가 없다(Haydak, 1961). 따라서 화분의 영양적 손실을 최소화하기 위해서는 건조 및 냉동 보관한다.

벌들은 수집한 화분을 소방에 채우고 약간의 꿀을 넣고 그리고 분비물을 첨가한다. 이렇게 저장한 화분을 화분빵(bee bread)이라고 한다. 화분빵은 1~8간은 영양적으로 변화가 없다. 벌의 하악선에서는 화분의 발아억제물질이 분비되고, 벌에게는 영양적 가치 및 소화 에 도움이 된다. 화분수집기로 수집한 화분으로 길러진 벌보다는 소방에 저장된 화분으로 길러진 벌이 더 오래 사는 것으로 보고 되었다(Beutler와 Opfinger, 1949).

벌은 애벌레 양육에 필요한 모든 영양분과 성봉의 모든 영양소는 화분으로부터 얻고 화분의 영양적 가치는 꽃의 종류, 소비에서의 저장기간, 화분 수집에 따라서 다르며, 화분은 봉군이 강군으로 발전해 가는데 매우 중요한 먹이가 된다.

2) 탄수화물

탄수화물은 주로 성봉의 먹이로 이용되고 꽃꿀(nectar, 화밀)로부터 얻는다. Nectar의 당 함량은 4~60%로 꽃의 종류, 환경, 온도, 습도, 우기 등에 따라서 다르다(Shuel, 1975). Waller(1972)에 의하면 꽃꿀과 설탕용액의 당도가 30~50%일 때 벌들의 수밀력을 최대로 유발시킨다. Pear nectar와 같이 당 함량이 적은 것에서는 벌의 수밀력이 떨어진다. Sucrose, glucose, fructose는 nectar의 주요 당이고, 그 외 더 많은 당이 확인되었지만 그 양은 미량이다(White, 1977).

Nectar의 sucrose는 벌의 전화효소에 의해 전화당으로 전환되어 꿀로 저장된다. Sucrose은 대부분 glucose와 fructose으로 전환되지만 일부는 전화되지 못하고 sucrose 상태로 남는다.

꿀은 sucrose, glucose, fructose와 적은 양이지만 22개 이상의 복합 당으로 95~99.9%가 탄수화물이다. 꿀과 꽃꿀은 성봉의 탄수화물 공급으로 충분하나 화분과 화분 빵도 30~35%의 당을 포함하고 있다.

봉군이 필요로 하는 꿀의 양으로 봉군의 세력을 포함하여 유충의 발전 수준 및 이용할 수 있는 nectar의 종류와 양을 정확히 결정한다고는 할 수는 없다. 월동봉군의 경우 1군 당 필요로 하는 꿀의 양은 60~80 lb이고, 여름철에는 95 lb 필요로 하며, 집을 짓고 먹이로 이용되는 꿀의 양은 1군 당 1년에 약 150lb 이상 필요로 한다.

만약 봉군에 여러 종류의 당이 자유로이 수집되도록 주어진다면 벌들은 sucrose, glucose, maltose, fructose 순으로 좋아한다. Waller(1972)도 sucrose를 가장 좋아하고 다음으로 glucose을 좋아한다고 보고하였다. 혼합 당 또는 sucrose를 더 많이 첨가할 지라도 단일 sucrose을 더 좋아한다(Bachman과 Waller, 1972).

벌들은 그 외 여러 당을 이용할 수 있지만 몇몇 당에는 독소 때문에 또는 소화할 수 있는 적절한 효소의 결핍으로 이용할 수 없다. 즉 mannose, lactose, galactose, raffinose 등은 벌에게 독소가 되고 수명을 단축시킨다. 특히 mannose는 벌이 섭취한 후 몇 분 이내 죽을 수 있는 독소가 된다. Lactose는 우유와 우유제품에서 발견되고 raffinose는 대두에 있는 천연 당이지만 lactose와 raffinose는 벌의 수명을 단축시킬 수 있다. Barker와 Lehner(1974b)는 갓 태어나는 벌에 있어서 0.5 M의 lactose와 galactose 용액을 공급하였을 때 굶어 죽는다는 것을 알았으며, sucrose와 혼합하여 급여하여도 독소가 된다는 것을 발견하였다.

3) 지방

벌은 지방을 필요로 하나 화분에 들어 있는 지방만으로도 충분하다. 화분에는 1~4%의 지방이 있다. 건물 중에는 4~6%의 지방이 들어 있으며, 지방이 많은 화분으로는 dandelion(14.4%), mustard(13.1%) 등이 있다.

꿀벌도 다른 곤충처럼 성장과 번식을 위해 sterol을 필요로 한다. 벌은 sterol을 합성할 수 없으므로 외부로부터 섭취가 필수적이며, 화분의 sterol 물질은 벌을 유인한다. 스테롤은 대부분의 화분에 들어 있으며, 곤충이나 벌에서는 탈피 호르몬의 전구물질이 된다.

4) 수분

물은 벌 먹이에 있어서 생명의 중요한 요소다. 물이 없으면 수 일 내로 죽는다. 물은 값싼 것이라고 해서 소홀히 해서 안 된다.

벌이 저장한 꿀을 이용할 때 또는 결정 당을 이용할 때에도 물을 이용한다. 따라서 벌은 30~50%의 당액을 좋아하고, 벌은 더운 날 온도를 유지할 때도 물을 이용한다. 물은 드물게는 소비에 저장하나 대개는 필요할 때 봉장 가까이에서 얻는다.

벌은 통 내 온도를 서늘하게 하기 위해서 소비면에 물방울을 만들어 내며 선풍으로 증발시킨다.

벌은 소방의 알이나 유충에 적당한 습도를 유지하는데 물을 이용하며, 알이 부화하는데는 90~95%의 습도가 적당하다(Doull, 1976). 유충을 양육할 때 봉군은 하루에 200g 이상의 물을 필요로 한다. 봄철 애벌레 먹이에 필요한 많은 양의 물은 양육하는 벌로부터 분비되며, 유충 먹이의 66% 이상이 수분이다. 일상적으로는 꽃꿀로부터 필요한 물을 얻는다.

나. 벌의 먹이(사료)

1) 천연사료

자연은 중에 따라서 무엇을 먹고 무엇을 피해야 한다고 명령을 내리고 있다. 이러한 자연의 질서는 곤충들에게는 더욱 철저하다.

생명체는 생명을 유지하기 위해서는 먹을 것이 필수적이고 자연에서 먹을 것을 찾는다. 그 중 가장 중요한 것은 단백질이다.

꿀벌들도 외역하는 벌들에 의해 자연에서 꿀과 꽃가루 등 필요한 것을 모으고 먹이로 이용한다. 꽃가루는 벌에게 있어 중요한 단백질 공급원이고 꽃꿀은 에너지원이다. 따라서 자연의 꽃들은 벌들에게 있어서 삶의 목적물이다. 그리고 때로는 물과 식물에서 분비하는 수지를 모아서 생활 수단으로 이용한다.

벌은 꽃이 많이 피고 먹이가 많아지면 저장을 했다가 필요한 때에 이용한다. 꽃은 적거나 많거나 간에 밀선에서 꽃꿀(nectar, 신들의 음료)을 분비하고 화분을 가지고

있다. 벌들은 꽃에 들어가 밀선에 있는 꽃꿀을 긴 혀로 빨아들여 밀위(30~50mg)에 담아 가지고 벌통으로 돌아와 내역하는 벌에게 전해주고 일부는 자신의 먹이로 이용한다. 꽃꿀은 일벌들 사이에 주고받기를 반복하여 벌집에 꿀로 저장된다. 꽃꿀이 꿀로 저장되는 동안에는 벌들의 소화효소에 의해 꽃꿀의 당분은 쉽게 흡수될 수 있는 당으로 전환된다.

인간은 벌이 안이고서는 자연의 꽃에서 분비하는 꽃꿀을 모을 수 없으며, 벌들은 하나의 밀방에 꿀을 채우기 위해서는 60번이나 되풀이하여야 한다. 외역 벌이 자신의 밀낭을 채우려면 1,000~1,500개의 클로버 화밀선을 찾아 다녀야 하지만 강군의 경우 하루동안에 16kg의 꿀을 수집할 수 있다.

화분은 꽃의 수술에서 모은다. 벌은 분업화가 잘 이루어진 집단이므로 화분을 수집하는 벌은 일을 하려고 나올 때 약간의 꿀을 밀낭에 담아 가지고 나온다. 수술머리에서 만들어진 꽃가루는 벌의 뒷다리에 의해 모아지고 꿀을 섞어서 입으로 반죽을 하여 뒷다리의 화분잔에 다져놓는다. 그리고 몸에 묻은 가루는 앞다리와 가운데 다리로 쓸어 모은다. 하나의 꽃가루 덩어리는 약 7~8mg이고 양다리에 1개씩 달고 온다(평균 15mg). 한 마리의 벌을 기르는데는 100mg의 꽃가루가 필요하므로 한 통이 년 간 필요로 하는 꽃가루는 약 10~20kg이다.

2) 인공사료

가) 단백질 공급사료

년 중 화분을 충분히 공급하면 공급하지 않은 벌통에 비교 38% 이상 꿀을 더 생산할 수 있다고 한다(Doull, 1980). 단백질 대체 사료로는 천연 화분이나 대두분, peanut 분, 탈지분, 밀가루 등이 있다.

Haydak(1959)은 가장 효과적이고 경제인 대체화분으로서 콩가루(지방이 5~7%인 대두박) 1/3, 건조한 엿기름 가루 1/3, 탈지분유 1/3로 배합하는 것을 권장하였다. 여러 종류의 원료로 인공화분을 배합할 때에는 단백질 수준을 고려하여야 한다. Herbert 등(1977)은 인공화분에서 적당한 단백질 수준은 23%이며, 단백질 함량이 8%의 낮은 수준에서는 단백질 결핍증이 지속되고, 50%의 높은 수준에서는 출방하는 유

봉들은 단백질 중독에 걸려 있었다고 하였다. 인공화분 배합 시 4 가지 배합기준은 다음과 같다.

- a. 콩가루 3 : 천연화분 1로 배합한 것 1에 대하여 설탕물 2(설탕 2 : 물 1)로 반죽
- b. 밀가루(엿기름) 3 : 천연화분 1로 배합 한 것 1에 대하여 설탕물(설탕 6 : 물 1)로 반죽
- c. 엿기름 3 : 설탕 2로 배합하여 물로 반죽한다.
- d. 밀가루 3 : 설탕 3 : 물 4로 반죽한다.

나) 탄수화물 공급사료

봉군의 꿀 생산은 봉세, 유충, 밀납 분비 등 여러 조건에 따라 다르다. 강군의 경우 산란이 중지된 가을부터 이듬해 봄 먹이가 유입되기까지 50~55lb의 꿀이 소요된다. 여름 활동 기간에 95lb 소요되고 통상 년 중 1통은 150lb의 꿀을 소비한다. 유밀기 또는 저밀기에는 먹이를 급이하지 않도록 하여야 꿀의 품질이 나빠지지 않는다.

급이 먹이로는 꿀이 저장된 소비를 이용하는 방법과 꿀을 당도, 50~60%(당도 60%은 꿀 1 갈론에 물 1/3 갈론, 당도 50%은 꿀 1갈론에 물 3/4갈론)으로 하여 급이 한다. 이때 물은 반드시 끌려서 한다.

이상적인 사료로는 자당이고 월동 먹이로서는 물 1에 설탕 2로 하고, 봄에는 물과 설탕을 1:1로 한다.

Corn syrup과 같은 품질이 낮은 먹이를 급이 시 먹이의 일부가 꿀로 유입되기 때문에 꿀의 질이 떨어진다. 따라서 급이 먹이는 품질이 좋아야 한다.

다. 생산적인 봉군의 관리

꿀 생산을 위한 봉군의 관리와 유지는 과학이 아닌 기술이다(Beekeeping and bee management for honey production is an art not a science). 즉 벌의 생활환경, 본능적 습성을 생물학적으로 이해하고 관리 연구할 때만이 과학적 관리가 가능하고 아직은 완벽하게 과학적으로 관리하기는 어렵다. 꿀벌은 가축이 아니므로 양봉업자의 벌 관리는 벌의 습성과 본능에 따라서 하고 있다.

Moeller(1980)은 양봉가의 벌 관리란 단지 목적에 알맞게 생물적으로 바꾸는 정도의 단순한 설치라고 한다.

벌은 스스로 화밀을 수집하여 먹이로 이용하고 나머지를 꿀로 저장한다. 봉군관리 는 벌의 생활활동을 도와 주는 체계로 하여야 한다. 이용하고 남는 먹이를 저장 할 수 있도록 하고 질병이나 해충, 기타 어떤 원인으로도 봉군이 약화되지 않도록 하며, 유밀기가 오기 전에 봉군을 강군으로 발전시켜 수집하는 화밀이 꿀로 최대한 저장하도록 한다. 그러므로 꿀 생산을 성공적으로 하기 위해서는 지역의 밀원식물에 대한 정보, 벌의 생물학적 습성을 이해하는 것이 좋다.

양봉가는 벌을 잘 관리하기 위해서는 벌의 습성에 대하여 많이 알아야 한다. 특히 분봉방지는 꿀 생산을 위한 가장 좋은 봉군관리이다. 분봉방지를 성공적으로 하기 위해선 분봉상황이 어떻게 진행되는가를 이해하여야 한다.

벌이 연중 이용할 수 있는 먹이의 양과 분봉원인을 잘 파악하여야 한다. 분봉방지를 실패하면 봉군의 감소를 가져와 봉군은 약해지고 꿀 생산이 감소되던가 생산을 할 수 없다. 분봉방지와 벌의 이해는 좋은 봉군관리의 최소한의 관리체계다.

이상적인 봉군관리 원칙에 대한 공식적인 것은 없으나 벌을 이해하고 관찰하면서 진행하는 것이다. 유밀기 전에 강군으로 발전시켜 유밀기에는 꽃꿀이나 화분이 최대 로 유입될 수 있도록 한다. 그리고 꿀을 생산하려면 양봉장 선정이 중요하고, 양봉장을 선정할 때에는 다음 사항을 고려하여야 한다.

1) 화밀과 화분의 량

유밀기에 어떤 지역 내 화밀과 화분의 효율적 이용은 밀원 량을 고려하여 적절히 봉군을 배치하는 것이다. 밀원식물이 년 중 적절이 조성되어 있으며 봉군이 강군으로 발전하고 유지할 수 있다. 그리고 밀원 식물의 량과 질은 중요하다. 어떤 화밀은 소비자들이 좋아하지 않은 꿀로 저장될 수도 있다. 어떤 화밀은 꿀로 저장되자마자 신속 하게 결정되기도 한다. 이러한 꿀은 판매에도 문제가 될 수 있고 벌의 월동 먹이로도 나쁘다. 이러한 화밀은 적은 량으로 저장되도록 하여야 한다.

화밀의 분비 량과 질은 양봉장 선정 시 고려되어야 한다. 만약 양봉장 내 밀원량이 벌의 충분한 먹이가 되지 못하면 봉군 증식이 잘 되지 않을 것이다. 이른 봄 봉군발

달을 위해서는 꿀과 화분이 필수적이다. 무밀기를 대비하여 먹이가 항상 저장되어 있어야 한다. 봉군 활동기에 꽃이 적던가 부족한 상태로 장기간 지속되는 것은 봉군발 달에 나쁘다. 먹이가 적게 유입되면 대체화분과 당을 급이하여야 한다.

2) 물 이용

봉군 관리에 물은 필수적이다. 봉군에 있어 물은 통 내 온도가 높을 때 통 내 온도를 유지하고 유충에 먹이를 급이할 때 이용한다.

3) 빛과 날씨에 노출

벌은 냉혈 곤충이기 때문에 나르기에 적당한 날씨가 아니면 벌통에서 떠나지 않는다. 벌이 활동하는 데 적합한 온도는 70°F(21°C) 이상이 되어야 한다.

봉장의 위치는 아침에 일찍 햇빛이 드는 곳이 좋다. 통의 정면이 남쪽을 향해서 놓는다. 바람을 막을 수 있던가 적게 받은 곳이 좋다. 언덕이나 경사진 곳, 움푹 들어가 배수가 잘 안되는 곳은 나쁘다. 찬바람이나 습기는 벌에게 좋지 않으며 질병에 걸리기 쉽다. 특히 벌은 습기를 싫어하기 때문에 비 온 후에는 배수가 잘되어 건조한 곳이 좋다.

4) 접근

어떤 지역은 꿀 생산에 위협이 된다. 봉장으로의 접근이 불편하면 심각한 문제가 될 수 있다. 일상 관리상 양봉장에 접근이 용이하지 않으면 양봉장으로서의 적당한 장소가 아니다. 양봉장은 관리를 비롯하여 날씨도 완벽하여야 한다.

5) 살충제

매년 살충제로 많은 봉군이 희생되고 있다. 봉장 선정 시 사육자는 그 지역에 살충제 사용에 대하여 점검하여야 한다. 봉장 전 주변에 대하여 살충제 사용을 점검하기는 어렵더라도 살충제 살포에 대비한 강구책을 마련하여야 한다.

6) 파손과 절도

벌통은 값나가는 물건(상품)이기 때문에 절도가 발생한다. 만약 봉장이 관리자가 자주 점검할 수 없는 곳이라면 가능한 한 눈에 띄지 않은 곳이 좋다. 도로변은 피하고 통이 주변으로부터 튀어나는 색으로 칠하는 것을 피한다.

7) 응애와 해충

응애를 비롯하여 벌의 해충에 대하여 관리자는 일상적으로 점검을 하여 방지하여야 한다. 응애나 해충으로 인하여 봉군이 피해를 입거나 망하는 경우가 종종 발생한다. 특히 가을철 야생 말벌의 피해나 장마철 두꺼비의 피해를 입기 쉬고 때로는 이들 피해로 봉군이 망하기도 한다.

8) 분봉

대개의 봉군은 1년에 1통씩 분봉을 한다. 봉군의 상태와 품종에 따라서 분봉을 잘하는 벌이 있다. 토종벌은 개량종인 서양종 벌보다 분봉을 잘한다. 통이 협소하거나 왕이 늙은 상태인 봉군도 분봉을 잘한다.

봉군이 분봉을 하면 군의 세력도 그 만큼 줄어들기 때문에 벌 활동에도 변화가 일어난다. 관리자가 꿀 생산을 계획하고 있다면 분봉을 피하는 것이 좋다. 봉군이 분봉을 하면 원봉군이나 분봉군 모두 강군으로의 발전이 실패할 경우가 흔히 발생하기 때문에 관리자는 봉군 관리에 만전을 기하여야 한다. 특히 왕의 출현과 교미, 먹이의 충분한 확보가 중요하다.

분봉군이 강군으로의 발전에는 분봉 시기도 매우 중요하다. 분봉 시기에 따라서 봉군을 다음과 같이 평가되기 때문에 분봉은 반드시 계획적인 경영 하에서 이루어지도록 하여야 한다.

A swarm in May is worth a load of hay

A swarm in June is worth a silver spoon

A swarm in July isn't worth a fly

라. 봉군의 계절별 관리

1) 월동봉군의 이른 봄철 관리

월동봉군의 월동 후반 도는 이른봄에 우선적으로 점검하여야 사항은 먹이의 상태다. 벌들이 활동을 개시하여 외부로부터 먹이가 유입될 때까지 충분한 량의 먹이가 없으면 봉군은 아사할 수 있기 때문에 먹이 상태를 점검한 후 조치를 취하여야 한다. 봉군을 점검할 때는 벌이 출입할 정도의 따뜻한 날 오후 1시경에 하는 게 좋다. 죽은 봉군은 양봉장으로부터 제거한다.

대개의 봉군은 늦겨울 또는 이른봄에 유충을 양육하기 시작한다. 남쪽 지방에서는 2월 중순이면 활동이 시작된다. 이른봄에는 외부로부터 먹이가 유입되는 양이 충분하지 않으므로 저장된 먹이를 이용한다. 월동 후 유충에게는 가장 어려운 시기다. 봉군이 증식하는데는 많은 양의 먹이가 필요하다. 만약 먹이를 모아오기 위해서 외부로 나간다면 벌은 기아로 빠질 수도 있다. 관리자의 첫 점검은 먹이상태를 확인하는 것이다.

이른 시기의 점검은 유충에 찬 공기를 피해서 점검한다. 점검 시 온도는 최소한 50°F~65°F일 때 한다. 점검은 신속하게 이루어지도록 하고, 통 내 온도가 50°F 이상 벌어지지 않도록 한다. 사양관리에 능한 사람이라면 소비를 일일이 꺼내보지 않고도 소비 중단 부의 먹이 상태로 저장량을 확인할 수 있다.

내검 시 점검하여야 할 사항으로는 왕의 유무, 질병발생, 먹이 상태 등으로 유밀기를 대비하여 봉군증식 계획, 분봉여부에 대한 계획도 세워야 한다.

기온이 올라가 벌이 활발히 일을 하기 전까지 먹이 저장은 봉군의 생존에 매우 중요하다. 다소 먹이가 들어오기는 하지만 이른 봄 날씨는 갑자기 추위도 찾아오기 때문에 벌의 활동에 많은 제약을 받게되고 야외는 밀원도 많지 않기 때문에 충분한 먹이를 얻지 못하기 때문에 저장 먹이의 량에 따라서 먹이를 수시로 급이하여야 한다. 봉군관리에 능한 사람은 내검 후에는 봉군관리를 어떻게 하여야 할 것인가를 판단할 수 있다.

봄 계절에는 통 내 습기가 많이 발생할 염려가 있으므로 날씨가 좋은 날 하루 중 월동 포장을 일시적으로 해체하여 건조를 시키는 것도 중요하다. 해체한 포장은 다시 원래대로 포장하여 보온이 유지되도록 한다.

봄철에는 노제마 발생이 일어나기도 한다. 노제마에 걸리면 통 앞에 벌들이 설사를 한다. 유충이 응애에 중증으로 감염되면 통 앞에서 날지 못하고 기어다니는 어린 유충이 많다. 응애 방제는 정기적으로 방제약을 사용함으로써 해결할 수 있다. 노제마 예방을 위해서는 Fumidil-B을 설탕 용액에 타서 준다. 아메리카 부저병이나 유럽 부저병을 예방하기 위해서는 Terramycin을 먹이에 타서 급이한다. 만약 예방약을 먹이와 함께 급이할 때에는 꿀에 오염되지 않도록 유밀기가 시작되기 4주전에는 중지하여야 한다.

봉군의 성공여부는 왕의 상태에 달려있다. 산란상태를 보고 왕의 능력을 판단할 수 있다. 봉군의 증식에는 먹이의 질과 양도 중요하지만 왕의 산란능력도 매우 중요하다. 늙은 왕은 산란력이 떨어져 강군으로의 증식이 어렵기 때문에 왕을 교체한다.

왕의 교체기간은 1~2년으로 한다. 왕의 교체시기는 분봉시기에 하는 것이 이상적이다. 왕은 분봉열이 적고 산란능력이 왕성한 것으로 한다, 왕의 나이는 체색으로 판단할 수 있다.

꿀벌관리에 두 핵심은 분봉방지와 유밀기에 많은 꿀을 생산할 수 있는 강군 봉군으로의 발전이다. 왕의 교체 시기는 먹이의 저장공간과 유충의 양 등을 고려하여 결정한다. 왕을 교체하여 새 왕이 산란을 하여 벌이 나오기까지는 약 1개월의 기간이 걸리기 때문이다.

왕의 교체는 정기적으로 교체하는 것이 좋다. 벌은 유충이 자라고 있는 소방 밑에는 먹이를 저장하지 않는다. 단상일 경우 중앙 부위 소비에 산란을 하고 먹이는 소비 위쪽과 통내 양 소비에 저장한다. 분봉방지에 가장 효과적인 방법으로는 계상을 이용하는 것이다.

벌 관리는 관리하는 사람에 따라서 다소 다를 수가 있다. 봄철관리는 꿀 생산과 직결된다. 먹이가 항상 저장되어 있는 것이 꿀 생산에 유리한 것인지 불리한 것인지는 양봉가 간에 논란이 있지만 미 농무성에서의 현장 실험연구로는 벌은 본능적으로 빈공간이 있으면 채우려고 하는 습성이 있기 때문에 항상 일할 수 있는 공간을 마련하여 주는 것이 꿀 생산에는 유리하다고 한다. 2~3개의 공소비가 있는 봉군은 1개의 공소비만을 갖는 봉군에 비교하여 더 많은 꿀을 저장한다고 한다. 공소비가 있으면 소충 발생이 있으나 이는 관리로 해결할 수 있다. 공소비 이용은 벌의 저장 본능에는

유리하나 산란소비로 이용하는 데는 긍정적인 효과일 수는 없다.

꿀 저장을 위한 공소비 이용은 봉군이 강군으로 증식된 상태에서 유밀기에 한다. 소비가 8~9매인 단상군일 때 소비와 소비 사이를 벌리면(1/4~3/8인치) 표준 벌통 10매 군으로 꿀 생산을 하는 것보다도 더 많은 꿀을 생산할 수 있다.

표준 단상인 경우 꿀의 저장장소로는 통의 양편 소비 및 소비의 상단부분에 꿀을 저장한다. 9매를 이용하는 것이 10매를 이용하는 것보다도 채밀하거나 소비를 다루기가 쉽고 꿀도 더 많이 저장한다. 저자는 9매로 생산하는 것을 추천한다.

꿀 생산을 원한다면 약군을 강군으로 만드는 것으로 합봉을 권장한다. 약군과 약군과의 합봉은 바람직하지 않다 약군은 다른 적당한 봉군과 합한다. 합봉 방법으로는 신문지를 이용하는 것이 좋다. 합봉할 때에는 질병의 유무도 확인한다.

2) 여름철 관리

여름철 관리의 첫째조건으로는 양봉장이 여름 기후에 적합한 장소인가를 확인한다. 벌의 건강과 봉군의 well being에 관해서도 매우 중요하다. 공소비 보관도 중요하고 여름철 관리의 대부분은 이미 수행하고 있는 것과 같은 요령으로 한다. 봉군이 여름철을 잘 지내려면 유밀기에 많은 먹이가 저장하도록 한다.

3) 가을 월동 준비 관리

가을에는 꽃이 들어가는 시기이므로 관리자는 월동 먹이에 대한 확보계획을 수립하여야 한다. 월동 중에는 많은 벌이 죽는다. 월동 준비로는 봉량, 먹이, 질병, 응애, 환기 등이 있으며, 벌의 수와 먹이는 월동에서 가장 중요하다. 특히 유봉이 많아야 한다. 산란력이 왕성한 왕을 확보하는 것도 중요하다. 왕이 2년 이상 되었으면 교체하여야 한다. 월동이 긴 지역에서는 왕의 산란능력이 왕성하여야 월동에 들어갈 때 어린 벌을 많이 가질 수 있다.

먹이는 월동의 성공과 직결된다. 월동 먹이량은 지역과 월동기간에 따라서 다르고, 저장량이 부족할 것 같으면 꿀과 설탕을 용액으로 하여 급이하여 저장하도록 한다. 설탕용액은 설탕 2에 물 1의 비율로 한다. 설탕이나 꿀 이외 어떤 다른 대용 먹이를 사용하는 것은

좋지 않다. 월동 먹이가 월동 중에 결정되는 것은 나쁘다. 먹이가 결정되면 벌은 이용할 수 없고 설사의 원인이 된다. 가을철 들국화나 코스모스 등은 벌에게 중요한 밀원이고 벌은 많은 먹이를 저장할 수 있다. 꿀은 겨울철 먹이의 일부가 된다.

먹이가 한 곳으로 저장되어야 벌이 이용하기가 편리하다. 먹이가 분산되어 저장되면 봉구형성을 이동시켜야 한다. 춥고 건조한 기후는 월동 벌에게 문제가 되지 않으나 습한 상태는 심각한 문제가 될 수 있다.

마. 분봉의 방지 및 억제

양봉가에게는 벌의 분봉과 분봉 벌을 수용하는 것보다도 더 즐겁고 행복한 일은 없다. 분봉이 즐거운 일인 것은 사실이나 그 것이 자신의 벌이 되느냐, 다른 사람의 것이 되느냐, 생산적인 봉군이 되느냐가 결정된다.

1800년대 중반까지 양봉가는 분봉을 성공시켜 꿀 생산에 이용하였다. Langstroth은 가동 소비 개발과 벌의 공간을 이용하여 혁신적으로 벌을 증식시켰다. 가동소비 소상을 활용하여 많은 수의 벌을 수용할 수 있었고 벌을 죽이지 않고도 꿀을 생산할 수 있었으며 분봉 벌을 꿀 생산으로 이용하였다. 꿀 생산은 벌과 유충의 비율에 따라 결정된다.

Table 3.1.1. Honey Production by Various Sizes of Colonies

Bees	Brood	Ratio of Brood Bee %	Honey/lbs
15,000	11,850	79	25
30,000	18,300	60	68
60,000	15,000	12	154

W.L. Gojmerac's Honey Guidelines for Efficient Production.

Wisconsin Cooperative Extension Service

꿀 생산을 목적으로 양봉업을 한다면 분봉이 억제되도록 관리하여야 한다. 만약 벌이 분봉을 준비하면 분봉을 중지하도록 한다. 분봉은 동봉이 분봉을 유인하기 때문에

이에 관한 이해를 하여야 한다. 가장 기본적으로는 저장먹이를 채취하고, 봉군의 활동 공간을 제공하여 분봉준비를 억제시킨다. 즉 강군인 봉군을 약군인 봉군으로 전환시킨다.

강군벌이 더 많은 꿀을 저장하는 것은 틀림없는 사실이지만 분봉준비는 동봉의 활동 공간이 협소할 때 발생함으로 벌 증식과 함께 일할 공간이 줄어들지 않게 조치를 하면서 증식을 억제한다. 분봉을 하면 새로운 봉군을 얻을지라도 원봉군의 벌 수는 절반으로 줄어들기 때문에 꿀 생산 군으로서의 자격을 상실하게 된다.

분봉은 벌의 습성으로 일어나지만 분봉을 하면 봉군은 약군이 되기 때문에 약군인 봉군은 벌에 흔히 발생하는 자연적인 질병에 쉽게 노출될 수 있다.

기술적인 사양관리란 봉군을 항상 강군인 상태를 유지하는 것이고, 그 것은 분봉을 방지하는 것이다. 분봉요인 중 하나는 왕의 연령과 산란상태다. 벌은 왕의 산란력이 떨어지면 교체하려고 한다. 3년 된 왕을 가진 봉군은 2년 된 왕을 가진 봉군에 비해 분봉은 2배 더 강하고, 2살 된 왕의 봉군은 1살 된 봉군의 벌에 비교 분봉은 강하나 차이는 크지는 않다.

왕의 경제적 기준은 왕이 2살에 이를 때 교체를 한다. 2년마다 교체를 하면 분봉력을 감소시키면서 왕의 산란능력을 유지할 수 있다. 왕 교체는 처녀 왕으로 하는 것보다도 수정한 왕으로 하는 것이 좋다. 교체 시기로는 유밀기에 한다. 유밀기가 안이라면 설탕 용액을 급이 한다.

왕 유입방법으로는 왕룡을 이용하는 것이 안전하고 편리하다. 왕룡은 여러 형태가 있다.

왕대 제거 분봉방지는 일시적인 방법이며 장기적인 분봉방지가 될 수 없다. 한 봉군을 두 봉군으로 나눈다거나 분봉을 정지시키는 여러 방법이 있을 수 있다.

바. 사양 (feeding bees)

지역 간, 양봉가 간에 다르지만 매년 10~20%의 봉군이 소멸된다. 평균적으로 매년 10%의 벌(봉군)은 죽는다. 그러나 실제로는 훨씬 더 많이 없어지고 굶어 죽는다. 정상적으로 잘 관리를 하면 사료 급이를 거의 요구하지 않는다. 봉군의 생존은 먹이에 좌우됨으로 봉군이 먹이를 필요로 할 때 사료를 급이하면 벌이 죽은 일은 거의 없다.

봉군은 항상 적당한 먹이를 저장하고 있다. 자연 자원으로부터 또는 급이 먹이로부터 봉군은 잉여 먹이를 저장하여 기아발생을 막는다. 만약 먹이가 저장되어 있지 않으면 봉군은 굶어 죽거나 감소하여 소멸할 수 있다.

벌의 먹이로는 corn syrup, fructose corn syrup, sucrose, 식용설탕 등을 이용할 수 있으며 특히 봄철에는 인공화분을 필히 급이하여야 한다. 저장 소비를 이용할 수도 있다. 꿀 저장 소비를 이용하는 것은 간편하고 효과적이며 양질의 먹이를 급이할 수 있다. 저장 소비는 꽃꿀이 많이 들어오는 시기에 생산한다.

채밀한 꿀도 먹이로 이용할 수 있다. 그러나 저장 소비를 이용하는 것보다 벌에게는 더 많은 노동을 요구한다. 꿀을 이용할 때는 오염되지 않은 것을 사용한다. 꿀에는 부저병 포자가 감염될 수 있다. 꿀을 급이할 때는 물로 희석하던가 설탕액과 혼합하여 급이한다.

이성화 corn syrup을 high fructose corn syrup이라고 한다. 1969년부터 벌 먹이로 사용하였다. 전분을 glucose로 전환하여 만든 것이다. 다소의 glucose가 fructose로 전환된다.

fructose와 glucose가 들어있는 것은 꿀에서 발견되는 성분과 유사하게 된다. 이성화 당 100, 550, 900이 있다. 숫자가 클 수록 fructose의 농축도를 나타내고, 결정이 서서히 일어나며 값도 더 비싸다.

Fructose 함량 55%을 벌 먹이로서 주로 이용한다. 이 것은 설탕용액과 비슷하게 벌은 이용한다. sucrose 또는 설탕액을 많이 이용한다. 설탕은 고형상태, 용액, 캔디형태로 이용한다.

먹이 형태는 급이 시기, 기후, 봉군의 상태에 따라서 영향을 준다. 벌은 sucrose을 완벽하게 소화한다. 그러나 설탕제품은 벌에게 문제가 될 수 있다(특히 월동먹이). 소화가 안되는 먹이를 벌에게 급이하면 봉군증식에 변화를 일으키고, 월동먹이로는 사용하지 않는다.

Sucrose는 설탕액, 설탕캔디, 설탕으로 급이하는 먹이다. 설탕은 급이가 쉽다. 봄과 가을에도 급이하는 것처럼 겨울철 응급사료로도 급이한다. 문제는 벌은 설탕을 이용할 때는 물이 필요하다는 것이다. 따라서 벌통 내외에 물이 준비되어 있어야 한다. 어떤 벌은 설탕을 물고 물을 찾아 밖으로 나간다.

월동 먹이로 급이할 때에는 설탕과 물을 2 : 1 비율로 하고, 봄이나 여름에 장려사 양으로 급이할 때에는 설탕과 물을 1 : 1 비율로 한다. 먼저 물을 끓인 후 설탕을 넣는다. 설탕이 녹는 동안에 갈변화가 일어난다.

설탕액을 급이할 때, 통내는 습도가 올라가 질병을 발생시킬 수 있다. 따라서 질병 예방을 위해서는 항생제나 Fumidil-B를 첨가한다. 그러나 항생제 사용은 권장하지 않는다. 그 이유는 설탕용액의 antibiotic을 빨리 파괴하기 때문이다.

설탕액 급이 방법은 여러 방법이 있으나 양봉가 개개인이 적당한 방법을 선택할 수 있지만 급이 방법으로는 봉군 개별 사양, 야외 공동 사양, 소비형 사양기 이용, 먹이 그릇 이용, 소문 앞 먹이통 이용 등이 있다. 모두가 장단점이 있다. 봉장에 공동 사양을 하는 것은 급이하는 노동을 줄일 수는 있으나 벌에게는 의욕을 상실시킨다.

벌통 출입문 급이법은 출입문 급이기에 설탕용액을 넣어서 출입문에 달아준다. 문체점은 용기가 적다는 것과 추운 날 또는 밤에는 먹이를 이용하지 않으며, 흘러내릴 때에는 도봉을 불러일으킬 수 있다.

사. 급수 문제

벌들은 두 목적에서 물을 필요로 한다. 첫째는 유충에 주는 먹이를 희석시키기 위해서이고, 둘째는 통 내 온도를 유지하기 위해서 필요하다.

물은 통 내에는 저장하지 않는다. 소수의 동봉은 더울 때 그 들의 봉군을 위해서 밀위에 물을 가지고 있다. 이 것은 유충이 건조해지는 것을 막기 위해서 이다. 물을 수집하여 오는 벌은 통 내에서 먹이를 이용하는 벌에 전해준다. 통 내 온도가 92°F 이상 올라가면 유충의 먹이를 희석시키기 위해서 수분이 많은 화밀을 필요로 한다. 이 때 물을 수집하게 된다. 물을 가지고 오면 소비 면에 놓는다. 벌들은 선풍을 하여 물을 증발시키고, 통 내 온도는 내려간다. 봉장 근처에 벌이 이용할 수 있는 물이 없으면 벌은 물을 수집하기 위해서 많은 노동을 하여야 하기 때문에 봉장 근처에는 시냇물이 흐르던가 이용할 수 있는 급수시설을 하여 주어야 한다.

아. 환기 및 그늘 문제

벌들은 곤충과는 달리 환경을 어느 정도 조절할 수 있다는 것이다. 벌들은 봉군을 위해서 서로 서로 협조한다. 온도가 올라가면 선풍을 하고 물을 수집하여 먹이 이용에 사용하며 유충이 건조해 지는 것을 방지한다. 사육자가 고려하여야 할 관리는 통 내 온도 유지 및 먹이 활동 등 벌들의 생활 환경을 유지하는데 노동을 적게 하도록 도와 주는 것이다.

온도 조절을 위해서는 봉장 선정이 중요하다. 더울 때는 벌통이 햇빛에 노출되지 않도록 나무 그늘 밑에 벌통을 놓던가 그늘을 만들어 준다. 그러나 아침 일찍 햇빛이 드는 것은 벌들의 활동을 자극한다. 벌통은 남쪽을 향하여 놓는다. 그리고 겨울에는 북향의 찬바람을 막을 수 있어야 한다.

벌통의 색은 검은 색 보다는 밝은 색이 빛을 덜 흡수하여 좋다. 따라서 벌통은 주로 흰색 페인트로 칠한다. 벌들은 추위는 문제가 되지 않으나 습도가 높은 것은 질병 발생에 문제가 될 수 있기 때문에 벌통은 환기가 잘 될 수 있도록 한다.

자. 도봉 발생 문제

도봉의 발생시기는 먹이가 부족하고 유입이 되지 않아 먹이 공급에 위험을 받을 때 주로 일어난다. 도봉이 발생하면 저장 꿀 및 봉군의 감소가 생긴다. 도봉은 연중 어느 때나 발생할 수 있으나 주로 무밀기에 발생한다. 대개는 강군 통인 벌이 도봉군이고, 약군통인 벌이 피해군이 된다.

내검할 때 벌통 뚜껑을 장시간 열어 둘 때. 설탕 용액 급이 시 용액을 흘릴 때에 종종 일어난다.

도봉을 완벽하게 방지하거나 막기는 어렵지만, 방지책으로는 도봉군에는 먹이를 주고 피해군에는 출입문을 좁혀서 방어를 용이하게 하여 준다.

차. 봉군의 월동

1) 야외에서의 월동

봉군의 월동 준비는 거의 130년 동안 실시해왔다. Longstroth은 만약 봉군이 강군을 갖고 먹이가 충분히 저장되어 있고, 통풍이 잘 되며, 의사소통을 이루고, 물이 준

비되어 있으며, 출입문이 바람을 피할 수 있다면 야외에서도 쉽게 월동을 할 수 있다고 하였다(Longstroth 1859).

월동준비에 따라서 겨울 중에 소실되는 봉군 수는 다르다. 월동 중 왕의 문제는(망실, 다산성 감소, 교체) 주로 약군인 통에서 발생한다.

월동 중 발생할 수 있는 문제를 피할 수 있는 관리의 기본 4원칙이 있다.

1. 모든 봉군은 젊은 왕을 가져야 한다.
2. 모든 봉군은 꿀과 화분을 가져야 한다.
3. 모든 봉군은 질병으로부터 자유로워야 한다.
4. 모든 봉군은 겨울철 기후에 적절히 대응할 수 있는 포장을 하여야 한다.

이러한 문제를 해결해 준다면 봉군은 월동을 성공적으로 하여 다음해 생산적인 봉군으로 발전할 수 있다.

2) 월동 봉군의 벌 세력 문제

월동봉군에서 봉구 크기는 온도와 관련 매우 중요하다. 월동 중에도 벌들은 봉구를 형성하여 통 내 습도와 유충의 온도를 조절한다. 외부의 기온이 내려가면 봉구는 더욱 밀집된다.

겨울철 봉구 내 온도는 거의 14℃가 된다고 한다(Phillips와 Demuth, 1914). 기온이 내려가도 봉구 내 온도는 벌의 발열에 의해 유지된다. 기온이 영하로 떨어져도 봉구 표면의 온도는 6-8℃을 유지한다. 봉구를 형성할 때 봉구의 두께는 1-3인치가 된다. 벌은 먹이가 저장되어 있는 소비 면을 포함하여 봉구를 형성하고 봉구 내 빈 소방에 들어간다. 봉구의 온도가 7℃이상 올라가면 봉구는 얇아진다. 7℃ 이하로 떨어지면 열을 방출하고 봉구는 더 좁혀진다. 7℃에서는 저장한 꿀을 효과적으로 이용하며 꿀 소비는 기대한 것만큼 많지는 않다.

봉구 내에서 벌들은 대사열을 발생하기 때문에 봉구는 덜 밀집된다. 봉구는 전체가 7℃로 된다. 봉구의 밀집정도는 저장된 먹이를 이용하여 이루어지고 봉구의 발열로 적당한 봉구의온도가 유지된다. 봉구의 발열 능력이 상실되고 봉구의 내외 온도가 떨어지면 결국 봉구는 멸하게 된다. 봉구의 크기에 따라서 봉구의 온도 유지는 결정된다.

월동 봉군의 준비로는 다음과 같은 조치를 하여야 한다.

① 산란력이 왕성한 젊은 왕

양봉가는 산란력이 왕성한 젊은 왕을 보유하기 위해서 왕의 교체를 정규적으로 하여야 한다. 가을이나 겨울에 늙은 왕을 갖는 것은 나쁘다. 그 이유로는, 1. 가을이나 늦게 수정하지 않은 왕을 갖는 것은 월동하기에 충분한 어린 동봉을 확보하기가 어렵다. 2. 늦가을이나 봄에 늙은 왕을 갖는 것은 산란력이 떨어져 강군으로의 발전이 늦어진다. 3. 늙은 왕은 월동 중에 죽을 염려가 있기 때문이다.

대부분의 양봉가는 왕을 매년 교체하던가, 1겨울 2여름, 2겨울 2여름 기간 중에 교체한다. Cale(1964)은 추위가 시작되어 유충이 자라는 것이 중지된 후에 왕을 교체하는 것이 가능하다는 것을 알게되었다고 한다. 대개는 왕을 매년 교체하나 매년 교체하는 것은 좋지 않다.

② 적당한 량의 꿀과 화분 저장

월동 먹이가 충분히 저장되면 월동 중에 죽는 것을 방지할 수 있으며, 건강한 봉군으로 유지할 수 있다. 월동에 필요한 꿀의 양은 각 지역의 월동기간에 따라 차이가 있다. 산란이 중지되고 다음 해 먹이가 충분히 들어오는 기간까지 월동에 필요한 꿀의 저장량은 약 42~55lb가 필요하다.

월동 중에는 많은 벌이 죽는다. 겨울 늦게까지 먹이를 수집할 수 있는 지방에서는 월동에 필요한 먹이는 15~30lb로 충분하다고 한다. 월동 중에 짧은 기간이나마 약천후의 날씨를 직면하면 때로는 굶어 죽는다. 벌들은 꽃꿀을 수집하여 이용하고 남은 것은 저장되어 적당하게 숙성된다. 월동먹이는 봉군의 월동에 충분한 양이 되어야한다. 겨울철 봉구는 꿀이 저장되어 있는 소비 면에 접하여 봉구를 형성한다. Moeller(1977)은 월동 중 많은 먹이를 소비하는 봉군은 다음해 더 많은 꿀을 생산한다고 한다.

③ 화분문제

봉구는 늦겨울 월동으로 들어가 이른봄이 돌아오는 동안 점점 감소하고 일부만이 살아남게 된다. 감소 정도는 질병과 저장 먹이(화분, 꿀) 량에 달려있다. 영양이 결핍한 화분은 봉구의 건강과 관련되기 때문에 봄철 봉군의 감소원인이 된다. 월동 봉군

은 월동 중에 화분도 이용한다. 저장된 화분이 없이 월동한 봉군은 76%가 감소한 반면 저장된 화분을 가지고 월동한 봉군은 16%만이 감소하였다고 한다(Farrar, 1934).

겨울철에는 어린 벌로 교체되며 어린 벌은 자란다. 자라는 유충은 늦겨울 또는 이른봄에까지 저장된 화분을 먹는다. 화분이 3~5매의 소비에 잘 저장되면 소비에 저장된 화분의 면적은 500in²가 된다. 화분도 꿀처럼 봉구 내에서 이용된다.

적절한 양의 화분을 갖지 못하고 월동을 하는 봉군은 더욱 심각한 문제를 직면하게 된다. 관리자는 천연 화분이 부족하면 인공 화분을 급여하여 월동에 필요한 충분한 양의 화분이 저장되도록 하여야 한다(Jaycox, 1969; Furgala, 1977).

월동 화분의 급이는 포장 전 인공 화분을 봉구의 중심 부 소비 위에 놓는다. 월동 포장 전에 점검하여야 할 사항으로는, 1. 좋은 왕의 확보, 2. 적당한 양의 먹이 저장, 3. 질병 발생 확인, 4. 양호한 포장 등이다.

왕은 1월 초 또는 늦게까지도 산란을 할 수 있기 때문에 화분이 충분히 저장되어 있으면 외부 기온이 -17.8℃ 이하로 내려갈 때까지는 봉구 내에서 화분을 이용할 수 있다. 월동 후 첫 내검은 2월 또는 3월 첫 따뜻한 날에 한다. 봉구 내에 먹이가 충분히 있는가를 확인한다.

월동에 들어가기 전에 질병을 확인한다. 특히 응애, 진디기, 부저병 등을 점검한다.

④ 월동시설 및 포장

월동 봉군은 다음과 같은 조건을 갖추어야 한다.

1. 월동 봉군의 벌 수는 소비 면을 덮고 있는 소비가 10-15매 정도는 되어야 한다.
2. 충분한 양의 꿀 저장되어야 한다.
3. 충분한 화분의 저장(500sq. in.)되어야 한다.
4. 질병이 없어야 하다.
5. 적절한 포장을 하여야 한다.

월동 포장을 잘하여 주면 월동 중에 벌이 얼어죽는 경우가 없고 벌이의 감소도 줄어들어 이듬해 활동이 시작되면 강군으로의 발전이 빨리 이루어진다.

4. 벌꿀의 성분과 특성

꿀은 최초로 발견된 이래 지금까지 변함 없이 이용되어 내려오고 있는 최고의 물질이다. 꿀은 복잡한 소화과정을 거치지 않고 흡수되는 당이다. 꿀과 관련하여 4000년 전의 기록이 있다(Crane, 1975).

꿀의 종류는 밀원의 종류, 단일 밀원과 혼합밀원, 생산 지역, 생산 계절에 따라서 여러 종류로 나누고, 꿀의 물리적인 상태에 따라서는 소밀, 분리밀, 반고체 꿀로 분류한다. 그리고 꿀은 가공이 필요 없이 생산될 때의 물리적 상태 그대로 소비자들에게 전해진다.

가. 꿀의 성분

꿀의 성분은 벌들이 수집하는 지역과 꽃꿀에 따라서 차이는 있으나 유의할 정도의 차이는 아니다.

Table 3.1.2. Average compositions of honey*

Component	Average	Standard Deviation	Range
Moisture	17.2	1.5	12.2-22.9
Fructose	38.4	1.8	30.9-44.3
Glucose	30.3	3.0	22.9-40.7
Sucrose	1.3	0.9	0.2-7.60
Maltose	7.3	2.1	2.7-16.0
Higher Sugars	1.4	1.1	0.1-3.8
Free Acid as Gluconic	0.43	0.16	0.13-0.92
Lactone as Gluconolactone	0.14	0.07	0.0-0.37
Total Acid as Gluconic	0.57	0.20	0.17-1.17
Ash	0.169	0.15	0.02-1.028
Nitrogen	0.041	0.026	0.00-0.133
pH	3.91		3.42-6.10
Diastase	20.8	9.8	2.1-62.1

*Data for 490 samples of U.S. honey (White, Riethof, Kushnir, & Suber, 1962)

1) 수분

꿀의 수분 함량은 소비에 저장된 기간 및 분리 후 꿀의 저장상태에 따라서 다르다. 소비에 저장된 꿀의 수분함량은 꽃꿀 본래의 수분 함량, 기후상태, 봉군세력 등에 따라서 다르다. 벌통 안에서는 벌들에 의해서 조정되고 채밀 후에는 저장 전후상태에 따라서 다르며, 저장 중에는 꿀의 품질 변화에 영향을 미친다.

2) 꿀의 당

꿀은 고형분의 95% 이상이 천연 당이다. 거의 sugars, monosaccharides이고, sugars는 분자의 크기와 복합체에 따라서 분류한다. monosaccharides가 더 많은 복합 당 형태로 되어 있다. 꿀의 당은 주로 dextrose(glucose)와 levulose(fructose)로 되어 있으며 그 외 sucrose(table sugar), lactose(milk sugar), maltose(malt sugar)와 disaccharide, oligosaccharides 등 여러 종류의 복합 당이 들어있다.

꽃꿀에서는 발견되지 않은 여러 종류의 당은 저장되어 있는 동안, 벌의 효소 및 꿀의 산에 의해 형성된다. glucose와 fructose은 전 당의 85~95%이며 꿀의 당도, 열량, 물리적인 특성을 결정한다. d-fructose은 꿀의 흡수성을 반응한다. d-fructose은 d-glucose보다 더 잘 녹는다. 꿀의 결정은 꿀의 포화 용액으로부터 glucose의 함수 결정으로 분리되는 것이다.

꿀에서 발견되는 3개의 주요 carbohydrates은 mono, disaccharides, higher sugars로 꿀의 종류와 지역에 따라 차이가 있다. 꿀의 물리적 특성은 glucose와 fructose의 조성에 따라서 다르다. glucose와 fructose의 비율은 꿀로 저장되는 꽃꿀에 의해 결정된다. 미국에서 생산되는 439개의 꿀을 검사한 결과 fructose보다 glucose가 더 많았다(White 등, 1962).

3) 꿀의 산도

꿀은 당도가 높기 때문에 특별히 꿀의 산을 감지할 수 없다. 수 년 전까지는 주로 citric 산이 많았으며 그 외 formic, acetic, malic, succinic 산은 소량이었다. 1960년 Stinson 등은 꿀의 주요산은 gluconic 산이고 dextrose로부터 유도된다고 하였다.

거의 모든 꿀에는 gluconic산이 있으며 glucose oxidase에 의해 생성된다. 꿀이 숙성되는 동안 bacteria의 활동에 의해 일어난다. 꿀에 들어 있는 산 함양의 차이는 꽃꿀이 꿀로 전환되는 환경, 봉군세력, 꽃꿀의 sugar농도, glucose oxidase에 따라 결정된다(White, 1975)고 한다.

전진 등(1962)은 꿀에서 7~8종의 유기산 성분을 확인 보고하였으며, 이등(1971)은 채래종 벌꿀에서 citric acid, succinic acid, oxalic acid, lactic acid, succinic acid을 보고하였고, 김등(1989)은 다른 꿀에서는 볼 수 없는 tartaric acid이 밤꿀과 토종꿀에서 각각 303.4mg/kg, 142.6mg/kg 검출하였다고 보고하였다.

꿀에 들어 있는 산의 함량은 pH값으로 나타낸다. pH는 용액 중 수소이온농도를 log로 표시한 것이다. 이 것은 꿀의 산 함량보다도 무기물 함량을 나타낸다. 꿀의 pH 범위는 3.2~4.5이고 평균 3.9이다. 이 정도는 약 식초에 해당된다.

4) 무기물

꿀의 무기물 함량은 평균 0.17이나 0.02~1.0이상 다양하다. 색이 짙은 꿀이 밝은 꿀에서 보다 더 높다. 꿀에 들어있는 주요 무기물은 potassum, calcium, sodium, phosphorus, magnesium, iron, copper, zinc 등이다.

5) 효소

가) Invertase

벌꿀에 들어 있는 효소는 대부분 벌의 분비에 의해 함유하게 되고 다소는 식물의 효소가 포함된다. 화분의 invertase는 꿀로 들어가지 않는다. sugar는 세포벽 invertase에 의해 전환된다. sucrose 분해효소는 중요한 효소로서 꽃꿀의 sucrose를 안정적인 glucose와 fructose로 바꾸는 효소다. 꿀이 숙성될 때 더 증가한다. 꿀의 invertase는 yeast invertase와는 다르다. 꿀에 들어 있는 효소의 활성은 꿀의 저장온도와 기간에 따라서 감소된다.

어떤 꿀은 sucrose 함량이 많은데 이는 대부분 꽃꿀을 많이 분비하는 꽃으로부터 수밀하거나 고농도 sugar nectar 때문이며 벌과는 관계가 없다. 이러한 꿀은 때로는

국제적 벌꿀 시장에서 부정적으로 받아들인다.

sucrose 함량이 높은 꿀은 24~30℃에 몇 주 또는 한 달간 두면 전화효소의 활동으로 긍정적인 수준까지 내려간다고 한다(Deifel 등, 1985).

나) Glucose Oxidase

이효소는 벌에서 분비되어 nectar로 유입된다고 한다(White 등, 1963). 꽃꿀이 숙성되는 동안 적은 양의 glucose를 gluconolactone로 전화시키고 그 양은 꿀 자체에 들어 있는 gluconic acid 량과 같다. 꿀에서는 glucose oxidase activity이 일어나며, 생성되는 peroxide는 꿀의 발효 및 오염으로부터 안정화를 이루는데 기여한다. 효소의 활성을 측정하려면 꿀을 희석하여야 하며, 효소의 활동으로 생성되는 산은 항균성이 있는 것으로 알려졌다. 꿀에는 pinocembrine이라는 열안정성을 이루는 산도 있다고 한다(Graham, 1992).

다) Diastase

이 효소는 destroys starch로서 숙성 시에 벌로부터 분비되어 꽃꿀에 유입된다. 그 기능은 잘 알려져 있지 않다. 모든 효소처럼 열에 잘 파괴된다. 열과 관련되기 때문에 꿀 가열처리에 오래 동안 이용되어왔다. 30℃에서 200일간 보관 시 절반 수준으로 파괴되었다.

라) 기타 효소

미량이나마 꿀에는 hydrogen peroxide을 분해하는 catalase가 있다. phosphatase, lactase, protease, lipase, inulase 등 효소가 있다.

6) 단백질

꿀에는 소량의 단백질이 들어있다. Bergner와 Diemair(1975)은 꿀에는 5가지 단백질이 있는데 벌로부터 3개, 꽃으로부터 2개가 유입된 것이라고 보고하였다. 설탕만을 급이하였을 때는 7개가 분리되었으나, 자연꿀에서는 18개를 분리되었다. 꿀에 들어

있는 질소성분의 35-65%는 자연에서 발견되는 비단백질이다(Marshall과 Williams, 1987).

꿀에 있는 단백질 침전물질 유무에 따라서 천연꿀과 가공꿀을 구분하기도 한다. Paine등(1934)은 꿀에 있는 유동성 물질의 약 절반이 단백질이라고 하였다.

7) 아미노산

비단백태 질소의 대부분은 아미노산이다. 꿀의 생산 지역에 따라서 아미노산의 조성이 다를 수 있으며, 먹이로부터 유입될 수 있다. 벌꿀에는 특히 proline이 우세하다. Davies (1975)는 전 시료의 절반에서 검출하였으며, Bergner와 Hahn(1972)은 설탕 급이 꿀 13개 시료의 89% 가 prolin이 검출되었으며 13개의 천연꿀에서는 75%가 검출되었다고 한다. 꿀의 prolin 함량은 평균 53.3mg/100g이고 꿀에 들어 있는 아미노산은 벌과 화분 및 효소와의 관계에 따라서 다르다.

8) 꿀의 색

꿀의 색과 관련하여 확실한 물질이라고 알려진 것은 거의 없다. 많은 것이 관련되어 있다고 할지라도 꿀 색은 다양하다. 천연꿀은 거의 무색인 것에서부터 매우 밝은 황색, 짙은 검은 색에까지 다양하다. 밝은 색 꿀은 지용성 색보다도 수용성 색이 적게 함유하고 있다. 지용성 색은 자연에서는 carotenoid 이다. Polyphenols이 꿀에서 발견되고 산화에 의해 어두운 색으로 된다. Amino-carbonyl 반응에 의해 melanoidin 이 들어 있고 flavanoid 색소는 nectar와 꿀 및 화분으로부터 추출되었다. 꿀은 저장하거나 열을 가하면 어두운 색으로 된다. 꿀의 색은 향기와도 관련있다. 밝은 색의 꿀은 은유한 향기가 있고 짙은 꿀은 더욱 뚜렷한 맛이 있다. 꿀의 색은 향기와 맛과 관련되기 때문에 거래 시 제한을 받으나 꿀의 색은 일반적으로 품질과 관련되는 것은 아니다.

9) Hydroxymethylfurfural (HMF)

이 물질은 monosaccharide의 분해산물이다. 특히 산 상태에서의 fructose가 분해

되었을 때 나타난다. 벌꿀이 통에서 농축, 숙성 될 때 fructose로부터 생성되고 산도가 적정 값으로 유지된다. 모든 화학적 반응과 같이 열처리 시에 촉진된다. 이 물질에 관해서는 70년 전부터 논의되어왔으며 초기에는 인공꿀과 천연꿀을 식별하는데 이용하기도 하였다. HMF은 단순한 꿀색에 관한 시험이었다. HMF은 꿀을 저장하고, 열처리 온도와 시간에 따라서 일어나며 이는 효소의 파괴가 원인인 것으로 입증되었다. HMF의 축적량은 저장온도와 기간에 영향을 받는다. HMF량은 소비 꿀에서보다 추출 꿀에서 더 높고 저장과 처리 시 더 증가한다.

천연 꿀이라도 벌꿀의 HMF 값은 유통 중에도 일어날 수 있기 때문에 HMF 값으로 꿀의 진위를 가리기는 어렵다.

HMF는 caramelization 또는 mailard 반응에서 생기는 분해산물로 반응정도는 밀원에 따라서 다르고, HMF 생성은 fructose 함량이 많은 꿀로 잡화꿀이나 밤꿀보다는 아까시아 꿀에서 증가율이 더 높고, 저장 온도가 높고, 기간이 길수록 증가한다고 한다(이, 1995).

10) granulation

꿀이 과포화 용액일수록 입자가 증가된다. 이러한 꿀은 불안전하며 결정상태를 이룰 때 용액이 안전한 상태로 돌아간다. 대부분의 꿀은 결정되고 결정되는 양은 dextrose 함량과 동등하다. 꿀의 결정은 꿀 중 sugar 조성, 수분함량, 온도와 관련되며, 대부분의 꿀은 입자를 가지고 있기 때문에 정상적인 꿀도 결정체를 갖는다. 이 결정체 물질은 monohydrate of dextrose이다.

어떤 꿀은 전혀 결정 입자가 없는 것도 있지만 어떤 꿀은 채밀 후 수일 내 결정이 일어나기도 한다. 소비에 저장되어있을 때도 생긴다. 결정입자는 단단하고 투명하며 둥글다. 열처리하면 결정이 지연된다. 결정입자가 있으면 부드러운 느낌이 감소된다. 결정된 꿀을 27-30℃에 두면 꿀은 부드러워 진다.

꿀에도 세균이 성장할 수 있다. 그러나 당도가 60% 이상이고, pH4 보다 낮으면 세균은 증식할 수 없다.

나. 화밀(꽃꿀, nectar)

인간은 꿀을 현재도 그리고 수 천년 동안 식품으로 이용하여왔다. 꿀은 인간이 지구상에서 얻을 수 있는 가장 값싸게 얻을 수 있는 최고의 당이다. 꿀벌의 활동 중 중요한 것은 화밀을 수집하여 꿀로 전환하여 저장하는 것이다. 다른 어떤 생물도 별만큼 화분매개를 잘 하는 것은 없다. 식물과 화분매개관계는 고대로부터 이어져온 상호 생존법칙이다(Kevan과 Baker, 1983). 꽃이 피고 열매를 갖는 식물은 화분매개를 함으로서 생산량이 더 증가된다. 꿀을 분비하는 식물은 타화 수정을 함으로서 충실한 열매를 맺게된다. 꿀을 분비하지 않은 식물은 대부분 자화 수정을 한다. McGregor(1976)에 의하면 벌이나 생물들에 의해 수분 매개를 함으로써 증산되는 식량은 전 세계 식량의 약 15%에 달한다.

화밀(nectar)은 식물의 밀선으로부터 분비되는 당액이며, 아미노산, 유기산, 단백질, 지방, 항산화제, dextrin, 무기물, 효소 등을 함유한다(Baker와 Baker, 1983). 당의 함량은 환경, 밀원의 종류, 수집시간 등에 따라서 4~5%으로부터 60%까지 이르고 총 고형분 함량은 92%까지 발견된다(Brewer 등, 1974). 화밀에 들어 있는 주요 당은 sucrose, glucose 및 fructose 이며(Percival, 1961), 화밀은 당 조성에 따라서 a) sucrose가 우세한 nectar, b) sucrose, glucose, fructose가 서로 비슷하게 들어 있는 nectar 및 c) hexoses가 우세한 nectar 등으로 분류하기도 한다.

벌에 설탕용액을 급여 시에는 저장된 꿀에서 sucrose가 많이 검출된다(Waller, 1972). 벌은 sugar 조성에 따라서 nectar을 수집하기보다는 nectar가 풍부하고 쉽게 모을 수 있는 꽃으로부터 수집한다고 한다(Southwick 등, 1981).

nectar에 들어 있는 아미노산 함량은 너무 낮아 벌에게는 별 도움이 안되며 총 고형분 100mg당 0.002-4.8mg 검출된다고 한다(Mostowska, 1965). 그러나 아미노산은 모든 nectar에서 검출되지만 그 조성은 꽃에 따라 다르다.

다. 꿀의 약리 효과

오늘날 꿀의 이용은 주로 영양 및 감미료로서 이용되고 있지만 과거에는 조상들

은 꿀을 약용으로 많이 이용하였다. 즉 위장장애나 감기 몸살 및 피부 질환에 많이 사용한 것으로 사료되었다. 벌꿀의 의학적 효과를 요약하면, 박테리아 억제 효과, 대사에너지로의 신속한 이용, 간기능 촉진과 해독효과, 소화기관의 연동운동 촉진에 의한 변비 치료 효과 등이다.

꿀에는 glucose oxidase의 활성화에 의해 생성되는 gluconic acid를 비롯하여 citric acid, formic acid, acetic acid, malic acid, succinic acid, oxalic acid, lactic acid, benzoic acid, cinnamic acid 등 여러 종류의 유기산(김 등, 1989) 및 과산화물인 항균물질(차와 방, 1999)이 들어있어 세균 성장이 억제되며, 생리활성물질로는 flavonoids와 phenolic acids를 포함하여 tannin, methyl syringate 등 많은 phenol계 물질이 있음을 확인하였다(Ferrerres end, 1991; 윤, 2003).

꿀에서 검출되는 항균활성물질이나 항산화물질 등은 대부분 벌에 의해 꽃꿀로부터 유입되기 때문에 꿀의 생리활성 효과는 밀원의 종류에 따라서 다르다. 우리나라의 밤꿀(김 등, 1990) 이나 뉴질랜드의 마누카(Manuka)꿀(Al-Mamary 등, 2002)은 생리활성 효과가 탁월한 기능성 꿀로 밝혀지고 있다.

꿀은 벌에 의해 꽃의 꿀이 저장되는 것이므로 각종 꽃에서 분비되는 꽃꿀에는 아미노산, 유기산, 단백질, 지방, 무기물, 비타민, 효소와 항균 및 항산화물질 등이 포함되어 있기 때문에 이들 유기성분들은 질병 예방 및 치료에 직·간접적으로 효과가 있을 것으로 사료된다.

5. 우리나라의 벌 사육 역사 및 현황

가. 우리나라의 꿀벌 사육 역사

현재 농가에서 사육하고 있는 동양종 벌(*Apis cerana*)이 한반도에 정착하게 된 것이 언제부터인지 알 수 있는 기록은 없으나 처음으로 기르기 시작한 것은 고구려 주몽 시대(BC 58~18)인 것으로 알려지고 있다(유, 1988; 장, 2002).

동양종 벌을 기르기 시작한 역사는 오래되지만 사양관리는 거의 개선되지 않고, 지금은 산촌의 농가에서 고착형태로 사육하여 맥을 유지하고 있다.

동양종 양봉에서 개량된 것이라면 사육통일 것이다. 필자의 견해로는 50~60년대만 하여도 원형의 통나무 통을 사용하였으며 지금도 사용하는 농가가 있는 것으로 생각한다. 그러나 근래(1980년대)에는 대부분의 토종벌 사육농가에서는 개량통인 한 되들이 사각형 통을 몇 개 씩 연결하여 한 봉군으로 하고있다. 통의 연결은 벌이 증식됨에 따라서 연결하며 통 밑에는 먹이통을 넣어 주는 받침 통이 있다. 동양종 벌통의 규격은 유통 시 판매 단위에 맞게 정하고, 밑받침 통은 먹이통을 넣어주도록 되어 있다.

나. 우리나라의 꿀벌 사육 현황

1900년대 초 서양종 벌이 도입된 이후 서양종 벌이 급속도로 증가하면서 우리나라 양봉업은 서양종 양봉업 위주로 이루어지고 동양종 양봉업은 점점 밀려나 지금은 지리산 권(전라남북도와 경상남도) 및 강원도와 충청도의 일부 지역 산촌 농가에서 많이 사육하고 있다.

특히 지리산 권(산동, 토지, 산내, 청암, 시천, 마천 등)에는 37백여 농가에서 71천여 통을 사육하고 있는데 이는 우리나라 토종의 1/3이 넘는다.

꿀벌의 사육봉군 수는 기록에 의하면 1928년도 우리나라의 벌 총 사육통 수는 170,705통이고 이중 동양종 벌 사육통은 143,304통으로 총 사육통 수에 대한 동양종 벌의 사육 비율은 84%이었다. 2002년도의 통계로는 우리나라의 벌 총 사육 통 수는 1,772,458통(농림부 가축통계자료, 2004)으로 1928년도에 비교 10배 이상 증가하였는데 동양종에 비교 서양종이 급속도로 증가하였다. 동양종인 토종벌의 사육통 수는 298,571통으로 총 사육벌통의 17%로 개량종과 토종벌의 사육비율은 1928년과는 정반대의 현상이었다.

벌 사육농가는 42,666 농가(2001년)로 농가 당 평균 약 36통(서양종+동양종)이고, 주로 소규모의 부업 양봉 형태가 제일 많고 전업으로 하는 농가는 약 100~300통을 가지고 이동양봉 형태로 하고 있다.

한국토봉협회 자료에 의하면 토종벌 사육농가는 20,207(전국토봉발전협의회, 2003)호이고, 사육통수는 375,000통이며 30통 미만의 농가가 약 78%이다. 대부분의 농가가 토종벌 보호구역으로 설정한 지역 내에서 고착형태로 사육하고 있다. 필자의 조사로는 대부분의 농가가 수십 여 통씩 부업인 형태로 사육하고 있었으며, 농가 중에는 100~400통을 사육하고 있는 농가도 다 수 있었다.

다. 지리산 권의 농업 및 한봉업의 현황

지리산은 485평방km²에 달하는 광대한 넓이와 둘레의 길이가 320킬로에 달하는 거대한 산이다. 해발 1700m이상 되는 봉우리가 6개(반야봉, 촛대봉, 제석봉, 천왕봉, 중봉, 하봉)이고, 1500m가 넘는 봉우리는 15개나 된다.

기후는 한반도 전체의 기후 패턴을 이루지만 산이 넓고 높은 산악지형을 형성하고 있어 국지형의 기후현상이 수시로 발생한다. 특히 여름철에는 지리산을 둘러싸고 있는 다른 지역과는 현저히 다른 기후를 보인다. 습기발생과 대류작용이 장대한 산악사면을 따라 활성화할 소지가 많기 때문에 다른 지역은 맑아도 지리산에서는 계속 비가 내리는 현상이 발생한다.

산밑의 온도가 30℃를 웃돌 때 능선의 기온은 20℃ 안팎에 머물러 10-15℃의 일교차가 생기고 단풍 철 눈이 내리면 난, 온, 한대의 산록의 모습을 쉽게 볼 수 있다.

지리산의 대표적 수종은 졸참나무와 참나무이지만 능선과 계곡에 따라 1300여 종의 식물이 자생하여 풍부한 밀원을 형성한다. 특히 세석평전의 철쭉, 바래봉의 진달래, 만복대의 산수유, 노고단의 원추리등 군락지가 장관을 이루고 또한 지리산에서는 여러 종류의 식물이 자라 한봉농가에는 좋은 밀원자원이 된다(한국자연보존협회, 1993).

지리산의 행정구역상으로는 경남, 전북, 전남의 3개도, 5개군, 15면에 걸쳐 있지만, 토종벌을 집중적으로 많이 사육하는 지역은 5개시·군 6~10개면(남원시 산내면, 인월면, 산동면, 구례군 산동면, 토지면, 간전면, 하동군 청암면, 산청군 시천면, 함안군 마천면, 휴천면)에서 2,593농가가 85,335통을 사육하고 있다(오와 박, 2002). 이는 전국 사육통 수의 약 33%에 해당될 만큼 지리산 권 전체는 토종벌사육 권이고 각 시·군에서는 해당지역을 토종벌사육 보호지역으로 지정하여 이동양봉(개량양봉)의 진입을 불허하고, 토종꿀 생산을 농업특산품으로 하고 있다.

토종벌 사육과 관련 사양기술의 개선, 관련 기구의 개량, 연구 등이 전무한 상태에서 오늘에 이르렀으므로 우리나라 어느 지역의 사육농가를 막론하고 봉군의 사양관리가 개량양봉과 같이 기술적 관리가 아니고 봉군의 관리는 급이에 의해 꿀 생산이 전부이므로 농가의 꿀 생산량과 질은 당액의 급이에 따라서 좌우되고 있다.

라. 토종벌(동양종)의 전망과 육성

토종벌은 개량종인 서양종벌에 비교 몸집이 작고, 허의 길이에 있어서도 동양종은 5.26mm인데 비하여 서양종벌은 6.50mm로 1.24mm더 짧다(강원도농촌진흥원, 1983). 허의 길이는 화밀의 수밀력과 관련있기 때문에 꿀 생산력이 동양종벌은 서양종벌 보다 떨어진다고 한다(최, 1988; 이와 최, 1986).

동양종 벌이 서양종 벌보다 수밀력은 떨어지지만 토종벌은 밀납을 잘 분비하고, 벌집은 수지물을 적게 섞어서 잘 부서지기 때문에 소밀을 생산하는데는 더없이 적합할 것으로 본다. 그리고 소밀과 분리밀 간 성분 차이와 건강 효과에 대하여 검증을 하여야 하겠지만 소비에는 여러 유용성분이 많이 있을 것으로 사료된다.

향후 꿀에 대한 가치를 건강증진으로 인식하여 이용할 때 꿀 생산은 기능성 꿀 생산으로 전환되어야 하기 때문에 소밀로 생산하는 것이 기능성 꿀로서 더 가치가 있을 것이므로 토종벌은 기능성 소밀을 생산하는데는 서양종보다 유리할 것으로 생각한다.

꿀 생산과 관련하여 소상 및 관련 기구의 개발과 연구가 서양종 양봉업에서는 수세기 전부터 이루어져 현대 개량종인 양봉에서는 기술적인 사양관리로 꿀 생산이 토종벌에 비교 3~5배나 더 생산되고 있다(최, 1988). 그러나 토종벌에서는 기구의 개발 및 연구가 전무한 상태이고 사양기술도 거의 개발되어 있지 않다.

현대의 국가에서 국가의 발전은 물론 국가의 산업 발전과 육성이 정책수립과 투자가 없이 이루어지기는 불가능하다. 전 세계의 양봉 선진국을 보면 국가의 정책적 지원 및 투자가 활발하게 이루어지고 있다. 그러나 우리나라는 아직까지도 양봉업에 대한 정책이 마련되어 있지 않을 뿐만 아니라 정부의 투자도 전무한 상태다. 이러한 상황에서 우리나라 양봉업의 발전을 기대하기란 어렵고, 오늘날 농업 생산의 세계적인 추세는 친환경농업으로 나가고 있으며 농작물 생산에 있어서 양봉의 역할이 지대하고, 자연계 식물에서 만들어 내는 당 원료를 이용하는데 벌이 아니고는 거의 불가능하다.

인간이 어떻게 꽃이 분비하는 꿀을 이용할 수 있는가? 벌이 아니고는 불가능하다는 것을 알았을 때 선진 제 농업국가에서는 벌을 이용한 작물의 화분매개에 널리 이용하여 많은 증수효과를 얻고 있다.

우리나라는 국토의 70%이상이 산지인 것을 감안하면 벌을 이용한 산지활용은 현재의 농가소득을 배가시킬 수 있는 계기가 될 수 있다고 본다.

그리고 현재의 우리나라 토종별 양봉업을 육성 발전시키려면 다음의 3가지 조건이 선행되고 추진되어야 한다.

첫째는 정부의 양봉정책 수립 및 투자가 이루어져야 한다. 정책에는 양봉업으로의 산지 이용 및 개발, 봉산물의 이용 및 가공, 양봉농가 자금지원, 전담기구 및 부서 설립 등이 포함되어 총 망라한 종합적인 양봉정책이 수립되어야 한다.

둘째는 밀원식물 및 작물의 조성 및 개발이다. 벌은 생활에 필요한 먹이를 꽃으로 얻기 때문에 밀원식물이 없이 벌을 사육하는 것은 불가능하다. 따라서 정부는 양봉의 육성과 함께 밀원식물에 대한 정책도 수립하여야 한다. 루마니아, 폴란드 등 유럽의 동구권 나라에서는 밀원식물을 개량하여 육성하고 있다.

셋째는 연구 및 기술개발의 필요성이다. 인간생활에 필요한 자원 대부분은 생물체로부터 얻고 있기 때문에 선진국가에서는 앞다투어 생물산업에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 따라서 벌로부터 자원의 활용 및 많은 봉산물을 얻으려면 토종별과 관련 지속적으로 연구 및 기술개발이 이루어져야 한다.

꿀을 비롯하여 봉산물은 인간에 매우 유용한 자원이며 우리나라는 밀원식물을 조성시킬 수 있는 산지가 많고 기후도 벌 사육에 적합하므로 양봉에 대한 정부당국의 인식만 전환된다면 양봉업은 획기적으로 발전하리라고 확신한다. 특히 개량종 양봉업보다도 토종별 양봉업이 더욱 발전할 것으로 확신하는데, 그 이유로는 앞으로의 꿀 소비는 당 차원의 식품으로서 이용보다는 건강 증진차원으로 이용되어 갈 추세이므로 토종별의 꿀 생산은 개량종 벌에서의 분리밀 생산과는 달리 소밀로 생산되어지고 벌집에는 건강관련 유용성분이 많이 함유되어 있기 때문이다.

제 2 절 연구개발 내용 및 방법

1. 연구내용

가. 우리나라 토종벌의 사육현황 및 사양관리에 관한 조사

- 1) 토종벌의 사육현황
- 2) 봉군의 계절적 증감 현상과 사양관리
- 3) 토종벌의 사육특성 및 육성방향

나. 시중 토종꿀 및 지리산 권 토종꿀의 품질과 특성

- 1) 꿀의 저장
- 2) 시중 토종꿀의 품질
- 3) 지리산 권 토종꿀의 품질과 특성

다. 천연 소재의 탐색, 제조 및 특성

- 1) 천연 먹이의 탐색
- 2) 과즙의 제조
- 3) 과일 종류별 과즙의 특성

라. 과즙의 이용 및 생산 꿀의 특성

- 1) 실험실에서의 당도, 온도 및 시간 별 급이 용액의 pH 변화
- 2) 벌통 내 급이 먹이의 pH 변화
- 3) 당액 먹이의 적정 당도 설정
- 4) 과즙 먹이의 특성
- 5) 과즙 급이 꿀의 품질 및 특성
- 6) 포도즙 급이 꿀의 품질 및 특성
- 7) 당 종류별 배즙 급이 꿀의 특성

- 8) 과즙 급이 봉군의 저밀 위치별 꿀의 특성
- 9) 과즙 급이 봉군의 채밀 시기별 꿀의 특성
- 10) 생산지별 과즙 급이 꿀의 특성
- 11) 꿀 추출 방법별 과즙 및 농가 꿀의 특성
- 12) 과즙 이용 시 문제점 및 경제적 효과

마. 토종꿀의 기능화를 위한 당 희석 용액의 탐색

- 1) 기능성 용액의 특성
- 2) 기능성 용액을 급이한 꿀의 특성
- 3) 첨가 당 종류 별 추출액 급이 꿀의 특성
- 4) 추출방법에 따른 꿀의 성분

2. 방법

가. 실험 양봉장 및 봉군의 사양관리

실험 양봉장은 구례지역 3개 양봉장과 대학 내 1개 양봉장으로 하고, 전 봉군은 월동 후실험에 들어가기 전 2월 20일 경부터 4월 10일 전후까지는 봉세 증식기(월동 봉군의 강군육성기)로 사양관리하고, 이후 유밀기(4월 10일~6월 30일 전 후)에는 실험 기간으로 설정하여 사양관리 하였다.

실험 봉군의 급이 시스템은 표 3.2.1와 같이 사양관리 하였으며, 기타 실험 봉군의 질병예방과 관리는 일반적인 봉군관리에 준하였다.

각 실험구의 봉군은 매 실험마다 약군은 봉군세력이 비슷한 강군으로 교체하고 각 처리구의 봉군 수는 2~3통으로 하였다.

Table 3.2.1. Feeding system in winter and experimental period

월동봉군 사양관리	먹이	화분사료
	월동 후 봉량	3,500~5,500
	급여 기간(년)	당해 년 2월 20±2일 ~ 6월 20±2일
	1회 급여 량	200g~500g
	급여 횟수	먹이상태에 따라서 수시로 급여
	먹이	액상사료(설탕액)
	급여기간	당해 년 2월 20±2일 ~ 4월 10±2일
	1회 급여량	500g~1kg
	급여 횟수	주 1~2회
	실험 전 봉량 (마리)	15,000~20,000
실험봉군 사양관리	시료 먹이	설탕액, 먹이꿀, 포도즙, 사과즙, 배즙, 단감즙, 녹차추출액, 밤꽃추출액, 인삼 추출액, 매실 추출액, 유청
	급여 기간	1 차 : 4월 20±1일 ~ 6월 20±1일 2 차 : 9월 10±1일 ~ 11월 10±1일
	1회 급여량	500g~1kg
	급여 횟수	실험계획에 따라서 급여
	시료 꿀 채취	1 차 : 6월 20±2일 2 차 : 11월 20±2일

나. 급여 액상 먹이의 당도 조정

설탕 용액은 물을 끓인 후 설탕과 물 1.5 : 1 비율(무게)로 하여 당도 45±1~50±1%로 하고 먹이꿀은 시중에서 구입하여 끓인 물로 희석하여 당도를 조정하였다.

포도즙, 사과즙, 배즙, 단감즙, 녹차추출액, 밤꽃추출액, 인삼 추출액, 매실 추출액, 유청등 급여 용액의 당도는 설탕과 먹이꿀(사양꿀)로 당도를 조정하여 냉장 보관(0~1℃)하여 급여하였다.

다. 추출용액의 조제

밤꽃추출액은 떨어진 꽃송이를 모아서 꽃 5kg에 물 20kg으로 하여 90±1℃에서 2일간 추출하고, 매실은 신선한 매실 5kg에 물 20kg으로 하여 90±1℃에서 2일간 추출하였으며, 녹차추출액은 건조 녹차 1kg에 물 20kg으로 하여 90±1℃에서 4시간 처리하였다. 인삼추출액은 홍삼추출용기로 추출(건조 인삼 100, 물 1.8kg)한 용액에 5배의 물로 희석하고, 유청은 치즈웨이를 천으로 여과하여 사용하였다. 각각의 용액에 설탕과 먹이(사료)꿀로 당도를 조정하여 액상 먹이로 하였다.

라. 용어의 정의

본 연구에서 먹이꿀(사양꿀, feed honey)이라 함은 벌의 먹이로 이용하기 위해서 전문적으로 생산하거나 제조한 것이라기보다는 보편적으로 품질이 꿀 규격에 미달되어(전화당과 자당) 싼 가격(약 15,000원)에 이용할 수 있는 꿀이었으며, 식품으로 이용할 수 없는 꿀이 아니라는 것을 밝혀두고자 한다.

마. 설문조사방법

우리나라 한봉업의 현황을 조사하기 위해서 전국 한봉농가를 대상으로 설문조사를 하였다. 설문지 문항은 총 31문항으로 사육과 유통관련 15개 문항, 사양관리 9개 문항, 애로 및 육성방향 7개 문항으로 하였다(별첨). 총 500농가에 설문을 발송하였으며, 대상농가 선정은 전국 각 도와 시·군의 담당직원으로부터 관내 한봉농가의 명단을 입수하고 사육규모를 고려하여 선정하였다.

바. 꿀 품질검사

꿀의 품질과 관련하여 pH, 수분, 회분, 전화당(과당, 포도당), 자당, H.M.F. 등을 분석 측정하여 한국양봉협회 벌꿀 봉인검사 품질규격기준과 비교하여 판정하였으며, 꿀의 특성과 관련하여서는 색도, 탁도, 적정산도, flavonoid, 총 페놀, SOD-like activity, 전자공여능을 분석 측정하였다.

1) pH

벌꿀 시료 10g을 증류수로 100ml로 희석하여 pH meter로 측정하였다.

2) 색도

시료 꿀의 색은 색차계(Chromameter CR-200, Minolta Co.)를 이용하여 측정하고 결과는 Hunter L(lightness), a(redness) 및 b(yellowness) 값으로 표기하였다.

표준 색도판은 Minolta calibration plate(No. 20033044, Y=92.7, x=0.3136, y=0.3195)을 사용하였다.

3) 탁도

탁도(turbidity)는 벌꿀 10g을 증류수로 100ml로 희석하여 파장 660 nm에서 흡광도를 측정하였다.

4) 수분

수분은 검사 꿀을 20℃ 굴절률을 측정하여 수분환산표를 이용하여 수분량을 환산하였다.

온도보정 : 20℃ 이상의 온도 ----- 1°마다 0.00023을 더한다.

20℃ 이하의 온도 ----- 1°마다 0.00023을 뺀다.

5) 회분

꿀 시료 5~10g을 달아서 AOAC 회분측정법에 따라 측정하였다.

6) 전화당 및 자당

꿀 시료 1 g을 증류수 25ml에 녹여 아세트니트릴을 이용하여 총 부피를 100ml로 조정하여 50 μ m membrane filter로 여과하여 HPLC로 분석하였다. 칼럼은 카보하이드레이트 칼럼을 사용하였으며, 이동상은 아세트니트릴을 사용하였다. 시험용액 및 당 표

준용액 각 10~20 μ l를 HPLC에 주입하고, 얻어진 피크의 면적으로 시료의 전화당 및 자당의 양을 산출하였다.

7) H.M.F

시료 약 5g을 증류수 25ml로 녹여 50ml 메스플라스크에 옮긴 후, 15% 페르시아화칼륨 용액 0.5ml을 넣어 섞고 30% 초산아연용액 0.5ml을 넣고 섞은 다음 증류수를 표준선까지 채우고 여과하여 시험용액으로 사용하였다. 시험용액 5ml를 두 개의 시험관에 취하고 시험용액 관에는 증류수 5ml를, 공시용액 관에는 0.2% 아황산수소나트륨 용액 5ml를 넣어 잘 혼합한 다음 시험용액은 증류수를, 공시용액은 아황산수소나트륨 용액을 대조용액으로 하여 284nm와 336nm에서 각각 흡광도를 측정하였다.

8) 적정산도

검체 10.0 g을 물 75ml에 녹이고 페놀프탈레인을 지시약으로 하여 10초간 지속되는 연한 홍색을 나타낼 때까지 0.1N 수산화나트륨 용액으로 적정하였다.

계산: 적정산도(meq/kg) = $a * f * 100/s$

a: 적정에 소비된 0.1N 수산화나트륨용액의 양(ml)

f: 0.1N 수산화나트륨용액의 역가

s: 검체 채취량(g).

9) Flavonoids

증류수로 5 배 희석한 꿀 0.5ml에 ethanol 1.5ml, 10% aluminium nitrate 용액 0.1ml, 1M potassium acetate 용액 0.1ml, 증류수 2.8ml을 가해 충분히 교반하여 실온에서 40분간 정치 후 증류수를 blank로 하여 415nm에서 흡광도를 측정하고, 별도로 quercetin 표준 플라보노이드 용액을 사용하여 검량선을 작성하여 총 플라보노이드를 산출하였다(이 등. 2001).

10) Total phenol

총 페놀 함량은 Folin-Dennis 법(Bray와 Thorpe, 1954)에 준하여 측정하였다. 증류수로 100 배 희석한 꿀 1ml에 Folin-Ciocalteu 용액(10배 희석용액) 0.75ml을 가하여 상온에서 5분간 방치한 다음 Na₂CO₃ (6%) 용액 0.75 ml을 가하여 충분히 혼합하여 상온에서 60분 반응시켜 파장 725nm에서 흡광도를 측정하고, 별도로 caffeic acid 표준용액을 사용하여 검량선을 작성하여 총 페놀함량을 산출하였다.

11) SOD 유사활성

Superoxide dismutase (SOD) 유사활성은 Marklund와 Marklund(1974)의 방법에 따라 분석하였다. 간략히, 증류수로 5 배 희석한 꿀 0.5ml에 tris-HCl 완충용액(50 mM Tris, 10 mM EDTA, pH 8.5) 3.0ml와 7.2mM pyrogallol 0.2ml을 가하여 상온에서 10분간 반응시킨 후 1.0N HCl 0.1ml을 가하여 반응을 정지시키고 반응액 중 산화된 pyrogallol의 양을 420nm에서 측정한 값(A), pyrogallol 대신 buffer를 첨가하여 흡광도를 측정한 값(B), 시료 대신 buffer를 첨가하여 흡광도를 측정한 값(C)으로 다음의 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{SOD-like activity (\%)} = \left(1 - \frac{A - B}{C} \right) \times 100$$

12) 전자공여능 (DPPH radical 소거능)

꿀의 전자공여능(electron donating abilities)은 Blois의 방법에 준하여 측정하였다. DPPH(1,1'-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 용액은 100ml 에탄올에 DPPH 16mg을 녹인 후 증류수 100ml을 가하여 Whatman #2 여과지로 여과하여 사용하였다. 증류수로 5 배 희석한 꿀 20 μ l를 96 well plate에 넣고 DPPH 100 μ l를 혼합하여 5분 간격으로 540nm에서 흡광도의 감소를 측정하였다. 시료와 DPPH 첨가 튜브의 흡광도를 측정한 값(S)과 시료 대신 증류수를 첨가한 튜브의 흡광도 값(C), DPPH 대신 50% 에탄올을 첨가하여 측정한 흡광도 값(SB)으로부터 다음 식에 의하여 수소공여능을 계산하였으며, 비교 목적으로 BHT(butylated hydroxy toluene, 0.025% in ethanol)의 수소공여능도 함께 측정하였다.

$$\text{Sample의 수소공여능(\%)} = \left(1 - \frac{S - SB}{C} \right) \times 100$$

제 3 절 결과 및 고찰

1. 우리나라 토종벌의 사육현황 및 사양관리에 관한 조사

우리나라 토종벌의 사육현황과 사양관리 및 특성에 대하여 통계 및 전국의 토종벌 사육농가(500농가)에 설문 조사하였으며, 그리고 지리산 권(토지, 산내, 청암, 마천, 시천) 토종벌 사육농가를 방문하여 사양관리에 대하여 조사하였다.

가. 토종벌(한봉)의 사육현황

현재 우리나라에는 동양종(*Apis. indica*)을 사육하는 농가와 서양종(*Apis. mellifera*)을 사육하는 농가가 있으며, 두 종은 벌의 생리적 습성 및 사육의 특성상 동시에 사육할 수 없기 때문에 사육 권이 양분되어 있다. 사육농가들은 동양종을 토종, 재래종, 한봉이라 하고 서양종을 양봉이라 한다(오 등, 1996). 우리나라에 개량종 벌이 들어오기 전에는 동양종인 재래종 벌을 주로 사육하였다. 그러나 개량종 벌이 도입되고 부터는 관리와 생산성에서 월등히 우수한 개량종 벌이 급속히 증가하여 현재에는 개량종인 서양종 벌이 우리나라 양봉업의 주종을 이루고 있다.

통계에 의하면 토종벌은 1912년 73,542통을 기점으로 하여 30년대는 16만 통까지 증가하였으나, 1940, 1950년대에는 다시 50,000통으로 감소를 보이다가 1980년대부터는 개량종과 함께 완만한 증가하였다.

양봉과 한봉의 사육 증감 변화 추이는 그림 3.3.1에서 보는 바와 같다. 2002년 말 우리나라의 총 양봉농가는 45,131농가이고, 사육 통수는 개량종과 재래종을 합하여 1,772, 458통이며, 이 중 재래종은 298,571통으로 총 통수의 약 17%이다(농업통계, 2002).

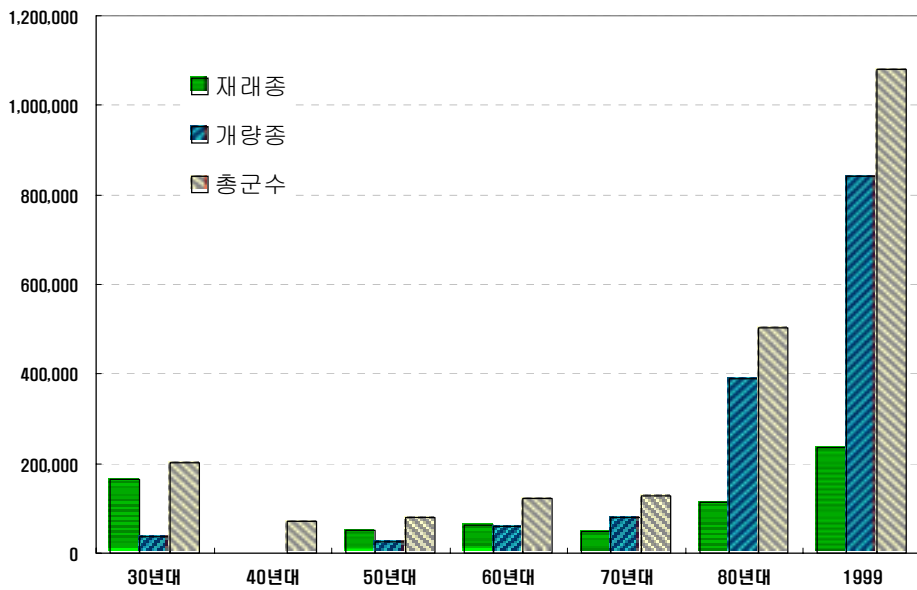


Fig. 3.3.1. Changes in native honeybee colonies in Korea

그림과 같은 증가 추이를 볼 때 향후 개량종 봉군은 더욱 증가할 것이나 재래종 봉군은 정부의 보호 육성 정책이 없는 한 더욱 위축되거나 증가를 한다고 해도 완만하게 증가할 것으로 사료되었다. 그 이유는 다음과 같은 재래종 봉군의 몇몇 특성 때문이라고 사료되었다.

첫째는 재래종 양봉은 개량종 양봉과는 달리 밀원지를 따라서 이동할 수 없고, 한 지역에 국한하여 고착 양봉을 하여야 함으로 봉장 내 밀원이 풍부하지 않으면 꿀 생산량이 떨어진다. 따라서 비교적 자연 밀원이 풍부한 지리산, 설악산, 오대산 등 큰산을 중심으로 제한된 사육 권을 이루고 지역의 산촌 농가에서 사육되고 있기 때문이다.

현재 토종벌의 지역별 사육현황을 표 3.3.1에서와 같이 몇몇 지역에 한정하여 집단으로 사육되고 있다는 것을 알 수 있었다.

표에서 보면 토종벌을 많이 사육하고 있는 도로는 전라북도과 전라남도, 경상남도, 강원도 등이고 지역으로는 지리산 권 5개 면(산내, 토지, 산청, 시천, 마천)에서 가장 많이 사육하고 있었다.

Table 3.3.1. The geographical distribution of honey bee farm in Korean

Region	Number of honey bee farm	Number of bee colony	
		Western honey bee	Korean honey bee
Seoul	122	19,953	790
Busan	109	12,707	1,580
Daegu	170	14,349	211
Incheon	127	5,896	146
Gwangju	236	15,833	611
Daejeon	464	10,869	297
Ulsan	1,824	14,709	572
Gyeonggi	4,245	57,546	7,699
Gangwon	3,067	83,458	27,797
Chungbuk	3,280	98,727	9,969
Chungnam	4,146	92,527	12,190
Jeonbuk	7,018	58,915	64,471
Jeonnam	9,304	90,090	59,484
Gyeongbuk	6,295	255,163	17,157
Gyeongnam	244	136,839	39,845
Jeju		29,616	
Total	40,651	997,197	242,819

지리산은 485평방km²에 달하는 광대한 넓이와 둘레의 길이가 320킬로에 달하는 거대한 산이다. 행정구역상으로는 경남, 전북, 전남의 3개도, 5개군, 15면에 걸쳐 있다. 해발 1700m이상 되는 봉우리가 6개(반야봉, 촛대봉, 제석봉, 천왕봉, 중봉, 하봉)이고 1500m가 넘는 봉우리는 15개이다. 환경부의 지리산 국립공원 계획 변경(안)에 의하면 경남 산청군 삼장면 내원사 및 대원사지구 14.925km², 산청군 시천면 중산리지구 0.966 km², 하동군 화개면 쌍계사지구와 청암면 일원 14.068km², 함양군 마천면 백무동지구 10.054km², 전남 구례군 천은사 및 화엄사, 연곡사 지구 3.01km², 전북 남원시 주천면 구룡폭포지구 1.343km²을 추가로 편입될 예정이라고 한다(한국자연보존협회, 1993).

지리산의 지질학적 특성은 주라기 대의 지각 변동기와 제3기 단층작용에 의해 만들어졌으며 기후는 한반도 전체의 기후 패턴을 이루지만 산이 넓고 높은 산악지형을 형성하고 있어서 국지형의 기후현상이 수시로 발생하곤 한다. 특히 여름철에는 지리산을 둘러싸고 있는 다른 지역과는 현저히 다른 기후를 보인다. 습기발생과 대류작용이 장대한 산악사면을 따라 활성화할 소지가 많기 때문에 다른 지역은 맑아도 지리산에서는 계속 비가 내리는 현상이 발생한다. 산밑의 온도가 30℃를 웃돌 때 능선의 기온은 20℃ 안팎에 머물러 10-15℃의 일교차가 생기고 단풍 철 눈이 내리면 난, 온, 한대의 산록의 모습을 쉽게 볼 수 있다(한국자연보존협회, 1993).

지리산의 대표적 수종은 졸참나무와 참나무이지만 능선과 계곡에 따라 1300여 종의 식물이 자생하여 풍부한 밀원을 형성한다. 특히 세석평전의 철쭉, 바래봉의 진달래, 만복대의 산수유, 노고단의 원추리등 군락지가 장관을 이루고 또한 지리산에서는 많은 약용 식물이 자라 한봉농가에는 좋은 밀원자원이 된다. 따라서 지리산 권은 토종별 사육의 최 적지이므로 5개시군 5개면(남원시 산내면, 구례군 토지면, 하동군 청암면, 산청군 시천면, 함안군 마천면)에서 토종별을 사육하고 있는 농가는 2,593농가에서 85,335통을 사육하고 있었으며, 이는 전국 토종별 사육통 수의 약 33%에 이른다. 현재 지리산 권 전체는 토종별사육 권이고 각 시·군에서는 해당지역을 토종별사육 보호지역으로 지정하여 이동양봉(개량양봉)의 진입을 불허하고, 토종꿀 생산을 농업특산품으로 하고 있었다.

이와 같은 토종별의 특성 때문에 토종별 사육은 비교적 밀원식물이 풍부하고 년 중 계속될 수 있는 지리산, 설악산, 소백산 등을 중심으로 제한된 사육 권을 형성하고 있었다.

둘째는 벌의 활동영역 내(반경 2km)에서 개량종인 양봉과 재래종인 한봉을 사육할 수 없기 때문이다. 그 이유는 동양종인 재래종 벌은 서양종인 개량종 벌에 비교하여 체구가 적고 성질이 온순하여 개량종 벌이 저장된 먹이를 착취하려고 통으로 들어와도 방어하려 들지 않는다. 그리고 집단적으로 계속침입하면 방어력을 상실하고 마침내는 도망가버린다. 이러한 이유로 인하여 우리나라의 벌 사육농가는 개량종을 사육하는 양봉농가와 재래종을 사육하는 한봉농가로 양분되어 있다. 상호협조하고 공존하면서 기술과 정보를 교환하기보다는 적대적 관계에 있으며, 몇몇 시·군에서는 특정

지역을 한봉 보호지역으로 설정하여 토종벌 농가를 보호 하고있는 실정이다.

셋째로는 재래종 벌은 개량종 벌에 비교 꿀 생산량이 떨어지기 때문이다. 꿀벌의 생산능력 중 수밀력은 꿀 생산량과 밀접한 관련이 있는데 1회 반입하는 화밀 량은 서양종인 개량종 벌은 27.0mg이나 동양종인 재래종 벌은 15.5mg이고, 실제 봉군당 꿀 생산량도 재래종은 0.9kg에 불과하나 개량종은 3.7kg으로서 4배 이상 차이가 나는 것으로 보고되었다(강원농촌진흥원, 1983).

토종종 벌이 개량종 벌에 비교 수밀력이 낮은 원인은 수밀력과 관련이 있을 것으로 보는 허의 길이에서 개량종인 서양종 벌은 평균 6.5mm으로 동양종인 재래종 벌은 평균 5.3mm보다 1.5mm나 더 길고(강원농촌진흥원, 1983), Kellogg(1929)는 중국의 동양종 꿀벌에 대한 허의 길이를 조사한 바 평균 4.8mm로서 유럽종의 66.2%에 불과하다고 밝혔다. 그 외 일벌의 체중, 몸의 크기 등 형태적으로 재래종 벌은 개량종 벌에 비교 열세이므로 수밀력이 떨어진다는 여러 보고가 있다(최, 1988; 이와 최, 1986; 강원농촌진흥원, 1983).

이와 같은 여러 이유로 새로 벌 사육을 희망하는 농가가 토종벌보다는 개량종인 서양종 벌 사육을 원하고, 토종벌을 사육하는 농가 중 일부의 농가에서도 개량종 벌 사육으로 바꾸고 있기 때문이다.

그러므로 향후 우리나라의 봉군 (재래종, 개량종)의 증가추이는 서양종 봉군은 증가할 것이나, 토종벌 봉군은 사양기술, 꿀 품질에 대한 소비자의 신뢰성, 정부의 육성 대책 부재 등 이유로 사육농가 및 봉군은 현재의 수준을 유지하던가 증가를 한다고 해도 그 수는 미미할 것으로 사료되었다.

나. 봉군의 계절적 증감과 사양관리

1) 봉군의 계절적 증감

우리나라의 1년은 봄, 여름, 가을, 겨울 4계절로 반복하며 계절에 따라서 기후도 다르고 동·식물의 생활도 다르다. 벌은 벌통 밖의 기온이 10℃ 이상 올라가야 활동을 개시하고 이하로 떨어지면 활동을 중지한다. 계절로 보면 2월 중, 하순이 되어야 활동을 시작하고 12월 초, 중순이면 월동으로 들어가 통 내에서 휴면상태로 겨울을

보낸다. 활동기간이라도 6월 중순부터 시작되는 장마철이나 장마 후 삼복의 혹서기에
는 활동 량이 줄어들어 필요한 량의 먹이도 수집하기 어렵다.

벌의 먹이는 식물의 꽃으로부터 얻기 때문에 꽃이 없으면 벌도 존재하지 않는다.
다행하게도 자연의 생태계는 생태계의 질서와 보존을 위해서 봄에서 가을까지 꽃이
피고 지기 때문에 벌은 자연으로부터 먹이를 수집하고 대응하면서 생활해간다. 지역
에 따라서 꽃식물의 종류와 량이 다르지만, 벌을 사육하는 농가에서는 밀원식물에 대
한 대책을 세워서 사양관리를 하고 꿀 생산을 도모한다.

이러한 계절적 변화 때문에 한 봉군의 세력도 그림 3.3.2와 같이 자연적 증감현상이
일어난다.

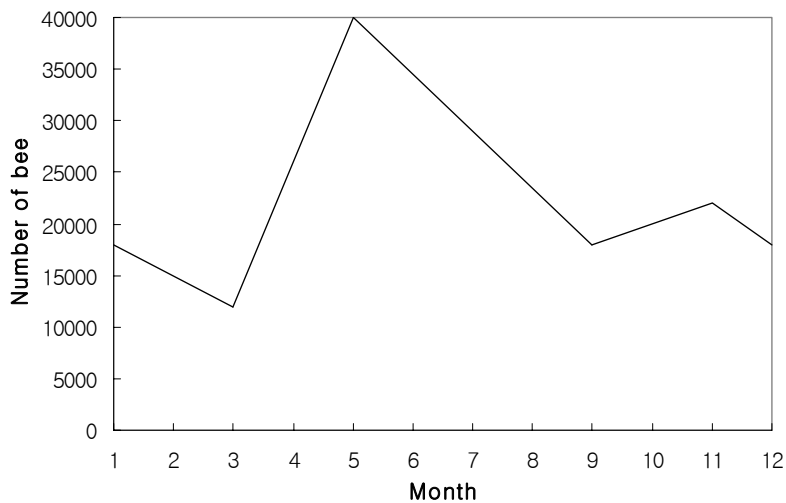


Fig. 3.3.2. Changes in colony size in a year.

그림에서 보면 월동한 봉군은 3월 초, 중순까지 줄어들어 적게는 천 몇 백 마리에
서 많게는 만 일 이천 마리까지 된다. 월동 중에는 월동 전의 약 2/3가 소멸된다. 외
부 기온이 올라가고 꽃이 피면서 벌의 활동도 늘어나 봉군은 급속도로 증가하기 시작
하여 5월 중, 하순이면 한 봉군이 가질 수 있는 최대의 마리로 늘어나게 된다. 단상의

경우 20,000~30,000마리 이상 증가할 수 있다. 그 후 분봉과 여름을 지내면서 봉군 세력은 감소하기 시작하고 8월 중순경부터 다시 증가하여 12월 초에 월동으로 들어간다. 월동봉군으로는 최소한 20,000마리 이상은 되어야 하고, 특히 유봉이 많아야 한다. 이듬해 활동을 시작할 때쯤 봉군의 벌 수는 최소한 소비 3매 봉군(5,000~6,000마리)은 되어야 그 해 생산적인 봉군으로 발전할 수 있다. 양봉의 성패와 봉산물의 생산은 봉군의 세력에 따라서 결정되기 때문에 벌을 사육하는 사람은 봉군관리의 핵심을 강군으로의 발전과 유지와 두어야만 한다.

강군인 봉군은 질병의 방지, 먹이의 조달, 꿀의 생산 등 봉군의 모든 생활 수단을 잘 해가지만, 반면 약군의 봉군은 소멸되기 쉽다.

봉군을 강군인 봉군으로 발전시키고 유지하는데 가장 중요한 것은 무엇보다도 먹이문제이고, 봉군의 먹이대한 필요성에 따라서 사양관리를 해가야 할 것으로 사료되었다.

2) 봉군의 사양관리

꿀 생산과 관련하여 봉군관리의 가장 핵심적인 것은 봉군의 세력이라고 생각하며, 한 무리의 봉군에는 50,000~60,000마리의 동봉이 공존할 수 있다.

동봉은 밀납분비, 조소, 왕유 생산, 봉아양성, 먹이의 수집 등 봉군이 생활해 가는데 필요한 모든 일을 전담하므로 봉군의 발전과 보존 및 생산물의 생산 등은 일벌(동봉)의 수에 따라서 결정된다. 따라서 생산적인 봉군이라 함은, 단상군인 개량종인 양봉의 표준 벌통으로 20,000마리를 기준으로 할 때, 현재 사용하고 있는 재래종인 통으로는 최소한 7개의 통을 연결한 정도라고 생각한다.

봉군을 생산적 강군인 통으로 발전, 유지하려면 이에 따른 관리가 수반되어야 하고, 가장 중요한 사항은 계절에 따라 적절한 먹이의 급이 및 분봉의 조절이 무엇보다도 중요하다. 특히 우리나라와 같이 4계절이 뚜렷하고 밀원 식물이 한 두 계절에 집중되어 있을 때 먹이의 급이는 더욱 중요하였다.

일 년 중, 먹이를 급이하여야 할 시기로는 월동벌이 활동을 개시하는 시점(2월 중, 하순)에서 기온이 올라가 벌들이 외역하기에 적당하고 밀원이 풍부한 때(4월 중, 하순)까지와 장마철, 삼복 혹서기 및 월동먹이 준비(10월 중, 하순) 시기일 것이다.

특히 월동 봉군의 첫 내검 시 먹이의 저장 상태를 점검하고, 먹이의 저장상태에 따

라서 급이계획을 세워야 한다.

먹이를 급이하기 시작하면 벌의 먹이 활동상황 및 저장상태에 따라서 대응하여야 하겠지만 화분은 수시로 급이하고, 액상먹이는 1주에 1~2회 급이하는 것이 좋을 것이다. 1회 급이량은 액상 먹이는 1군 당 약 500g~1kg 정도로 하되 급이 후 1~2일 이내 다 소비하도록 하고, 화분은 1주일 이내 다 소비할 수 있는 량(200~500g)으로 주는 것이 바람직하다고 사료되었다.

토종벌 사육농가에 대하여 설문 및 방문 조사한 결과로는 첫 액상 먹이 급이 시기가 다소 늦던가 량과 횟수가 부족하였고, 벌의 단백질 공급원인 화분 먹이는 대부분 급이하지 않았다. 화분 먹이는 봉아 육성에 절대적이므로 저장된 화분 먹이가 부족하면 천연 화분이나 대용화분을 필히 급이해야 하며 기술적인 사양관리시스템이 절실히 요구된다.

조사한 바에 의하면 당액 사료의 종류 및 조제비율로는 대부분의 농가에서 정제당(백당, 중백당)을 사용하고 전업 농가에서는 당도가 떨어지는 한봉 전용 당을 이용하였으며, 설탕과 물의 비율은 1.5 : 1로 하고 있었다.

봉군의 발전과 보존은 벌의 증식 및 분봉에 의해서 이루어진다. 정상적으로 증식해 가는 봉군이라면 5월 초순경이면 분봉을 한다. 대개의 봉군은 1년에 1통 이상 분봉을 한다. 분봉을 하면 원통의 벌 수는 약 1/3이 감소하고 새 왕이 나와 수정을 하여 산란을 하고, 산란된 알에서 벌이되어 나오기까지는 약 1개월이 소요된다. 따라서 봉군은 분봉이 거듭될수록 원통이나 분봉군이나 벌수는 급격히 감소하기 때문에 강군으로의 유지와 발전은 그 만큼 시간이 걸리던가 때로는 강군으로의 발전이 안된 상태에서 월동에 들어갈 수도 있다.

Avitabile과 Kasinkas(1977)의 보고에 의하면 분봉군의 동봉 수는 적게는 1,750마리에서 많게는 50,750까지 차이가 난다고 한다. 벌 수와 꿀 생산량간에는 절대적인 관계에 있으므로 분봉을 하면 벌 수가 감소하여 꿀 생산은 거의 기대할 수가 없다.

꿀 생산을 목적으로 한다면 가능한 한 분봉을 하지 않도록 사양관리를 하는 것이 바람직하다. 그런데 개량종인 양봉업에서는 관리자에 의해 분봉을 쉽게 조절할 수가 있지만 재래종인 벌통에서는 분봉을 방지하기가 용이하지 않다.

일반적으로 서양종인 양봉벌에서는 다음과 같은 방법으로 분봉방지를 효과적으로 할 수 있다.

- ① 봉군의 밀집을 확산시키고 벌통내의 환기가 잘되도록 한다.
- ② 산란 및 저밀 장소를 마련하여 주며 왕대를 제거한다.
- ③ 신 여왕봉이 나오기 전에 구 여왕봉을 제거하거나 날개를 잘라 준다.
- ④ 계상을 이용한다.

그러나 현재의 토종벌 사육통 구조로는 내검을 하기가 어렵기 때문에 분봉 방지를 조기에 차단 할 수 있는 분봉열(숫벌의 육성 및 출현, 왕대의 축조) 조장을 제거할 수 없으며, 그리고 분봉방지의 극단적인 조치인 신 왕의 출현을 못하게 하던가 또는 구 왕을 제거하는 방법등 어려운 점이 있다. 토종벌통 개량에 대하여 연구되어야 하겠지만 토종벌의 사육 벌통도 개량종인 사육 벌통과 같이 가동소비 소상으로의 개발이 이루어 져야 할 것으로 사료되었다.

다. 토종벌의 사육특성 및 육성방향

전국의 토종벌 사육농가에 설문지를 발송하였으며 (표 3.3.2와 3.3.3), 회수한 설문지에 대한 각 문항 별 조사 결과는 다음과 같다.

이농으로 인한 농촌지역 인구의 감소는 고령화를 가져와 토종벌을 사육하는 사람도 50~60대 이상이 70% 이상이고 30~40대의 젊은 층은 10~20%에 불과하였다. 이들 대부분은 사양관리에 대한 전문지식이나 기술이 없이 관행적으로 사육하고 있었다.

경영형태와 규모에서 토종벌 사육을 전업으로 하는 농가는 전 사육농가의 20% 수준이고 그 외는 부업의 형태로 몇 십여 통씩(50통 미만) 사육하고 있었다. 그러나 통계로 보면 사육농가 수는 감소하고 사육통 수가 증가하는 추세인 대규모 농가가 점점 늘어나는 경향인 것으로 생각되었다.

꿀의 판매와 가격은 생산농가가 소비자에게 직접 판매하는 경우가 대부분이고 영농 조합형태 또는 농협에서 판매를 대행하거나 위탁판매를 하는 농가는 극히 소수의 농가에 불과하였다.

통종꿀 1되의 판매가격은 15,000원에서 250,000원까지 극심한 차이를 나타내고 있었다. 이러한 가격형성은 먹이 급이 유무에 따라서 차이가 있었다. 집단으로 사육하는 지역에서는 2~3만원이 보편적이고, 소백산 및 지리산의 일부 농가 및 그 외 지역의

몇몇 농가에서는 무 사양 토종꿀로 고가에 판매하고 있었다. 그러나 사양에 대한 꿀의 진위여부를 식별할 수 있는 뚜렷한 방법이 없고 다만 생산농가에 의존할 수밖에 없기 때문에 항상 불신으로 남게되었다.

토종벌 사육농가든 서양종 양봉벌 사육 농가든 간에 양봉의 사양관리의 중요한 하나는 먹이의 급이와 대책이었다. 특히 우리나라와 같이 월동기간과 활동기간, 활동기간은 유밀기와 무밀기로 뚜렷이 나누어져 있는 지역에서는 먹이의 유입 및 저장에 따라서 봉세가 결정되기 때문에 월동 후 활동이 개시되는 이른봄에는 충분한 먹이가 저장되어 있어야 하고, 온도가 내려가 벌의 활동이 줄어들고 월동에 들어가기 전에는 월동에 필요한 충분한 먹이가 저장되어 있어야 한다. 활동기라 해도 장마철과 한 여름 혹서기를 대비하여 먹이가 저장되어 있거나 급이를 해야 봉군은 강군의 군세를 유지할 수 있고 유밀기가 시작되면 많은 화밀이 유입되어 저장되고 꿀 생산도 기대할 수 있다.

급이해야 할 벌의 먹이로는 육아 및 유봉의 주 먹이인 화분과 성봉의 주 먹이인 액상 먹이가 있다. 서양종을 사육하는 양봉농가에서는 이 두 먹이에 대하여 적절히 대응할 수 있어서 생산적인 봉군으로의 봉세 유지 및 관리가 용이하다. 그런데 대부분의 토종벌 농가에서는 당인 액상먹이만 급이하고 화분먹이는 급이하지 않고 있었다. 그 이유는 통의 구조상 화분의 이용이 효율적이지 않고, 사육농가 스스로도 봉아 육성에 화분의 필요성을 인식치 못하고 있으며, 벌의 생물학적 특성을 이해하지 못하고 관리하기 때문이었다.

작금, 토종벌 사육농가 대부분은 먹이의 이용을 봉군의 세력 확장 및 생산봉군으로의 발전, 유지로 이용하지 않고 꿀을 생산하는 목적으로 인식하고 있었다.

급이하는 액상 먹이로는 정제 설탕을 주로 이용하였고, 급이 시기로는 년 중 수시로 급이하였으며 1회 주는 양은 1kg 내외로 급이하였다.

토종벌이 피해를 입는 경우는 질병보다는 개량종 양봉벌과 야생벌 그리고 산림방제 및 농약인 것으로 조사되었다.

서양종 벌은 토종벌에게는 약탈자이기 때문에 토종벌 사육지역 내에는 접근을 못하도록 하고 있기 때문에 때로는 분쟁을 일으키고 양 사육농가는 적대적 관계를 이루고 있었다. 집단으로 사육하고 있는 대부분의 지역에서는 행정단위 별로 토종벌 사육 구역을 보호구역으로 지정하고 있었다.

사양관리, 생산성, 경제성에서 서양종 양봉이 월등히 우수하기 때문에 재래종인 토종벌은 멸종될 것인가? 라고 의문을 갖는다면 멸종되지 않는다고 단언할 수 있다.

지구의 역사로 볼 때 많은 동·식물이 멸종되었거나 감소하였지만 벌의 종은 멸종되지 않고 이어져왔으며, 우리나라의 토종벌도 조상보다도 먼저 한반도에 정착하였을 것으로 생각되었다.

현재의 토종벌이 멸종될 것으로는 확률적으로도 거의 없을 것이지만, 토종벌은 성질이 온순하여 다루기가 쉽고 밀납을 잘 분비하고 집을 지을 때 수지물을 적게 섞어서 꿀을 벌집채 이용할 수 있기 때문에 소밀 생산으로는 매우 우수한 종이다.

토종벌의 꿀 생산적 특성을 고려하여 육성, 발전시키려면, 사양관리 기술, 관련 기구의 개발, 보호구역의 설정, 지역 내 밀원식물의 조성, 토종사육농가간 정보교환, 협의체 구성, 토종벌의 생리 습성에 따른 사양관리 개선 등이 지속적으로 이어져야 할 것이며, 특히 양봉진흥육성법과 정책 수립 및 투자가 있어야 할 것으로 사료되었다.

Table 3.3.2. The number of inquiry and response rate of survey

		Inquiry	Response(rate%)
Gangwon	Yangyang	10	5 (50)
	Jeongseon	10	7 (70)
	Injae	10	6 (60)
	Pyeongchang	10	4 (40)
Chungnam	Keumsan	10	6 (60)
	Buyeo	5	2 (40)
Chungbuk	Chungwon	5	2 (40)
Jeonnam	Guryae	120	86 (72)
	Haenam	10	4 (40)
Jeonbuk	Namwon	20	13 (65)
	Jangsu	20	11 (55)
	Sunchang	50	24 (48)
Gyoungnam	Hampyoung	20	13 (65)
	Sancheong	20	11 (55)
	Geochang	20	9 (45)
	Habcheon	20	13 (65)
	Hadong	90	68 (76)
Gyoungbuk	Kyeongju	10	4 (40)
	Sangju	20	8 (40)
	Bonghwa	20	13 (65)
Total		500	309 (61.8)

②가격: 7만원(38) 10만원(48) 15만원(66) 20만원 이상(158)

13. 한봉꿀을 고가로 판매하여야 할 이유는?

- ①품질이 월등히 좋아서(97) ②많이 생산할 수가 없기 때문에(212)
③약이 되기 때문에() ④소비자들이 좋다고 하기 때문에()

14. 주요 판매처는?

- ①소비자에게 직접판매(235) ②도매상인(31)
③농협 등 위탁 판매(17) ④영농조합을 통한 공동판매(26)

15. 현재 한봉꿀 판매의 가장 큰 문제점은?

- ①소비자의 불신(112) ②가격이 일정치 않아서(66)
③불량 꿀 유통(78) ④품질 보증이 없어서(53)

B. 사양관리에 관한 설문

16. 한봉 사육관리 시 먹이 이용은?

- ①준다(225) ②주지 않는다(84)

17. 주는 먹이의 종류는?

- ①원당(12) ②흑설탕(109) ③백(황)당(188) ④물엿()

18. 1회 주는 량은?

- ①1홉(117) ②2홉(92) ③3홉(54) ④4홉(7) ⑤5홉(39)

19. 1년에 한 통 당 들어가는 먹이의 량은? (kg)

- 2kg-27, 3kg-27, 5kg-36, 10kg-85, 15kg-9, 20kg-44, 30kg-59

20. 먹이를 주는 시기는?

- ①년 중 주며, 먹이통에 먹이가 없으면 준다(35)
②수시로 주며, 주로 먹이가 들어오지 않을 때 준다(112)
③날씨가 나빠서 벌이 일을 할 수 없을 때 준다(110)
④벌 증식(3~4월) 및 월동 시(10월)에 준다(52)

21. 년 중 최대로 연결할 수 있는 통수는?(개)

- 1-27, 2-36, 3-63, 4-9, 5-27, 6-45, 7-18, 10-36, 10이상 -48

22. 한봉 사육 중에 실패한 적이 있다면 그 이유는 무엇입니까?

- ①먹이를 주지 않아서(36) ②질병(벌래)이 발생하였을 때(72)
③밀원이 없기 때문에(56) ④관리를 소홀히 해서(48) ⑤양봉 때문에(97)

23. 현재사육 지역의 한봉 보호 지역 설정 여부는?

- ①보호지역으로 설정되었다(150) ②보호지역으로 설정되지 않았다(90)
③앞으로 설정하려고 한다(36) ④설정할 필요가 없다(33)

24. 다음 중 한봉 벌에 가장 큰 피해를 주는 것은?

- ①양봉 벌(96) ②농약 피해(96) ③질병 피해(28) ④야생 벌 피해(84)

C. 애로 및 한봉업 육성에 관한 설문

25. 현재의 한봉 사육에서 가장 큰 애로사항은?
①한봉 관련 기구개발(35) ②질병 치료(56) ③꿀 판매(115)
④꿀 품질 인증제도(73) ⑤밀원식물 부족(57)
26. 한봉 사육에서 가장 시급히 개량할 점은?
①벌통(194) ②벌집(29) ③꿀뜨는 기구(194) ④먹이(69)
27. 소비자들은 한봉꿀과 양봉꿀 중 어느 것이 좋다고 생각하십니까?
①한봉꿀(297) ②양봉꿀(12)
28. 소비자들이 한봉꿀을 불신하는 이유는?
①설탕을 준다고 생각하기 때문에(105) ②부정꿀(가짜꿀) 때문에(81)
③믿을 수가 없기 때문에(53) ④품질을 보증할 수 없기 때문에(67)
29. 한봉꿀에 대한 소비자들의 신뢰성을 높이려면
①생산자 표기(77) ②농협 등 정부기관에서의 품질검사(103)
③생산자협회에서의 검사(49) ④생산자의 양심에 호소(65)
30. 한봉업 육성을 위해서 시급히 하여야 할 것은?
①보호지역 설정(49) ②밀원식물 조성(87) ③품질인증제도(77)
④조합형성(38) ⑤정부의 보호 및 지원정책(80)
31. 한봉 사육관리에 필요한 기술 및 정보 습득 방법은?
①사육농가들 간에 한다(146) ②혼자 개별적으로 한다(94)
③전문가를 통해서 한다(47) ④조합 등에서 교육을 받는다(18)
-

2. 시중 토종꿀 및 지리산 권 토종꿀의 품질과 특성

가. 꿀의 저장

자연의 생태계 중에서 상호간에 가장 잘 공존하고 있는 동·식물은 꽃과 벌이다. 벌과 꽃과의 관계는 지구의 창조 이래 가장 잘 유지하면서 서로의 발전과 번성의 균형을 이루어 왔다. 이 창조의 법칙은 지구가 멸망할 때까지 영원히 지속될 것으로 본다.

꽃은 벌에게 먹이를 제공하기 때문에 봉군의 세력은 먹이의 저장량 즉 꽃의 량에 따라 결정되고, 사람이 먹고 있는 꿀은 필요한 시기에 벌이 먹이로 이용할 것을 일시적으로 저장하여 둔 것일 뿐이다. 벌은 꽃으로부터 먹이를 얻지 못하는 때나 부족할 때는 저장된 꿀을 언제든지 먹이로 이용하고 벌의 활동 권 안에 꽃이 많으면 먹이의 저장량은 늘어난다.

통 내 소비의 구성을 보면 중심부의 소비에는 육아를 하고 좌우의 소비 또는 상층부의 소비에는 꿀을 저장한다. 토종벌 또는 모든 벌은 통의 위에서부터 아래로 다엽식 집을 내려 짓고 꿀은 양옆 또는 위에서부터 저장한다.

현재 사용하고 있는 토종벌통으로는 강군일 경우 왕의 산란권은 7개 이상 가능함으로 한 유밀기를 지나서 채밀을 하려면 육아방에 있는 유충의 희생이 없도록 하여야 한다.

꿀을 가지는 식물은 꽃이 필 때는 적거나 많거나 간에 밀선에서 nectar(화밀)도 함께 분비한다. nectar의 분비 량은 극히 미량이며 꽃의 깊은 곳에 있기 때문에 벌들에 의하지 않고는 모을 수가 없다. 벌이 자신의 밀낭(30~50mg)을 채우려면 1,000~1,500개의 크로바 화밀선을 찾아다닌다고 한다.

Nectar의 성분과 함량은 꽃의 종류, 식물의 환경, 기후 등에 따라서 다르지만, 당 함량은 약 4~60%로 이다. Waller(1972)에 의하면 nectar와 설탕용액의 당도가 30~50%일 때 벌들의 수밀력을 최대로 유발시킨다고 한다.

Nectar의 주요 당 성분으로는 sucrose, glucose, fructose이지만 벌꿀은 화밀의 당이 벌의 효소에 의해 전화당(dextrose, levulose)으로 바뀌어 저장, 농축됨으로 꿀은 70%(73.95)이상의 전화당과 약간의 sucrose(1.08), 20% 내외의 수분과 기타 미량성분으로 구성되어 진다.

시중의 꿀 형태는 액상의 꿀과 벌집에 저장된 상태의 소밀로 유통되고 있다. 토종벌의 꿀은 액상 형태보다는 주로 소밀형태로 판매되고 있다. 한봉이 주로 소밀형태로 꿀을 생산하는 것은 소비가 견고하지 않아 잘 부서지고 채밀기로 분리할 수가 없기 때문이다. 소밀은 소비자들에게 토종꿀 또는 천연꿀이라는 신뢰를 줄 수 있어서 판매에 유리한 점도 있지만 소밀이 순수한 천연 꿀이라는 등식은 반드시 성립하지 않는다. 그리고 한 봉군에서 생산하는 꿀이라도 통과 통간에 꿀의 품질이 다르고 품질을 보증할 수 있는 방법도 쉽지 않기 때문에 토종꿀 품질에 대한 신뢰성에 문제점이 야기되고 있다.

설문조사의 결과를 보면 토종벌 사육농가에서는 거의 연중 먹이를 급이하고 있었다. 토봉 농가 대부분은 꿀 생산을 늦가을이나 초겨울에 하기 때문에 5~6월 유밀기에 꿀이 저장된다 하더라도 장마철이나 혹서기 또는 무밀기를 지나면서 거의 다 먹이로 소비하기 때문에 저장된 꿀의 소비를 막으려면 적당한 량의 액상 먹이를 급이하여야 한다. 그러나 먹이를 과잉 급이할 때에는 sucrose가 전화되지 않고 꿀로 저장되는 양이 많아져 꿀의 품질이 떨어지기 때문에 먹이 급이를 매우 기술적으로 적절히 하여야 한다고 사료되었다.

하나의 봉군은 1년에 약 68kg 이상이나 꿀을 소비하므로 자연에 밀원이 풍부하지 않고, 연속되지 않는 한 봉군은 강군으로의 발전, 유지가 어렵고, 순수한 화밀만의 꿀을 생산하기도 쉽지 않을 것이다. 밀원이 풍부하지 않고 연중 지속되지 않는 지역에서 먹이를 급이하지 않으면 봉군을 유지 발전시킬 수 없다(Jaycox, 1985; Farrar, 1973; 오 등, 1996).

우리나라의 경우 서양종 양봉농가는 월동 후에는 급이로 월동봉군을 증식시키고 아카시아 유밀기가 오기 전에는 급이를 중단하여 아카시아 화밀만을 생산하고 있다. 토종벌에서도 이와 같은 사양시스템으로 사양관리를 하면 질 좋은 꿀을 생산할 수 있을 것으로 사료되었다.

토종벌의 꿀 생산시스템을 개량종 벌의 꿀 생산시스템으로 바꾸려면 가동소비를 이용할 수 있어야 하고 가동소비를 이용하려면 재래종 벌 소방크기에 맞는 소초를 만들어 소초광으로 넣어주어야 가능할 것이며, 이에 관한 연구와 개발이 이루어져야 한다.

토종벌의 꿀 생산성과 품질을 개선시키려면 사양관리 시스템의 개발과 개선 및 소상과 가동소비의 개발이 시급한 과제라고 사료되었다.

나. 시중 토종꿀의 품질

최근 유통되는 토종꿀의 품질을 조사하기 위해서 전북 양봉축협이 농가에서 의뢰한 꿀 검사자료 및 2002년부터 2004년까지 유통 중인 토종벌 소밀, 그리고 주요 양봉선진국의 꿀을 검사하였다.

표 3.3.4의 국내 토종벌 농가가 의뢰한 토종꿀의 품질검사 결과, 1993년에는 검사한 꿀 429건 중 적합 판정한 꿀이 410건으로 비율로는 95.6% 이었다. 그러나 1995년에는 75.8%, 1997년에는 26.0%, 1998년에는 56.3%로 매년 감소하는 경향이였다. 이 자료만으로 토종꿀의 품질 경향을 진단하기에는 문제점이 있다고 사료되었다.

Table 3.3.4. Quality inspection records of Korean native bee honey in recent years

Decision Year	Suitable(%)	Unsuitable(%)	Total number of inspection
1993	410(95.6)	19(4.4)	429
1995	91(75.8)	29(24.2)	120
1997	40(26.0)	114(74.0)	154
1998	116(56.3)	90(43.7)	206

*Data collected from Jeonbuk Bee & Animal Cooperative Association

표 3.3.5와 3.3.6은 2002년부터 매년 시중에서 소밀(토종꿀)을 10개(1개=1되) 씩 구입하여 3년 간에 걸쳐서 품질을 검사한 결과 한국양봉협회에서 2001. 9. 1일부터 행하고 있는 벌꿀봉인검사 품질규격기준(수분은 20.5% 이하, 회분 0.6% 이하, 산도 40.0meq/kg 이하, 전화당 65.0% 이상, 자당 7.0% 이하, H.M.F 25 mg/kg 이하, 타일 색소와 인공 감미료는 검출되어서는 안되고, 이성화당과 항생제는 음성)에 적합한 것은 30개의 꿀 시료 중 9개에 불과하였으며 그 비율은 30%이었다. 년도별 품질 경향을 볼 때 전화당과 전화당 중 과당 및 포도당은 유의할 큰 큰 차이는 없었으나 다소 낮아진 경향이었고, 자당은 다소 높아진 경향을 보였다. 그 외 성분들은 년도간에 차이가 없는 것으로 사료되었다.

Table 3.3.5. Quality of commercial Korean native bee honey from 2002 to 2004

Years	No.	Moisture	Ash	Fructose	Glucose	Invert sugar	F/G	Sucrose	pH	Total acid
2002	1	15.8	0.16	35.89	26.35	62.24	1.36	8.2	6.57	16.75
	2	18.4	0.13	36.52	29.27	65.59	1.24	6.9	6.50	16.80
	3	18.8	0.13	34.26	28.80	63.06	1.19	7.4	6.52	16.81
	4	19.0	0.12	35.12	28.10	63.22	1.25	7.7	6.4	17.23
	5	17.0	0.14	38.57	31.75	70.31	1.21	4.2	6.54	16.69
	6	17.2	0.14	42.03	29.03	71.06	1.45	4.7	6.55	16.41
	7	15.3	0.16	31.30	24.65	55.96	1.27	19.6	6.54	15.99
	8	21.7	0.10	32.54	28.44	60.98	1.14	7.3	6.54	17.22
	9	16.9	0.15	32.54	25.13	57.67	1.30	13.7	6.47	17.17
	10	15.7	0.16	32.52	29.03	61.55	1.12	12.6	6.49	16.61
	Mean	17.6	0.14	35.13	28.0	63.17	1.25	9.2	6.51	16.77
2003	1	19.5	0.12	36.18	31.13	67.31	1.16	7.3	6.62	15.64
	2	18.9	0.13	35.72	30.02	65.74	1.19	9.2	6.61	16.46
	3	20.8	0.11	32.07	28.55	65.62	1.30	4.6	6.47	16.58
	4	18.6	0.13	40.86	27.09	67.95	1.51	5.1	6.54	15.44
	5	17.9	0.14	31.68	27.87	59.55	1.14	13.9	6.55	16.55
	6	20.7	0.11	35.03	29.93	64.96	1.17	6.4	6.42	17.08
	7	15.2	0.16	26.26	19.29	45.55	1.36	28.9	6.58	16.08
	8	18.1	0.13	28.57	22.47	51.04	1.27	22.3	6.54	15.01
	9	20.2	0.11	37.60	30.28	67.88	1.24	5.0	6.60	15.63
	10	17.2	0.14	42.52	26.72	69.24	1.59	4.5	6.57	15.31
	Mean	18.7	0.13	34.75	26.72	62.48	1.29	10.42	6.55	15.98
2004	1	17.2	0.14	34.02	26.32	60.35	1.29	10.1	6.52	16.82
	2	17.2	0.14	33.65	25.64	59.29	1.31	11.4	6.45	16.02
	3	18.0	0.15	28.49	21.62	50.11	1.32	21.8	6.55	16.04
	4	17.1	0.14	35.00	27.27	62.27	1.28	8.9	6.53	16.85
	5	20.2	0.11	34.50	27.27	61.77	1.27	8.3	6.54	16.95
	6	17.7	0.14	32.99	24.23	57.22	1.36	13.0	6.53	16.34
	7	19.1	0.12	37.44	29.72	67.16	1.26	6.8	6.48	17.40
	8	18.4	0.13	30.26	23.89	54.15	1.27	16.5	6.55	16.49
	9	19.6	0.12	33.00	29.84	62.85	1.11	6.2	6.50	16.87
	10	16.4	0.15	45.46	25.51	70.97	1.78	5.7	6.60	15.32
	Mean	18.9	0.13	34.48	26.13	60.61	1.33	10.98	6.53	16.51

Table 3.3.6. Quality inspection data of Korean native bee honey during recent 3 years

Years	2002	2003	2004
Moisture	17.58 ±1.94	18.71 ±1.73	18.09 ±1.22
Ash	0.14 ±0.02	0.13 ±0.02	0.13 ±0.01
Fructose	35.13 ±3.29	34.65 ±5.12	34.48 ±4.58
Glucose	28.06 ±2.13	27.34 ±3.77	26.13 ±2.56
Invert sugar	63.16 ±4.83	62.48 ±8.03	60.61 ±6.01
F/G	1.25 ±0.10	1.29 ±0.15	1.33 ±0.17
Sucrose	9.23 ±4.72	10.72 ±8.48	10.87 ±5.08
pH	6.51 ±0.05	6.55 ±0.06	6.53 ±0.04
Total acid	16.77 ±0.39	15.98 ±0.67	16.51 ±0.60

외국(No. 1~No. 4)의 꿀 검사 결과는 표 3.3.7와 같다. 검사 결과, 우리나라의 품질 규격기준에 부적합 것은 없었다.

본 연구에서 시중의 유통 토종꿀을 구입하여 품질 검사한 결과, 유의할 정도는 아니었으나 품질은 매년 나빠지는 경향이었으며, 항목별로는 수분(6%), 전화당(61%), 자당(65%) 순으로 부적합한 비율이 높았다.

Table 3.3.7. Quality inspection data for honey imported from other countries

	Moisture	Ash	Levuirose	Dextrose	Invert sugar	F/G	Sucrose	pH	Total acid
No. 1	17.2	0.17	38.19	31.28	69.47	1.22	1.31	3.91	29.12
No. 2	16.9	0.15	40.0	29.30	69.3	1.37	5.5	3.05	31.21
No. 3	15.2	0.16	37.94	33.09	71.0	1.15	6.6	3.27	27.85
N0. 4	17.8	0.14	40.63	34.49	75.1	1.18	3.7	4.13	34.53

다. 지리산 권 토종꿀의 품질과 특성

1) 지리산 권의 농업 및 한봉사의 현황

지리산 권 5개 지역의 농업 및 한봉사의 현황은 표 3.3.8과 3.3.9와 같다. 5개 지역의 농업인구는 8,514명으로 총 인구의 62%이상이었으며, 농가 수는 3,011농가였다. 농업인구는 5개 지역 중 산청군 시천면이 2,580명으로 가장 많았고, 하동군 청암면이 1,166명으로 가장 적었다. 토종벌 사육현황을 보면 5개 시·군의 사육군 수는 122,470군으로 우리나라 총 토종벌 375,000통의 약 33%를 사육하고 있었다. 지리산 권과 가장 밀접한 5개 지역(산내, 토지, 청암, 산청, 시천, 마천)의 사육농가는 1,259농가로 사육통 수는 54,504통이었다. 5개 지역 중 가장 많이 사육하고 있는 면은 남원시 산내면으로 204 농가에서 17,560군을 사육하고 있었으며, 가장 적게 사육하고 있는 면은 하동군 청암면으로 147 농가에서 4,116 통을 사육하고 있었다. 특히 구례군의 경우 군 전체가 지리산 권이고 토지면을 포함하여 간전면과 산동면에서 집중적으로 사육되고 있었다. 구례군의 3 개 면에서 토종벌의 사육농가 및 통 수는 토지면 269 농가에서 6948 통, 간전면 154 농가에서 3,629 통, 산동면 255 농가에서 5,945 통을 사육하고 있었다. 이는 군의 전체 사육농가 781 농가 중 678 농가에서 16,522 통을 사육하였으며, 3개 면 전체 농가(2,028)의 33%가 토종벌을 사육하고 있는 우리나라에서 최대 토종벌 사육 집단 지를 이루고 있었다.

우리나라의 토종벌 사육은 제주도를 제외하고는 주로 큰 명산을 중심으로 산간 농촌에서 사육하고 지리산을 중심으로 5개 시·군에서는 전 사육 통의 1/3이 사육하고 있으며, 각 지역의 관할 시·군에서는 토종벌 보호지역으로 지정하고 있었다. 그리고 함양군 마천면이나 하동군 청암면 등 농협에서는 농가로부터 꿀을 수매하여 가공, 포장하여 지역의 특산물로 판매하고 있었다.

향후 토종벌을 보존하고 육성, 발전시키기 위해서는 생산기술의 개발 및 보급, 행정적인 지원이 뒤따라야 할 것으로 사료되었다.

Table 3.3.8. Agricultural status of JIRI mountain area

	Sanne Namwon	Toji Gurye	Cheongam Hadong	Shicheon Sancheong	Macheon Hamyang
Area (km ²)	103.5	101.4	75.6	127.7	107.5
Total population (person)	2,186	2,957	1,728	4,482	2,330
Number of farm households (호)	529	625	374	860	690
Farm population (person)	1,602	1,666	1,166	2,580	1,500
Cultivated land (ha)	663	625	103	873	797
Paddy field (ha)	371	382	76	601	400
Upland (ha)	292	243	27	272	395

2002년 통계

Table 3.3.9. Status of Korean native honeybee in JIRI mountain area

	Sanne Namwon	Toji Gurye	Cheongam Hadong	Shicheon Sancheong	Macheon Hamyang
Number of Korean beefarm households	204 (724)	269 (781)	147 (703)	285 (887)	354 (1,032)
Housebee hive	17,560 (33,870)	6,948 (20,227)	4,116 (15,374)	10,880 (26,562)	15,000 (26,437)

2002년 통계, (): 시·군의 총계

2) 지리산 권 토종벌 농가의 꿀 품질

지리산 권 5개 지역에서 생산하는 꿀과 타지역에서 생산하는 토종꿀을 비교하기 위해서 지역별로 각각 5 농가로부터 각 1되씩의 꿀을 구입하여 품질을 검사하였으며 검사 결과는 표 3.3.10과 같다.

검사 결과를 한국양봉협회에서 200년 9월 1일부터 시행하고 있는 벌꿀봉인검사 품질규격기준인 『수분은 20.5% 이하, 회분 0.6% 이하, 산도 40.0 meq/kg 이하, 전화당 65.0% 이상, 자당 7.0% 이하, H.M.F. 80.0 mg/kg 이하, 타르색소와 인공감미료는 검

출되어서는 안되고 이성화당과 항생제는 음성이어야 한다』(한국양봉협회 2001)과 비교하면 25개의 꿀 시료 중 7 개의 시료만이 적합하였으며 그 비율은 28%에 불과하였다.

Table 3.3.10. Quality of Korean bee honey in JIRI mountain area

	Other	Sanne Namwon	Toji Gurye	Cheongam Hadong	Shicheon Sancheong	Macheon Hamyang
Water	17.64±2.21	17.50±1.25	19.20±1.40	19.36±1.51	19.98±1.04	17.80±1.87
Ash	0.14±0.02	0.14±0.01	0.12±0.01	0.12±0.01	0.11±0.01	0.14±0.02
Invert sugar	57.84±9.06	57.70±3.31	61.96±5.93	62.54±3.77	63.02±1.69	62.14±4.53
Sucrose	14.54±10.4	14.16±4.01	9.66±5.07	8.24±3.48	7.36±0.66	10.10±3.92

검사 항목별로는 전화당이 기준치에 미달된 것이 제일 많았고 다음은 자당 함량이었다. 수분과 회분, HMF는 품질규격 기준치에는 별 문제가 되지 않았다.

전화당 및 자당함량 평균값만으로 볼 때 5 개 지역이 꿀이 타지역의 꿀(오와 박 2002)보다는 더 양호하고, 5 개 지역 간에는 산내면 꿀이 제일 떨어지고 기타 4 개 지역 간에는 유사하였다.

전화당 함량과 자당함량이 기준치에 미달되는 것은 사양 때문인 것으로 사료되었으며, 봉군의 증식과 유지를 위해서 사양은 필요(Goodwin, 1991, Farrar 1973, Jaycox 1985)하지만 특히 유밀기 또는 계속적으로 과잉 급이를 한다면 먹이가 꿀로 유입되어 전화당 함량이 기준에 미달되거나 특히 sucrose 함량이 기준보다 많이 검출되는 것으로 사료된다.

5개 지역 간 꿀의 특성을 보기 위해서 pH, 총산도, 색도, 총 flavonoid 함량을 검사하였으며 검사 결과는 표 3.3.11과 같다.

조사된 5개 면 지역에서 생산하는 토종꿀의 pH는 구례군 토지면이 다소 낮고 다른 4개 면 간에는 별 차이가 없었다. 꿀의 pH가 3.91이라고 분석 보고한 것보다는 다소 높지만 Sorkun 등(2002)이 보고한 자연 밀원지의 꿀 평균 pH 4.03과는 큰 차이가 없었다.

꿀의 총 산도는 하동군 청암면 꿀이 가장 높았으며 남원시 산내면 꿀이 가장 낮았다. 그러나 flavonoid 함량은 남원시 산내면 꿀이 가장 높은 반면에 하동군 청암면 꿀이 가장 낮았다. 꿀의 유기산과 flavonoids는 항균, 항산화 등 인체에 매우 유용한 기능성 물질이므로 꿀에 이들 물질의 함량을 높이는 것은 꿀의 기능성 가치를 향상시키는 면에서 매우 중요한 사항일 것이다.

5개 지역에서 생산되는 토종꿀의 총 산도는 개량종 꿀의 총 산도 29.12(White 등, 1962)보다 높고, Sorkun 등(2002)이 보고한 자연 밀원지 꿀의 평균 총 산도 29.33과 재배 밀원지 꿀의 총 산도 14.69 보다도 높았다.

꿀의 총 산도 및 flavonoid 함량을 고려하면 지리산 권 토종꿀에서 많이 검출되는 것은 벌의 품종과 관련이 있는 것인지 또는 지리산 권이라는 특수 밀원지와 관련 있는 것인지는 향후 규명되어야 하겠지만 지리산 권 토종꿀은 소밀생산 및 기능성 꿀로서의 생산 및 육성할 가치가 있는 것으로 사료된다.

지리산 권 5개 지역에서 생산되는 꿀의 평균 색도는 색의 밝기, 적색도 및 황색도에서 큰 차이가 없었으나, 일반적으로 꿀의 색은 꽃에 따라 다르고 토종꿀은 여러 종류의 화밀로부터 수집되고 장기간 통내에 저장되기 때문에 색의 밝기, 적색도 및 황색도에서 낮은 값을 나타냈다.

Table 3.3.11. pH, total acid, flavonoid and color of Korean bee honey in JIRI mountain area

		Sanne Namwon	Toji Gurye	Cheongam Hadong	Shicheon Sancheong	Macheon Hamyang
pH		4.21±0.11	4.09±0.07	4.21±0.25	4.13±0.04	4.21±0.55
Total acid (mEq/kg)		32.00±10.83	39.50±5.77	47.13±24.68	36.50±2.65	33.50±9.90
Flavonoid (µg/g)		66.21±40.51	51.97±4.16	29.33±5.67	62.08±13.80	29.80±1.05
Color	L	26.25±5.85	13.84±5.49	22.90±6.87	33.02±3.19	19.89±14.86
	a	0.64±0.31	1.19±0.96	0.66±0.44	0.37±0.06	0.78±0.34
	b	1.83±0.48	6.25±4.68	3.99±4.36	2.08±0.63	4.22±3.74

3. 천연소재의 탐색, 제조 및 특성

가. 천연 먹이의 탐색

꿀벌도 다른 동물들처럼 생존하는데 탄수화물, 단백질, 지방, 무기질, 비타민, 물, 그리고 적절한 환경이 필요하다(Graham, 1992).

탄수화물은 주로 성봉의 먹이로 이용되고 꽃의 밀샘에서 얻는다. 벌이 꽃을 찾아가고 밀선으로 들어가 꽃꿀(nectar, 화밀)을 빨아들이는 것은 몇 가지 원인에 의해 행동하는 것으로 알려져 있는데, 시각을 통해서 색이나 모양으로 꽃을 찾고, 후각을 이용하여 꽃의 향에 의해 밀선에 접근한다고 한다.

꿀벌은 당도가 30~50%일 때 최대의 수밀력이 일어나고, 여러 종류의 당이 자유로이 주어진다면 sucrose, glucose, maltose, fructose 순으로 좋아하며, 반면에 mannose, lactose, galactose, raffinose은 벌에게 독소가 되며 수명을 단축시킨다고 한다(Waller 1972, Bachman과 Waller 1977).

자연계에서 벌의 당 먹이를 찾으려면 벌들이 좋아하는 당, 즉 sucrose, glucose, maltose, fructose을 주성분으로 하고, 당 함량이 높을수록 좋을 것으로 사료되는 바, 배, 사과, 포도, 단감 등 과일은 벌에게 우수한 당(탄수화물) 먹이가 될 것으로 사료되었다.

이들 과일류는 우리나라 과수농가의 주요 생산물이고, 생산 중이거나 수확하여 소비자에게 이르는 유통 중에 상품가치가 떨어져 버려지는 것이 많이 발생하고, 수요공급 또는 수입으로 값이 폭락할 때에는 매우 저렴한 비용으로 과일을 벌의 먹이로 이용할 수 있을 것으로 사료되었다.

표 3.3.12와 3.3.13은 우리나라의 과일 생산량과 가격추이에 관한 통계자료이다. 통계로는 과일 생산량은 크게 변함이 없는 것으로 사료되었지만 농산물 수입개방으로 외국산 과일이 수입되기 때문에 가격에 미치는 영향이 심하고, 매년 출하 시에는 값이 폭락하는 것이 보편적이다. 그리고 태풍이나 조류에 의한 피해 등으로 폐 과일이 발생하고, 이러한 폐 과일은 버려지기 일 수이므로 이들 과일을 원료로 하여 즙을 추출하고, 즙을 벌 고형사료의 용매 또는 희석용으로 이용하던가 당 함량을 높이어 벌의 액상먹이로 이용하면 벌꿀의 품질도 개선시킬 수 있으며 꿀을 브랜드 상품으로 개

발할 수 있는 매우 효율적인 활용 방안이 될 것으로 사료되었다.

특히 현재의 토종벌의 사양시스템 하에서는 급이하는 먹이가 꿀로 유입되기 때문에 꿀의 향이나 품질을 개선시키기에는 과즙먹이가 더욱 효율적일 것으로 사료되었다.

Table 3.3.12. Domestic cultural and production status of fruits in Korea

unit: ha, ton

Year	Grape		Apple		Pear		Persimmon	
	Area	Products	Area	Products	Area	Products	Area	Products
1997	28,290	393,195	36,995	651,778	21,938	260,168	25,812	239,570
1998	29,871	397,784	34,693	459,010	25,387	386,348	30,031	260,671
1999	30,531	470,055	32,079	490,152	25,677	259,086	30,821	273,846
2000	29,200	475,594	29,063	488,960	26,251	324,166	31,19	287,847
2001	26,796	453,578	26,327	403,583	25,535	417,160	30,489	270,338
2002	26,007	422,000	26,163	433,200	25,387	386,300	21,124	-

Table 3.3.13. Changes fruit prices in recent years

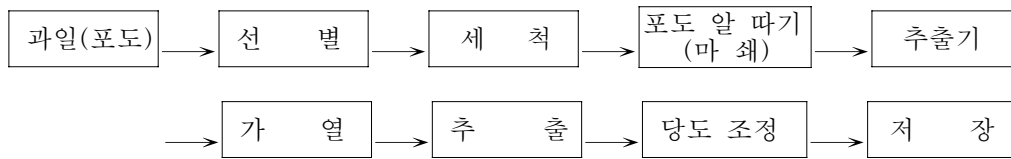
unit: won/kg

Year	Gape		Apple		Pear		Persimmon	
	Low Month	Price (Won)	Low Month	Price (Won)	Low Month	Price (Won)	Low Month	Price (Won)
1999	9	1,130	11	3,020	11	1,680	11	1,170
2000	9	1,020	11	2,460	11	1,250	11	1,050
2001	9	1,160	11	3,340	11	1,360	11	1,330
2002	9	1,540	11	3,100	11	1,570	11	1,600
2003	9	1,470	11	1,840	11	1,510	11	1,420

나. 과즙의 제조

원료 포도는 다음의 처리 공정에 의해 과즙을 제조하였으나, 사과와 배, 단감은 세척 후에 choper로 마쇄 처리한 다음 추출기에 넣어 추출하였다.

과즙제조에서 과즙의 수율, 색 등 성분에 영향을 미치는 요인으로는 열처리 온도와 시간이므로 온도와 시간은 과일에 따라서 다르게 처리하여야 하였다. 포도는 100℃에서 압력 1/kg이 될 때 압착하고 배, 사과, 단감 등은 110℃에서 압력 2/kg일 때 압착하는 것이 과즙생산 수율에서 바람직한 것으로 사료되었다.



*가열 조건 : 온도 100~110℃, 압력 1~2/kg, 시간 1~2.

Fig. 3.3.3. Schemes for preparation of grape extract

다. 과일 종류 별 과즙의 특성

각 과일의 과즙 생산수율, 당도, 수분의 측정값은 표 3.3.14과 같고, 과즙의 pH와 적정산도 및 색도는 표 3.3.15와 같다.

포도, 사과, 배, 단감에서 기대할 수 있는 과즙의 양은 각각 81.2%, 80.5%, 83.5, 82.7%으로 사과가 가장 적었고 배가 가장 많았다. 각 종 과일에서 생산할 수 있는즙의 양은 과일의 수분함량 및 숙성도, 처리온도 등 여러 가지 요인에 따라서 다소의 차이는 있겠으나 약 80~85%였다.

과일의 당도는 품종과 과일의 숙성도에 따라서 다르겠지만 과즙의 당도는 과일의 당도에 따라서 결정되고 또한 당 조정 시 첨가 당의 양을 결정하기 때문에 과즙용 원료과일의 당은 매우 중요하였다.

포도, 사과, 배, 단감 과일의 당도는 약 13±1%(김, 1994) 전후이고즙의 당도는 각

각 12.7%, 13.5%, 16.7%. 18.4%로 포도가 12.7% 가장 낮고, 가장 높은 것은 배즙으로 16.7%이었다. 과일과 과즙간에 당도의 차이는 가열처리 때문인 것으로 사료되었다.

포도, 사과, 배, 단감 과즙의 pH, 적정산도, 색도 측정값은 표 3.3.15와 같다. 각 즙의 pH는 포도 3.4, 사과 3.8, 배 4.8, 단감 6.2로 포도, 사과, 배가 낮고 단감은 다소 높았다. 과즙의 적정산도는 포도 24.9, 사과 21.6, 배 20.1, 단감 2.4로 포도, 사과, 배는 높고 단감은 낮았다. 과즙의 색도는 측정 결과 단감은 포도, 사과, 배즙에 비교 L, b값이 높고 포도는 a값이 높았으며 사과와 배는 L, a 값은 유사하나 b 값은 사과보다 배가 더 높았다.

과즙의 적정산도와 색도는 꿀의 적정산도와 꿀의 색도에 영향을 미칠 것으로 사료되는 바 꿀의 유기산 함량과 색은 벌의 먹이에 영향을 받을 것으로 사료된다.

Table 3.3.14. Yield, sweetness, and moisture content of fruit extracts

	Grape	Apple	Pear	Persimmon
Yield(%)	81.2	80.5	83.5	82.7
Sweetness(%)	12.7	13.5	16.7	18.4
Water(%)	81.7	85.4	82.3	81.3

Table 3.3.15. pH, titratable acidity and Hunter color values of fruit extracts

		Grape	Apple	Pear	Persimmon
pH		3.4	3.8	4.8	6.2
Titratable acidity (meq/kg)		24.9	21.6	20.1	2.4
	L	20.15	13.85	14.5	29.09
Color	a	5.71	1.79	1.65	3.03
	b	2.32	1.61	3.70	19.67

4. 과즙의 이용 및 생산 꿀의 특성

가. 실험실에서의 당도, 온도 및 시간 별 급이 당액의 pH 변화

급이 먹이의 소비량은 봉군의 세력(봉량), 통내 소비의 작업 공간, 밀원으로부터 먹이의 유입 량, 당도를 포함하여 급이 먹이의 품질 등 여러 요인과 관련하여 봉군의 먹이 필요성에 따라서 다를 것이므로 동일한 급이량을 급이하여도 급이한 먹이가 급이기에 남아 있는 시간은 차이가 있었으며, 벌통 내 급이기의 먹이는 벌통 내 온도와 시간에 따라서 먹이의 pH가 변화할 것으로 사료되었다.

본 실험은 준비한 설탕용액, 먹이꿀, 포도즙, 사과즙, 배즙, 단감즙 먹이를 가지고 당도와 온도 및 시간에 따라서 액상 먹이의 pH 변화를 조사하여 표 3.3.16과 같은 결과를 얻었다.

표 3.3.16에서 측정 결과를 보면 급이 먹이의 pH 값은 당도, 온도, 시간 및 종류에 따라서 변화에 차이가 있었으며, 특히 당도 25%인 먹이는 35℃에서 pH의 변화가 컸으며, 당도가 낮고 온도가 높을수록 pH는 더 낮아졌다. 먹이의 종류에 따라서는 설탕액 및 먹이꿀 보다는 과즙에서 더 낮았고 과즙 중에는 단감과 배즙이 포도나 사과즙보다 더 낮아졌다.

액상 먹이의 pH 값 변화는 당의 발효 때문이고, 과즙이 발효가 진행되는 동안에는 가스가 발생하여 거품이 생기고 거품은 벌이 먹이를 빨아들이는데 장애가 되는 것으로 사료되었다.

그리고 발효된 먹이가 저장되어 꿀로 채밀되면 꿀의 품질에도 영향을 미칠 것이므로 벌에게 급이하는 1회의 먹이 량은 급이 후 1~2일 이내 다 소비하도록 주는 것이 바람직할 것으로 사료되었다.

Table 3.3.16. Changes in pH of feed solution during storage at different temperature

Temperatur	Sugar	25%				35%				45%			
		Time	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2
25°C	Sugar	5.70	4.43	4.80	3.27	5.50	4.37	4.73	3.37	5.30	4.63	4.77	3.30
	fed Honey	3.80	3.97	3.63	3.57	3.70	3.80	3.71	3.52	3.70	3.73	3.70	3.37
	Grape	3.37	3.50	3.41	3.33	3.47	3.50	3.43	3.30	3.47	3.50	3.50	3.31
	Apple	3.93	3.97	3.94	3.97	3.90	3.93	3.83	4.01	3.97	3.97	3.87	3.97
	Pear	4.80	3.80	3.32	3.13	4.80	4.01	3.60	3.13	4.80	4.01	3.30	3.51
	Persimmon	4.20	4.10	3.95	3.70	4.20	4.10	4.31	3.95	4.20	4.20	4.51	3.93
30°C	Sugar	5.71	3.90	4.80	3.67	5.50	4.23	4.73	3.27	5.30	4.60	4.51	3.17
	Honey	3.80	3.87	3.67	3.33	3.70	3.77	3.53	3.57	3.70	3.73	3.51	3.67
	Grape	3.33	3.30	3.33	3.33	3.40	3.31	3.30	3.40	3.46	3.40	3.41	3.37
	Apple	3.90	3.93	3.91	3.93	4.01	3.93	3.87	4.10	3.90	3.91	3.90	4.10
	Pear	4.80	3.77	3.30	3.30	4.80	3.73	3.30	3.23	4.80	4.73	3.50	3.30
	Persimmon	4.20	4.21	3.30	3.60	4.20	4.21	3.33	3.63	4.20	4.13	3.60	3.95
35°C	Sugar	5.70	3.81	4.50	4.27	5.50	3.93	4.60	4.53	5.30	3.90	4.50	4.53
	fed Honey	3.80	3.80	3.43	3.70	3.70	3.73	3.53	3.57	3.70	3.70	3.60	3.71
	Grape	3.37	3.40	3.31	3.37	3.47	3.40	3.31	3.33	3.47	3.40	3.41	3.40
	Apple	3.39	3.93	3.90	4.01	3.97	3.97	3.93	4.10	3.97	3.97	3.95	4.02
	Pear	4.80	4.73	3.33	3.23	4.80	4.80	3.30	3.30	4.80	4.73	3.40	3.43
	Persimmon	4.20	4.20	3.33	3.80	4.20	4.21	3.50	3.63	4.20	4.21	3.63	3.83

나. 벌통 내 급이 먹이의 pH 변화

급이한 먹이가 벌통 내 사양기에 남아 있는 시간에 따라서 사양기 내 먹이의 온도와 pH를 조사한 결과 표 3.3.17과 그림 3.3.4와 같다.

조사 기간은 주로 과즙먹이를 급이하는 5, 6, 9, 10월로 하였으며, 동기간 중에 급이기 내 먹이의 온도는 측정할 때의 봉세 및 외부기온에 영향이 있었지만 일반적으로 강균인 봉군에서 통내 온도는 벌들에 의해 거의 일정하게 유지되었다.

본 실험 기간 중 급이기 내 먹이의 온도는 그림 3.3.4에서와 같이 25±1~35±1℃에서 유지되었다.

표 3.3.17에서 pH 측정값을 보면 모든 처리구에서 온도가 올라가고, 시간이 지날수록 pH가 빨리 떨어졌으며, 설탕 먹이에서보다도 과즙이나 먹이꿀(사양)에서 더 빨리 떨어지는 경향이였다.

본 조사의 결과로 볼 때에 급이한 먹이가 72시간까지 남아있으면 먹이가 변질될 수 있기 때문에 급이 량은 1~2일 이내에 다 소비할 수 있는 량으로 하는 것이 바람직할 것으로 사료되었다.

Table 3.3.17. Changes in pH and sweetness of supplemental feeds in the hives

Bee colony No	25℃					30℃					35℃				
	1-1 Sugar	2-1 Apple	3-1 Grape	4-1 Pear	5-1 Honey	1-2 설탕	2-2 사과	3-2 포도	4-2 배	5-2 사양	1-3 설탕	2-3 사과	3-3 포도	4-3 배	5-3 사양
당도(%)	45.0	45.1	45.3	44.9	45.1	45.0	45.3	45.1	44.8	45.3	45.0	44.7	45.3	45.1	44.9
급이량(g)	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
급이기내 온도	25	26	26	24	25	30	30	31	31	30	35	34	35	34	35
급이시 pH	4.62	3.91	3.56	4.77	-	4.68	3.98	3.54	4.71	-	4.32	3.99	3.61	4.81	-
24시간 pH	4.51	3.84	3.49	4.70	3.78	4.60	3.91	3.47	4.33	3.78	4.18	3.83	3.53	4.76	3.7
48시간 pH	3.54	3.73	3.48	4.66	3.69	4.55	3.82	3.41	4.27	3.52	4.02	3.76	3.50	4.69	3.6
72시간 pH	4.32	3.61	3.41	4.59	3.56	4.51	3.77	3.36	4.12	3.39	3.09	3.71	3.45	4.64	3.41

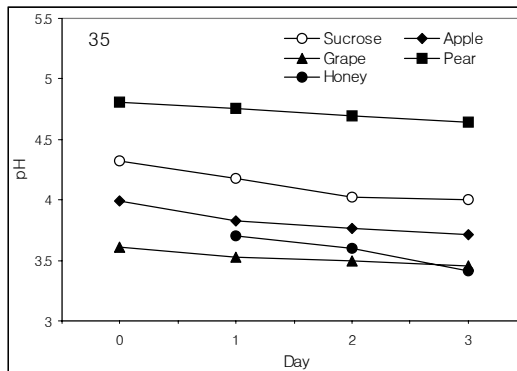
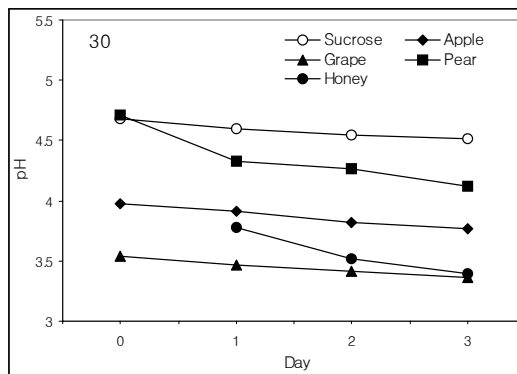
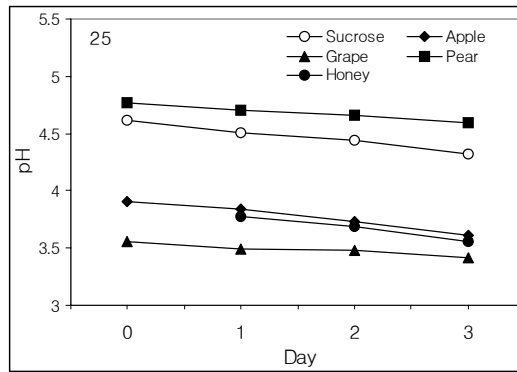


Fig. 3.3.4. Changes in pH of supplemental feeds in the hives

다. 당액 먹이의 적정 당도 설정

식용용 정제 중백당(제일제당)으로 당도 25, 35, 45%로 조제한 액상먹이를 월동 후(2월 21일)부터 월동 전(11월 10±1)일까지 농가의 급이시스템에 의해 급이하였다. 각각의 먹이를 급이한 봉군의 당도별 꿀의 품질 및 특성에 관한 분석 결과는 표 3.3.18-3.3.23과 같다.

꿀의 수분함량은 대조구(농가 꿀을 급이사료로 사용한 군)보다 25%, 35%, 45% 설탕용액 구에서 더 높고, 설탕용액 구 간의 차이는 없었다. 대조구보다 시험구의 꿀에서 수분 함량이 다소 높은 것은 채밀 후 저장기간 또는 처리에 원인이 있는 것으로 사료되었다. 일반적으로 꿀의 수분은 채밀 후 꿀의 저장 및 처리 여하에 따라서 감소하기 때문에 채밀 직후 꿀의 수분은 쉽게 조절할 수 있기 때문에 큰 문제가 되지 않을 것으로 사료되었다.

시중에서 유통되고 있는 토종꿀 및 농가에서 생산되는 토종꿀의 품질검사서 가장 많은 부적합 판정을 받는 항목은 자당과 전화당 함량이었다. 본 시험의 시료 꿀에서도 두 항목(전화당 65% 이상, 자당 7% 이하) 모두에서 부적합하였다. 이 두 항목의 부적합 판정 원인으로서는 설탕의 과도한 급이에 기인하는 것으로 사료되었다. 급이하는 설탕용액의 당도간에는 당도 25% 급이 꿀에서 다소 낮았으며, 이는 급이 먹이의 당 함량과 관련이 있는 것으로 사료되었다.

Table 3.3.18. Effects of sucrose concentration of supplemental feed on honey quality

	Control	25%	35%	45%
Moisture	18.40 ±1.98	22.25 ±0.35	22.30 ±0.71	22.30 ±0.42
Ash	0.13 ±0.01	0.09 ±0.00	0.10 ±0.01	0.09 ±0.00
Invert sugar	62.90 ±7.50	60.35 ±0.92	62.75 ±2.05	62.35 ±0.78
Fructose	34.36 ±4.82	33.19 ±0.89	35.22 ±1.44	34.32 ±1.01
Glucose	30.71 ±0.35	27.20 ±0.02	27.57 ±0.59	28.09 ±0.23
Frc/Glc	1.20 ±0.06	1.22 ±0.03	1.28 ±0.02	1.22 ±0.04
Sucrose	10.05 ±4.45	9.25 ±0.49	7.85 ±2.47	7.35 ±0.92

꿀의 특성 및 효과와 관련하여 꿀의 색, 적정산도, pH, 탁도, flavonoid와 총 phenol, SOD 유사활성과 전자공여능을 측정하였다. 그 결과 색도와 탁도는 당도 45%의 꿀이 가장 짙게 보이는 것으로 사료되었으며, pH는 대조구와 당도 수준별 또는 당도 수준 간에 미미한 차이는 있으나 의미를 둘 정도의 차이는 아니었다.

적정산도에 있어서는 당도 45% 급이 꿀이 가장 적었다. 그러나 한국양봉협회의 품질규격 기준 값(40이하) 보다는 낮고, 미국 농무성 농업기술국에서 490개의 꿀을 분석한 평균 값 29.12보다는 더 높았다(White, 1962).

꿀의 적정산도는 꿀에 들어 있는 여러 종류의 유기산(Tartaric acid, Malic acid, Lactic acid, Acetic acid, Citric acid, Succinic acid, Oxalic acid 등)과 관련되는 것으로 꿀의 유기산은 세균성장 억제 효과가 있다고 함으로 유기산 함량이 낮은 꿀보다는 높은 꿀이 세균성장에는 더 효과적일 것이고, 유기산 함량이 높을 때 꿀의 맛은 더 신맛을 느끼게 할 것으로 사료되었다.

김 등(1989)은 아카시아꿀 328.1/kg, 밤꿀 368.1mg/kg, 잡화 198.5mg/kg, 유채 195mg/kg, 재래종 꿀 333.9mg/kg, 수입꿀 259.5mg/kg의 유기산을 검출하였으며 재래종과 밤꿀에서는 다른 꿀에서는 볼 수 없는 tartaric acid를 303.4mg/kg, 142.6mg/kg을 검출하였다고 한다.

꿀의 향균 및 항산화 효과와 관련하여 flavonoid와 총 페놀 및 SOD 유사활성과 전자공여능을 측정하였다. 각 시료 꿀간에 다소의 차이는 있었으나 설탕먹이의 당도 수준이 이들 성분에는 큰 영향을 미치지 않은 것으로 사료되었다. 벌꿀과 관련하여 이 물질들은 식물계에 널리 들어 있으므로 외역하는 벌들에 의해 수집하는 화밀의 종류 및 저장되는 량에 따라서 좌우될 것으로 사료되었다.

꿀벌은 당도가 30~50%일 때 최대의 수밀력이 일어나고, 여러 종류의 당이 자유로이 주어진다면 sucrose, glucose, maltose, fructose 순으로 벌은 좋아한다(Waller 1972, Bachman과 Waller 1977)고 한다고 함으로 본 실험의 결과에서도 당도는 45% 수준이 모든 측정값에서 양호하였으므로 액상먹이 급이 시 당도는 45~50% 수준이 바람직할 것으로 사료되었다.

대부분의 농가에서도 물과 설탕의 비율을 1:1.5~2로 급이하였으며, 이때의 당도는 약 40~50% 수준이었다.

Table 3.3.19. Effects of sucrose concentration of supplemental feed on Hunter color values of honey

	L	a	b
control	15.69 ±5.72	0.60 ±0.68	4.34 ±2.97
25%	14.82 ±5.02	0.73 ±0.39	3.67 ±2.96
35%	14.49 ±4.86	-0.05 ±1.61	4.42 ±2.81
45%	10.32 ±0.33	1.12 ±0.10	6.62 ±0.14

Table 3.3.20. Changes in turbidity of honey by sucrose concentration of supplemental feed

	Turbidity
control	0.30 ±0.07
25%	0.39 ±0.14
35%	0.26 ±0.05
45%	0.27 ±0.03

Table 3.3.21. Changes in pH and titratable acidity of honey by sucrose concentration of supplemental feed

	pH	Titratable acidity
control	3.96 ±0.34	33.50 ±8.49
25%	3.80 ±0.01	36.00 ±5.66
35%	4.01 ±0.06	33.50 ±4.24
45%	3.81 ±0.13	31.25 ±2.47

Table 3.3.22. Effects of sucrose concentration of supplemental feed on flavonoid and total phenol concentrations of honey

	Flavonoid	Total phenol
control	74.01 ±11.19	0.61 ±0.09
25%	58.61 ±2.35	0.54 ±0.02
35%	89.27 ±48.00	0.60 ±0.13
45%	63.33 ±1.81	0.63 ±0.03

Table 3.3.23. Effects of sucrose concentration of supplemental feed on SOD-like and DPPH radical removal activities of honey

	SOD-like activity	DPPH radical removal
control	7.43 ±6.67	38.47 ±1.55
25%	6.48 ±1.99	35.88 ±1.74
35%	4.77 ±1.07	40.24 ±1.98
45%	5.68 ±1.22	41.54 ±1.16

라. 과즙먹이의 특성

벌에게 급이할 먹이를 당도 45±1%로 하였을 때 먹이꿀(사료꿀), 포도즙, 사과즙, 배즙, 단감즙의 pH와 적정산도, flavonoid와 총 페놀, SOD 유사활성과 전자공여능을 측정하였으며, 그 결과는 표 3.3.24~3.3.26에서와 같다.

먹이의 pH는 포도즙, 사과즙, 배즙, 단감즙, 먹이꿀 순으로 높았으며, 적정산도는 pH의 역순으로 높았다. 당의 종류별 pH에 있어서는 설탕을 첨가한 것이 먹이꿀을 첨가한 것보다 다소 낮았으며, 적정산도는 첨가 당간에 다소의 차이는 있었으나 오차범위를 고려하면 차이가 없는 것으로 사료되었다.

먹이의 flavonoid 함량은 포도즙에서 가장 많았고 그 다음에는 먹이꿀과 사과즙이 많았으며, 그리고 배즙과 단감즙이 제일 적었고 두 즙간에는 유사하였다. 총 페놀 함량은 포도즙과 단감즙이 가장 많았으며, 먹이꿀이 가장 적었고, 사과와 배즙은 비슷하고 중간 수준이었다.

먹이꿀과 과즙 먹이의 SOD 유사활성과 전자공여능은 먹이꿀, 배즙, 사과즙, 단감즙, 포도즙 순으로 좋았다.

벌꿀의 성분은 급이하는 먹이에 따라서 영향을 받기 때문에 과즙을 벌의 먹이로 이용할 때 꿀의 적정산도, flavonoid와 총 페놀, SOD 유사활성과 전자공여능은 긍정적일 것으로 사료되었다.

Table 3.3.24. pH and titratable acidity of fruit extract-based supplemental feed

		pH	Titratable acidity (meq/kg)
Grape	Honey	5.07 ±0.90	5.75 ±3.20
	Honey	3.62 ±0.02	59.15 ±6.48
	Sucrose	3.74 ±0.03	55.55 ±11.26
Apple	Honey	3.96 ±0.01	43.30 ±6.12
	Sucrose	4.01 ±0.02	44.80 ±7.27
Pear	Honey	4.62 ±0.01	19.90 ±4.11
	Sucrose	4.78 ±0.07	22.20 ±7.49
Persimmon	Honey	4.61 ±0.02	21.30 ±2.84
	Sucrose	5.01 ±0.01	17.20 ±0.85

Table 3.3.25. Flavonoids and total phenol contents of fruit extract-based supplemental feed

		Flavonoid	Total phenol
Grape	Honey	18.40 ±14.05	198.04 ±33.38
	Honey	24.63 ±3.70	675.45 ±7.23
	Sucrose	25.64 ±9.38	670.36 ±11.10
Apple	Honey	16.82 ±0.94	405.42 ±13.12
	Sucrose	18.91 ±1.70	392.53 ±29.03
Pear	Honey	12.02 ±2.59	361.64 ±44.12
	Sucrose	7.49 ±2.04	318.83 ±48.86
Persimmon	Honey	12.95 ±2.93	635.74 ±21.53
	Sucrose	11.96 ±0.80	610.12 ±4.64

Table 3.3.26. SOD-like activity and DPPH radical removal activity of fruit extract-based supplemental feed

		SOD-like activity	DPPH radical removal
	Honey	20.45 ±4.01	31.55 ±7.23
Grape	Honey	56.67 ±6.91	95.17 ±1.80
	Sucrose	66.21 ±1.27	96.14 ±0.78
Apple	Honey	49.30 ±4.30	65.88 ±6.80
	Sucrose	48.28 ±4.05	63.41 ±3.61
Pear	Honey	27.01 ±2.18	50.32 ±2.77
	Sucrose	39.77 ±2.03	51.61 ±6.06
Persimmon	Honey	64.18 ±9.85	93.35 ±3.55
	Sucrose	74.90 ±0.53	93.35 ±3.34

마. 과즙 급이 꿀의 품질 및 특성

먹이꿀을 첨가하여 당도를 45±1% 수준으로 한 과즙먹이를 4월 20±1일부터 6월 20±1일까지 급이하였으며, 각 꿀의 품질과 특성을 분석한 결과는 표 3.3.27~32과 같다.

표 3.3.27에서 각 꿀의 전화당 값은 먹이꿀 65.75±2.47, 포도꿀 70.00±1.84, 사과꿀 67.50±5.09, 배꿀 71.35±0.64, 단감꿀 67.70±0.00으로서 배꿀, 포도꿀이 가장 높고 사과꿀, 단감꿀이 다음으로 높고 가장 적은 꿀은 먹이꿀 급이 꿀이었다. 그러나 어느 꿀에서나 품질 규격기준 값 65%보다 높았다. 과즙꿀과 먹이꿀과의 비교에서도 과즙꿀이 더 높았다. 전화당 중 과당은 배꿀이 가장 높았고, 먹이꿀이 가장 적었다. 전화당 중 포도당 함량 또한 배즙꿀이 가장 높고 먹이꿀이 가장 적었다. 꿀 중 자당 함량은 먹이꿀이 가장 많았으며 배즙꿀이 가장 적었다.

꿀의 색과 관련하여 색의 밝기(L 값)는 먹이꿀과 단감꿀이 사과꿀, 포도꿀, 배꿀보다 더 밝게 보였으며, 사과꿀, 포도꿀, 배꿀 간에는 다소의 차이는 있었으나 유사하였다(표 3.3.28).

먹이꿀, 포도, 사과, 배, 단감즙 급이 꿀의 pH와 적정산도는 표 3.3.30과 같다. 각 꿀 간에 pH 값은 큰 차이가 없었으나 적정산도는 과즙급이 꿀이 먹이꿀 급이 꿀보다 월등히 높았으며, 과즙 급이 꿀간에는 유사하였으나 사과즙 급이 꿀이 더 높았다.

꿀의 flavonoid와 총 페놀 함량은 포도즙과 먹이꿀이 가장 많았으며 단감, 사과, 배즙 간에는 다소의 차이는 있었으나 비슷하였다. SOD 유사활성과 전자공여능은 먹이꿀이 다소 낮았으며 과즙간에는 유사하였다.

사과즙과 먹이꿀 급이 꿀의 시료간 오차가 큰 원인은, 저장되는 꿀의 양은 봉군의 봉세에 의해 결정되기 때문에, 강균과 약균 간에는 먹이활동에 가담하는 외역 벌 수에 의해 동일 유밀기라도 유입되는 화밀과 급이하는 먹이의 소모 및 저장량이 다르기 때문인 것으로 사료되었다.

본 실험의 결과, 과즙을 먹이로 급이할 때 저장되는 꿀의 전화당과 전화당 중 과당 함량이 높아졌으며, 꿀의 유기산, 총 페놀, SOD 유사활성과 전자공여능은 먹이꿀(대조구) 급이구보다 높았으며 flavonoid는 포도즙 꿀에서만 먹이꿀(대조구) 급이구보다 높은 것으로 사료되었다.

Table 3.3.27. Quality of honey produced by Korean native honeybee fed fruit extracts*

	Honey	Grape	Apple	Pear	Persimmon
Moisture	18.35±4.74	16.70±1.27	19.75±2.76	16.40±2.12	18.80±0.00
Ash	0.13±0.04	0.15±0.01	0.12±0.03	0.16±0.02	0.13±0.00
Invert sugar	65.75±2.47	70.00±1.84	67.50±5.09	71.35±0.64	67.70±0.00
Fructose	35.98±0.84	38.66±3.53	37.14±2.98	39.54±1.82	36.45±0.00
Glucose	29.77±1.60	30.35±0.32	30.38±2.13	31.78±1.19	31.21±0.00
Frc/Glc	1.21±0.04	1.28±0.13	1.22±0.01	1.25±0.11	1.17±0.00
Sucrose	9.30±5.52	7.20±0.99	6.20±1.13	5.55±1.63	6.00±0.00
HMF	12.90±0.00	23.70±0.00	17.80±5.66	14.30±0.00	13.10±0.00

*The sweetness of fruit extracts was adjusted to 45% with honey.

Table 3.3.28. Hunter color values of honey produced by Korean native honeybee fed fruit extracts*

	L	a	b
Honey	19.19 ± 0.15	-0.06 ± 0.27	2.09 ± 0.02
Grape	14.30 ± 4.26	0.72 ± 0.63	5.38 ± 2.31
Apple	11.17 ± 1.13	0.81 ± 0.02	5.95 ± 0.60
Pear	15.10 ± 3.42	0.16 ± 0.41	4.78 ± 2.73
Persimmon	18.74 ± 1.68	0.20 ± 0.01	2.46 ± 0.18

*The sweetness of fruit extracts was adjusted to 45% with honey.

Table 3.3.29. Turbidity of honey produced by Korean native honeybee fed fruit extracts*

	Turbidity
Honey	0.36 ± 0.08
Grape	0.59 ± 0.43
Apple	0.28 ± 0.13
Pear	0.54 ± 0.21
Persimmon	0.36 ± 0.36

*The sweetness of fruit extracts was adjusted to 45% with honey.

Table 3.3.30. pH and titratable acidity of honey produced by Korean native honeybee fed fruit extracts*

	pH	Titratable acidity
Honey	3.94 ± 0.00	39.75 ± 13.08
Grape	3.71 ± 0.04	51.25 ± 1.77
Apple	3.83 ± 0.10	52.75 ± 10.25
Pear	3.88 ± 0.05	51.50 ± 2.12
Persimmon	3.84 ± 0.00	52.50 ± 0.00

*The sweetness of fruit extracts was adjusted to 45% with honey.

Table 3.3.31. Flavonoid and total phenol concentrations of honey produced by Korean native honeybee fed fruit extracts*

	Flavonoid	Total phenol
Honey	75.33 ± 11.89	0.53 ± 0.03
Grape	90.86 ± 12.08	0.75 ± 0.28
Apple	53.30 ± 18.11	0.66 ± 0.12
Pear	42.86 ± 4.06	0.59 ± 0.11
Persimmon	56.42 ± 12.15	0.92 ± 0.02

*The sweetness of fruit extracts was adjusted to 45% with honey.

Table 3.3.32. SOD-like and DPPH radical removing activities of honey produced by Korean native honeybee fed fruit extracts*

	SOD-like activity	DPPH radical removal
Honey	15.15 ± 7.48	45.68 ± 4.82
Grape	19.34 ± 11.38	58.95 ± 1.88
Apple	27.04 ± 7.63	59.10 ± 6.86
Pear	22.51 ± 7.30	56.05 ± 10.56
Persimmon	26.74 ± 0.41	77.70 ± 19.00

*The sweetness of fruit extracts was adjusted to 45% with honey.

표 3.3.33~38의 측정값은 과즙에 설탕을 첨가하여 당도를 45±1%로 조절한 과일즙 먹이를 4월 20일부터 6월 20일까지 급이한 후 채밀하여 분석한 값이다.

꿀의 수분 함량은 설탕 급이 꿀(22.25±0.35)에서 가장 높았으며 사과즙 급이 꿀(17.00±0.00)에서 가장 낮았다. 꿀의 수분함량은 채밀 전, 소방에 저장된 꿀의 밀폐된 면적, 저장기간, 봉군의 균세에 의해 결정되고, 채밀 후에는 꿀의 보관과 처리에 따라서 결정되며, 본 실험에서는 꿀의 수분 함량이 처리구간에 다른 것은 봉군 내 환경요인이 다르기 때문이라고 사료된다.

전화당과 과당 함량은 과즙 급이 꿀이 설탕 급이 꿀에 비하여 월등히 높고 과즙 급이 꿀의 전화당 함량은 품질규격 기준치 이상이었으나 설탕 급이 꿀은 그 이하로서 시중의 일반 꿀과 유사하였다. 꿀의 품질 중 설탕 급이와 상관관계가 큰 성분은 자당 함량이며, 본 먹이 급이 실험에서 꿀의 자당 함량은 설탕과 배즙 급이 꿀에서 다소 높고 포도와 사과즙 급이 꿀에서는 유사하였다.

본 실험의 결과로 보면 급이 과즙에 첨가하는 당 및 과즙의 종류에 따라서 꿀의 전화당 함량과 전화당 중 과당과 포도당의 함량이 다르다는 것을 표 3.3.27와 3.3.33에서 확인할 수 있었다. 전화당과 과당은 급이 과즙의 당 함량을 조정하기 위해서 설탕을 첨가했을 때보다도 먹이꿀을 첨가하였을 때에 더 높았다.

Table 3.3.33. Quality of honey produced from Korean native honeybee fed fruit extracts*

	Sucrose	Grape	Apple	Pear	Persimmon
Moisture	22.25±0.35	19.30±4.53	17.00±0.00	20.15±0.78	18.20±0.14
Ash	0.09±0.00	0.12±0.04	0.14±0.00	0.12±0.01	0.13±0.01
Invert sugar	61.95±1.34	68.80±3.25	69.70±0.00	66.50±3.68	69.85±3.04
Fructose	34.43±0.86	38.31±3.83	39.25±0.00	36.52±2.45	38.46±2.84
Glucose	27.57±0.50	30.51±0.62	30.45±0.00	30.00±1.21	31.37±0.22
Frc/Glc	1.25±0.01	1.26±0.15	1.29±0.00	1.24±0.01	1.23±0.08
Sucrose	7.80±1.56	6.00±0.42	6.10±0.00	7.30±2.83	5.55±0.64
HMF	nd	nd	76.90±0.00	15.00±0.71	nd

*The sweetness of fruit extracts was adjusted to 45% with sucrose.

nd: not determined

꿀의 색과 관련하여 설탕과 먹이꿀 첨가간에는 차이가 없었다. 꿀의 색은 밀원의 종류에 의해 결정되고 유통되고 있는 대부분의 토종꿀은 년 중 다양한 밀원으로부터 수밀되어 저장되기 때문에 육안으로는 짙은 검은 색을 나타내며 거의 식별하기가 어렵다.

Table 3.3.34. Hunter color values of honey produced from Korean native honeybee fed fruit extracts*

	L	a	b
Sucrose	14.60 ±5.28	0.77 ±0.43	3.91 ±3.24
Grape	15.17 ±2.70	0.40 ±0.25	4.25 ±2.31
Apple	20.97 ±3.84	0.32 ±0.30	1.06 ±1.10
Pear	11.22 ±0.87	1.89 ±0.49	6.33 ±0.67
Persimmon	19.06 ±0.16	-0.13 ±0.05	2.48 ±0.14

*The sweetness of fruit extracts was adjusted to 45% with sucrose.

Table 3.3.35. Turbidity of honey from Korean native honeybee fed fruit extracts*

	Turbidity
Sucrose	0.38 ±0.15
Grape	0.59 ±0.30
Apple	0.53 ±0.03
Pear	0.95 ±0.12
Persimmon	0.35 ±0.36

*The sweetness of fruit extracts was adjusted to 45% with sucrose.

설탕으로 당도를 조정하여 과일즙을 급이한 꿀의 pH와 적정산도는 표 3.3.36과 같다. 시료 꿀간 pH 값의 차이는 미미하고, 적정산도는 설탕 급이 꿀보다 과즙 급이 꿀이 월등히 높고 과즙 급이 꿀간에는 다소의 차이가 있었으나 과즙의 유기산함량이 원인이라고는 규정할 수 없을 것으로 사료되었다. 설탕과 먹이꿀 첨가간에는 먹이꿀을 첨가하였을 때 다소 높았는데 이는 먹이꿀 본래에 있는 유기산 때문인 것으로 사료되었다.

과즙 급이 꿀의 flavonoid와 총 페놀 함량, SOD-like의 활성화도 및 DPPH radical 소거능은 표 3.3.37과 3.3.38과 같다. 과즙을 급이한 꿀은 먹이꿀 및 설탕액만을 급이한 꿀에 비하여 flavonoid와 총 페놀 함량, SOD-like의 활성화도 및 DPPH radical 소거능이 더 높은 것으로 나타났다.

본 실험의 결과 유밀기라도 설탕을 급이하면 먹이의 일부가 저장되어 꿀의 전화당 함량과 자당 함량에 영향을 미치는 것으로 사료되었으며, 유밀기에 과즙을 급이하면 과즙의 성분이 꿀로 유입되어 꿀의 품질개선에 효과가 있는 것으로 사료되었다.

Table 3.3.36. pH and titratable acidity of honey produced from Korean native honeybee fed fruit extracts*

	pH	Titratable acidity
Sucrose	3.85 ±0.07	34.75 ±7.42
Grape	3.76 ±0.07	49.50 ±4.95
Apple	3.85 ±0.00	50.00 ±0.00
Pear	3.81 ±0.19	59.00 ±8.49
Persimmon	3.73 ±0.00	52.00 ±0.00

*The sweetness of fruit extracts was adjusted to 45% with sucrose.

Table 3.3.37. Flavonoid and total phenol concentrations of honey produced from Korean native honeybee fed fruit extracts*

	Flavonoid	Total phenol
Sucrose	62.04 ±3.08	0.58 ±0.04
Grape	76.36 ±4.83	0.61 ±0.12
Apple	62.21 ±0.80	0.73 ±0.00
Pear	120.43 ±21.25	1.82 ±0.72
Persimmon	62.96 ±1.97	0.62 ±0.00

*The sweetness of fruit extracts was adjusted to 45% with sucrose.

Table 3.3.38. SOD-like and DPPH radical removing activities of honey produced from Korean native honeybee fed fruit extracts*

	SOD-like activity	DPPH radical removal
Sucrose	7.13 ± 1.28	38.91 ± 2.55
Grape	20.62 ± 10.93	52.61 ± 1.76
Apple	31.79 ± 1.86	64.05 ± 5.00!
Pear	27.51 ± 4.31	79.46 ± 2.82
Persimmon	27.86 ± 0.86	63.10 ± 6.54

*The sweetness of fruit extracts was adjusted to 45% with sucrose.

바. 포도즙 급이 꿀의 품질 및 특성

준비한 포도즙에 먹이꿀로 당도를 25%, 35%, 40%, 45%로 조정하여 벌의 먹이로 급이하고 채밀한 꿀의 품질과 특성을 분석한 결과 표 3.3.39~44와 같다.

당도별 포도즙 급이 꿀(포도꿀)의 수분은 당도 25% 꿀에서 가장 높고 40%에서 가장 적었으며, 품질규격기준보다는 0.45% 높았다. 전화당 값은 당도 40% 급이 꿀에서 62.62±0.62%로 가장 적었으며 가장 높은 것은 35% 급이구로 69.72±0.07이었다. 품질규격기준으로 볼 때에 당도 40% 급이구 이 외는 모두가 적합한 기준치 이상이었다. 전화당 중 과당은 당도 35% 급이 꿀에서 높고 당도 25%, 40%, 45% 급이 꿀간에는 유사하였다. 자당은 당도 40% 급이 꿀에서 가장 높고 25% 급이 꿀에서 가장 적었다. 전화당, 과당, 자당의 값으로 보면, 벌에게 급이하는 액상 먹이의 당 함량에 따라서 벌의 소화활동 및 소방에 저장하는 시간에 영향을 미치는 것으로 사료되었다.

꿀의 색도는 당도가 낮은 급이구에서 L 값이 더 높았다. 꿀의 탁도는 당도 45% 급이구에서 낮고, 꿀의 pH는 당도 별로 큰 차이가 없는 것으로 사료되었다. 적정산도는 당도가 높은 먹이를 급이한 꿀에서 더 높았다. flavonoid, 총 페놀, SOD-like 및 DPPH radical 소거능의 측정값에서는 당도 25%에서 flavonoid 함량이 다소 높고, SOD-like 활성도는 떨어졌으며 그 외는 당도간에 큰 차이가 없는 것으로 사료되었다.

Table 3.3.39. Quality of grape extract-fed Korean native honey*

	25%	35%	40%	45%
Moisture	20.95 ± 0.92	16.75 ± 0.07	16.30 ± 0.42	17.85 ± 0.21
Ash	0.11 ± 0.01	0.15 ± 0.00	0.15 ± 0.00	0.14 ± 0.01
Invert sugar	68.15 ± 0.21	69.72 ± 0.07	62.62 ± 0.62	66.73 ± 0.11
Fructose	37.17 ± 0.47	39.18 ± 0.14	35.65 ± 0.64	36.94 ± 0.95
Glucose	31.01 ± 0.29	30.54 ± 0.21	26.97 ± 0.03	29.76 ± 1.02
Frc/Glc	1.20 ± 0.03	1.28 ± 0.01	1.32 ± 0.03	1.24 ± 0.07
Sucrose	5.40 ± 0.42	6.70 ± 0.00	13.20 ± 0.14	7.70 ± 0.57
HMF	nd	10.00 ± 0.00	15.85 ± 0.49	28.45 ± 8.70

*The sweetness of grape extract was adjusted with honey. nd: not determined

Table 3.3.40. Hunter color values of grape extract-fed Korean native honey*

	L	a	b
25%	14.54 ± 3.36	0.94 ± 0.49	4.64 ± 2.53
35%	13.79 ± 1.66	0.65 ± 0.18	4.29 ± 0.60
40%	14.50 ± 4.31	0.53 ± 0.21	3.85 ± 2.07
45%	11.81 ± 0.38	1.00 ± 0.15	5.76 ± 0.46

*The sweetness of grape extract was adjusted with honey.

Table 3.3.41. Turbidity of grape extract-fed Korean native honey*

	Turbidity
25%	0.52 ± 0.11
35%	0.63 ± 0.16
40%	0.44 ± 0.03
45%	0.30 ± 0.10

*The sweetness of grape extract was adjusted with honey.

Table 3.3.42. pH and titratable acidity of grape extract-fed Korean native honey*

	pH	Titratable acidity
25%	3.77 ±0.07	34.75 ±1.77
35%	3.81 ±0.03	30.25 ±0.35
40%	3.70 ±0.04	36.00 ±0.71
45%	3.80 ±0.12	45.25 ±6.01

*The sweetness of grape extract was adjusted with honey.

Table 3.3.43. Flavonoid and total phenol contents of grape extract-fed honey*

	Flavonoid	Total phenol
25%	71.35 ±4.45	0.67 ±0.05
35%	58.62 ±21.93	0.56 ±0.06
40%	45.62 ±3.73	0.49 ±0.03
45%	65.88 ±24.34	0.93 ±0.12

*The sweetness of grape extract was adjusted with honey.

Table 3.3.44. SOD-like and DPPH radical removing activities of grape extract-fed honey*

	SOD-like activity	DPPH radical removal
25%	11.15 ±1.20	45.32 ±0.56
35%	14.18 ±1.00	41.11 ±1.74
40%	10.43 ±1.41	40.00 ±3.14
45%	9.58 ±2.66	45.91 ±3.41

*The sweetness of grape extract was adjusted with honey.

표 3.3.45~50은 포도즙 먹이의 당도를 설탕으로 조정하여 급이한 꿀의 분석 결과이다. 꿀의 전화당 함량은 67.20~68.5%으로 당도 45% 급이구에서 1.39% 높았지만 당도별 큰 차이가 없는 것으로 사료되었다. 전화당 중 과당과 포도당 함량에 있어서도 당도간에는 차이가 없었다. 자당은 당도 45% 급이구에서 다소 낮았지만 그 외 급이구에서는 유사하였다.

꿀의 색은 당도 40% 급이구에서 다소 밝은 색이었으며, 그 외 구에서는 유사하였다. pH는 당도간에 차이가 없었으나 적정 산도는 40% 급이구가 39.75로 가장 높았고, 25% 급이구 37.50, 45% 급이구 35.25, 35% 급이구 34.75 순으로 적었다. SOD 유사활성과 DPPH radical 소거능은 당도 45% 급이구 꿀이 더 효과적이었다.

꿀의 품질은 급이하는 먹이와 벌의 활동권 내 밀원에 의해 결정되며 급이하는 먹이가 저장되어 꿀로 유입될 때 꿀의 품질에 영향을 미쳤으며, 본 실험에서 포도즙 급이 꿀의 전화당과 과당 함량은 포도즙에 첨가한 당의 종류(먹이꿀, 설탕)와 당 수준(25~45%)과 관련이 있었으며, 급이 먹이의 당도가 높은 것(40~45%)이 당도가 낮은 것(25~35%) 보다 더 양호하였다. 적정산도와 flavonoid와 총 페놀 함량 및 SOD 유사활성과 DPPH radical 소거능에서도 유사한 경향이였다.

Table 3.3.45. Quality of grape extract-fed Korean native honey*

	25%	35%	40%	45%
Moisture	19.35 ±4.45	19.60 ±4.38	18.35 ±0.07	20.05 ±0.49
Ash	0.12 ±0.04	0.12 ±0.04	0.13 ±0.00	0.12 ±0.01
Invert sugar	67.20 ±0.99	67.31 ±3.83	67.11 ±0.30	68.50 ±0.28
Fructose	36.88 ±1.80	36.93 ±3.36	37.69 ±0.40	37.86 ±0.08
Glucose	30.36 ±0.83	30.37 ±0.47	29.43 ±0.11	30.65 ±0.36
Frc/Glc	1.22 ±0.09	1.22 ±0.09	1.28 ±0.01	1.24 ±0.02
Sucrose	6.50 ±1.13	6.45 ±0.49	6.70 ±0.00	5.60 ±0.71
HMF	17.70 ±0.00	11.30 ±0.00	35.60 ±0.28	12.80 ±0.00

*The sweetness of grape extract was adjusted with sucrose.

Table 3.3.46. Hunter color values of grape extract-fed Korean native honey*

	L	a	b
25%	14.13 ± 3.89	0.47 ± 0.33	4.71 ± 2.83
35%	14.45 ± 5.36	0.64 ± 0.40	4.22 ± 2.64
40%	19.68 ± 1.55	0.27 ± 0.33	2.43 ± 0.67
45%	13.69 ± 0.25	1.60 ± 0.01	8.58 ± 0.54

*The sweetness of grape extract was adjusted with sucrose.

Table 3.3.47. Turbidity of grape extract-fed Korean native honey*

	Turbidity
25%	0.34 ± 0.01
35%	0.40 ± 0.04
40%	0.41 ± 0.01
45%	0.58 ± 0.02

*The sweetness of grape extract was adjusted with sucrose.

Table 3.3.48. pH and titratable acidity of grape extract-fed Korean native honey*

	pH	Titratable acidity
25%	3.79 ± 0.03	37.50 ± 2.12
35%	3.78 ± 0.02	34.75 ± 1.06
40%	3.93 ± 0.00	39.75 ± 3.18
45%	3.80 ± 0.10	35.25 ± 2.47

*The sweetness of grape extract was adjusted with sucrose.

Table 3.3.49. Flavonoid and total phenol contents of grape extract-fed honey*

	Flavonoid	Total phenol
25%	81.91 ±2.78	0.74 ±0.05
35%	58.92 ±4.00	0.64 ±0.11
40%	44.99 ±6.06	0.78 ±0.02
45%	98.31 ±37.45	0.89 ±0.09

*The sweetness of grape extract was adjusted with sucrose.

Table 3.3.50. SOD-like and DPPH radical removing activities of grape extract-fed honey*

	SOD-like activity	DPPH radical removal
25%	10.96 ±0.91	48.82 ±3.61
35%	12.34 ±5.08	43.51 ±4.39
40%	10.30 ±0.68	46.06 ±0.41
45%	12.40 ±1.98	52.78 ±2.34

*The sweetness of grape extract was adjusted with ssucrose.

사. 당 종류별 배즙 급이 꿀의 특성

배즙에 먹이꿀과 설탕을 첨가하여 당도를 45±1%로 하였다. 이 액상 먹이를 급이한 각 봉군의 꿀 분석 결과는 표 3.3.51~56과 같다.

배즙에 먹이꿀을 첨가하여 급이하였을 때 꿀의 전화당 함량은 65.10%로 설탕을 첨가하여 급이한 꿀, 53.70% 보다 훨씬 높고, 전화당 중 과당 함량도 36.50으로 29.66보다 더 높으며, 전화되지 않은 자당 함량은 먹이꿀을 첨가한 배즙꿀은 6.70%이나 설탕을 첨가한 배즙꿀은 19.50으로 12.80%나 더 많았다.

꿀의 색은 먹이꿀을 첨가한 배즙꿀에서 황색도 b 값이 다소 높고, 꿀의 탁도는 설

당을 첨가하여 급이한 배즙꿀에서 다소 높았다. 꿀의 pH은 차이가 없으나 적정산도는 설탕을 첨가한 배즙꿀에서 더 높았다.

Flavonoid와 총 페놀 함량은 설탕을 첨가한 배즙꿀에서 높았으며, 특히 flavonoid 함량이 월등히 많았다. SOD-like와 DPPH radical 소거능은 두 꿀간에 차이가 미미한 것으로 사료되었다.

꿀의 성분에 영향을 미치는 요인에는 봉군의 군세, 벌의 활동영역 내 밀원의 종류, 급이 먹이의 꿀로 유입되는 량 등에 영향을 받으며, 그 변이가 크기 때문에 급이하는 먹이에 의해서만이 꿀의 품질이 결정된다고는 볼 수 없지만 벌에게 주는 먹이가 저장 되는 꿀로 유입되어 꿀의 품질에 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다.

Table 3.3.51. Quality of honey produced from Korean native honeybee fed pear extract adjusted sweetness with honey or sucrose to 45%

	Honey	Sucrose
Moisture	20.35±0.07	20.70±0.00
Ash	0.11±0.00	0.11±0.00
Invert sugar	65.10±0.14	53.70±0.28
Fructose	36.50±0.01	29.66±0.19
Glucose	28.57±0.14	24.04±0.14
Frc/Glc	1.28±0.01	1.23±0.00
Sucrose	6.70±0.14	19.50±0.28
HMF	112.75±5.87	156.70±3.11

Table 3.3.52. Color of honey produced from Korean native honeybee fed pear extract adjusted sweetness with honey or sucrose to 45%

	L	a	b
Honey	10.50±0.07	1.70±0.25	6.49±0.38
Sucrose	11.33±0.75	1.36±1.11	4.62±1.36

Table 3.3.53. Turbidity of honey produced from Korean native honeybee fed pear extract adjusted sweetness with honey or sucrose to 45%

	Turbidity
Honey	0.65 ±0.01
Sucrose	0.88 ±0.03

Table 3.3.54. pH and titratable acidity of honey produced from Korean native honeybee fed pear extract adjusted sweetness with honey or sucrose to 45%

	pH	Titratable acidity
Honey	3.80 ±0.01	58.00 ±7.07
Sucrose	3.66 ±0.02	65.50 ±0.71

Table 3.3.55. Flavonoid and total phenol concentrations of honey produced from Korean native honeybee fed pear extract adjusted sweetness with honey or sucrose to 45%

	Flavonoid	Total phenol
Honey	93.46 ±3.16	1.71 ±0.08
Sucrose	130.37 ±9.22	2.45 ±0.03

Table 3.3.56. SOD-like and DPPH radical removing activities of honey produced from Korean native honeybee fed pear extract adjusted sweetness with honey or sucrose to 45%

	SOD-like activity	DPPH radical removal
Honey	21.56 ±3.02	68.84 ±0.01
Sucrose	21.46 ±3.44	75.49 ±2.80

아. 과즙 급이 봉군의 저밀 위치별 꿀의 특성

실험군의 꿀 채밀은 월동 전(2003년 11월 초)에 하고 각각의 시료 꿀은 절취한 통에서 상층 통과 하층 통의 꿀로 하였다. 급이 먹이의 당도는 $45\pm 1\%$ 으로 하였으며 과즙에 첨가한 당은 먹이꿀로 하였다. 각 시험 봉군의 상층 통(upper)과 하층 통(lower) 시료 꿀의 측정 및 분석 결과는 표 3.3.57~62과 같다.

벌의 습성으로서, 벌집(소비)은 벌통의 위에서 아래로 지으며, 먹이를 저장한다. 소비 내 먹이의 저장은 산란 권을 중심으로 유층으로부터 가까운 소방에는 화분을 저장하고 좀 더 멀리 떨어져 있는 소방에는 액상먹이, 즉 꿀을 저장한다. 그리고 저장먹이(꿀)는 유입되는 먹이의 량에 따라서 증감한다. 예로 아카시아 개화기라도 날씨에 따라서는 먹이가 저장되지 않고 오히려 저장된 먹이를 소비한다. 따라서 화밀의 저장된 꿀을 벌이 소비하는 것을 줄이기 위해서는 벌의 먹이활동상황에 따라서 적절히 사양을 하여야 한다. 이러한 사양시스템은 관리자가 유밀기의 밀원 및 기후와 봉군의 상황에 능동적으로 대처하면서 급이 시기와 급이 량을 적절히 조절하여야 양질의 꿀을 생산할 수 있다. 따라서 꿀의 품질 여부는 관리자의 사양기술에 의해 좌우된다. 특히 현재와 같은 토종벌 사양관리 하에서는 때에 따라서는 생산하는 꿀 대부분이 급이하는 먹이일 수도 있을 것으로 사료되었다.

본 실험에서 상층(upper)과 하층(lower) 통의 꿀 성분이 다른 것도 벌의 이와 같은 본능적인 생리활동 때문이며, 활동기 및 유밀기에 먹이의 급이시스템은 매우 중요하고 먹이의 질이 꿀의 품질에 미치는 영향이 더 클 것으로 사료되었다.

꿀 분석결과를 표 3.3.57에서 보면 전화당 함량이 기준치 65%보다 높고, 자당 함량이 기준치 7.0%보다 다소 높지만 꿀의 적정산도, flavonoid와 총 페놀 함량 그리고 SOD-like activity 및 전자공여능은 일반 꿀보다 더 양호하다고 사료되었다.

본 실험의 결과로 보면 유밀기 및 저밀기에 과즙을 급이하면 꿀의 품질을 개선시키고 특히 건강과 관련하여 유효성분을 증가시키는 것으로 사료되었다.

Table 3.3.57. Changes in honey quality by hive stack location*

	Honey		Grape	
	Upper	Lower	Upper	Lower
Moisture	16.00 ±1.41	18.40 ±4.67	16.00 ±0.28	16.05 ±0.35
Ash	0.15 ±0.01	0.13 ±0.04	0.16 ±0.01	0.16 ±0.01
Invert sugar	66.10 ±2.97	65.00 ±3.54	66.86 ±6.28	65.20 ±4.53
Fructose	36.58 ±1.69	34.16 ±3.41	38.44 ±3.83	36.51 ±1.71
Glucose	29.55 ±1.29	30.84 ±0.09	28.40 ±2.43	28.67 ±2.77
Frc/Glc	1.24 ±0.00	1.11 ±0.11	1.36 ±0.02	1.28 ±0.06
Sucrose	10.05 ±4.45	6.75 ±1.91	9.75 ±4.60	10.55 ±5.44
HMF	12.45 ±0.64	40.80 ±0.00	15.20 ±0.00	25.55 ±1.77

	Apple		Pear	
	Upper	Lower	Upper	Lower
Moisture	19.35 ±3.32	17.80 ±0.00	16.40 ±2.12	19.30 ±3.39
Ash	0.12 ±0.03	0.14 ±0.00	0.16 ±0.02	0.13 ±0.04
Invert sugar	66.80 ±4.10	71.10 ±0.00	71.35 ±0.64	65.55 ±6.15
Fructose	37.14 ±2.98	39.25 ±0.00	39.54 ±1.82	36.35 ±2.88
Glucose	29.66 ±1.12	31.88 ±0.00	31.78 ±1.19	29.16 ±3.27
Frc/Glc	1.25 ±0.06	1.23 ±0.00	1.25 ±0.11	1.25 ±0.04
Sucrose	6.55 ±0.64	5.40 ±0.00	5.55 ±1.63	5.20 ±0.14
HMF	45.35 ±44.62	21.80 ±0.00	14.30 ±0.00	25.30 ±20.22

*Korean native honeybee was fed fruit extracts

Table 3.3.58. Changes in color of honey by hive stack location*

		L	a	b
Honey	Upper	19.97 ±0.85	0.09 ±0.11	1.93 ±0.18
	Lower	14.84 ±4.88	0.49 ±0.90	4.73 ±3.06
Grape	Upper	18.62 ±0.73	0.25 ±0.10	2.76 ±0.72
	Lower	16.22 ±4.24	2.56 ±0.09	5.42 ±1.02
Apple	Upper	16.55 ±5.56	0.56 ±0.32	3.25 ±2.61
	Lower	10.21 ±0.06	0.82 ±0.00	6.46 ±0.04
Pear	Upper	15.10 ±3.42	0.16 ±0.41	4.78 ±2.73
	Lower	23.22 ±5.96	1.60 ±1.71	12.03 ±10.60

*Korean native honeybee was fed fruit extracts

Table 3.3.59. Changes in turbidity of honey by hive stack location*

		Turbidity
Honey	Upper	0.39 ±0.05
	Lower	0.26 ±0.04
Grape	Upper	0.68 ±0.33
	Lower	0.56 ±0.16
Apple	Upper	0.42 ±0.14
	Lower	0.25 ±0.19
Pear	Upper	0.54 ±0.21
	Lower	0.88 ±0.45

*Korean native honeybee was fed fruit extracts

Table 3.3.60. Changes in pH and titratable acidity of honey by hive stack location*

		pH	Titratable acidity
Honey	Upper	3.83 ±0.16	44.25 ±6.72
	Lower	3.86 ±0.12	42.75 ±17.32
Grape	Upper	3.71 ±0.03	43.50 ±12.73
	Lower	3.91 ±0.06	59.25 ±5.30
Apple	Upper	3.87 ±0.04	55.00 ±7.07
	Lower	3.76 ±0.00	45.50 ±0.00
Pear	Upper	3.88 ±0.05	51.50 ±2.12
	Lower	4.11 ±0.08	67.75 ±5.30

*Korean native honeybee was fed fruit extracts

Table 3.3.61. Changes in flavonoid and total phenol concentrations of honey by hive stack location*

		Flavonoid	Total phenol
Honey	Upper	79.12 ±6.25	0.61 ±0.09
	Lower	78.32 ±11.84	0.75 ±0.27
Grape	Upper	74.66 ±30.83	0.50 ±0.02
	Lower	114.51 ±43.63	1.72 ±0.13
Apple	Upper	64.40 ±9.94	0.75 ±0.02
	Lower	40.00 ±0.15	0.56 ±0.03
Pear	Upper	42.86 ±4.06	0.59 ±0.11
	Lower	172.22 ±159.89	1.74 ±0.89

*Korean native honeybee was fed fruit extracts

Table 3.3.62. Changes in SOD-like and DPPH radical removing activities of honey by hive stack location*

		SOD-like activity	DPPH radical removal
Honey	Upper	17.13 ±5.85	43.23 ±8.28
	Lower	9.14 ±0.87	51.27 ±12.74
Grape	Upper	21.13 ±9.45	47.67 ±14.08
	Lower	29.46 ±2.40	90.28 ±3.62
Apple	Upper	28.46 ±4.30	64.00 ±0.08
	Lower	28.96 ±12.35	54.25 ±15.43
Pear	Upper	22.51 ±7.30	56.05 ±10.56
	Lower	40.80 ±15.76	72.57 ±10.75

*Korean native honeybee was fed fruit extracts

자. 과즙 급이 봉군의 채밀 시기 별 꿀의 특성

유밀기(저밀기)에 먹이를 주지 않은 봉군(None)과 설탕액을 급이한 봉군(Sugar) 및 먹이꿀과 설탕을 각각 첨가하여 당도를 45±1로 한 배즙 먹이를 급이한 각각의 봉군에서 1차(2003년 6월 18일)와 2차(2003. 11월 20일)로 구분하여 채밀하였다. 각 꿀의 품질 및 성분 분석 결과는 표 3.3.63~68과 같다.

서로 다른 4개의 처리 봉군에 1차(4월 10일~6월 10일)와 2차(9월 10일~11월 10일)에 걸쳐서 각각의 액상 먹이를 급이하였으며, 각각의 봉군으로부터 생산한 꿀의 품질은 표 3.3.63에서와 같이 전화당 함량, 전화당 중 과당함량과 꿀의 자당함량 등은 전반적으로 2차 때보다는 1차 때가 더 양호하였다. 꿀의 색과 탁도와 색깔은 봉군과 봉군간에도 차이가 있었으며 1차와 2차간에도 약간의 차이가 있었다. 꿀의 pH는 처리 봉군간 1차와 2차간에 다르며, 적정산도는 1차 때 보다 2차 때가 다소 높은 경향이였다.

Flavonoid와 총 페놀 함량은 2차 때보다는 1차 때에 다소 높았으며 특히 설탕과즙 먹이 급이 봉군이 월등히 높은 원인은 연구의 문제점으로 제기되었다. 꿀의 SOD 유사활성과 전자공여능은 처리구 및 시료간에는 무 사양구를 제외하고는 2차 시기보다 1차 시기의 꿀이 다소 양호한 것으로 사료되었다.

본 실험의 결과로 보면 꿀의 품질은 봉군의 사육장소(봉장) 내 년 중 밀원 분포에 따라서 다르다는 것을 알 수 있었으며, 그리고 사양을 하지 않은 봉군의 꿀이 사양을 한 다른 봉군의 꿀 보다 월등히 양호한 것으로는 고찰되지는 않았다.

봉군의 발전과 유지 및 꿀의 생산을 위해서는 적절한 사양이 될 수 적이고 급이 량과 급이 시점은 관리자의 기술적 문제이며 다만 급이 먹이의 품질이 좋을 때에는 사양하지 않은 꿀과 질적 차이가 크지 않을 것으로 사료되었다.

Table 3.3.63. Changes in honey quality by collection time*

	None		Sugar	
	1st	2nd	1st	2nd
Moisture	21.30 ±0.00	20.60 ±0.00	20.80 ±0.00	20.70 ±0.14
Ash	0.10 ±0.00	0.11 ±0.00	0.11 ±0.00	0.11 ±0.00
Invert sugar	68.10 ±0.00	63.80 ±0.00	66.30 ±0.00	63.70 ±0.85
Fructose	39.20 ±0.00	36.59 ±0.00	41.69 ±0.00	34.53 ±1.07
Glucose	28.85 ±0.00	27.23 ±0.00	24.63 ±0.00	29.32 ±0.04
Frc/Glc	1.36 ±0.00	1.34 ±0.00	1.69 ±0.00	1.18 ±0.04
Sucrose	4.40 ±0.00	6.20 ±0.00	5.50 ±0.00	6.75 ±0.35
HMF	nd	nd	nd	nd

	Fruit (honey)		Fruit (sugar)	
	1st	2nd	1st	2nd
Moisture	20.90 ±0.00	21.40 ±0.14	20.70 ±0.00	19.85 ±0.07
Ash	0.11 ±0.00	0.10 ±0.00	0.11 ±0.00	0.12 ±0.00
Invert sugar	65.60 ±0.00	62.45 ±0.92	66.00 ±0.00	60.45 ±0.49
Fructose	36.48 ±0.00	33.95 ±0.53	41.17 ±0.00	32.58 ±0.52
Glucose	29.11 ±0.00	28.49 ±0.39	24.86 ±0.00	27.90 ±0.06
Frc/Glc	1.25 ±0.00	1.19 ±0.00	1.66 ±0.00	1.17 ±0.02
Sucrose	6.50 ±0.00	7.70 ±0.28	5.10 ±0.00	11.60 ±0.14
HMF	10.00 ±0.00	nd	nd	nd

*Korean native honeybee was fed fruit extracts

nd: not determined

Table 3.3.64. Changes in color of honey by collection time*

		L	a	b
None	1st	20.83 ± 0.80	-0.15 ± 0.13	4.24 ± 0.59
	2nd	12.44 ± 0.01	1.18 ± 0.15	9.31 ± 0.04
Sugar	1st	11.05 ± 0.01	0.88 ± 0.06	8.02 ± 0.05
	2nd	23.29 ± 8.95	1.51 ± 0.07	11.54 ± 2.34
Fruit (honey)	1st	21.78 ± 0.03	0.13 ± 0.08	2.83 ± 0.04
	2nd	16.92 ± 2.17	0.77 ± 0.53	6.42 ± 3.65
Fruit (sugar)	1st	12.64 ± 0.01	0.77 ± 0.14	7.84 ± 0.07
	2nd	16.41 ± 5.81	0.92 ± 0.39	6.53 ± 1.71

Table 3.3.65. Changes in turbidity of honey by collection time*

		Turbidity
None	1st	0.33 ± 0.05
	2nd	0.34 ± 0.05
Sugar	1st	0.27 ± 0.01
	2nd	0.32 ± 0.16
Fruit (honey)	1st	0.31 ± 0.06
	2nd	0.21 ± 0.05
Fruit (sugar)	1st	0.23 ± 0.00
	2nd	0.24 ± 0.07

Table 3.3.66. Changes in pH and titratable acidity of honey by collection time*

		pH	Titratable acidity
None	1st	4.58 ± 0.00	31.50 ± 0.00
	2nd	4.41 ± 0.00	35.50 ± 0.00
Sugar	1st	5.09 ± 0.00	25.00 ± 0.00
	2nd	3.98 ± 0.07	37.75 ± 0.35
Fruit (honey)	1st	3.97 ± 0.00	35.00 ± 0.00
	2nd	4.01 ± 0.02	33.50 ± 5.66
Fruit (sugar)	1st	5.10 ± 0.00	24.50 ± 0.00
	2nd	4.01 ± 0.02	36.25 ± 1.06

Table 3.3.67. Changes in flavonoid and total phenol concentrations of honey by collection time*

		Flavonoid	Total phenol
None	1st	81.13 ± 10.07	0.50 ± 0.03
	2nd	74.57 ± 8.50	0.61 ± 0.04
Sugar	1st	70.30 ± 8.45	0.69 ± 0.02
	2nd	46.88 ± 5.38	0.65 ± 0.04
Fruit (honey)	1st	59.77 ± 1.19	0.51 ± 0.03
	2nd	38.34 ± 0.93	0.42 ± 0.03
Fruit (sugar)	1st	114.23 ± 0.01	0.74 ± 0.03
	2nd	39.82 ± 3.43	0.45 ± 0.04

Table 3.3.68. Changes in SOD-like activity and DPPH radical removal activity of honey by collection time*

		SOD-like activity	DPPH radical removal
None	1st	2.11 ±2.35	47.73 ±6.64
	2nd	21.55 ±1.06	53.84 ±7.52
Sugar	1st	14.33 ±1.34	58.63 ±6.19
	2nd	14.88 ±2.10	53.42 ±4.89
Fruit (honey)	1st	19.16 ±5.02	48.04 ±5.98
	2nd	11.40 ±2.93	48.43 ±4.63
Fruit (sugar)	1st	23.95 ±1.36	56.44 ±5.86
	2nd	14.01 ±3.25	46.28 ±5.19

차. 생산지별 과즙 급이 꿀의 특성

벌의 활동 거리에는 영향이 없는 3개 지역(A지역 ; 구례군 간전면 운천리, B와 C 지역 ; 구례군 문척면 중산리)을 선정하여 배즙 먹이(먹이꿀로 당도 조정, 당도 45±1%)를 2004년 4월 20일부터 2004년 6월 19일까지 급이하였으며, 6월 21일에 채밀하여 분석한 결과는 표 3.3.69~74와 같다.

3개 지역은 지리산 권으로서 토종벌 보호구역이었고 실험 농가는 토종업을 전업으로 하는 농가였다. 사양관리는 본 연구의 사양관리 프로그램에 따라서 하고, 3개 지역에서 생산한 꿀의 품질은 표 3.3.69에서 같이 전화당과 전화당 중 과당 및 포도당 함량은 C지역 꿀이 다소 낮았고, A와 B 지역의 꿀은 유사하였다. 자당함량은 A지역 꿀이 낮으며 B와 C 지역 꿀은 유사하였다.

꿀의 색깔, 탁도, pH는 지역 간에 큰 차이가 없었으나 적정산도는 A, B, C 지역 순으로 높았다. flavonoid 함량은 A 지역 꿀이 다소 낮았으며 B와 C지역 꿀은 유사하였다. 총 페놀은 미량이나마 B지역 꿀이 높고 A와 C 지역 꿀은 유사하였다.

꿀의 SOD 유사활성과 전자공여능은 지역 간에 다소 차이는 있었으나 A 지역 꿀

이 다소 양호한 것으로 사료되었다.

본 실험의 결과로 볼 때 3개의 지역 중 A지역 꿀이 다소 양호하였다. 3지역의 밀원 상황을 조사하여야 하겠지만, 봉군의 세력, 급이 먹이의 품질, 기후 등에서 봉장 간 차이가 없는 한 꿀의 품질은 봉장 내 밀원환경(밀원의 종류 및 밀원량)에 영향을 받는다는 것을 확인할 수 있었다.

Table 3.3.69. Changes in honey quality by location of apiary*

	Area A	Area B	Area C
Moisture	21.17 ± 0.75	17.17 ± 0.84	22.43 ± 0.40
Ash	0.10 ± 0.01	0.14 ± 0.01	0.09 ± 0.00
Invert sugar	67.43 ± 1.25	67.13 ± 0.67	62.70 ± 1.61
Fructose	36.62 ± 1.00	36.86 ± 1.12	35.03 ± 1.21
Glucose	30.84 ± 0.36	30.27 ± 0.44	27.71 ± 0.43
Frc/Glc	1.19 ± 0.03	1.22 ± 0.06	1.26 ± 0.03
Sucrose	5.27 ± 0.38	7.77 ± 0.42	7.23 ± 1.47
HMF	nd	21.10 ± 2.99	nd

Table 3.3.70. Changes in Hunter color values of honey by location of apiary*

	L	a	b
Area A	13.20 ± 3.32	0.89 ± 0.39	5.39 ± 2.28
Area B	16.16 ± 4.19	0.87 ± 0.89	8.61 ± 6.07
Area C	13.16 ± 4.66	0.89 ± 0.39	4.89 ± 2.93

Table 3.3.71. Changes in turbidity of honey by location of apiary*

	Turbidity
Area A	0.42±0.17
Area B	0.35±0.13
Area C	0.35±0.13

Table 3.3.72. Changes in pH and titratable acidity of honey by location of apiary*

	pH	Titratable acidity
Area A	3.77±0.05	35.17±1.44
Area B	3.82±0.08	46.50±8.05
Area C	3.89±0.14	52.33±24.46

Table 3.3.73. Changes in flavonoid and total phenol concentrations of honey by location of apiary*

	Flavonoid	Total phenol
Area A	67.07±7.47	0.64±0.06
Area B	83.71±3.40	0.93±0.12
Area C	84.97±35.60	0.62±0.07

Table 3.3.74. Changes in SOD-like and DPPH radical removal activities of honey by location of apiary*

	SOD-like activity	DPPH radical removal
Area A	10.79±1.11	45.83±0.97
Area B	9.25±1.60	51.62±7.57
Area C	6.52±1.43	39.82±2.39

카. 꿀 추출 방법별 과즙 및 농가 꿀의 특성

과즙 액상 먹이, 즉 포도즙, 사과즙, 배즙 각각에 설탕을 첨가하여 당도를 $45\pm 1\%$ 로 하여 급이 하였다. 동 과즙먹이를 2004. 4. 20~6. 18까지 급이 하여 6월 22일에 소밀(벌집꿀)을 생산하고, 꿀의 추출방법을 달리하여 시료 꿀로 하였다.

현재 대부분의 토종꿀은 소밀로 유통되고 일부만이 추출 액상 꿀로 유통되고 있었다. 액상꿀을 만드는 방법은 벌집을 부순 후 대바구니로 여과하는(hand 분리법) 것으로 토종농가의 전통적인 추출방법이었다.

본 실험에서는 소밀을 가정용 믹서로 분쇄한 다음 천으로 여과하여(grinding 분리법) 농가의 전통적 추출방법과 비교 분석하였으며 그 결과는 표 3.3.75~80와 같다.

토종벌의 꿀 생산은 개량종 벌의 분리밀 생산과는 달리 소밀(벌집꿀) 생산이 특징이고, 이는 꿀에 대한 소비자들의 신뢰성을 주는 장점이 될 수 있다. 그리고 소비는 벌이 분비하는 wax에 수지 및 타액을 섞어서 만들어지므로, 소방의 밀개는 화분과 수지물로 하기 때문에 꿀이 저장된 벌집은 건강과 관련하여 기능성인 생리활성 물질이 포함되어 있을 것으로 사료되어 토종꿀의 이용방법은 개선되어야 할 것으로 사료되었다.

표 3.3.75은 소밀을 hand 분리법과 grind 분리법에 의해 분리한 꿀의 측정값으로서 꿀의 품질을 보면 포도꿀, 사과꿀, 배꿀, 농가꿀 모두에서 전화당 함량은 hand 분리법에서 grinding 분리법보다 더 높았다. 전화당 중 과당과 포도당 함량도 더 높았으며, 자당함량은 더 낮았다. 이와 같은 결과는 grind 시 벌집의 일부가 꿀로 유입되어 꿀의 당도에 영향을 미치는 것으로 사료되었다. 그리고 꿀의 색과 탁도에도 변화가 있었는데 꿀의 색은 개선되었고 탁도는 떨어진 것으로 사료되었다.

pH와 적정산도는 두 방법 간에 큰 차이가 없었다. flavonoid와 총 페놀의 함량 및 꿀의 SOD 유사활성과 전자공여능은 grind 분리법이 더 양호한 것으로 사료되었다. 이는 소비에 들어 있는 관련 물질이 꿀로 유입되기 때문인 것으로 사료되었다.

향후에 grind 분리법 꿀에서 개선할 문제는 꿀과 고형물질간 층이 일어나지 않도록 꿀의 수분함량을 낮추고 소비입자를 더욱 미세하게 균질하여 유동성상태로 하는 것이 꿀의 상품적 가치로 볼 때 바람직할 것으로 사료되었다.

Table 3.3.75. Quality of honey extracted with different methods*

	Grape		Apple	
	Traditional	Improved	Traditional	Improved
Moisture	16.80 ±0.99	17.45 ±0.21	20.00 ±0.00	17.80 ±0.00
Ash	0.15 ±0.01	0.14 ±0.00	0.11 ±0.00	0.14 ±0.00
Invert sugar	64.95 ±2.90	63.35 ±2.76	62.30 ±0.00	62.00 ±0.00
Fructose	36.79 ±1.48	35.65 ±0.78	34.18 ±0.00	32.85 ±0.00
Glucose	28.16 ±1.40	27.73 ±1.99	28.13 ±0.00	29.10 ±0.00
Frc/Glc	1.31 ±0.01	1.29 ±0.06	1.22 ±0.00	1.13 ±0.00
Sucrose	8.25 ±2.05	7.20 ±3.39	7.90 ±0.00	6.80 ±0.00
HMF	36.00 ±0.14	45.75 ±16.62	20.90 ±0.00	35.30 ±0.00

	Pear		Farm	
	Traditional	Improved	Traditional	Improved
Moisture	20.25 ±2.05	18.25 ±0.35	17.70 ±0.57	16.40 ±1.27
Ash	0.12 ±0.02	0.13 ±0.00	0.14 ±0.01	0.15 ±0.01
Invert sugar	63.35 ±3.04	65.50 ±0.85	54.25 ±0.21	53.20 ±1.27
Fructose	35.22 ±1.28	35.66 ±0.27	31.41 ±0.60	30.80 ±0.81
Glucose	28.13 ±1.80	29.86 ±0.53	22.90 ±0.47	22.40 ±0.47
Frc/Glc	1.26 ±0.04	1.20 ±0.01	1.38 ±0.05	1.38 ±0.01
Sucrose	5.25 ±0.21	5.75 ±0.49	16.00 ±1.84	18.80 ±4.38
HMF	31.85 ±10.96	18.90 ±3.82	nd	38.40 ±0.00

*Korean native honeybee was fed fruit extracts

Table 3.3.76. Hunter color values of honey extracted with different methods*

		L	a	b
Grape	Traditional	18.31 ±3.27	3.65 ±2.63	7.75 ±5.25
	Improved	26.32 ±3.43	6.76 ±1.64	11.56 ±3.27
Apple	Traditional	9.76 ±0.16	1.27 ±0.06	6.76 ±0.20
	Improved	15.57 ±0.09	1.82 ±0.05	10.01 ±0.04
Pear	Traditional	19.20 ±10.60	2.12 ±1.11	14.31 ±7.97
	Improved	19.28 ±1.42	0.07 ±0.07	2.35 ±0.59
Farm	Traditional	15.75 ±3.52	0.42 ±0.37	4.38 ±2.38
	Improved	18.98 ±4.98	0.05 ±0.75	4.68 ±2.37

*Korean native honeybee was fed fruit extracts

Table 3.3.77. Turbidity of honey extracted with different methods*

		Turbidity
Grape	Traditional	0.42 ±0.21
	Improved	0.82 ±0.06
Apple	Traditional	0.31 ±0.05
	Improved	0.29 ±0.04
Pear	Traditional	0.41 ±0.52
	Improved	0.74 ±0.12
Farm	Traditional	0.17 ±0.02
	Improved	0.28 ±0.05

*Korean native honeybee was fed fruit extracts

Table 3.3.78. pH and titratable acidity of honey extracted with different methods*

		pH	Titratable acidity
Grape	Traditional	3.92±0.06	65.00±7.78
	Improved	3.87±0.06	85.25±6.72
Apple	Traditional	3.91±0.00	69.50±0.00
	Improved	3.91±0.00	69.50±0.00
Pear	Traditional	4.08±0.12	63.25±11.67
	Improved	4.04±0.01	71.75±3.18
Farm	Traditional	3.93±0.10	28.88±3.71
	Improved	3.99±0.05	29.13±0.48

*Korean native honeybee was fed fruit extracts

Table 3.3.79. Flavonoid and total phenol concentrations of honey extracted with different methods*

		Flavonoid	Total phenol
Grape	Traditional	96.64±7.31	1.75±0.20
	Improved	117.21±42.85	2.16±0.16
Apple	Traditional	42.55±0.57	0.85±0.00
	Improved	57.78±8.24	0.96±0.05
Pear	Traditional	48.59±17.26	0.94±0.05
	Improved	197.71±130.9	1.64±1.01
Farm	Traditional	55.32±7.90	0.55±0.09
	Improved	59.73±4.09	0.55±0.08

*Korean native honeybee was fed fruit extracts

Table 3.3.80. SOD-like and DPPH radical removal activities of honey extracted with different methods*

		SOD-like activity	DPPH radical removal
Grape	Traditional	33.19 ±2.05	77.72 ±13.73
	Improved	30.77 ±6.31	86.51 ±0.77
Apple	Traditional	36.69 ±2.42	62.17 ±15.45
	Improved	34.60 ±0.38	65.69 ±16.89
Pear	Traditional	24.31 ±6.28	63.55 ±2.00
	Improved	40.83 ±13.16	70.32 ±13.94
Farm	Traditional	3.89 ±2.32	34.55 ±6.47
	Improved	3.50 ±2.12	41.20 ±4.90

*Korean native honeybee was fed fruit extracts

타. 과즙 이용 시 문제점 및 경제적 효과

상품적 가치가 없거나 손상, 흠집 등으로 유통할 수가 없어서 과즙으로 쓰거나 폐기되는 과일은 생산, 저장, 유통 등 여러 단계에서 발생한다. 수확 전에 발생한 과일은 포장 전에 선별할 때 수집되고 나오는량은 과일의 종류 및 생산농가마다 다르지만 대개는 전체 생산량의 몇(5 이상)%에서 몇 십(30)%에 이르는 것으로 알려지고 있다. 일부는 과즙용으로 판매되기도 하지만 발생정도가 심한 과일은 폐기되어진다고 한다. 과즙용으로 팔 때 가격도 농가마다 일정치 않으며, 배 농가의 경우 15kg 한 상자에 10,000원(2003년)에 판매하였다고 한다.

벌 먹이는 당의 종류와 함량이 중요하며, 과일은 벌 먹이로서 가치가 높고 선별 처리되는 과일은 당도가 과일의 당도와 같아 12~17%에 이른다. 이 수준의 당도에선 과즙 그대로도 급이할 수 있지만 벌들의 먹이활동을 활발하게 하기 위해서는 당도를 높이는 것이 좋다. 그리고 당도가 낮으면 급이 후 발효가 빨리 진행되어 벌들의 먹이활동이 떨어진다.

벌에게 사료를 주는 시기와 양은 일정하지 않으며, 벌의 활동상태와 봉장의 먹이(밀원) 환경에 따라서 대응하여야 한다. 다만 봉군의 관리에 따라서 봉군의 증식 및 유지 시 먹이를 줄 때는 설탕을 위주로 구제사양을 하는 것이 좋고, 유밀기에 꿀 생산을 할 때에 날씨가 인하여 급이를 하여야 할 때는 장려사양을 하는 것이 좋다. 장려사양을 할 때에는 꿀이나 과즙 등 천연당으로 소량씩 급이하여야 꿀의 품질이 나빠지지 않을 것이다.

구제사양은 월동 후 봉군의 발전과 증식, 장마철과 혹서기 등 무밀기. 그리고 봉군의 월동준비로 저장먹이가 부족할 때한다. 반면에 장려사양은 봄철과 가을철 유밀기에 벌의 먹이활동을 왕성하게 도와주기 위해서 함으로 포도를 제외하고는 원료 과일 확보 시기와 급이 시기가 맞지 않기 때문에 많은 양의 원료과일이 생산될 때에는 벌 전용사료 제조하여 보관하는 것이 바람직하다. 과즙용 벌 전용사료를 생산하고자 할 때에는 제조 방법, 첨가할 보조당 등 벌 전용사료 제조에 관한 기술과 개발에 관한 정보와 연구가 있어야 할 것으로 사료되었다.

과즙 먹이는 꿀 생산시기에 급이함으로 꿀의 품질이 저하되는 것을 막고 과일의 성분과 맛 및 향을 이용하여 브랜드 꿀 생산이 목적이므로 급이 먹이는 과즙에 꿀을 첨가하여 급이하여야 한다. 꿀을 급이할 때 물로 농도를 희석하기 때문에 물 대체로서 과즙을 이용하면 과즙의 당(12~17%)만큼 꿀이 절감될 수 있다.

시중에서 유통되고 있는 꿀과 생산 농가에서 소비자에게 판매하고 있는 꿀 가격은 꿀의 품질과 연관하여 결정되고, 현재 토종꿀의 대부분은 30,000원에서 판매되고 사양하지 않은 꿀의 경우 150,000~200,000원에 판매되고 있다.

과즙 급이 꿀의 품질이 사양하지 않은 꿀의 품질에 비교 떨어지지 않을 뿐 아니라 브랜드 꿀로 고가에 판매할 수 있을 것이므로 유밀기에 벌의 장려사양은 꿀의 생산량 감소 효과도 있으므로 유밀기에 과즙의 이용은 몇 배의 경제적 효과를 기대할 수 있다고 예상되었다.

5. 토종꿀의 기능화를 위한 당 희석 용매 탐색

가. 기능성 용액의 특성

인삼, whey, 밤꽃, 녹차, 매실 추출용액에 먹이꿀과 설탕을 첨가하여 당도 45±1%의 액상 먹이를 만들었다. 각 액상먹이의 pH와 적정산도, flavonoid와 총 페놀 함량, SOD 유사활성과 전자공여능을 분석하였으며 그 결과는 표 3.3.81~83과 같다.

pH는 매실 먹이가 가장 낮고 그 외 먹이는 유사하였다. 총산도는 매실 먹이에서 가장 높았고, 그 다음으로는 whey가 36.80으로 높았다. 녹차는 28.00~29.20으로 인삼, 밤꽃보다 약 2배정도 더 높았다. 인삼과 밤꽃은 각각 13.10, 10.60~13.90으로 비슷하였다. 밤꽃, 녹차, 매실 먹이의 당 종류간에는 큰 차이가 없는 것으로 사료되었다.

먹이간 flavonoid 함량은 밤꽃 추출먹이(39~48)가 가장 많았고, 그리고 인삼추출 먹이는 32.42였으며 그 외는 유사하였다. 총 페놀 함량은 녹차추출먹이와 밤꽃추출먹이가 많았고 다음으로는 인삼추출, whey, 매실 추출 먹인 것으로 사료되었다. SOD 유사활성과 전자공여능은 녹차, 밤꽃, 매실, 인삼, whey 순이었다.

벌 먹이의 성분은 꿀 성분과 관련되고 먹이의 성분은 대부분 꿀로 유입되기 때문에 기능성 꿀을 생산하려면 당(설탕이나 먹이꿀)의 어떤 희석용액을 사용하느냐가 꿀의 기능성 성분함량에 영향을 미칠 것으로 사료되었다.

Table 3.3.81. pH and titratable acidity of functional extracts*

		pH	Titratable acidity
Ginseng	Honey	4.67±0.01	13.10±0.42
Whey	Honey	4.21±0.01	36.80±0.85
Chestnut flower	Honey	4.82±0.03	13.90±0.71
	Sucrose	5.22±0.01	10.60±1.41
Green tea	Honey	4.34±0.00	28.00±2.55
	Sucrose	4.42±0.01	29.20±0.57
Plum	Honey	3.99±0.03	57.40±4.53
	Sucrose	3.49±0.01	62.40±0.57

*The sweetness of extracts was adjusted to 45% with honey or sucrose.

Table 3.3.82. Flavonoid and total phenol concentrations of functional extracts*

		Flavonoid	Total phenol
Ginseng	Honey	32.42 ±0.58	539.55 ±20.32
Whey	Honey	20.35 ±0.08	447.36 ±8.15
Chestnut flower	Honey	48.19 ±0.67	669.81 ±0.21
	Sucrose	39.05 ±0.42	661.32 ±4.07
Green tea	Honey	21.90 ±0.39	678.50 ±4.61
	Sucrose	18.66 ±0.07	647.27 ±25.19
Plum	Honey	22.57 ±0.35	405.96 ±10.04
	Sucrose	22.26 ±0.64	365.80 ±12.56

*The sweetness of extracts was adjusted to 45% with honey or sucrose.

Table 3.3.83. SOD-like and DPPH radical removal activities of functional extracts*

		SOD-like activity	DPPH radical removal
Ginseng	Honey	33.65 ±1.85	64.81 ±1.21
Whey	Honey	23.83 ±9.32	39.27 ±2.12
Chestnut flower	Honey	47.99 ±2.44	95.92 ±0.30
	Sucrose	64.44 ±4.65	95.92 ±0.30
Green tea	Honey	83.97 ±6.87	96.35 ±0.91
	Sucrose	90.92 ±1.34	94.64 ±0.30
Plum	Honey	31.01 ±1.83	60.09 ±2.43
	Sucrose	53.71 ±1.52	60.52 ±3.03

*The sweetness of extracts was adjusted to 45% with honey or sucrose.

나. 기능성 용액을 급이한 꿀의 특성

먹이꿀을 ginseng, whey, chestnut flower, green tea, plum 용액으로 희석하여 당도를 45 ± 1 로 만들어 급이하였다. 이들 액상먹이를 2004. 4. 10~2004. 6. 15까지 급이하였으며 6월 20일에 각 봉군으로부터 채밀하여 시료꿀로 하였다. 각 시료꿀의 성분을 분석한 결과는 표 3.3.84~89와 같다.

표 3.3.84에서 7개 꿀의 분석 값을 보면 전화당 함량은 sannae(65.40%)꿀과 ginseng(64.30 %) 꿀이 가장 높았으며, plum(60.35%)꿀이 가장 낮았다. 그 외 chestnut(61.66%), whey (6 1.90%), chestnut flower(62.13%), green tea(62.49%) 꿀은 다소의 차이는 있으나 유사하였다.

chestnut꿀은 농가에서 생산한 밤 유밀기의 밤꿀이고, sannae꿀은 지리산의 산내지역 농가의 기능성 꿀이고, whey, chestnut flower, green tea, ginseng, plum꿀은 대학의 실험 양봉장 꿀이었다. 따라서 꿀의 품질과 성분은 각 지역의 밀원 조성 및 급이 먹이의 성분이 영향을 미칠 것으로 사료되었다.

전화당 함량에서 sannae꿀이 다른 꿀에서보다도 높은 것은 다른 여러 이유가 있겠지만 무엇보다도 지역의 밀원 차이인 것으로 사료되었다. 동일 양봉장에서 생산한 whey, chestnut flower, green tea, ginseng, plum꿀에서 plum꿀이 다소 낮은 원인은 매실의 유기산 함량과 관련되는 것으로 사료되었는데, plum꿀의 봉군에서는 저장된 꿀이 이미 결정되어있었다. 꿀의 결정은 꿀의 산 함량이 높을 때 자당이 잘 결정됨으로 매실과 같은 산 함량이 많은 용액을 이용할 때에는 농도를 고려하여야 할 것으로 사료되었으며, 첨가하는 농도에 관하여서는 향후에 더 연구되어야 할 것으로 사료되었다. 또한 벌이 단맛이외 다른 맛에도 민감한지에 대하여서도 연구되어야 할 것으로 생각되었다.

전화당 중 과당 함량은 chestnut꿀이 40.74%으로 다른 어떤 꿀에서보다도 많았다. 이는 꽃의 과당 함량과 급이 먹이와 관련 있는 것으로 사료되었다.

꿀의 자당 함량은 sannae꿀이 10%로 가장 많았는데 이는 급이 먹이의 첨가 당 종류(설탕과 먹이꿀)와 급이량과 관련있는 것으로 보였다.

Table 3.3.84. Quality of honey from bees fed functional extracts*

	Chestnut	Sannae	Ginseng	Whey
Moisture	21.40 ±0.71	20.90 ±0.00	18.75 ±0.21	17.40 ±1.27
Ash	0.11 ±0.01	0.11 ±0.00	0.13 ±0.00	0.14 ±0.01
Invert sugar	61.66 ±0.30	65.40 ±0.00	64.30 ±0.99	61.90 ±0.71
Fructose	40.74 ±2.33	35.12 ±0.00	38.56 ±0.57	29.73 ±2.37
Glucose	20.89 ±1.97	30.31 ±0.00	25.71 ±1.53	32.18 ±1.70
Frc/Glc	1.97 ±0.30	1.16 ±0.00	1.50 ±0.11	0.93 ±0.12
Sucrose	7.45 ±0.64	10.00 ±0.00	6.05 ±0.21	6.80 ±0.99
HMF	19.00 ±0.00	nd	22.35 ±0.07	39.25 ±5.44

	Chestnut flower	Green tea	Plum
Moisture	17.00 ±0.28	16.60 ±0.57	19.90 ±0.00
Ash	0.15 ±0.01	0.15 ±0.01	0.12 ±0.00
Invert sugar	62.13 ±0.42	62.49 ±0.83	60.35 ±0.00
Fructose	31.28 ±0.58	32.92 ±1.13	30.19 ±0.00
Glucose	30.85 ±0.15	29.56 ±0.31	30.16 ±0.00
Frc/Glc	1.02 ±0.02	1.12 ±0.05	1.00 ±0.00
Sucrose	8.65 ±0.35	9.20 ±1.27	8.90 ±0.00
HMF	48.30 ±4.81	49.75 ±20.01	38.80 ±0.00

*The sweetness of extracts was adjusted to 45% with honey.

꿀의 색 중 L값은 sannae, chestnut, ginseng, whey에서 낮고, chestnut flower, green tea, plum꿀에서 다소 높았다. a와 b값도 꿀간에 차이가 있었다.

탁도는 green tea와 whey에서 높고 sannae, plum, ginseng에서 낮았다. 꿀의 pH와 적정산도의 측정 결과는 표 3.3.87과 같다. pH는 sannae, whey, plum꿀이 다소 낮고 ginseng, chestnut, chestnut flower, green tea꿀에서 높았다. 적정산도는 whey, plum, ginseng꿀에서 높고 농가의 밤꿀(chestnut)에서 낮았다. 꿀의 pH와 적정산도는 희석 용액과 관련되는 것으로 사료되었다.

Table 3.3.85. Color of honey from bees fed functional extracts*

	L	a	b
Sannae	19.41 ±0.02	0.32 ±0.01	1.70 ±0.01
Ginseng	16.41 ±4.60	0.41 ±0.41	4.32 ±2.61
Whey	19.61 ±1.40	-0.05 ±0.12	2.97 ±0.68
Chestnut	20.27 ±3.18	0.36 ±0.47	2.39 ±1.02
Chestnut flower	30.35 ±0.05	0.99 ±0.02	1.29 ±0.01
Green tea	34.56 ±4.86	2.60 ±1.97	5.87 ±6.18
Plum	30.32 ±0.00	0.69 ±0.04	0.98 ±0.03

*The sweetness of extracts was adjusted to 45% with honey.

Table 3.3.86. Turbidity of honey from bees fed functional extracts*

	Turbidity
Sannae	0.25 ±0.03
Ginseng	0.29 ±0.03
Whey	0.68 ±0.07
Chestnut	0.25 ±0.03
Chestnut flower	0.54 ±0.04
Green tea	1.05 ±0.48
Plum	0.22 ±0.01

*The sweetness of extracts was adjusted to 45% with honey.

Table 3.3.87. pH and titratable acidity of honey from bees fed functional extracts*

	pH	Titratable acidity
Sannae	3.86 ±0.00	53.50 ±0.00
Ginseng	4.06 ±0.04	62.00 ±3.54
Whey	3.85 ±0.02	69.75 ±3.18
Chestnut	4.97 ±0.17	26.50 ±2.83
Chestnut flower	4.25 ±0.01	38.50 ±0.71
Green tea	4.05 ±0.08	44.00 ±10.61
Plum	3.96 ±0.00	63.50 ±0.00

*The sweetness of extracts was adjusted to 45% with honey.

꿀의 flavonoid와 총 페놀함량은 표 3.3.88에서와 같다. 인삼, whey, 녹차 및 밤꿀에서 비교적 많고 산내, 밤꽃, 매실꿀에서 적었다, 인삼꿀과 녹차꿀의 SOD 유사활성과 전자공여능 효과는 plum꿀보다 더 좋을 것으로 사료되었다(표 3.3.89).

본 실험의 결과로 보면 꿀의 기능성 성분은 급이 희석용액에 따라서 많은 차이가 있을 것으로 사료되었다. 용액의 성분이 꿀로 유입되어 저장되는 양은 화밀과 먹이 소모량과 복합적인 관계가 있을 것으로 사료되었다. 그리고 먹이 내 기능성 물질이 꿀로 저장되는 과정에서 저장량과 성분의 변화 여부에 대하여서는 연구가 고려되어야 하겠지만 연구자의 견해로는 별로 인한 성분의 변화는 없을 것으로 사료되었다.

Table 3.3.88. Flavonoid and total phenol contents of honey from bees fed functional extracts*

	Flavonoid	Total phenol
Sannae	44.70 ±2.63	0.44 ±0.02
Ginseng	66.26 ±18.21	1.16 ±0.17
Whey	72.09 ±14.75	0.96 ±0.08
Chestnut	50.70 ±9.29	0.86 ±0.22
Chestnut flower	32.50 ±1.52	2.26 ±0.15
Green tea	56.20 ±25.91	1.59 ±0.36
Plum	25.69 ±1.31	0.94 ±0.07

*The sweetness of extracts was adjusted to 45% with honey.

Table 3.3.89. SOD-like activity and DPPH radical removal activity of honey from bees fed functional extracts*

	SOD-like activity	DPPH radical removal
Sannae	17.52 ±2.18	39.51 ±0.00
Ginseng	37.27 ±3.15	63.95 ±5.22
Whey	29.40 ±1.90	52.41 ±0.55
Chestnut	15.00 ±10.04	62.52 ±9.81
Chestnut flower	15.10 ±2.54	95.20 ±0.72
Green tea	18.56 ±2.32	90.00 ±9.27
Plum	10.98 ±0.67	59.26 ±0.00

*The sweetness of extracts was adjusted to 45% with honey.

다. 첨가 당 종류 별 추출액 급이 꿀의 특성

밤꽃 추출액(chestnut flower), 녹차 추출액(green tea), 매실 추출액(plum)에 설탕과 먹이꿀을 첨가하여 당도를 45±1%로 하여 급이하였다. 이들 급이 먹이의 꿀 분석 결과는 표 3.3.90~97과 같다.

표 3.3.90에서 보면 밤꽃추출 용액에 먹이꿀과 설탕을 첨가하여 급이하였을 때, 꿀의 전화당 함량은 각각 62.13%와 57.06%으로 먹이꿀을 첨가하였을 때가 5.07% 더 높았다. 전화당 중 과당 함량은 유사하였으나 포도당 함량은 먹이꿀을 첨가한 급이꿀에서 더 높았다. 꿀 중 자당 함량은 설탕을 첨가한 급이 꿀에서 7.105 더 많았다.

본 실험의 볼 때 추출용액에 첨가하는 당의 종류에 따라서 꿀의 당 조성에 영향을 미치는 것으로 사료되었다. 이와 같은 결과는 녹차액 급이꿀이나 매실용액 급이꿀에서도 같은 결과였다. 특히 매실 추출액을 급이한 봉군의 꿀 저장 소비는 채밀 시 이미 꿀이 결정되어있었으며, 밤꽃 추출액이나 녹차 추출액 급이 꿀에서 보다 전화당 함량이 34.92%으로 낮고, 자당함량이 39.55%로 매우 높았다. 이는 매실 추출액의 유기산 농도와 관련 있는 것으로 사료되었으며, 매실 추출액처럼 산 함량이 높은 먹이를 급이할 때는 sucrose을 전화당으로 전환시키는데 문제가 되는 것으로 급이 시에는 먹이의 산 농도를 고려하여야 할 것으로 사료되었다.

Table 3.3.90. Quality of honey from bees fed chestnut flower extract*

	Chestnut flower	
	Sucrose	Honey
Moisture	18.70 ±0.00	17.00 ±0.28
Ash	0.13 ±0.00	0.15 ±0.01
Invert sugar	57.06 ±0.00	62.13 ±0.42
Fructose	31.20 ±0.00	31.28 ±0.58
Glucose	25.85 ±0.00	30.85 ±0.15
Frc/Glc	1.21 ±0.00	1.02 ±0.02
Sucrose	15.50 ±0.00	8.40 ±0.00
HMF	17.80 ±0.00	48.30 ±4.81

*The sweetness of extract was adjusted to 45% with sucrose or honey.

Table 3.3.91. Quality of honey from bees fed green tea extract*

	Green tea	
	Sucrose	Honey
Moisture	17.00 ±0.85	16.60 ±0.57
Ash	0.15 ±0.01	0.15 ±0.01
Invert sugar	58.46 ±0.86	62.49 ±0.83
Fructose	32.53 ±0.58	32.92 ±1.13
Glucose	25.94 ±0.28	29.56 ±0.31
Frc/Glc	1.26 ±0.01	1.12 ±0.05
Sucrose	14.25 ±2.19	9.60 ±1.84
HMF	21.45 ±1.34	49.75 ±20.01

*The sweetness of extract was adjusted to 45% with sucrose or honey.

Table 3.3.92. Quality of honey from bees fed plum extract*

	Plum	
	Sucrose	Honey
Moisture	18.85 ±0.35	19.90 ±0.00
Ash	0.13 ±0.01	0.12 ±0.00
Invert sugar	34.92 ±0.76	60.35 ±0.00
Fructose	18.92 ±0.28	30.19 ±0.00
Glucose	16.01 ±0.49	30.16 ±0.00
Frc/Glc	1.19 ±0.02	1.00 ±0.00
Sucrose	39.55 ±1.48	8.90 ±0.00
HMF	18.50 ±3.82	38.80 ±0.00

*The sweetness of extract was adjusted to 45% with sucrose or honey.

매실용액 꿀색의 L값과 b값이 다른 꿀에 비교하여 높은 것은 매실추출용액과 관련 있는 것으로 벌꿀의 색은 꽃이나 급이하는 먹이가 꿀로 저장되는 량에 따라서 결정되는 것으로 사료되었다.

각 기능성 추출액을 급이한 꿀의 탁도는 녹차와 밤꽃 추출액을 급이한 꿀이 매실추출액을 급이 한 꿀보다 더 높았으며 첨가 당간에는 먹이꿀을 첨가하여 급이한 꿀에서 다소 낮았다.

Table 3.3.93. Color of honey from bees fed functional extracts*

		L	a	b
Chestnut flower	Sucrose	20.21 ±0.01	1.30 ±0.04	1.82 ±0.01
	Honey	30.35 ±0.05	0.99 ±0.02	1.29 ±0.01
Green tea	Sucrose	30.24 ±0.39	1.18 ±0.28	1.35 ±0.22
	Honey	34.56 ±4.86	2.60 ±1.97	5.87 ±6.18
Plum	Sucrose	23.05 ±5.59	2.65 ±1.49	8.41 ±7.97
	Honey	30.32 ±0.00	0.69 ±0.04	0.98 ±0.03

*The sweetness of extract was adjusted to 45% with sucrose or honey.

Table 3.3.94. Turbidity of honey from bees fed functional extracts*

		Turbidity
Chestnut flower	Sucrose	1.13 ±0.17
	Honey	0.54 ±0.04
Green tea	Sucrose	1.06 ±0.38
	Honey	1.05 ±0.48
Plum	Sucrose	0.97 ±0.44
	Honey	0.22 ±0.01

*Sweetness of extract was adjusted to 45% with sucrose or honey.

밤꽃, 녹차, 매실액을 급이한 꿀의 pH와 적정산도는 표 3.3.95와 같다. pH는 매실액 급이 꿀에서 낮고 다른 두 꿀간에는 유사하였다. 적정산도는 반대로 매실액을 급이한 꿀에서 높았고 녹차나 밤꽃 추출액을 급이한 꿀에서 낮았다.

Table 3.3.95. pH and titratable acidity of honey from bees fed functional extracts*

		pH	Titratable acidity
Chestnut flower	Sucrose	4.02±0.00	43.00±0.00
	Honey	4.25±0.01	38.50±0.71
Green tea	Sucrose	4.07±0.04	54.00±9.90
	Honey	4.05±0.08	44.00±10.61
Plum	Sucrose	3.87±0.01	81.50±0.71
	Honey	3.96±0.00	63.50±0.00

Flavonoid와 total phenol 함량은 녹차와 밤꽃 꿀에서 높고 매실꿀에서는 낮았다. 녹차 추출액에 먹이꿀을 첨가하여 급이한 꿀에서 flavonoid 함량이 다른 어떤 꿀에서보다도 많았다. 이는 녹차성분 및 벌의 환경(봉군세력, 밀원, 먹이 및 먹이 소비량 등)과 관련있을 것으로 보며 소화과정 중에 일어나는 변화 때문으로는 생각되지 않았다.

꿀의 SOD 유사활성과 전자공여능은 추출용액 간에 차이가 있었으며 매실 추출액을 급이한 꿀에서 효과가 다소 떨어졌다. 첨가 당간에는 설탕첨가가 먹이꿀을 첨가하였을 때보다도 더 높았다.

본 실험의 결과 벌은 먹이의 당 성분을 바꾸는 능력은 있으나 그 외 성분은 바꾸지 못하는 것으로 급이용액의 성분에 따라서 저장되는 꿀의 성분이 결정되기 때문에 꿀의 기능성 효과는 먹이로 급이하는 기능성 물질의 효과에 따라서 좌우되는 것으로 사료되었으며, 특히 매실 추출용액과 같은 용액을 급이할 때에는 꿀의 당 조성 및 결정에 미치는 영향이 큼으로 이용할 때는 급이용액의 산 농도를 고려하여야 할 것으로 사료되었다.

Table 3.3.96. Flavonoid and total phenol concentrations of honey from bees fed functional extracts*

		Flavonoid	Total phenol
Chestnut flower	Sucrose	37.26±10.97	1.99±0.07
	Honey	32.50±1.52	2.26±0.15
Green tea	Sucrose	33.80±4.60	2.23±0.04
	Honey	56.20±25.91	1.59±0.36
Plum	Sucrose	23.96±3.11	0.99±0.02
	Honey	25.69±1.31	0.94±0.07

Table 3.3.97. SOD-like activity and DPPH radical removal activity of honey from bees fed functional extracts*

		SOD-like activity	DPPH radical removal
Chestnut flower	Sucrose	25.05±0.12	101.42±0.00
	Honey	15.10±2.54	95.20±0.72
Green tea	Sucrose	23.90±3.85	99.25±9.19
	Honey	18.56±2.32	90.00±9.27
Plum	Sucrose	22.80±2.06	75.98±1.33
	Honey	10.98±0.67	59.26±0.00

라. 추출방법에 따른 꿀의 성분

밤꽃, 녹차, 매실 추출용액을 급이하여 생산한 꿀을 두 방법으로 추출하여 각 꿀의 성분 및 특성을 분석하였으며, 그 결과는 표 3.3.98~105와 같다.

추출용액 급이 꿀 각각의 꿀 추출방법 간에 전화당과 전화당 중 과당 및 포도당 함량은 표 3.3.98~100에서와 같이 밤꽃액과 녹차액 꿀에서는 전화당 함량은 grind방법에서 더 많았으며 꿀의 자당 함량은 더 적었다. 매실액 꿀에서는 전화당 중 과당함량

은 더 낮아졌으며 꿀의 자당함량은 높아졌다. 각 꿀의 성분에 있어서 두 방법 간에 차이가 있는 것은 저밀 소비를 grind할 때 소비를 조성하고 있는 물질들이 꿀에 첨가 되기 때문이며 이러한 차이는 grind 및 여과방법에 따라서 많은 차이가 있을 것으로 사료되었다.

소밀을 grind할 때 꿀의 탁도와 적정산도는 전반적으로 높아졌으며 pH는 차이가 없었다. flavonoid와 polyphenol 함량에도 각각의 꿀은 추출방법 간에 큰 차이가 없었으나 전통적인 추출방법에서 다소 높았는데 이는 grinding 중 flavonoid와 polyphenol 이외 다른 물질도 유입되기 때문인 것으로 사료되었다.

밤꽃, 녹차, 매실 추출액 급이 꿀의 SOD 유사활성과 전자공여능은 꿀 추출방법에 따라서 차이가 있었으며, grind 및 여과 조건에 따라서 더 많은 차이가 있을 것으로 사료되었다.

본 실험의 결과 기능성 꿀 생산에서 꿀의 기능성 문제는 급이하는 용액의 성분이 중요하고 꿀 추출방법에는 큰 차이가 없는 것으로 생각되었다. 다만 소비는 벌에 의해 만들어지는 천연 물질이므로 유용성분의 이용 및 소밀 이용으로는 grind 방법이 더 효율적일 것으로 사료되었다.

Table 3.3.98. Quality of chestnut flower honey as affected by extraction method

	Chestnut flower	
	Traditional	Improved
Moisture	17.75±1.34	17.20±0.00
Ash	0.14±0.01	0.14±0.00
Invert sugar	59.45±3.37	62.43±0.00
Fructose	31.04±0.23	31.69±0.00
Glucose	28.40±3.61	30.74±0.00
Frc/Glc	1.11±0.15	1.03±0.00
Sucrose	11.95±5.02	8.40±0.00
HMF	31.35±19.16	51.70±0.00

Table 3.3.99. Quality of green tea honey as affected by extraction method

	Green tea	
	Traditional	Improved
Moisture	16.30 ±0.14	17.30 ±0.42
Ash	0.15 ±0.01	0.14 ±0.00
Invert sugar	59.88 ±2.86	60.49 ±2.00
Fructose	32.12 ±0.00	32.53 ±0.58
Glucose	27.76 ±2.86	27.96 ±2.58
Frc/Glc	1.17 ±0.12	1.17 ±0.13
Sucrose	12.05 ±5.30	10.50 ±3.11
HMF	42.20 ±30.69	43.15 ±29.34

Table 3.3.100. Quality of plum honey as affected by extraction method

	Plum	
	Traditional	Improved
Moisture	19.50 ±0.57	18.60 ±0.00
Ash	0.12 ±0.00	0.13 ±0.00
Invert sugar	47.91 ±17.60	34.38 ±0.00
Fructose	24.65 ±7.83	18.72 ±0.00
Glucose	23.26 ±9.77	15.66 ±0.00
Frc/Glc	1.09 ±0.12	1.20 ±0.00
Sucrose	23.70 ±20.93	40.60 ±0.00
HMF	30.00 ±12.45	15.80 ±0.00

Table 3.3.101. Color of functional honey as affected by extraction method

		L	a	b
Chestnut flower	Traditional	25.30 ±5.88	1.14 ±0.18	1.56 ±0.31
	Improved	30.31 ±0.06	0.99 ±0.01	1.29 ±0.01
Green tea	Traditional	30.47 ±0.13	0.92 ±0.04	0.84 ±0.37
	Improved	34.33 ±5.12	2.86 ±1.67	6.38 ±5.60
Plum	Traditional	29.11 ±1.40	1.03 ±0.39	1.24 ±0.30
	Improved	18.20 ±0.03	3.94 ±0.00	15.31 ±0.00

Table 3.3.102. Turbidity of functional honey as affected by extraction method

		Turbidity
Chestnut flower	Traditional	0.84 ±0.35
	Improved	0.54 ±0.04
Green tea	Traditional	0.69 ±0.08
	Improved	1.42 ±0.13
Plum	Traditional	0.41 ±0.21
	Improved	1.35 ±0.08

Table 3.3.103. pH and titratable acidity of functional honey as affected by extraction method

		pH	Titratable acidity
Chestnut flower	Traditional	4.13 ±0.16	40.50 ±3.54
	Improved	4.25 ±0.00	39.00 ±0.00
Green tea	Traditional	4.08 ±0.05	41.75 ±7.42
	Improved	4.04 ±0.07	56.25 ±6.72
Plum	Traditional	3.91 ±0.07	72.75 ±13.08
	Improved	3.88 ±0.00	81.00 ±0.00

Table 3.3.104. Flavonoid and total phenol contents of functional honey as affected by extraction method

		Flavonoid	Total phenol
Chestnut flower	Traditional	35.25 ±6.86	2.17 ±0.24
	Improved	31.76 ±0.29	2.18 ±0.01
Green tea	Traditional	53.62 ±28.75	2.06 ±0.18
	Improved	36.38 ±1.67	1.77 ±0.56
Plum	Traditional	25.12 ±2.50	0.96 ±0.05
	Improved	23.37 ±3.46	1.00 ±0.02

Table 3.3.105. SOD-like activity and DPPH radical removal activity of functional honey as affected by extraction method

		SOD-like activity	DPPH radical removal
Chestnut flower	Traditional	20.91 ±4.83	98.06 ±4.76
	Improved	13.42 ±2.54	95.71 ±0.00
Green tea	Traditional	18.66 ±2.52	94.65 ±2.68
	Improved	23.80 ±3.90	94.60 ±15.77
Plum	Traditional	16.15 ±6.09	67.15 ±11.16
	Improved	24.29 ±0.24	76.92 ±0.00

제 4 절 요약 및 결론

현재의 토종별이 한반도에 정착한 것은 우리민족의 역사보다도 더 오래되었을지도 모른다. 토종별 사육은 19C 초 개량종인 서양종 별이 들어오기 전까지만 해도 농가의 주 사육 종이였다. 그 이후, 개량종이 급속도로 증가하면서 현재 농가에서는 개량종 별을 주로 사육하고있다.

본 연구는 우리나라 양봉업의 약 1/3을 차지하는 토종별 사육 및 토종별 꿀의 품질에 대하여 실태를 조사하고 그 문제점을 파악하여 개선방안을 제시함으로써 우리나라 고유종인 토종별 사육을 육성, 발전시키는데 기여하고자 하였다.

우리나라에서 토종별을 가장 많이 사육하고 있는 지역은 지리산 권이고, 지리산 권은 토종별사육의 최 적지로 5개시·군 5개면(남원시 산내면, 구례군 토지면, 하동군 청암면, 산청군 시천면, 함양군 마천면)에서 토종별을 사육하고 있는 농가는 1,259농가로 54,504통을 사육하고 있었다. 지리산 권에서 사육하고 있는 토종별 수(122,470통)는 전국 사육통 수의 약 33%에 이르며, 각 시·군에서는 토종별 사육지역을 토종별 보호지역으로 지정하여 이동양봉(개량양봉)의 진입을 불허하고, 토종꿀을 농업특산품으로 생산하고 있다.

현재의 토종별 사육 및 관련기구와 관련하여 시급히 개선하여야 할 점으로는, 꿀 생산 및 사양시스템, 사양관리 기술, 소상 및 관련기구의 개선이었다.

시중의 유통 토종꿀 및 생산농가에서 구입한 토종꿀을 검사하여 한국양봉협회의 벌꿀 봉인검사 품질규격기준 항목(수분, 회분, 전화당, 자당)과 비교한 결과 유의할 정도는 아니었으나 품질은 매년 나빠지는 경향이었으며, 항목별로는 수분 6%, 전화당 61%, 자당 65% 순으로 제일 많았다.

전화당 함량과 자당함량이 기준치에 미달되는 것은 사양 때문인 것으로 사료되었으며, 봉군의 증식과 유지를 위해서 사양은 필요(Goodwin 1991, Farrar 1973, Jaycox 1985)하지만, 유밀기에 급이를 하면 먹이가 꿀로 유입되어 전화당 함량이 기준에 미달되며 특히 sucrose 함량이 기준보다 많이 검출되는 것으로 사료되었다.

현재의 토종별 사양시스템 하에서는 급이하는 먹이가 꿀로 유입될 수밖에 없으므로 유밀기(수밀기)에 과즙이나 먹이꿀을 급이하면 꿀의 맛과 향은 물론 품질도 개선되어

토종꿀을 브랜드 상품으로 개발할 수 있을 것으로 사료되었다.

벌 먹이용 과즙제조 시 과즙의 생산과 품질에 영향을 미치는 요인으로는 처리 온도와 시간이므로 온도와 시간은 과일에 따라서 다르게 적용되어야 할 것으로 사료되었다. 포도는 100℃에서 압력 1/kg이 될 때 압착하고 배, 사과, 단감 등은 110℃에서 압력 2/kg일 때 압착하는 것이 바람직할 것으로 사료되었다.

액상 급이 먹이의 pH 값 변화는 당의 발효 때문이고, 과즙이 발효가 진행되는 동안에는 가스가 발생하여 거품이 생기고 거품은 벌이 먹이를 빨아들이는데 장애가 될 뿐 아니라 발효된 먹이가 꿀로 유입되면 꿀의 품질에도 영향을 미칠 것이므로 벌에게 급이하는 1회의 먹이량은 급이 후 1~2일 이내 다 소비하도록 급이하는 것이 바람직할 것으로 사료되었다.

꿀벌은 당도가 30~50%일 때 최대의 수밀력이 일어나고, 여러 종류의 당이 자유로이 주어진다면 sucrose, glucose, maltose, fructose 순으로 벌은 좋아한다(Waller 1972, Bachman과 Waller 1977)고 하며 본 실험의 결과로 보아도 벌에게 급이하는 액상먹이의 당도는 45~50% 수준이 바람직할 것으로 사료되었다.

과즙을 액상먹이로 급이할 때 저장되는 꿀의 전화당과 전화당 중에는 과당 함량이 높아졌으며, 꿀의 유기산 함량에 있어서도 일반 시중에서 유통되고있는 꿀에 비교하여 월등히 높아진 것으로 사료되었다.

유밀기에 설탕액을 급이하면 먹이가 꿀로 저장되어 전화당 함량과 자당 함량에 영향을 주기 때문에, 저밀기(유밀기)에 과즙을 급이하면 꿀의 품질과 약리효과도 개선될 것으로 사료되었다.

포도즙 급이 꿀의 품질 및 특성에서 꿀의 전화당과 전화당 중 과당 함량은 포도즙에 첨가한 당의 종류(먹이꿀, 설탕)와 당 수준(25~45%)과 관련이 있을 것으로 사료되었다. 급이 먹이의 당도가 높은 것(40~45%)이 당도가 낮은 것(25~35%) 보다 더 양호하였다. 그러나 pH와 적정산도, flavonoid와 총 페놀 함량 및 꿀의 SOD-like와 전자공여능의 효력은 당도 수준에는 영향이 적은 것으로 사료되었다.

꿀의 성분에 영향을 미치는 요인에는 봉군의 군세, 활동영역 내 밀원의 종류, 급이 먹이의 꿀로 유입되는 량 등 다양하고, 복잡적이며, 그 변이가 크기 때문에 급이하는 먹이에 의해서만이 좌우되지는 않으나 벌에게 주는 먹이는 꿀로 유입되어 꿀의 품질

에 영향을 미치는 것으로 사료되었다.

꿀의 품질과 약리 효과는 봉군의 사육장소(봉장)의 년 중 밀원 분포에 따라서 다르다는 것을 알 수 있었으며, 그리고 사양을 하지 않은 봉군의 꿀이 사양을 한 다른 봉군의 꿀 보다 월등히 양호한 것으로는 고찰되지는 않았다.

봉군의 발전과 유지 및 꿀의 생산을 위해서는 적절한 사양이 될 수 적이고 급이 량과 급이 시기는 관리자의 기술적 문제이며 다만 먹이의 품질과 위생 문제는 꿀의 품질에 절대적으로 영향을 미치는 것으로 사료되었다.

소밀로부터 액상꿀을 추출할 때 grind 분리법이 소비에 들어있는 유용성분을 이용하는 데 더 효율적일 것으로 사료되었다. grind법 추출 시 꿀로부터 고형 성분이 분리되지 않도록 꿀의 수분함량을 낮추던가 더욱 미세하게 하여 유동성입자로 하는 것이 꿀의 상품적 가치로도 바람직할 것으로 사료되었다.

벌은 먹이의 당 성분을 빠꾸는 능력은 있으나 먹이 중 유기 성분을 바꾸지는 못함으로 꿀의 기능성 효과는 급이하는 먹이의 기능성 물질에 따라서 결정될 것으로 사료되었다. 먹이 내 성분이 꿀로 유입되는 정도는 화밀 및 급이 먹이의 저장 량, 봉군 내 환경 등 복합적 관계에 있으며, 급이 먹이 중 기능성 물질이 꿀로 유입되는 과정에서 성분의 변화 및 소실 문제에 대하여서는 연구되어야 하겠지만 연구자의 견해로는 성분의 변화는 거의 없을 것으로 사료되었다.

급이하는 먹이의 성분에 따라서 또는 첨가하는 당의 종류에 따라서 저장되는 꿀의 성분에 차이가 있었다. 특히 매실 용액을 이용할 때는 급이 먹이의 산 농도를 고려하여야 할 것으로 사료되었다.

밤꽃, 녹차, 매실 추출액 급이 꿀의 SOD 유사활성과 전자공여능에 있어서 꿀 추출 방법과 grind 및 여과 조건에 따라서 꿀의 기능성 성분에 영향을 미치겠지만 그보다는 당의 희석용액에 들어 있는 성분함량에 더 영향이 클 것으로 사료되었다.

토종벌의 꿀 생산적 특성은 소밀생산이고, 소밀은 벌집의 여러 유용성분을 이용함으로써 개량종 벌의 분리밀 보다 건강증진에 더 효과적일 것이므로 토종벌은 개량종 벌보다 기능성 꿀 생산에 더 적합할 것으로 사료되었다.

토종벌 사육을 발전 및 육성시키기 위해서는 보호구역의 설정, 밀원식물의 조성, 토종사육농가간 정보교환 및 협의체 구성, 벌통 및 관련기구의 개량, 사양시스템 개선,

토종별 생리 습성에 따른 사양관리 기술 개발, 그리고 특히 과즙의 이용 등 질 좋은 액상먹이의 급이 및 개발이 시급한 과제로 제기되었다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

연구 목표	목표달성도	관련분야에의 기여도
우리나라의 토종벌 사육현황 조사	<ul style="list-style-type: none"> ○ 토종벌의 적정 사육지 확인 ○ 통종벌의 육성 및 발전방안 모색 	○ 토종벌 사육농가의 꿀 소득 향상
<p>한봉농가의 사양관리</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 전국 토종벌 사육농가 설문 조사 ○ 지리산 권 토종벌 사육농가 현장 방문 조사 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 토종벌 사양관리 개선점 확인 ○ 토종벌 전용 사료 개발 필요성 인지 ○ 지리산 권을 토종벌 사육권으로 개발 	○ 토종벌을 육성 및 발전시키려면 현재의 토종벌 사양관리를 개선하여야 한다는 필요성이 제기되었다.
<p>한봉꿀의 품질</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 시중 유통 통종꿀의 품질 ○ 지리산 권 토종꿀의 품질 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시중 유통 토종꿀의 품질확인 ○ 토종꿀 품질 개선 방법확인 	○ 소비자들이 토종꿀의 품질을 신뢰하지 않은 이유를 생산농가가 파악할 수 있었다.
<p>천연소재의 사료화 탐색</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 벌 먹이의 특성 ○ 과즙의 제조 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 토종벌 먹이의 적정원료 구명하였다. ○ 과즙제조 방법 모색하였다. 	○ 과즙생산기술을 토종벌사육농가가 이용함으로써 양질의 먹이를 벌에게 급이할 수 있다.
<p>과즙먹이의 특성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 과즙의 사료적 가치 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 과즙별 특성차이를 확인 ○ 과즙의 사료가치를 구명 	○ 과즙을 벌에게 급이함으로써 꿀의 품질을 향상시킬 수 있다.
<p>급이 당도 설정</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 당액 먹이의 적정 당도 	○ 벌 액상먹이의 적정당도 설정함	○ 급이 먹이의 적정 당도를 이용함으로써 먹이의 효율성을 향상시킬 수 있다.

<p>과즙급이 꿀의 품질</p> <p>○ 포도, 배, 사과, 단감즙급이 꿀의 품질</p>	<p>○ 과즙급이 꿀의 품질가치 구명</p> <p>○ 꿀의 품질 향상확인</p>	<p>○ 과즙을 이용함으로 꿀의 품질이 향상된다는 것을 인지시켰다.</p>
<p>과즙 급이 꿀의 특성</p> <p>○ 포도, 배, 사과, 단감즙급이꿀의 특성</p>	<p>○ 과즙 급이 꿀의 특성확인</p> <p>○ 과즙의 브랜드 꿀 생산가능성 확인</p>	<p>○ 과즙을 이용하여 토종꿀을 브랜드상품으로 한다.</p>
<p>기능성 물질의 탐색</p> <p>○ 녹차, 밤꽃, 매실, 인삼, 웨이</p>	<p>○ 먹이의 성분이 꿀로 전이되는 것을 확인</p> <p>○ 추출 방법에 대한 연구 필요성 인지</p>	<p>○ 꿀의 생리활성 효과를 증진에 식이 식물을 활용할 수 있다.</p>
<p>기능성 용액 급이 꿀의 특성</p> <p>○ 녹차, 밤꽃, 매실, 인삼의 추출액 및 웨이급이꿀의 특성</p>	<p>○ 꿀의 생리활성 효과 증진</p> <p>○ 기능성 꿀 생산 가능성 구명</p>	<p>○ 토종꿀을 기능꿀로 개발하고 상품화하여 토종벌 사육을 활성화시킨다.</p>

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

* 추가연구의 필요성, 타연구에의 응용, 기업화 추진방안을 기술

본 과제의 연구 목적은 과일 및 식물계의 생리활성물질을 이용하여 토종꿀의 품질 개선, 브랜드화, 기능화에 있다. 토종꿀의 품질을 개선시키기 위해선 사양관리(급이시스템과 먹이의 품질)가 특히 중요하다. 그리고 전통적으로 사육하여 내려온 토종벌의 장점을 활용하고 발전시켜야 할 필요성이 요구되었다.

지금까지 토종벌에 대한 연구가 없었고 사육관련 기술 및 기구의 개발이 사육농가에 의해 부분적으로 이루어지고 있는 실정이다.

우리나라는 밀원자원으로 활용할 수 있는 임야가 많고 기후도 벌 사육에 적당함으로 양봉업에 대하여 재조명할 필요성이 있다. 또한 건강과 관련하여 사람들의 당 소비인식이 바뀌고 있어서 선진국에서는 천연꿀의 소비가 점점 증가하고 있다. 꿀에는 단순히 당 성분만이 있는 것이 아니고 건강과 관련하여 많은 생리활성물질이 있다는 것이 밝혀지고 있다. 이제부터라도 우리나라도 양봉산업에 대하여 학문적으로는 물론 정책으로도 관심을 가져야만하고 투자를 하여 양봉산업을 육성, 발전시켜야 한다.

1. 양봉용 전용사료 개발에 관한 연구

양봉선진국에서는 오래 전부터 벌 전용사료가 개발되어 양봉농가의 사료비 절감 및 꿀 품질개선에 기여하고 있다. 우리나라에서 생산되는 자원 및 과일을 이용한 양봉용 전용 사료 개발에 관한 연구가 있어야 한다.

2. 토종벌 사양관리 개선에 관한 연구

개량종인 서양벌에서는 사양관리가 개선되고 연구되어 토종벌에 비해 통당 생산성이 월등히 높다. 현재 농가에서는 기술적 사양관리로 사육하지 않고 있기 때문에 생산성이 낮고 소멸되는 경우가 많다. 따라서 토종벌 사양관리에 대한 기술개발 및 연구가 있어야 한다.

3. 토종별 사육 관련기구 개발에 관한 연구

개량종 양봉업에서는 100여 년 전부터 벌통(소상)을 비롯하여 관련 기구들이 개발되어 생산적인 관리를 할 수 있었기 때문에 벌 사육의 실패가 감소되고 있다. 토종별 사육의 실패를 감소시키고 통 당 생산성을 향상시키려면 소상을 비롯하여 관련 기구의 개발과 개선이 있어야 한다.

4. 토종꿀 성분에 관한 연구

토종벌은 수 천년 동안 우리나라의 기후와 환경에 적응하여왔으며 4계절이 뚜렷한 우리나라의 기후와 토양에서 적응하여 온 식물 또한 다른 나라의 밀원식물과는 차이가 있을 것이다. 꿀의 성분은 밀원의 종류에 따라서 결정되기 때문에 이에 관한 연구가 일부 이루어지고는 있으나 밀원식물별 특히 밤나무 밀원에 대한 연구 요구되었다.

5. 토종벌의 소밀에 관한 연구

토종벌은 개량종 벌과는 달리 밀납을 잘 분비하고 집을 지을 때 수지물을 적게 섞어서 집이 잘 부서진다. 따라서 토종벌에서는 꿀을 벌집 채(소밀) 생산하고 판매한다. 토종벌의 소밀은 소비자들에 천연꿀이라는 신뢰를 주지만 반면 꿀의 품질확인이 쉽지 않고 현재의 시중에서 유통되고 있는 소밀은 포장에서 상품성이 떨어진다.

벌집은 벌이 분비하는 wax가 주성분이지만 그 외 수지물이 들어 있어서 wax이 외 다른 생리활성성분도 있을 것이다. 현재 농가에서는 소밀을 추출밀로 처리할 때 벌집을 특별히 이용하지 않고 있다. 따라서 소밀의 이용방법 및 벌집의 활용에 대하여 연구가 필요하다.

7. 토종벌 교육 및 사육지침서 발간

농가의 토종벌 사양관리기술을 개선시키기 위해서 지속적인 교육과 사육시 편리하게 이용할 수 있는 기술 지침서가 요구되었다. 현재 토종벌에 관한 전문서적이 없고 사육농가에서 편리하게 이용할 수 있는 실무 핸드북도 없어서 기술의 습득이 느리다. 따라서 이에 관한 서적이 필요하였다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

1. 벌 전용사료 개발

인공화분의 제조 및 급이 시 가장 중요한 것은 적당한 단백질 수준(23%)이다. 만약 단백질 함량이 8%의 낮은 수준에서는 단백질 결핍증이 지속되고, 50%의 높은 수준에서는 출방하는 유봉들은 단백질 중독에 걸린다고 한다.

만약 동봉이 애벌레 초의 단백질 수준으로 애벌레의 후반까지 이어진다면 동봉의 70%가 75~78일까지 활동할 수 있다고 한다.

벌이 가장 좋아하는 당은 sucrose, glucose, maltose, fructose 순으로 좋아하며, mannose, lacto, galactose, raffinose은 독소가 된다. 벌이 mannose을 섭취하면 섭취 후 몇 분 이내 죽을 수 있다.

꿀의 품질은 벌이 이용할 수 있는 밀원의 종류와 급이하는 먹이가 매우 중요하다. 벌 전용 사료인 Isomerase 100은 sugar의 42%가 fructose, Isomerase 550은 sugar의 55%가 fructose, Isomerase 900은 sugar의 90%가 fructose이며, 숫자가 클수록 fructose 함량이 많고 값이 비싸다. fructose 함량이 많으면 서서히 결정된다. fructose 55%의 수준이 벌의 먹이로서는 적당하고 설탕용액과 같이 동등하게 잘 이용한다.

식용설탕 또는 sucrose를 벌 먹이로서 보편적으로 많이 이용한다. sucrose는 고형형태, 액체형태, candy 형태가 있다. sucrose는 벌이 잘 소화하지만 pancake syrups, molasses, candy, starches등은 설사를 일으킨다. 특히 월동 사료로는 주지 말아야 한다.

sugar candy는 15lb sugar + 3lb glucose(white syrup) + 4cups의 물 + 1/2 teaspoon의 tartar의 크림으로 배합한 다음 242°F까지 가열한 후 180°F로 냉각하여 사용한다.

2. 꿀의 생리활성성분 및 건강증진 효과

꿀에는 glucose oxidase의 활성화에 의해 생성되는 gluconic acid를 비롯하여 citric acid, formic acid, acetic acid, malic acid, succinic acid, oxalic acid, lactic acid, benzoic acid, cinnamic acidrla 등 여러 종류의 유기산(김 등, 1989)과 과산화물인 항

균물질(차와 방, 1999)이 들어있어 세균 성장이 억제되며, 생리활성물질로는 flavonoids와 phenolic acids를 포함하여 tannin, methyl syringate 등 많은 phenol계 물질이 있음을 확인하였다(Ferreres end, 1991; 윤, 2003).

꿀에서 검출되는 항균활성물질이나 항산화물질 등은 대부분 벌에 의해 꽃꿀로부터 유입되기 때문에 꿀의 생리활성 효과는 밀원의 종류에 따라서 다르다. 우리나라의 밤꿀(김 등, 1990) 이나 뉴질랜드의 마누카(Manuka) 꿀(Al-Mamary 등, 2002)은 생리활성 효과가 탁월한 기능성 꿀로 밝혀지고 있다.

꿀은 단순히 당 성분만 있는 것이 아니고 여러 유용성분이 들어 있기 때문에 선진국 여러나라의 천연꿀 소비는 점점 늘어나고 있다. 꿀의 생리활성물질의 효과를 높이기 위해서는 밀원 이용의 개선 및 먹이의 개발이 이루어 져야 하며 현재 양봉 선진국에서는 이러한 연구가 진행되고 있다.

제 7 장 한봉농가 교육 및 결과 활용

제 1 절 한봉농가 교육

1. 전국토봉발전협의회 주관 토종별 사육농가 교육

- 교육일시: 2003. 7. 1.
- 교육주제: 고소득으로 향한 토종별관리
- 교육내용:

토종별 사육이 농가의 주 농업일 때 농가의 소득은 꿀 판매로부터 얻게된다. 날씨가 잘 해서 가을에 걷어들이는 산 덩이 같은 노적가리를 바라보는 농부의 마음은 마냥 행복함에 젖어 들지만 태풍과 병충해가 휩쓸고 지나가 고개 들고 있는 검은 벼 이삭을 바라보는 농부의 심정은 이런저런 걱정애 깊은 시름에 젖어 들게 된다.

노적가리가 농부의 한 해 소망을 이루어 주듯 토종농가의 소망 또한 늦가을 꿀 뜰 때의 헛집 없는 가득 찬 꿀통에서 얻게된다.

과학문명이 발달하여 기술과 정보화 시대에 살고 있으면서 과거와 같이 농업의 수확을 하늘에다만 맡기고 있을 수 없다. 사양기술을 개발하고 익혀서 적절히 활용할 때 기대 이상으로 꿀을 생산할 수 있다.

토종별 농사를 잘 지르려면 반드시 지키고 따라야 할 몇 가지 관리 지침이 있다. 원칙을 무시하고 편법을 쓰게되면 자기 발등을 찌른 결과를 초래할 수 있다는 것을 명심하여야 한다.

벌을 잘 관리하려면 우선 벌의 생태와 습성을 이해하여야 하는데 벌은 몇몇 본능의 습성을 가지고 있다. 그 본능적 습성을 보면, 1봉군 1왕제, 단체성과 애소성(愛巢性), 집단적 보존과 발전성, 배타성과 융화성, 그리고 거의 100% 자기 집을 찾아오는 습성 등이다. 따라서 벌 사육의 성패는 이들 습성을 활용하는 기술과 방법을 알고 봉군을 관리하여야만 한다.

5가지 본능적 습성과 이에 따른 관리요령을 설명하고자 한다.

가. 1 봉군 1 왕제

오늘날 지구상에는 200여 개의 국가가 있는데 그 어떤 나라에도 대통령이나 수상이 2명 있는 나라가 단 한 나라도 없는 인간의 조직사회 제도도 벌의 사회조직에서 유래되었는지도 모른다. 1통에 왕이 2마리 존재 할 수도 없고 새 왕이 탄생하게 되는 징후를 반드시 관리자에게 통보를 해준다. 관리자가 이 징후를 그대로 지나치면 새로운 왕이 나오기 전에 구 왕은 봉군의 일부를 대리고 새로운 보금자리를 찾아 나서게 된다. 이를 분봉이라고 하는데 하나의 봉군에서 분봉을 할 때마다 봉군세력은 반감되기 때문에 봉군의 생산력도 반감되게 된다. 분봉을 차단하는 가장 쉽고 간단한 방법은 왕이 태어나지 못하게 왕 집을 파괴하면 된다. 서양 중 봉군에서는 쉽게 할 수 있지만 토종에서는 쉽지가 않다.

분봉의 징후를 좀더 일찍 알려주는 것으로는 왕이 태어나기 20여 일 앞서 숫벌이 먼저 출현하는데 이쯤에서 급이량을 줄이거나 벌통을 서늘하게 하고 새로운 통을 연결하여 공간을 넓혀주면 어느 정도 분봉을 막을 수 있다. 그리고 최후의 분봉방지 응급조치로서는 분봉 시각에 왕 포봉기를 달아서 왕을 가두면 나갔던 벌들은 왕이 따라나가지 않으므로 다시 통으로 되돌아온다. 그러나 토종벌 왕에 적합한 왕 포봉기가 아직 개발되어 있지 않다.

나. 단체성과 애소성의 습성 활용

벌은 한 마리로서는 절대로 살아갈 수 없다. 왕을 중심으로 수천, 수만 마리가 집단을 이루어야 생활할 수 있다.

벌 수가 많을 수록 개개의 벌들은 각자가 맡은 일을 열심히 하고 능력을 발휘하는데 즉 왕은 산란을 잘하고 일벌들은 내역과 외역으로서 집을 지어 왕으로 하여금 산란을 촉진시키고 봉아를 잘 양육하며 필요한 먹이를 꽃으로부터 모아와 저장해 놓는다. 따라서 꿀의 저장문제는 밀원의 양으로 결정되기 때문에 봉장 선정의 선결조건은 벌들의 활동 영역 내 밀원이 풍부하고 연중 지속되어야 한다. 만약 자연 밀원이 부족하면 밀원 식물을 조성하여야 하는 것은 관리자의 몫이다. 밀원의 대책 없이 하는 벌 사육은 질 나쁜 사양 꿀 양산으로 이어지게 된다.

벌들은 침입하는 외적을 잘 막아내거나 방어벽을 구축한다. 따라서 봉군은 자신의 집단은 보호하고 유지해가기 때문에 멸망하는 일이 없다. 봉군의 방어력은 봉군의 세력에 비례하기 때문에 강한 봉군에서는 외적의 침입으로 인해 멸망하게 되는 일이 거의 없으므로 벌 사육자에 있어 봉군관리에 핵심은 봉군을 강군으로 유지 발전시키는 것이다.

다. 발전과 보존의 습성

왕은 하루에도 천여 개의 알을 산란할 만큼 산란력이 왕성하고 일벌들은 알에서 깨어나는 어린 애벌레들을 양육하기 위해서 약천후가 아닌 이상 쉽 없이 부지런히 먹이를 모아 온다. 봉장 내에 밀원이 풍부하고 날씨가 좋으면 애벌레 양육에 필요한 먹이가 충분할 뿐 아니라 나머지 먹이는 저장되고, 벌들이 먹이로 이용하고자 저장한 먹이가 썩는다. 벌들의 왕성한 활동으로 통 내 벌 수가 계속 증가하면 일벌들은 새로운 왕을 탄생시켜 새로운 봉군을 형성하기도 한다. 왕이 노쇠하여 산란력이 떨어지거나 망실되면 후계 왕을 만들어 봉군을 발전시켜 유지, 보존한다. 벌들의 이러한 봉군의 보존과 유지하는 습성으로 벌들은 수천, 수만 년을 내려오면서도 지구상에서 멸종하지 않고 견제하고 있다.

봉군의 꿀 저장과 저장량은 오직 봉군의 세력과 봉장 내 밀원량에 달려 있다. 따라서 관리자의 봉군관리 기술은 왕이 산란을 잘 할 수 있도록 환경을 만들어 주는 것이다. 그 첫째 중요한 조건이 벌통 내 왕의 활동 온도를 유지하는 것이다. 외부 기온이 따뜻하고 봉군세가 강하면 온도가 잘 조절되지만 이른 봄, 봉군세도 약하고 외부 온도도 낮으며 꽃도 많이 피어있지 않은 환경에서는 왕이 산란을 왕성하게 하기에 통내 환경, 특히 온도(35℃)가 적절치 않다. 그리고 벌들 스스로 통내 환경을 유지하기에도 내외적으로 너무나 열악함으로 봉군관리자가 협조하여야 한다. 이때 관리자가 해야 할 중요한 봉군관리는 통내 온도유지와 애벌레 양육에 필요한 충분한 먹이를 공급하여 주는 일이다.

라. 배타적 습성과 융화적 습성의 활용

같은 통내에서 생활하는 벌들간에는 잘 인식하기 때문에 절대로 투쟁하는 일 없이 일을 분담하여 잘 지내지만 다른 통의 벌이 침입하거나 들어올 때는 철저히 방어한다. 그러나 배타적이다가도 합쳐 놓으면 융화되어 잘 지낸다. 밀원이 풍부하여 일을 활발히 잘 할 때는 배타성이 약하여 다른 통의 벌들이 통안으로 들어와도 별로 방어하려들지 않는다.

개량종 양봉에서는 봉군세가 강한 통에서 일벌 일부를 군세가 약한 통으로 분산을 시키면 강군의 통은 분봉열이 발생하지 않고 군세가 약한 통은 바로 군세가 늘어나 강군으로 되어 생산적인 봉군이 된다. 또한 군세가 약한 봉군은 약한 봉군끼리 합치면 강군으로 되어 생산적인 봉군으로 발전한다. 이러한 봉군관리를 합봉이라고 한다. 봉군의 합봉은 봉군관리 및 꿀 생산에 매우 효율적이므로 봉군관리에서 중요한 관리 사항이다.

개량종 양봉에서는 신문지나 합봉망을 이용하여 안전한 방법으로 봉군을 합봉시킬 수 있지만 토종인 한봉에서는 합봉방법을 적용하기에 용이하지가 않을 것이다. 만약 한봉에서 약군과 약군끼리 합봉을 하려면 벌들이 한참 일을 할 시각(오전 11시 전후)에 혼연을 하면서 합봉을 시키면 벌들의 투쟁을 최소화 시킬수 있을 것이다.

약군끼리 합봉을 시킬 땐 어느 한 통의 왕은 도태를 하여야 한다. 토종벌에서의 합봉방법과 기술적인 문제 등에 대하여서는 더 많은 시도와 시행착오가 뒤따라야 할 것이지만 꿀벌들에게는 이러한 습성이 있다는 것을 알고 관리에 적극 이용하면 꿀생산성 향상에도 도움이 될 것으로 확신한다.

마. 귀소성(歸巢性)

꿀벌의 귀소성(집을 찾아오는 습성)에 관해서는 과학자 파브르의 곤충실험 실험에 의해 확인되었다. 즉 꿀벌은 반경2Km 이내에서는 100% 자기 집을 찾아온다는 것이다. 양봉업에서 그의 연구결과는 경영에 획기적으로 공헌을 하였다.

우리나라에서 전업으로 하는 양봉업자들은 주로 이동 양봉업으로서 밀원지를 찾아 이동을 하기때문에 자기 소유의 밀원이 부족한 지역에서도 양봉업을 할 수 있지만 한

봉업을 하는 사람들은 생활 근거지 또는 농업기반을 두고 있는 지역에서 고착 사육을 하고 있기 때문에 벌들의 활동영역 내 밀원에 대한 조사는 한봉업의 성패를 가름하는 매우 중요사항이다. 밀원이 없는 지역 또는 한정된 밀원량을 보고 많은 봉군을 놓으면 꿀의 수확은 거의 기대할 수 없다. 만약 밀원이 풍부하지 않은 지역에서 토종벌을 사육하거나 밀원량에 따른 적정봉군 이상 봉군을 수용하면 꿀 생산은 사양에 의존 할 수밖에 없으며 꿀의 품질이 떨어짐은 자명한 결과다.

생물을 대상으로 하는 농업은 생물의 생태적 특성과 본능적 습성을 이해하고 응용 할 수 있는 관리기술과 능력이 있어야 경쟁력이 우위에 설 수 있다. 토종벌 소득의 몫이 사육농가의 몫이기 때문에 고품질의 꿀생산으로 고소득을 얻기 위해서는 부단히 새로운 관리기술을 개발하고 소비자들의 소비추위를 따라서 꿀을 생산하여야 하며, 그리고 꿀 생산 이외 새로운 소득원을 개발하고 이용할 수 있는 방안도 강구하여 토종벌 사육을 꿀 생산에서 벗어나 다른 고소득 방향으로 사육을 개발할 때 토종사육에 대한 새로운 패러다이스가 전개 될 것이라고 생각한다.

2. 괴산군농업기술센터 주관 토종벌 사육농가 교육

- 교육일시: 2004. 1. 13.
- 교육주제: 생산성 봉군(한봉) 관리 및 기능성 토종꿀 생산
- 교육내용:

가. 양봉업의 역사와 인간과의 관계

양봉업의 역사를 보면 인간은 창세기 때부터 꿀을 이용하였다.

1) 서구의 양봉업 - 희랍의 아리스토텔레스(B.C 384~322)가 벌의 생활상태(삼이형) 및 꿀, 밀납 생산방법에 관하여 연구를 하였다(양봉학의 태두).

2) 우리나라의 양봉업 - 동양종(토종벌)은 고구려 주몽(B.C 58~18) 때 인도에서 중국을 통해서 들어와 정착하였다(현재 약 22만여 통). 서양종(개량종 벌)은 1902년 고종황제 때 독일 선교사에 의해 일본을 통해서 들어와 시작하였다(현재 약 100만 통).

3) 벌과 인간과의 관계

① 벌로부터 얻는 직접적인 수혜

- 고 대 - 주로 벌꿀과 밀납을 얻어 이용하였다.
- 현 대 - 벌꿀, 밀납, 화분, 프로폴리스, 봉독, 로얄제리, 슛벌번데기, 화분매개 벌 생산 등 다양하다. 특히 질병치료에 이용하려는 연구가 이루어지고 있다.

*토종벌에서는 벌집에 프로폴리스 성분이 들어 있으므로 벌집 채 이용하는 꿀 가공법이 필요하다.

② 벌로부터 얻는 간접적인 수혜

- 농작물의 증수 효과 - 100(무봉구) : 130~9,800(유봉구)
- 생태계의 유지 - 식·동물의 보존 및 멸종 방지 효과가 있다.

4) 전 망

- 부가가치가 높은 고소득농업이다.
- 농작물 증산에 기여한다.
- 건강증진 및 질병치료로 봉산물의 이용이 증가되고 있다.
- 친환경농업이다.
- 우리나라는 밀원지로 개발할 수 있는 산지가 많다.

나. 한봉(토종 벌)업과 양봉(서양종 벌)업의 비교

1) 벌의 체중

체중((mg)	동양종	서양종
여왕벌	210	220
일 벌	68	80
숫 벌	124	195

2) 허의 길이

길이(mm)	동양종	서양종
허의 길이	5.26	6.50

3) 동양종과 서양종의 수밀력 및 꿀 생산 량

생산량	동양종	서양종
꿀(통 당)	0.9kg	3.7kg
수밀력	15.5mg	27.0mg(30~50mg)

4) 사양 형태

구분	토종벌	서양 벌
• 이동	고정(한 지역에서만 사육)	고정 및 밀원지에 따라 이동
• 꿀 생산	소밀생산(벌집 채 생산)	분리밀 생산(채밀기 이용)
• 분봉방지	분봉방지가 어렵다	분봉방지가 쉽다
• 통내 온도조절	통내 온도조절이 어렵다	통내 온도 조절이 쉽다
• 먹이 급이	먹이가 꿀로 유입되기 쉽다	벌 증식 및 유지로 이용
• 질병문제	질병에 대한 대책이 어렵다	질병에 대한 대책이 용이
• 소비의 내구력	약해서 반복사용을 못한다.	3~4년 반복사용

* 벌은 소문방향과 태양의 각도와 관련해서 벌집을 짓는다.

5) 토종벌 및 토종꿀의 특성

- 성질이 매우 온순하다.
- 밀납 분비력이 왕성하여 벌집을 잘 짓는다.
- 소비는 서양종벌 집에 비해 수지물이 적어 잘 부서진다.
- 감각이 예민하고 나쁜 환경에서는 도망을 간다.
- 외적에 대하여 방어력이 약하다(특히 소충의 피해를 받으면 도망을 간다).
- 벌집채 이용할 수 있기 때문에 소밀생산으로 적합하다.
- 여러 종류의 꽃꿀로 조성되기 때문에 꿀의 성분이 다양하다.

다. 생산성 봉군의 중요 관리

1) 성공적인 월동 요령

- 월동 전 유봉의 양 : 월동 전 활동하던 벌은 월동 중 대부분 죽고 유봉만이 다음해 활동을 하게된다.
- 월동 먹이 량 : 봉량에 따라 차이가 있으나 통당 약 2되 정도의 충분한 양이 필요.
- 보온 상태 : 통 내부 포장을 할 수 없으므로 외부 포장에 의존하여야 한다.

2) 봉군세력의 증감

- 봉세 증가시기 : 월동 후 활동 개시부터 6월 중순 경 ~ 8월 중하순부터 월동 전까지
- 봉세 감소시기 : 월동 기간 중, 6월 중 하순부터 ~ 7월 하, 8월 초순까지
*봉세가 줄어들지 않도록 관리를 잘하여야 한다.

3) 급이(먹이 주기)

- 설탕과 물의 비율 - 물 1 : 설탕 1 또는 물 1.5 : 설탕 1
* 꽃꿀의 성분 : 수분 75.0%, 총당 24.31%(자당 12.02%, 전화당 12.29%)
- 급이 시각 - 일몰 후(벌의 활동이 감소)에 준다.
- 1회 급이 량 - 1~2일에 다 먹을 수 있는 량으로 한다.
* 먹이가 발효되면 꿀 품질이 나빠지는 원인이 된다.
- 당액을 만드는 물의 수질이 중요 한다.

4) 온도

- 통내 온도 : 20 ~ 36℃(평균 29℃)가 항상 유지되도록 한다. 5℃이하에서는 벌들이 봉구에서 낙하한다. -1.9℃에서는 벌들이 동사한다.
 - * 33 ~ 36℃에서 밀납분비, 조소, 봉아 양성을 잘한다.
- 외부 온도 : 14℃ 이하, 37℃ 이상에서는 벌들의 활동이 감소된 10℃이하에서는 비상력을 상실한다.
 - * 현재 사용하고 있는 토종벌 통은 외부 온도에 쉽게 노출된다.

5) 관찰

- 봉량 측정 : 소문을 출입하는 벌 수로 측정 할 수 있다. 강군인 경우 오전 10시 ~ 11시경, 1분에 약 50마리 이상 나간다.
- 활동상태 : 화분 유입, 꿀 유입, 비상운동 등을 본다.
- 질병 발생 : 소문 앞 죽은 벌 상태, 비상하지 못하는 벌 등을 관찰한다.

라. 꿀 생산의 필수 조건

1) 봉세

- 강군 : 약 15,000마리 이상
- 약군 : 약 10,000마리 이하
 - * 약군인 통에서는 꿀 생산을 기대할 수 없다.

2) 밀원량 및 봉군의 적정배치

- 반경 2km(직경 4km) 이내의 밀원의 분포상태 및 밀원 량이 중요하다.
 - *현재 대부분의 토종벌 사육지역은 봉군이 과도하게 배치되어 있다.
- 밀원식물의 연중 지속되어야 한다.
- 봉군의 적정배치 : 작물재배지인 경우 1군 당 10~40a(300~1200평)
교목인 경우 1군 당 수령 10~15년 생, 20~50주
- 이용할 수 있는 주 밀원 : 메밀, 들깨, 유채, 해바라기, 밤, 싸리, 아카시아, 피나무, 거지덩쿨, 산딸기, 클로버 등

3) 기후

- 광선이 강할수록 꿀 분비가 왕성하다.
- 일조시간이 길고 표고가 높아 주야간의 온도차가 큰 지역.
- 꽃은 23℃에서 꽃꿀 분비가 시작되고 28~30℃에서 최고에 이른다.
- 벌은 밤의 온도가 13℃ 이하이고 다음날 낮의 온도가 25℃일 때 방화력이 왕성하다.
- 꽃꿀의 분비는 35℃ 이상에서는 급격히 감소된다.
- 습도는 60~70%가 적당하다.

4) 사육자의 능력

- 벌의 생리 및 습성을 이해하여야 한다.
*1봉군 1왕, 단체성과 애소성, 발전성과 보존성, 배타성과 융화성, 귀소성 등,
- 봉산물의 특성 및 품질에 관련하여 지식의 축적이 필요 하다.
- 온도 유지, 급이, 벌의 활동상태 등과 관련하여 일상적인 관리 기술이 필요하다.
- 기술의 응용 및 정보의 이용이 항상 있어야 한다.
- 연 중 강군을 유지할 수 있도록 사양관리를 하여야 한다.

마. 기능성 꿀 생산 방법 및 이용 자원

1) 기능성 꿀의 정의

【꿀의 특정 성분이 다량 함유함으로써 질병치료 및 건강증진에 효과가 있는 꿀】

- 밤나꿀은 페놀함량이 타 꿀에 비교하여 월등히 많아 항산화력, 항균력이 강하다.
- 마누카 꿀은 뉴질랜드에서 생산되는 꿀로 피부병에 효과가 있다.

2) 일반 꿀 및 기능성 꿀의 성분

꿀의 종류	수분	전화당	자당	HMF	특효
기준	21.0이하	65.0이상	7.0이하	80.0이하	
마누카 꿀	17.8	68.6	5.5	94.0	피부병
농가 꿀	20.9	65.4	6.5	10.0	피부병, 변비

3) 기능성 꿀 생산 방법

- 밀원지를 이용하여 생산하는 방법 - 밤나무 재배 단지, 메밀 재배지 등
- 사양법 - 추출용액을 급수에 희석하여 사양꿀과 함께 급이하는 방법
- 생산 체계 - 무밀기, 월동 먹이 급이기에 집중적으로 급이하여 채밀한다.
- 대상봉군 - 분봉군으로서 강군이 적합하다.

4) 기능성 꿀 생산 이용 자원

- 유기 성분 - 유기산 함량, 페놀계 성분
- 무기성분 - 철분, 칼슘, 게르마늄, 셀늄
- 물- 특정광물질이 많이 들어 있는 청정 수

바. 토종벌 양봉업의 육성 방안

1) 협회의 활성화

협회보 발간, 세미나, 기술 교육, 회원간 정보를 공유하여야 한다.

2) 사양기술 및 기구개발

- 벌통개량 - 환기통, 포장용기와 벌통을 분리하여야 한다.
- 급이체계 확립 - 봉군증식기, 유밀기, 무밀기(저밀기), 월동먹이 급이기를 구분하여 사양을 한다.
- *먹이는 봉군증식 및 유지로만 이용하고 꿀로 유입되는 량을 최소화한다.

3) 밀원식물 보호 및 육성

밀원지를 조성하여 연중 지속되도록 한다. 메밀, 들깨 등 작물을 재배하여 이용한다.

4) 기능성 꿀 개발

소밀의 가치를 이용하여 소밀생산으로 개발한다. 건강, 질병치료와 관련하여 식물의 유용성분을 이용한다. 질병 치료에 효과가 있어야 한다.

5) 꿀의 품질 개선

토종꿀 본래의 우수성을 유지하고, 소비자들의 신뢰성을 회복시킨다. 토종꿀의 기준을 설정하여 검사를 철저히 한다. 공신력 있는 검사기관이 있어야한다.

6) 꿀 용기개발

용기와 병통을 분리한다.

사. 현대농업의 특성

1) 기술농업

지속적인 연구와 기술이 개발되고 있다. 단위당 생산량증가, 품질개선, 기능성 농산물로 생산되고 있다.

2) 친환경농업

농업의 생산 수단이 자연을 파괴하지 않으며 조화를 이루어야 한다. 유기농업 및 무공해농산물을 생산하는 경향이다.

3) 소비자 맞춤형 농업

소비자들이 원하는 생산물을 생산하려는 경향이다. 건강 및 질병치료와 관련 기능성 농산물로 생산되고 있다.

4) 상품농업

상품적 가치를 고려하여 포장을 중요시하는 경향이다. 시장경쟁 원리에 대응하여야 함으로 품질과 가격이 고려되어야 한다.

3. 농협중앙회 주관 토봉사육농가 통합교육

- 교육일시: 2004. 7. 22.
- 교육주제: 양봉장과 벌의 먹이
- 교육내용:

핵심 - 강군인 봉군 유지 및 발전

양봉성공의 3대 요소는 풍부한 밀원, 양봉가의 관리 기술, 우량한 중봉이지만 이것만으로는 충분하지 않다. 그 이유는 벌은 통 밖의 활동에 의해서 먹이를 얻고 먹이 활동은 벌 활동의 전부이기 때문에 기상조건에 따라서는 벌의 활동은 많은 영향을 받기 때문에 기상조건을 더하여 양봉성공의 4대 요소라고 한다(밀원, 기술, 중봉, 기후).

우리나라의 기후는 비교적 벌의 활동 기간이 길다. 한 겨울을 제외하고는 벌은 항상 먹이를 위해서 벌통 밖으로 나온다. 그러나 낮의 기온이 15℃ 이하의 쌀쌀한 날과 30℃ 이상의 무더운 날, 그리고 심한 비바람이 불던가 할 때는 먹이 활동을 거의 하지 않는다. 또한 기후는 벌의 활동에 영향을 미칠 뿐만 아니라 꽃꿀(화밀)의 분비에도 영향을 준다.

벌을 기르는 양봉가는 꿀 생산과 관련하여 봉장의 선정 및 사양관리의 중요성을 인지하여야 함으로 봉장 선정 및 벌의 먹이에 대하여 고찰하여 보고자 한다.

가. 봉장의 적지

벌의 먹이는 꽃에서 분비하는 꽃꿀과 꽃가루이므로 토종벌과 같이 연중 고착양봉을 할 때에는 벌의 활동 범위(벌통으로부터 반경 약 2km) 내에 밀원 식물의 양과 꽃피는 시기 및 기간에 따라서 벌의 흥망성쇠가 결정되기 때문에 벌의 생리 및 습성에 적합한 환경을 양봉장으로 선정하여야 하고 만들어 주어야 한다.

1) 밀원식물

밀원식물에는 목본식물(나무) 및 초본식물(풀)이 있으며 그 량과 종류는 지역에 따라서 다를 수도 있고 재배여부에 따라서도 다르다. 그리고 밀원식물의 종류에 따라서 꽃꿀을 많이 분비하는 것, 적게 분비하는 것, 또는 꽃가루만을 생성하는 것이 있다.

밀원식물 중 꽃꿀을 많이 분비하는 것을 주 밀원 또는 생산 밀원이라 하고 적게 분비하는 것을 보조 밀원이라고 한다.

벌은 꽃의 모양이나 색 또는 향기에 매우 예민하고 꽃꿀이나 꽃가루가 많은 꽃을 찾아다닌다. 벌이 좋아하고 밀원식물로서 구비하여야 할 조건으로는 다음과 같은 꽃을 갖는 것이 이상적이다.

- ① 꽃꿀과 꽃가루를 풍부하게 공급해 주는 꽃
- ② 벌의 활동지역 내에 같은 종류의 밀원식물이 집결되어 피는 꽃
- ③ 벌들이 쉽게 꽃꿀에 접근할 수 있는 꽃
- ④ 청명한 낮에 피는 꽃
- ⑤ 꽃이 위나 옆을 향하여 피는 꽃
- ⑥ 독소를 가지고 있지 않은 꽃

다음 표는 우리나라의 따뜻한 지방과 추운지방의 밀원분포에 관한 표이다.

우리나라의 따뜻한 지방과 추운지방의 밀원분포

월	따뜻한 지방	추운지방
2월	매화	--
3월	매화, 채종, 참죽나무, 갯버들, 봄까치나무	--
4월	채종, 과수류, 벚나무, 봄까치나무, 유채	갯버들, 민들레, 매화, 오지나무
5월	유채, 자운영, 밀감, 산딸기, 아카시아, 잠두, 토끼풀, 족재비싸리	매화, 민들레, 과수, 앵도
6월	감, 밤, 칠엽수, 토끼풀, 때죽나무	채종, 토끼풀, 아카시아, 칠엽수
7월	거지덩굴, 외류, 호박, 토끼풀, 목향	산딸기, 피나무, 밤, 토끼풀
8월	싸리, 거지덩굴, 외류, 호박, 메밀	싸리, 메밀, 토끼풀, 목향
9월	메밀, 싸리, 거지덩굴, 복나무, 목향	향유, 싸리
10월	향유, 국화, 코스모스, 목향	--
11월	비과, 차나무	--

2) 양봉장의 선정

벌은 벌통을 중심으로 반경 약 2km 범위 내에서 활동함으로 그 지역의 밀원식물의 종류와 양을 조사하여 적정 벌통을 사육하는 것이 중요함으로 양봉장을 선정하는데 고려하여야 할 사항은 다음과 같다.

- ① 남쪽과 동쪽이 넓게 펼쳐져 햇볕이 잘 들고 장애물이 없어야 하며 북쪽과 서쪽은 산이나 건물이 있어서 바람을 막을 수 있어야 한다.

- ② 습한 지역은 각종 질병을 일으키는 원인이 되므로 피한다.
 - ③ 잔디 또는 잡초가 있어서 여름철 복사열을 방지할 수 있는 곳을 선정한다.
 - ④ 부근에 악취, 연기, 단맛이 나는 곳은 피한다.
 - ⑤ 큰 연못이나 강이 없으며 수해를 입기 쉬운 곳은 피한다.
 - ⑥ 철도 옆, 도로변 등은 진동과 소음이 심하여 벌에게 스트레스를 주기 때문에 피한다.
- *벌은 습한 것을 싫어한다.

3) 벌통의 배치

벌통의 배치는 벌의 활동에 지장이 없고 관리에 편리하며, 모든 작업에 불편이 없도록 배치한다. 출입문의 방향은 동남향이나 남쪽으로 향하도록 한다. 비가 올 때에 빗물이 들어가지 않도록 한다. 벌통간의 거리는 1~2M 이상 떨어져야 하고, 앞줄과 뒷줄 사이는 2M 이상 떨어지도록 하는 것이 좋다.

4) 벌통의 적정 배분

밀원량에 알맞은 적정 벌통 수를 유지하는 것은 꿀 생산에 중요하다. 일정한 밀원에 대하여 적당한 벌통 수가 배분되어야 하며 그 수를 초과하면 생산량이 줄어든다.

일반적으로 벌통 1통 당 적당한 밀원의 규모는 재배작물일 경우 10~40a 이고 나무일 경우 아카시아, 참피나무 등은 수령 10~15년 이상인 것으로 20~50주 가량이다.

미국에서는 기상조건이 좋고 강균일 때 클로버 재배면적 100~200 에이커에 75통이 적당하며 1통에서 125~180kg의 꿀을 생산할 수 있다고 한다.

각 밀원의 통당 소요면적(a)

밀원	면적	밀원	면적	밀원	면적
갯버들	50~80	밤	70~100	아카시아	20~60
매화	30~50	결차국	50~60	거지덩굴	20~40
유채	20~40	호박	40~70	외	20~40
벗나무	40~50	산딸기	20~70	싸리	10~20
배	40~50	자운영	20~40	코스모스	40~60
오동나무	20~60	클로버	40~60	메밀	40~60
감	20~40	밀감	20~40	사과	20~40

*a은 약 30.25평

나. 벌의 먹이

최상의 먹이 급이(화분, 당, 먹이꿀)

꿀벌도 대개의 동물들처럼 단백질, 탄수화물, 무기물, 지방, 비타민, 물과 적당한 환경을 필요로 한다. 이들 영양은 꽃꿀, 화분, 물로부터 얻는다. 꽃꿀은 꽃의 꿀샘으로부터 분비되고 벌의 에너지 공급원으로 이용된다. 화분은 꽃가루로부터 얻으며 단백질, 무기물, 비타민, 지방의 공급원으로 쓰인다.

1) 단백질

꿀벌들의 정상적인 성장과 발달을 위해서는 단백질, 탄수화물, 무기물, 지방, 비타민, 물을 필요로 한다. 그러나 벌은 자연계에 풍부한 꽃으로부터 필요한 영양을 공급받는다. 탄수화물 먹이는 꽃꿀로부터 얻고, 화분으로부터는 단백질, 지방, 무기물, 비타민을 공급받는다. 다소의 차이는 있겠으나 성봉에 있어서 영양의 요구는 중요하다. 벌의 체조직, 근육, 하악선과 같은 분비선의 발달은 벌이 공급받은 단백질의 적절한 양에 의존된다.

어린 벌인 경우 성봉으로 지내는 첫 2주간 많은 양의 화분을 소비한다. 어떤 동봉들은 출방 1~2시간 내에 화분을 먹기 시작한다. 출방하는 벌의 50% 이상이 출방 12시간 이내 화분을 소비한다.

성봉이 되면 화분의 소비는 줄어들고 꿀이나 꽃꿀로부터 얻는 비교적 값싼 탄수화물을 먹이로 한다. 만약 동봉의 애벌레의 먹이가 애벌레 성장 후반까지 단백질과 같은 먹이로 이어진다면 동봉의 70%는 75~85일까지도 활동할 수 있다.

유충 이후 한 마리의 벌은 신선한 화분 66.5mg을 소비한다. 소방 1개에는 183mg의 화분량이 채워지고, 벌 1~2마리의 먹이가 된다. 화분 1파운드(453.6g)로는 4,000마리의 벌을 양육할 수 있다. 강군의 봉군은 1년에 200,000마리의 벌이 길러지고 소비되는 화분량은 44(약20kg)파운드가 된다.

많은 동봉(일벌)이 애벌레를 양육할 때 벌은 건강하고 수명도 길다. 소비에 저장된 화분의 영양가치는 건조상태, 온도, 수분, 꽃에 따라서 차이가 있다. 신선한 화분은 100% 효과가 있으나 저장 된지 1년 후에는 영양의 효과는 76% 감소된다. 2년이 된 것은 애벌레 성장을 자극하는 자극 물질의 효과가 없다. 1~2년 된 화분으로 양육된 벌은 신선한 화분으로 양육한 벌에 비교 종종 생물학적 효과가 낮다. 화분은 저장될 수록 영양적 가치가 떨어지고 8년이 되면 거의 가치가 없기 때문에 화분의 영양적 손실을 최소화하기 위해서는 건조 및 냉동 보관하는 것이 좋다.

2) 탄수화물

탄수화물은 주로 성봉의 먹이로 이용되고 꽃꿀로부터 얻는다. 꽃꿀의 당 함량은 4~60%로 꽃의 종류, 환경, 온도, 습도, 우기 등에 따라서 다르다.

꽃꿀과 설탕용액의 당도가 30~50%일 때 벌들의 수밀력을 최대로 유발시킨다. 당 함량이 적은 것은 벌의 수밀력이 떨어진다.

꽃꿀은 벌의 전화효소에 의해 전화당으로 전환되어 꿀로 저장된다. 자당(sucrose)은 대부분 포도당(glucose), 과당(fructose)으로 전환된다. 그러나 제로(0) 상태로 남지는 않는다.

꿀은 자당(sugar), 포도당(glucose), 과당(fructose)과 적은 양이지만 22개 이상의 복합 당으로 95~99.9%가 탄수화물이다. 꿀과 꽃꿀은 성봉의 탄수화물 공급으로 충분하나 화분과 화분병도 30~35%의 당을 포함한다.

월동봉군의 경우 1군 당 필요로 하는 꿀의 양은 60~80파운드(27~36kg)이고, 여름철에 95파운드(43kg) 요구함으로 집을 짓고 먹이로 이용되는 꿀의 양은 1군 당 1년에 약 150파운드(68kg) 이상 필요하다.

만약 봉군에 여러 종류의 당이 자유로이 얻도록 주어진다면 벌들은 자당(sucrose), 포도당(glucose), 맥아당(maltose), 과당(fructose) 순으로 좋아한다.

벌들은 여러 당을 이용할 수 있지만 몇몇 당은 독소 때문에 또는 소화할 수 있는 적당한 효소의 결핍으로 이용할 수 없다. 즉 mannose, 유당(lactose), galactose, raffinose은 벌에게 독소가 되고 수명을 단축시킨다. 특히 mannose은 벌이 섭취한 후 몇 분 이내 죽을 수 있는 독소가 된다. lactose은 우유와 우유제품에서 발견되고 raffinose은 대두에 있는 천연 당이나 lactose와 raffinose은 벌의 수명을 단축시킬 수 있다.

3) 지방

벌은 지방을 필요로 하나 화분에 들어 있는 지방만으로도 충분하다. 화분에는 1~4%의 지방이 있다. 건물 중에는 4~6%의 지방이 들어 있다.

4) 수분

물은 벌 먹이에 있어서 생명(生命)의 요소다. 물이 없이는 몇 일 이내 죽는다. 물은

값싼 것이라고 해서 소홀히 해서는 안 된다. 봄철 애벌레 먹이에 필요한 많은 양의 물은 양육하는 벌로부터 분비되어 진다. 유충 먹이의 66% 이상이 수분이다.

벌이 저장한 꿀을 이용할 때 또는 결정 당을 이용할 때에도 물을 이용한다. 따라서 벌은 30~50%의 당액을 좋아하고, 벌은 더운 날 온도를 유지할 때도 이용한다. 물은 드물게는 소비에 저장하나 대개는 필요할 때 봉장 가까이에서 얻는다. 벌은 통 내 온도를 서늘하게 하기 위해서 소비면에 물방울을 만들어 내면 선풍으로 증발시킨다. 벌은 소방의 알이나 유충에 적당한 습도를 유지하는데 물을 이용한다. 특히 알이 부화하는데는 90~95%의 습도가 적당하다.

유충을 양육할 때 봉군은 1일에 200g 이상의 물을 필요로 한다. 일상적으로는 꽃꿀로부터 필요한 물을 공급받는다.

다. 벌의 사료(먹이)

1) 천연먹이(사료)

꿀벌들도 외역하는 벌들에 의해 자연에서 꿀과 꽃가루 등 필요한 것을 모으고 먹이로 이용한다. 꽃가루는 벌에게 있어 중요한 단백질 공급원이고 꽃꿀은 에너지원이다. 따라서 자연의 꽃들은 벌들에게 있어서 삶의 목적물이다. 그리고 때로는 물과 식물에서 분비하는 수지물을 모아서 생활 수단으로 이용한다.

벌은 꽃이 많이 피고 먹이가 많아지면 저장을 했다가 필요한 때에 이용한다. 꽃은 적거나 많거나 간에 밀선에서 꽃꿀(화밀, nectar, 신들의 음료)을 분비하고 화분을 가지고 있다. 벌들은 꽃에 들어가 밀선에 있는 꽃꿀을 긴 혀로 빨아들여 밀위(30~50mg)에 담아 가지고 벌통으로 돌아와 내역 벌에게 전해주고 일부는 자신의 먹이로 이용한다. 꽃꿀은 일벌들 사이에 주고받기를 반복하여 벌집에 꿀로 저장된다. 꽃꿀이 꿀로 저장되는 동안에는 벌들의 소화효소에 의해 꽃꿀의 당분은 쉽게 흡수될 수 있는 당으로 전화된다.

인간은 벌이 아니고서는 자연의 꽃에서 분비하는 꽃꿀을 모을 수 없으며, 벌들은 하나의 밀방에 꿀을 채우기 위해서는 60번이나 되풀이하여야 한다. 외역 벌이 자신의 밀낭을 채우려면 1,000~1,500개의 클로버 화밀선을 찾아 다녀야 하지만 강군의 경우 하루동안에 16kg의 꿀을 수집할 수 있다.

화분은 꽃의 수술에서 모은다. 벌은 분업화가 잘 이루어진 집단이므로 화분을 수집하는 벌은 일을 하려고 나올 때 약간의 꿀을 밀위에 담아 가지고 나온다. 수술머리에서 만들어진 꽃가루는 벌의 뒷다리에 의해 모아지고 꿀을 섞어서 입으로 반죽을 하여 뒷다리의 화분잔에 다져놓는다. 그리고 몸에 묻은 가루는 앞다리와 가운데 다리로 쓸어 모은다. 하나의 꽃가루 덩어리는 약 7~8mg이고 양다리에 1개씩 달고 온다(평균 15mg). 한 마리의 벌을 기르는데는 100mg의 꽃가루가 필요함으로 한 통이 년 간 필요로 하는 꽃가루는 약 10~20kg이다.

2) 인공사료

① 단백질 공급사료

년 중 화분을 충분히 공급하면 공급하지 않은 벌통에 비교 38% 이상 꿀을 더 생산할 수 있다고 한다(Doull, 1980). 단백질 대체 사료로는 천연 화분이나 대두분, 땅콩가루, 탈지분유, 밀가루 등이 있다.

② 탄수화물 공급사료

봉군의 꿀 생산은 봉세, 유충, 밀납 분비 등 여러 조건에 따라 다르다. 강군의 경우 산란이 중지된 가을부터 이듬해 봄 먹이가 유입되기까지 50~55파운드(23~25kg)의 꿀이 소요된다. 여름 활동 기간에 95파운드(43kg) 소요되고 통상 년 중 1통은 150파운드(68kg)의 꿀을 소비한다.

급이 먹이로는 꿀이 저장된 소비를 이용하는 방법과 꿀을 당도, 50~60%(당도 60%은 꿀 1 갈론에 물 1/3 갈론, 당도 50%은 꿀 1갈론에 물 3/4갈론)으로 하여 급이 한다. 이때 물은 반드시 끓여서 한다. 이상적인 사료로는 당(설탕, 먹이꿀)이고 월동 먹이로서는 물 1에 설탕 2로 하고, 봄에는 물과 설탕을 1:1로 한다.

용액으로 이용하는 물은 반드시 끓여서 이용한다.

제 2 절 학회지 논문게재

1. 한봉업의 현황 및 한봉꿀 품질에 관한 연구

- 저 자: 오동환 · 박정로
- 학 회 지 명: 한국양봉학회지
- 권(호), 년도: 17(2), 2002
- 요 약:

전국 500 한봉농가로부터 설문조사와 유통되고 있는 한봉꿀 35개의 시료를 검사한 결과는 다음과 같다. 사육농가의 연령층이 60대 이상이 다수였으며 사육형태로는 전업보다는 부업의 형태였다. 따라서 사양 관리가 과학적이고, 기술적이지 못하고 주로 관행적이었다. 사양 관리 상 설탕을 급이해야 하지만 농가에서는 급이 목적이 봉군 유지 및 관리 차원에서보다는 꿀 생산이 목적인 것으로 사료되었다. 한봉꿀 품질은 농가에서 급이하는 사료에 원인이 있는 것으로 판단되었으며 한봉꿀 품질을 개선시키려면 사양 급이 시스템이 개선되어야 할 것으로 사료되었다. 꿀 판매가격은 생산농가에 따라서 다르고 품질과는 일치하지 않는 것으로 사료되며 꿀에 대한 소비자의 신뢰도를 높이려면 공인 기관에서의 검사가 요구되었다. 한봉업을 육성, 발전시키려면 밀원의 조성, 기술개발 및 연구, 정부의 지원 정책이 선결과제로 제기되었다.

2. 지리산 권 토종벌의 사육 현황 및 생산꿀의 품질

- 저 자: 오동환 · 최성희
- 학 회 지 명: 한국양봉학회지
- 권(호), 년도: 19(1), , 2004
- 요 약:

지리산 권 5개 지역(남원시 산내면, 구례군 토지면, 하동군 청암면, 산청군 시천면, 함양군 시천면)의 한봉업 사육 실태를 조사하고, 한봉 사육 농가에서 생산되는 한봉꿀의 품질 및 특성에 관하여 검사하였다. 지리산 권에서 사육되고 있는 한봉통은 122,470 통으로 우리나라 전 한봉통의 33%에 해당되고, 지리산 권 중 5 개 면에서 토종벌을 사육하는 농가는 1,259 농가로 전 농가의 약 31%이고 사육통 수는 54,504 통으로 약 45%를 차지하였다. 5개 지역으로부터 각각 5개 농가의 한봉꿀 시료를 수거하여 품질검사한 결과 25개의 꿀 시료 중 7개의 시료만이 한국양봉협회에서 시행하고 있는 벌꿀봉인검사 품질규격기준에 적합하였으며 그 비율은 28%이고, 검사 항목별로는 전화당이 기준치에 미달된 것이 가장 많았고, 다음은 자당 함량이었다. 수분과 회분, HMF는 품질규격기준치에는 별 문제가 되지 않았다. 전화당 및 자당함량의 평균값만으로는 5개 지역의 꿀이 타지역의 꿀보다는 더 양호하고, 5 개 지역 중에서는 산내면 꿀이 제일 낮고 기타 4개 지역 간에는 유사하였다. 5개 지역 꿀의 pH와 색도는 지역 간에는 차이가 없었으나 총 산도와 flavonoids 함량은 다소 차이가 있었으며 꿀의 총 산도 및 flavonoid 함량을 고려할 때 지리산 권 토종꿀은 기능성 꿀로서의 생산 및 육성할 가치가 있을 것으로 사료되었다.

제 8 장 참고문헌

1. 강원도농촌진흥원. 1983. 재래봉밀개발에 관한 연구보고서.
2. 김정호, 1999. 최신과수재배, 오성출판사.
3. 김재길, 손재형. 1990한국양봉학회지 5(2) : 23-30.
4. 김재길, 손대형, 오혜숙, 1989. 벌꿀·로얄제리 중의 당, 유기산 분석. 한국양봉학회지 4(2) : 105-111.
5. 대한민국 식품공전.
6. 대한민국 축산국 농업정보통계 (관리실) 연보 2002.
7. 오동환, 박정로. 2002. 한봉업의 현황 및 한봉꿀 품질에 관한 연구. 한국양봉학회지 17: 59
8. 오동환 등. 1996. 최신양봉학, 선진 문화사. p. 19,230
9. 우건석, 이명렬, 조광선, 조영희. 1994. 국산꿀의 품질과 품질관리 방안에 관한 연구, 한국양봉학회지 9(2) : 144-167.
10. 유영수. (1988). 한국근대양봉연구. 사단법인 한국양봉협회. 23-43.
11. 윤광로. 2003. 꿀의 건강기능성과 폐놀계 물질. 2003 자연의학 심포지움.
12. 이경희. 1995. 벌꿀 저장방법에 따른 H.M.F의 함량변화 실험. 양봉협회보 178-179.
13. 이명렬, 최승윤. 1986. 한국산 꿀벌, 동양종(*Apis cerana* F.)과 서양종(*A. mellifera* L.)의 외부형태적 형질변이에 관한 연구. 한국양봉학회지. 1권 1호 pp.5.
14. 이수원, 김희재, 양희진, 황보식. 2001. 국산 프로폴리스의 플라보노이드 조성에 관한 연구. 한국축산식품학회지. 21-4:389-394.
15. 장영덕. 수입개방에 대응한 양봉산업종합발전대책. 학술심포지움. 농업과학기술원. p.3-15.
16. 전국토봉발전협의회. 2003. 회보. No. 2.
17. 前田, 尚井, 小彬, 岡田. 1961. 일본식품공업학지 9. 270.

18. 차용호, 방극송. 1999. 꿀의 세균 억제 능력에 관하여 1. 아카시아의 세균 억제능력. *Korean J, Apiculture* 14(2), 85-96.
19. 최승윤, 1994. 양봉 · 꿀벌과 벌통, 오성출판사.
20. 최승윤, 1988. 한국양봉협회보. 제 105호.
21. 한국양봉협회. 2001. 벌꿀 봉인검사 품질규격 기준표, 양봉협회.
22. 한국자연보존협회. 1993. 지리산 북부지역 일대 종합학술조사. 한국자연보존협회보고서. p.25
23. Al-Mamary M, Al-Meeri A, Al-Habori M. 2002. Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutrition Reserch* 22. 1041-1047
24. Anderson, L. M. and A. Dietz. (1976) Pyridoxine requirement of the hone bee for blood rearing. *Apidologie*. 7:67-84
25. Avitabile, A. and J. P. Kasinskas. (1977). The drone population of natural honeybee swarms. *J. Apic. Res.* 16:145-149
26. Bastain, J. and H. Esch. (1970). The nervous control of the indirect flight muscles of honey bee. *Z. vergl. Physiol.* 67:307-324
27. Bachman, W. W. and G. D. Walker. (1977). Honey bee responses to sugar solutions od different compositions. *J Apis. Res.* 16:165-169.
28. Barker, H. G. and Baker, I. (1983). A brif historical review of the chemistry of floral nectar. In: Bentley, B and Elias, T. *The Biology of Nectaries*. pp. 129-152. Columbia University Press, New York.
29. Barker, R. J. (1972). Whether the superiority of pollen in diet of honey bees is attributable to its high content of free proline. *Ann. Entomol. Soc, Amer.* 65:270-271.
30. Barker, R. J. and Y. Lehner. (1974b). Influence of diet on sugars found by thin layer chromatography on thoraces of honey bees(*Apis mellifera* L.). *J. Exp. Zool.* 188:157-163.
31. Bergner, K. G. and Diemair, S. (1975). Protein des Bienehonigs. II. Gelchromatographie, enzymatische Aktivitat und Herkunft von Bienehonig-Protein. *Z. Lebensm-Unter. u. Forsh.* 157: 7-13.

32. Bergner, K. G. and Hahn, H. (1972). Zum Vorkommen und Herkunft der freien Aminosäuren in Honig. *Apidologie* 3(1): 5-34.
33. Beutler, R. and E. Opfinger. (1949). Pollenernährung und Nosemabefall der Honigbiene. *Z. Vergleich. Physiol.* 32::383-421.
34. Bieberdorf, F. W., A. L. Gross, and R. Weichlein. (1961). Free amino acid content of pollen. *Annals of Allergy.* 19:867-876.
35. Boch, R., Shearer, D. A. and B. C., Stone.(1962). Identification of isoamyl-acetate as an active component in the sting pheromone of the honeybee. *Nature.* (London) 196:1018-1020
36. Brewer, J. W., Collyard, K. J. and Lott, C. E., Jr. (1974). Analysis of sugars in dwarf mistletoe nectar. *Can. J. Bot.* 52:2533-2538.
37. Burgett, D. M. and R. A. Morse. (1974). The time of natural swarming in honey bees. *Ann. Entomol. Soc. Amer.* 67:719-720.
38. Butler, C. G. 1975. The honey bee colony-life history. In "The Hive and the Honey Bee," pp.39-74. Dadant and Sons, Hamilton. IL.
39. Buttel-Reepen, H. 1906. *Apistica*. Beiträge Zur Systematik, Biologie, sowie zur geschichtlichen und geographischen Verbreitung der Honigbiene, ihren Varietäten und der übrigen Apis-Arten. Veroff Zool. Museum Berlin.
40. Caron, D. M. (1980). Swarm emergence date and cluster location in honeybees. *Amer. Bee J.* 119:24-25
41. Cale, G.H. Jr. 1964. *Beekeeping for Beginners*. Journal Printing Co. Carthage, Ill.
42. Corkins, C. L. (1930). The winter activity in the honeybee cluster. *Rpt. la. St. Apiarist* pp. 44-49.
43. Crane, E. (1975). History of honey. In "Honey: a comprehensive survey" (E. Crane. ed.)(London: Heinemann). 439-488.
44. Davies, A. M. C. (1975). Amino acid analysis of honeys from eleven countries. *J. Apic. Res.* 14(1): 29-39.
45. DeGroot, A. P. (1953). Protein and amino acid requirements of the honey bee. *Physiol. Comp. Oecol.* 3:1-90

46. Deifel, A., Gierschner, K., and Vorwohl, G. (1985). Sucrose and its transglycosylation products in natural honey and honey from sugar-fed bees. *Deutsche Lebensm-Rundschau* 81(11):356-362
47. Dietz, A. (1969). Initiation of pollen consumption and pollen movement through the alimentary canal of newly emerged honey bees. *Ann Entomol. Soc. Amer.* 62:43-46.
48. Doull, K. M. (1974a). Effects of attractants and phagostimulants in pollen and pollen supplement on the feeding behavior of honey bees in the hive. *J. Apic. Res.* 13:47-54.
49. Doull, K. M. (1976). The effects of different humidities on the hatching of the eggs of honey bees. *Apidologie* 7:61-65.
50. Doull, K. M. (1980). Relationships between consumption of a pollen supplement, honey production, and brood rearing in colonies of honey bees, *Apis mellifera* L. *Apidologie* 11:361-365.
51. Eischen, F. A., W. C. Rothenbuhler and J. M. Kulinovic. (1982). Length of life and dry weight of worker honey bees reared in colonies with different worker-larva ratios. *J. Apic. Res.* 21:19-25.
52. Esch, H. (1964). Ueber den Zusammenhang zwischen Temperatur, Aktionspotentialen und Toraxbewegungen bei der Honigbiene (*Apis mellifica* L.). *Z. vergl. Physiol* 48:547-551.
53. Farrar, C. L. 1973. Productive Management of honey-bee colonies, *Am. Bee J.* Sep. p.328, Aug. p. 288.
54. Farrar, C. L. (1934). Bees must have pollen. *Gl. Bee Cult.* 62(5):276-278.
55. Fell, R. D., J. T. Ambrose, D. M., Burgett, D. DeJong, R. A. Morse and T. Seeley. (1977). The seasonal cycle of swarming in honeybees. *J. Apic. Res.* 16:170-173.
56. Ferreres F, Tomas-Barberan FA, Gil Mi and Tomas-Lorents F. 1991. An HPLC Technique for Flavonoid Analysis in Honey. *J. Sci Food Agric*, 56, 49-56.

57. Frisch, K. von. (1965). *Tanzsprache und Orientierung der Bienen*. Springer Verlag, Berlin.
58. Furgala, B. (1977). Pollen substitutes and supplements. *Agric. Ext. Ser., Univ. Minn., Fact Sheet No. 24*.
59. Gates, B. N. (1914). The temperature of the bee colony. *Bull. U. S. Dep. Agric. No. 96:1-29*.
60. Goetze, G. (1940). "Sie Beste Biene" Liefloff, Loth & Michaelis. leipzig. 200 pp
61. Goodwin, R. M. (1991). Feeding sugar syrup to honey bee (*Apis mellifera*) colonies to increase kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) pollen collection. *Journal of Apicultural Research 30: 41-48*
62. Graham, J. M. (1992). *The Hive and the Honey Bee*. Dadant & Sons. Inc., Hamilton, Illinois. p.401
63. Hagedorn, H. H. and F. E. Moeller. (1967). The rate of pollen consumption by newly emerged honey bees. *J. Apic. Res. 6:159-162*.
64. Haydak, M. H. (1935). Brood rearing by honey bees confined to a pure carbohydrate diet. *J. Econ. Entomol. 28:657-660*.
65. Haydak, M. H. (1961). Influence of storage on the nutritive value of pollens for honey bees. *Amer. Bee J. 101:354-355*.
66. Haydak, M. H. (1959). Pollen substitutes—still a controversy? *Amer. Bee J. 99: 131-132*.
67. Haydak, M. H. (1963). Influence of storage on the nutritive value of pollen for brood rearing by honey bees. *Amer. Bee J. 2: 105-107*.
68. Herbert, E.W.Jr., H. Shimanuki and D. Caron.(1977) Optimum protein levels required by honey bees (Hymenoptera:Apidae) to initiate and maintain brood rearing. *Apidologie 8:141-146*.
69. Hopkins, C. Y., A. W. Jevans and R. Boch. (1969). Occurrence of octadecatrans-2, cis.-12-trienoic acid in pollen attractive to the honey bee. *Can. J. Bio. 47:433-436*.
70. Jaycox, E. R. (1985). *Beekeeping in the Midwest*. University of Illinois at Urbana-Champaign, College of Agriculture, Cooperative Extension Service. p. 66-69.

71. Jaycox, E. R. (1969). Beekeeping in Illinois. Coll. Agric., Univ. of Ill., Circ. 1000
72. Joe M. graham. 1992. The hive and the honey bee. Dadant & Sons · Hamilton, Illinois
73. Johansson, T. S. K., Johansson, M.P. (1967). Lorenzo L. Langstroth and the bee space. *Bee ʘ* 48(4) 133-143
74. Kellogg, C. R., (1929). Notes on the tongue length of the chinese bee(*Apis india*). *Proc. nat hit. Soc. Fukien Christian Univ.* 2:60-63.
75. Kerkut, G. A. and L. I. Gilbert (eds.). (1985). *Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology*. 13vols. Pergamon Press. New York sep vols 3,4,7.
76. Kevan, P. G. and Baker, H. G. (1983). Insects as flower visitors and pollinators. *A. Rev. Ent.* 28:407-453.
77. Koeniger, N. (1976). Neue Aspekte der Phylogenie innerhalb der Gattung *Apis*. *Apidologie.* 7:357-366.
78. Kok, J. C. N. (1952). Qualitatieve en semi-quantitaleve analyse von de aminozuren bij enkele pollensoorten; unpublished. Cited by De Groot, A.P.1953.
79. Langstroth, L. L. (1859). *A Practical Treatise on the Hive and the Honey-bee*. 3rd ed. A.O Moore & Co.,New York, N.Y.
80. Lee, P. C. and M. L. Winston. (1985a). The influence of swarm population on brood production and emergent worker weight in newly pounded honey bee colonies(*Apis mellifera*). *Insects Sociaux* 32: 96-103.
81. Lee, P. C. and M. L. Winston. (1987). Effects of reproductive timing and colony size on the survival, offspring colony size and drone production in the honey bee (*Apis mellifera*). *Ecological Entomology* 12:187-195
82. Lindauer, M. (1975). "Verständigung im Bienenstaat."Fischer-Verlag, Stuttgart. 163 pp.
83. Lindauer, M. (1967). Recent advances in bee communication and orientation. *Ann. Review Entomol.* 12:439-470.

84. Lindauer, M. (1954). Temperaturregulierung und Wasserhaushalt im Bienenstaat. *Zeit. vergl. physiol.* 36:391-432.
85. Maa, T.C. 1953. An inquiry into the systematics of Tribus Apidini or honeybees(Hymenoptera). *Treubia.* 21:525-640.
86. Marklund, S. and Marklund, G. (1974) Involvement of superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur. J. Biochem.* 47:469-474.
87. Marshall, T. and Williams, K. M. (1987). Electrophoresis of honey: Characterization of trace proteins from a complex biological matrix by silver staining. *Anal. Biochem.* 167(2):301-303.
88. Maurizio, A. (1960). Bienenbotanik. in Budel, A. and E. Herold, Biene and Vienenzucht. Ehrenwirth Verlag, Munchen, pp. 68-104.
89. McCaughey, W. F., M. Gilliam and L. N. Standifer. (1980). Amino acids and protein adequacy for honey bees of pollens from desert plants and other floral sources. *Apidologie* 11:75-86.
90. McGregor, S. E. (1976). Insect pollination of cultivated crop plants. U. S. Dep. Agric. Handb. 496. ARS-USDA, Washington, D.C.
91. Meyer, W. (1956). Arbeitsteilung im Bienenschwarm. *Insectes Sociaux* 3:303-324
92. Moeller, F. F. (1977). Overwintering of honey bee colonies. *Prod. Res. Rept.* No. 169. USDA, 16pp.
93. Moeller, F. E. (1980). Managing colonies for high honey yields. In: *Beekeeping in the U. S., U. S. Dept.of Agriculture Handbook #335:65-72.*
94. Morales, G. (1986). Effects of cavity size on demography of unmanaged colonies of honey bees. (*Apis mellifera. L.*). M. Sc. Thesis, Univ. of Guelph, Ontario.
95. Moritz, R. F. A. and E. E. Southwick. (1987). Metabolic test of volatile odor labels as kin recognition cues in honey bees. *Journal of Experimental Zoology* 243:503-507.

96. Mostowska, I. (1965). [Amino acids in nectars and honeys. In Polish] *Zesz. nauk. Wyzsz. Szk. roln. Olsztyn* 20:413-432.
97. Otis, G. W., M. L. Winston and O. R. Taylor, Jr. (1981). Engorgement and dispersal of Africanized honeybee swarms. *J. Apic. Res.* 20:3-12
98. Ono, M., I. Okada. and M. Sasaki. (1987). Heat production by balling in the Japanese honey bees, *Apis cerana japonica* as a defensive behavior against the hornet. *Vespa simillima Xanthoptera* (Hymenoptera: Vespidae). *Experientia* 43:1031-1032.
99. Owens, C. D. (1971). The thermology of wintering honey bee colonis. *Tech. Bull, U.S. Dep. Agric.* 1420:1-32.
100. Paine, H. S., Gertler, S.I. and Lothrop, R.E. (1934). Colloidal constituents of honey. Influence on properties and commercial value. *Ind. Eng. Chem.* 16:73-81.
101. Percival, M. S. (1961). Types of nectar in angiosperms. *New Phytol.* 60:235-28
102. Phillips, E. F. and G. S. Demuth. (1914). The temperature of the honeybee cluster in winter. U.S.D.A. Bull. 93.1
103. Rashad, S. E. and R. L. Parker. (1958). Pollen as a limiting factor in brood rearing and honey production. *Trans. Kansas Acad. Sci.* 61:237-248.
104. Ritar, W. (1982). Experimenteller Beitrag zur Thermoregulation des Bienenvolkes (*Apis mellifera L.*). *Apidologie* 13:169-185
105. Rockstein, M.(ed.). (1978). Biochemistry of insects. Academic Press, New York. 649p.
106. Rothenbuhler, W. C. (1964a). Behaviour genetics of nest cleaning in honey bees. I. Responses of four inbred lines to disease-killed brood. *Anim. Behav.* 12:578-583.
107. Rothenbuhler, W. C. (1968). Bee genetics. *Ann. Rev. Genet.* 2:413-438.
108. Ruttner, F. (1975a). Races of bees. In "The hive and the Honey bee," pp. 19-38. Dadant & Sons · Hamilton, Illinois

109. Ruttner, F. (1988). Biogeography & taxonomy of honeybees (Berlin : Springer-Verlag)
110. Sakagami, S.F., Matsumura T. and K Ito. (1980). *Apis laboriosa* in Himalaya, the little known world largest honeybee (Hymenoptera, Apidae). *Insecta Matsumura New Series* 19:47-77.
111. Schmidt, J. O. (1982). Pollen foraging preferences of honey bee. *Southwestern Entomol.* 7: 255-258
112. Schmidt, J. O. and S. L. Buchmann. (1985). Pollen digestion and nitrogen utilization by *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae). *Comp. Biochem. Physiol.* 82:499-503.
113. Seeley, T. D. (1978). Life history strategy of the honey bee *Apis mellifera*. *Oecologia* 32:109-118.
114. Seeley, T. D. (1985). Honeybee ecology. Princeton University Press, Princeton, New Jersey 201 pp.
115. Seeley, T. D. and R. A. Morse. (1976). The nest of the honey bee (*Apis mellifera*). *Insectes Sociaux* 23:495-512
116. Simpson, J. (1961). Nest climate regulation in honeybee colonies. *Science* 133:1327-1333
117. Shallenberger, R. S. (1975). New York's Food and Life Science, (8) p.8-10.
118. Shuel, R. W. (1975). The production of nectar. In *The Hive and the Honey Bee*, Dadant & Sons, Inc., pp. 265-282.
119. Sorkun K., Dogan C., Basglu N., Gumus Y., Ergun K., Bulakeri N., Isik N. (2002). Physical, chemical and microscopic analyses in distinguishing natural and artificial honey produced in Turkey. *Mellifera*. 2-45:45-53.
120. Southwick, E. E. (1988). Thermoregulation in honey-bee colonies. pp. 223-236 In: M. Delfinado-Baker, G. Needham, R. Page and C. Bowman (eds.). *Africanized honey bees and bee mites*. Ellis Horwood Ltd., Chichester, U. K. (Distr. by Wiley in U. S.)
121. Southwick, E. E. and G. Heldmaier. (1987). Temperature control in honey bee colonies. *BioScience* 37:395-399

122. Southwick, E. E. and R. F. A. Moritz. (1987a). Social synchronization of circadian rhythms of metabolism in honey bees (*Apis mellifera L.*). *Physiological Entomology* 12:209-212
123. Southwick, E. E. and R. F. A. Moritz. (1987b). Social control of air ventilation in colonies of honey bees. *Apis mellifera. Journal of Insect Physiology* 33:623-626
124. Southwick, E. E. and R. F. A. Moritz. (1987c). Effects of meteorological factors on defensive behavior of honey bees. *International Journal of Biometeorology* 31(3):259-265
125. Southwick, E. E., Loper, G. M. and Sadwick, S. E. (1981). Nectar production, composition, energetics and pollinator attractiveness in spring flowers of western New York. *Am. J. Bot.* 68:994-1002.
126. Stinson, E. E., Subers, M. H., Petty, J. and White, J. W. Jr. (1960). The composition of honey. V. Separation and identification of the organic acids. *Arch Biochem, Biophys.* 89(1):6-12.
127. S. W. Lee et al. 1971. Korean J. Food Sci. Technol. 3. 168.
128. Todd, F. E. and Bretherick, O. (1942). The composition of pollens. *J. econ. Ent.* 35:312-317.
129. Waller, G. D. (1972). Evaluating responses of honey bees to sugar solutions using an artificial flower feeder. *Ann. ent. Soc. Am.* 65:857-862
130. White, J. W, Jr. (1975). Composition of honey. In "Honey: a comprehensive survey" (E. Crane, *ed.*)(London: Heinemann). 157-206.
131. White, J. W. (1975). Honey. In *The Hive and the Honey Bee*, Dadant and Sons, pp. 491-530.
132. White, J. W. Jr.(1977). Sodium-potassium ratios in honey and high-fructose corn syrup. *Bee World.* 58(1). 31-35.
133. White. J. W.Jr., (1992). Quality evaluation of honey : Role of HMF and Diastase assays. *American Bee Jour.* 132(11) : 737-743
134. White, J. W. Jr., Riethof, M. L., Subers, M. H. and Kushnir, I. (1962). Composition of American honeys. U.S.D.A. Technical Bulletin 1261: pp.124.

135. White, J. W. Jr., Subers, M. H. and Schepartz, A. I. (1963). The Identification of inhibine, the antibacterial factor in honey, as hydrogen peroxide and its origin in a honey glucose-oxidase system. *Biochem. Biophys. Acta* 73:57-70.
136. Winston, M. L. (1980). Swarming, afterswarming, and reproductive rate of unmanaged honeybee colonies (*Apis mellifera*). *Insectes Sociaux* 27:391-398.
137. Winston, M. L. and G. W. Otis. (1978). Ages of bees in swarms and afterswarms of the Africanized honeybee. *J. Apid. Res.* 17:123-129
138. Wongsiri, S., K. Limbipichai, P. Tangkanasing, M. Mardan, T. Rinderer, H.A.Sylvester, Koeniger G. and G. Otis. (1990). Evidence of reproductive isolation confirms that *apis andreniformis*(Smith, 1858) is a separate species from sympatric *Apis florea*(Fabricius, 1787). *Apidologie.* 21:47-52
139. Woyke, J. (1973). Reproductive organs of haploid and diploid drone honeybees. *J. Apic. Res.* 12:35-51
140. Zander, E. and K. Weiss (1964). "Das leben der Biene." Ulmer, Stuttgart. pp.189

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.