주년 벌꿀 생산을 위한 산지 밀원 조성과 그 효과 검정에 관한 연구

류장발

(대구대학교 산림자원학과 교수)

Establishment of honey plant plantations on forest for year-round honey production

Ryu, Jang-Bal

The forest Resources Major, Division of Life Resources, Daegu Univ.

적 요

수입자유화에 대비하여 양봉업과 임업의 동시 발전의 일환으로 산지에 밀원을 조성하여 벌꿀의 주년 생산을 검정하였다. 밀원식물은 아까시나무, 오리나무, 회양목 등 21종을 약 40,000m²에 조성하였다. 밀원의 개화시기를 조사한 결과 3월초부터 10월 말까지 연속적으로 개화하였다. 꿀벌의 방화활동을 조사한 결과 80여종의 꽃을 방화하였으나, 밀원별로 큰 차이가 있어 앞으로 중요한 밀원과 중요성이 다소 떨어지는 밀원을 구별할 수 있을 것이다. 꿀은 일곱 번 채밀하여 군당 11kg 정도씩 채밀하였다. 일반적으로 채밀량의 70% 정도 된다는 아까시나무꿀이 22% 밖에 되지 않아 밀원조성의 효과를 확인하였다고 보여진다. 이렇게 생산된 꿀의 품질을 조사한 결과 설탕물을 먹인 소위 '가짜꿀'이 아님을 확인하였다. 양봉장 주변의 꽃과 벌이 채집하여 오는 화분을 일주일 간격으로 수집하여 꿀벌이 채집한 화분의 종류와 비율을 조사한 결과 58종이 나타났다. 이 중에서 36종은 동정이 되었고 22종은 아직 동정이 이루어지지 않았으므로 금후 동정하여야 될 것이다.

I. 서론

벌과 식물은 그 두 생물이 이 지구상에 존재하면서 서로에게 이익을 주고받으며 생존하여 왔다. 즉 벌은 식물에게서 꿀과 화분을 먹이로 받으면서 식물에게는 화분매개를 해줌으로서 식물이 씨를 맺어 그 종이 영속하도록 도와주었다. 이 과정에서 인간은 벌이 좋아하는 식물을 심어 벌이 생산을 더 많이 하도록 하였고, 최근에는 꿀과 화분 외에도 로얄제리(royal jelly)와 프로폴리스(propolis)를 이용하기 시작하였고, 벌을 이용하여 농작물과 과일의 증수를 도모하고 있다.

벌꿀과 밀랍을 얻기 위한 양봉은 인류역사 이전부터 있었으나, 근대 양봉이 본격적으로 시작된 것은 17세기부터이며, 현대 양봉은 18세기에 시작되었다(최승윤, 1973). 현재 세계 양봉 현황은 장영덕과 이만영(2000)에 의하여 잘 정리되어 있는데, 그들에 의하면 양봉은 세계 모든 지역에서 경영되고 있으며, 약 5천만군의 봉군으로 연간 백만톤의 꿀을 생산하며, 식물의 화분매개용으로 널리 쓰인다. 세계 양봉산업의 흐름은 유럽, 아시아, 아프리카 등의 구세계와, 아메리카, 호주 등의 신세계로 구분되며, 꿀의 수출은

주로 신세계에서 구세계로 이루어진다.

신세계에서의 양봉은 양봉기구의 단순화, 균일화, 기계화 등이 발전하였으며, 이는 양봉가 1인이 1,000~2,000군을 관리하여 고임금의 노동력문제를 해결하고 있다. 유럽에서는 농가당 100-300봉군을 사양하며, 세계에서 벌의 분포밀도가 가장 높으나 전통적으로 꿀을 많이 소비하므로 세계에서 꿀을 가장 많이 수입하는 지역이다.

아시아지역에서는 중국, 일본, 한국 등이 양봉을 하고 있으며, 중국은 6백만군의 서양종 꿀벌과 1백만군의 동양종 꿀벌이 있다. 중국에서는 연간 3억5천만 파운드의 꿀을 생산하여 1억 파운드를 수출한다. 일본은 6천여 가구에서 20만군을 사양하나, 대부분의 봉산물은 수입하며, 꿀은 7천만 파운드를 주로 중국에서 수입한다.

꿀의 세계 최대 수출국은 아르헨티나로 약 1억 2천만 파운드를 수출하며, 봉군당 꿀 생산량이 가장 높은 지역은 호주로 평균 150파운드를 생산한다.

우리 나라에서 양봉이 시작된 것은 삼국시대부터이며, 동양종 꿀벌을 기르다가 조선조 말 고종시대에 개량종 벌이 들어왔다. 조선시대에는 양반들이 양봉(관리)을 하였으며 성호 이익(1681~1763)이 양봉에 관한 깊은 연구를 하였다(유영수, 1987, 1988). 조선 후기에는 "꿀벌 100통을 가지고 있는 사람은 다른 곳에서 돈벌이를 찾지 않아도 부자가 될 수 있다"고 하였으니, 단위생산량이 높고, 가격도 높았던 듯하다(유영수, 1991).

일제시대인 1935년경에 사양봉군이 20만군을 넘어 한국 양봉사상의 황금시대를 이루었으나, 전쟁으로 거의 파멸상태에 빠졌었다. 1971년에 다시 1935년 수준으로 회복되어 차츰 발전되어 왔다.

1985년에 한국양봉학회가 창립되고, 1986년부터 한국양봉학회지가 1년에 두 번씩 출간되어 기술발전에 크게 기여하고 있으며, 양봉협회도 창립되어 양봉인의 결속과 양봉기술의 교환에 기여하고 있다.

양봉가구와 사양군수는 1980년대는 5만가구에서 50만군(동양종 10만군과 서양종 40만군, 고정양봉 4만 5천가구에서 30만군, 이동양봉 5천가구에서 20만군)을 사양하였으나, 1990년대말에는 4만가구에서 100만군(동양종 꿀벌 25만군과 서양종 꿀벌 75만군, 고정양봉 3만 5천가구에서 50만군, 이동양봉 5천가구에서 50만군)을 사양하고 있다. 가구수는 줄었지만 사양군수는 늘었으며, 특히 서양종의 이동양봉이 크게 늘었다고 할 수 있다.

2001년도 양봉농가는 전국적으로 41,300농가(농가당 평균 26통)이다. 양봉은 전국에서 이루어지지만 가구수의 40%, 사양군수의 45%가 대구와 경남북에 위치하고 있다. 이는 아마 꿀 생산의 70%를 점하는 아까시나무가 이 지역에 많은 이유일 것이다(박용구, 1996).

UR라운드와 WTO 체제에서 봉산물과 벌 자체의 수입이 개방되었다. 수입개방 최소시장 접근물량(MMA, 국내소비량의 3~5%의 양)이 1995년에 250톤, 1996년에 269톤이 수입되었으며, 2004년에는 420톤이 수입될 예정이다(우건석과 차용호, 1997). 1999년에는 324톤이 수입되었으며 kg당 600여원에 낙찰되었다. 이 가격은 국내 가격의 1/10 정도이므로, 수입개방에 대한 대비책이 필요하다(김재현과 박태식, 1990; 박태식, 1990; 박항균, 1996; 오성환, 1989; 우건석과 차용호, 1997; 유영수, 1989 a, b, 1994; 윤은영, 1998; 조도행, 1996; 최승윤, 1986).

양봉산업의 발전을 논하는 사람은 모두 밀원조성을 우선 순위 1~2위로 꼽는다(김재현과 박태식, 1990; 박태식, 1987, 1990; 박항균, 1996; 오성환, 1989; 우건석과 차용호, 1997; 유영수, 1989 a, b, 1994; 윤은영, 1998; 조도행, 1996; 최승윤, 1986). 그러나 국가적으로나 개인적으로 밀원을 대규모로 조성한 예는 아직 없는 듯하다.

우리 나라에 있는 밀원식물의 종류, 개화기 등에 관한 연구(Koltowski and Mah, 1998; 김태욱과 이유미, 1986, 1989; 박용구, 1996; 이경준, 1998; 이영노, 1989; 이유미와 김태욱, 1987; 임양재, 1986, 1987; 조도행, 1996; 조상균, 1995)는 많이 있다. 이들 주요 밀원식물에서의 꿀벌의 방화활동에 관한 연구도 많은데, 그 중에서 본 실험의 밀원조성에 포함시킨 밀원식물에 관한 것으로는 아까시나무(오현우와 최승윤, 1989)와 산수유나무(이형래와 최미현, 1997)뿐인 듯하다. 이것은 밀원식물을 따로 조성하기보다는 메밀 등

농작물이나, 딸기 등 시설재배 채소, 당귀 등 약용식물, 사과 등 과수를 재배하면서 양봉을 하는 우리 나라의 특색을 보여주는 것으로 보인다.

우리 나라의 양봉산업 발전을 위하여서는 밀원식물의 개발 증식 외에도 많은 일들이 있다. 우수한 벌의 육종(Tailer and Gilliam, 1987; 최광수, 1994; 최광수와 박항균, 1990; 최광수 등, 1991 a, b), 봉교(propolis)(박형기, 1994, 1996; 박형기와 김원진, 1997; 박호용 등, 1995) 등 벌꿀 이외의 봉산물의 생산, 화분매개곤충으로서의 적극적 이용(마영일, 1997; 안성복 등, 1989) 등 많은 연구가 이루어져야 할 것이다. 특히 사양의 대량화를 위한 기계화와 규격화가 필요할 것인데, 월동형 양봉사의 개발(이석건 등, 1998)은 이 방면의 연구가 진전되고 있음을 보여준다. 우리 나라의 2000년도 꿀 생산은 10,560톤 생산되었으나(1999년보다 20% 증산), 가격은 전년도보다 소폭 상승하였다고 한다. 그 이유는 생활 수준이 향상됨에 따라 꿀을 포함한 건강식품의 수요가 증가되며, 단맛을 내기 위해서도 설탕보다 꿀을 선호하기 때문일 것이다.

우리 나라의 꿀 생산은 아까시나무 꿀이 70%를 점유하며, 아까시나무 개화지역을 따라 이동하는 소위 이동양봉과 한 곳에서 생산하는 고정양봉이 있다. 아까시나무는 약 10일간 개화하므로 고정양봉에서는 10일간, 이동양봉에서도 25일 정도 꿀을 생산한다.

꿀 생산량을 획기적으로 늘리기 위해서는 밀원을 조성하여 초봄부터 가을까지 계속적으로 꿀을 생산하면(주년생산) 가능할 것이다. 밀원은 메밀 등 농작물과, 사과 등 과수와 잡초 등이 이용될 수 있으나, 수목이 대부분을 차지한다. 우리 나라의 경우 면적면에서도 산이 국토의 65%를 차지함으로 밀원을 조성한다면 산을 이용하는 것이 가장 적합할 것이다.

1998년 현재 우리 나라의 사유림은 임지의 70%로 전체 임지의 2/3 이상이나, 산주가 약 222만명으로 1정보 미만을 소유한 산주가 64%에 달하며, 5정보 미만을 소유한 산주는 무려 91%에 달한다. 이렇게 영세한 산림규모로는 장기간에 많은 자본이 소요되는 목재생산은 매우 어려우므로, 임업경영을 시도하지 않고 방치되어 있다. 이런 임지에 밀원을 조성하여 연중 꿀을 생산한다면 임업과 양봉이 동시에 발전하게 될 것이다(류장발, 2000).

더욱이 양봉은 꿀 등 봉산물(화분, 봉교, 밀납, 봉독, 로얄제리 등)의 생산물보다 화분매개에 의한 작물생산 증가액이 143배이며, 과수원이나 비닐하우스 등에 봉군을 임대하여 얻는 수입이 총수입의 72%를 차지한다고 하였다(심용구와 최영련, 1999). 우리 나라에서도 비닐하우스재배가 증가하면서 꿀벌의 화분매개 효과에 관한 연구가 많아지고 있다(안성복 등, 1989; 이형래, 1993; 이형래 등, 1988).

본 연구에서는 벌들이 활동하기 어려운 겨울을 제외하고 봄부터 가을까지 계속적으로 벌이 꿀이나 화분을 수집할 수 있도록 밀원을 조성하여 그 효과를 검정하였다. 실험장소는 경상북도 경산시와 영천시 금호읍에 걸쳐 소재하고 있는 대구대학교 구내 연습림 50만평중에서 1만평정도이다.

II. 재료 및 방법

1. 밀원식물별 밀원조성

이미 조성이 끝난 아까시나무와 매실나무를 제외한 13종의 밀원식물의 종자 혹은 묘목을 구입하여 밀원을 조성하였다. 밀원조성을 조속히 마치기 위해 묘목 혹은 종자를 구입할 수 있는 것은 구입하고, 자연생 묘목을 굴취 이식할 수 있는 것은 굴취 이식하고, 구입도 굴취도 할 수 없는 것은 종자를 채취하여 파종하였다.

가장 경제적으로 밀원조성을 하고자 하는 사람들을 위하여 번식방법이 일반화되어 있지 않은 종에 대해서는 종자채취 혹은 삽목 등을 실시하여 가장 경제적인 증식방법을 규명하였다.

2. 밀원식물별 개화시기와 개화량조사

경험상 개화시기는 대략 밝혀져 있지만 실험장소에서의 정확한 개화개시일과 만개일, 개화말기일 등을 조사하였다. 일주일 간격으로 밀원식물을 관찰하여 개화개시일과 만개일, 개화말기일 등을 조사하였다. 일정 수령에 도달하여야 개화가 되는 목본류는

이미 확보된 재료로 상기 조사항목을 조사하였다.

3. 밀원식물별 꿀벌의 방화조사

밀원식물별로 꿀벌의 방화조사를 하였다.

4. 꿀 생산량 조사

주요 밀원식물의 개화기가 끝난 후 벌꿀 생산량을 측정하였다. 3월부터 9월까지 7개월간 벌꿀 생산량을 측정하였다. 설탕 사양은 전혀 하지 않았으며 벌의 건강한 생육을 위하여 계상 혹은 격왕판을 이용하여 여분의 꿀만 채취하였다.

5. 주기적 화분의 밀원별 구성비율 조사

1주 간격으로 개화 밀원별 화분과, 꿀벌이 채취해 오는 화분을 조사하여 시기별 화분의 구성비율을 조사하여 꿀벌이 선호하는 화분원을 조사하였다. 주사전자현미경으로 사진을 찍어 비교하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 밀원식물별 밀원조성

주년 벌꿀 생산을 위한 밀원식물의 종류와 개화시기는 표 1과 같다. 시험지에 이미 조성이 되어 있던 수종도 있고 종자 혹은 묘목을 구입한 것도 있다. 오

표 1. 대구지역에서 주년 벌꿀 생산을 위해 선정된 밀원식물과 개화기간

이 름	꿀	화분	개화기간
오리나무(*Alnus japonica*)	-	+++	3월 중순
생강나무(*Lindera obtusiloba*)	-	+++	3월 하순
회양목(*Buxus microphylla var. koreana*)	+	+	3월 하순
산수유(*Cornus officinalis*)	+	+	4월 초순
왕벚나무(*Prunus yedoensis*)	++	+	4월 초순
매실나무(*Prunus mume*)	+	+	4월 하순
신나무(*Acer ginnala*)	+++	+	4월 하순~5월 초순
산딸기(*Rubus crataegifolius*)	+++	+	5월 초순
아까시나무(*Robinia pseudoacacia*)	+++	+	5월 중순
쥐똥나무(*Ligustrum obtusifolium*)	++	+	5월 하순
쪽제비싸리(*Amorpha fruticosa*)	+++	+++	5월 하순
마가목(*Sorbus commixta*)	?	?	5월~7월
찔레나무(*Rosa multiflora*)	+++	+++	6월 초순
토끼풀(*Trifolium repens*)	+++	+	6월 초순~8월 초순
모감주나무(*Koelreuteria paniculata*)	+++	+	6월 하순~7월 초순
헛개나무(*Hovenia dulcis*)	?	?	6월~7월
산초나무(*Zanthoxylum schinifolium*)	+++	+	7월 중순~7월 하
쉬나무(*Evodia daniellii*)	+++	++	7월 하순~8월 초순
좀목형(*Vitex chinensis*)	+++	++	7월 하순~9월 초순
붉나무(*Rhus chinensis*)	+++	++	8월 중순
연백국화(*Aster pilosus*)	+++	+++	8월 하순~9월 하순

- : 없음, + : 소량, ++ : 중간, +++ : 다량, ? : 다량 예상

리나무와 생강나무에는 꿀은 없고 화분만 많다고 하나, 초봄에 벌을 번식시키기 위하여 화분이 많이 필요하므로 포함시켰다. 그러나 땅이 넓지 않거나 이런 수종이 이미 조성되어 있지 않으면 새로 조림할 필요는 적다고 보인다. 중국에서 화분이 비교적 저렴한 가격으로 수입되기 때문에 구입하여 공급하는 것이 유리할 듯하다.

마가목과 헛개나무의 밀원으로서의 가치는 아직 알려져 있지 않은 듯하다. 그러나 마가목은 5월부터 7월까지 많은 꽃이 피므로, 헛개나무는 6~7월에 꽃이 피고 영어로 '꿀나무(honey tree)'라고 불리므로 밀원으로서의 가치를 검토해볼 필요가 있다고 보인다. 연백국화는 조도행(1996)의 책에서 '옹굿나물(*Aster fastigiatus*)'로 알려진 식물이나 연백국화(*Aster pilosus*)로 부르는 것이 옳을 듯하다. 즉 연백국화는 외래식물로 자생종인 옹굿나물과는 전혀 다른 식물이다.

표 2는 양봉장 주변 반경 1km와 2km내의 주요 밀원식물의 나이, 키, 수, 면적을 나타내었다. 반경 1km 내에는 약 30,000㎡, 반경 2km 내에는 약 40,000㎡ 의 밀원이 있다. 이들 밀원이 모두 밀원으로 기능을 하는 것은 아니다. 목본 식물들은 어느 정도 나이가 들고, 크기가 어느 정도 되어야 개화를 한다. 그러므로 오리나무, 생강나무, 마가목, 3년생 신나무와 모감주나무, 헛개나무, 2년생 붉나무와 산초나무 등은 아직 밀원으로 능력을 발휘하지 못한다. 토끼풀은 겨울에 지상부가 말라죽고 다음 해 봄에 순이 다시 나오므로 1년생으로 표시하였다.

이들 밀원식물의 번식은 대체로 쉬운 편이다. 대부분 종자로 번식되며 신나무는 큰 나무 주변에 수많은 자연생 묘가 자라고 있으며, 산딸기와 아까시나무는 뿌리를 통하여 놀라울 정도로 번식한다. 번식에 문제가 있는 수종은 좀목형인데, 씨는 많이 열리나 발아율이 10% 미만이었으며, 삽목 발근율도 15% 정도였다. 좀목형에 대한 효과적인 번식법 개발이 요구된다.

표 2. 양봉장 주변의 밀원식물의 종류, 수 및 면적

밀원식물	1Km이내				2Km이내			
	나이키 (m)		수	면적 (㎡)	나이키 (m)		수	면적 (㎡)
오리나무	3	0.3	25	25	3	0.3	25	25
생강나무	3	0.8	150	75	3	0.8	150	75
회양목	16	0.8	450	225	16	0.8	3,000	1,500
산수유	21	3.0	86	500	21	3.0	86	500
왕벚나무	21	4.0	225	2,700	21	4.0	329	3,948
매실나무	4	1.0	150	75	4	1.0	150	75
					26	2.5	200	2,400
신나무	3	0.7	500	250	3	0.7	500	250
	21	2.5	17	34	21	2.5	17	34
산딸기	5	1.5	1,000	1,000	5	1.5	1,500	1,500
아까시나무	4	1.5	6,000	3,000	4	1.5	12,000	6,000
	21	6.0	3,000	15,000	21	6.0	6,000	12,000
쥐똥나무	11	0.8	200	100	11	0.8	2,000	1,000
쪽제비싸리	6	1.4	3,000	3,000	6	1.4	6,000	6,000
마가목	1	0.3	400	50	1	0.3	400	50
찔레나무	5	0.7	200	200	5	0.7	400	400
토끼풀	1	0.1		150	1	0.1		200
모감주나무	3	0.5	500	250	3	0.5	500	250
	16	2.5	10	20	16	2.5	10	20
헛개나무	1	0.8	1,000	1,000	1	0.8	1,000	1,000
쉬나무	16	3.0	60	90	16	3.0	60	90
좀목형	6	1.5	20	20	6	1.5	220	220
붉나무	2	0.3	200	50	2	0.3	400	100
	6	1.0	70	70	6	1.0	220	220
산초나무	2	0.6	20	4	2	0.6	40	8
	8	2.0	10	10	8	2.0	30	30
연백국화	2	1.2	600	600	2	1.2	600	600
총 계				28,498				38,495

2. 밀원식물별 개화시기 조사

경험상 개화시기는 대략 밝혀져 있지만 실험장소에서의 정확한 개화개시일과 만개일, 개화말기일 등을 조사하였다. 거의 매일 양봉장 주변의 밀원식물을 관찰하여 조사하였다(표 3). 2001년도에 조사된 것도 같이 표시하였는데, 2002년도에는 겨울과 초봄의 기온이 높아 초봄에는 개화가 열흘 정도 빨랐다가 5월 말 경에는 정상으로 돌아왔다. 표 3에

표 3. 양봉장 주변에 있는 밀원식물의 개화기

번호	이 름	2001				2002			
		개화시작	최성기	끝	기간	개화시작	최성기	끝	기간
1	오리나무*	3.06	3.11	3.16	11				
2	회양목	3.13	3.18	3.24	12	2.27		3.20	22
3	개암나무	3.14	3.19	3.24	11	3.10		3.22	13
4	산수유	3.17	3.24	4.05	19	3.01		3.29	29
5	매화	3.19	3.21	3.23	5	3.07	3.12		
6	미선나무	3.20	3.23	3.26	7	3.08	3.14	3.20	13
7	매실나무	3.22	3.25	3.28	7	3.13			
8	살구나무					3.22		4.04	14
9	개나리	3.24	3.28	4.01	9	3.15		4.12	28
10	앵두나무							4.07	
11	명자나무	3.26	4.07	4.19	25	3.22		4.14	24
12	자두나무	3.29	4.05	4.12	15		3.27		
13	철쭉					4.05	4.10	4.23	19
14	배나무		4.05			3.23	4.05	4.12	21
15	왕벚나무	3.29	4.06	4.11	14	3.22		4.08	18
16	갓					4.03			
17	산벚나무	4.07	4.12	4.18	12		4.07	4.15	
18	탱자나무					4.06		4.21	16
19	매자나무					4.07	4.11	4.16	10
20	조팝나무	4.08				4.01	4.07	4.15	15
21	병아리꽃나무				4.08	4.15			
22	귀룽나무	4.10	4.15	4.20	11	4.04			
23	민들레					4.04			
24	아그배나무		4.18			4.06	4.15		
25	라일락					4.06		4.22	17
26	모과나무					4.06			
27	아그배나무		4.18			4.06	4.15		
28	신나무	4.24	5.08	5.22	29	4.15	4.16		
29	사과나무					4.12	4.16		
30	산딸기나무	4.27	5.07	5.17	21	4.20		5.09	20
31	상수리나무						4.07		
32	굴참나무						4.07		
33	졸참나무						4.07		
34	떡갈나무						4.07		
35	이스라지							4.13	
36	유채						4.12	5.05	
37	박태기나무						4.13	4.22	
38	골담초						4.14	4.22	
39	황매화						4.14		
40	층층나무							5.03	
41	말채나무							5.04	
42	산조팝나무						4.15		
43	가침박달						4.16		
44	병꽃나무						4.16		
45	산조팝나무							5.02	
46	보리수나무	4.28	5.07	5.17	20	4.18		5.02	15
47	고광나무						5.08	5.18	
48	이팝나무	4.30	5.07	5.15	16	4.22	5.03	5.11	20
49	쪽동백나무		5.09						
50	아까시나무	5.07	5.12	5.21	15	4.29		5.20	22
51	때죽나무		5.14			5.06	5.14	5.30	25
52	찔레나무	5.13				5.03	5.14		
53	쪽제비싸리	5.15	5.20	5.30	16	5.18	6.05	6.02	16
54	당근(하우스)	5.21	6.08	6.25	36	5.18	6.05	6.25	39
55	피라칸사	5.21				5.17		5.20	
56	쥐똥나무	5.24				5.17		6.07	22
57	고욤나무	5.24					5.30		
58	광대싸리	5.24							
59	백합나무	5.24							
60	꿀풀	5.24				5.19			
61	토끼풀	5.28				5.04			
62	인동덩굴	5.29					6.07		
63	밤나무		6.26		5.30				
64	개망초		6.26		6.02	6.12			
65	용가시나무				6.09	6.26			
66	가중나무	6.02			6.02				
67	광나무	6.06			6.06				
68	대추나무	6.08				6.08			
69	자귀나무	6.19	7.05	7.21	33	6.11		7.25	45
70	모감주나무	6.20	7.05	7.20	31	6.20		7.26	37
71	호박	6.25				7.03			
72	해바라기(조)	6.25							
73	좀목형	6.26	7.30	9.03	70	6.11			
74	무궁화	6.27				6.24		9.26	95

번호	이 름	2001				2002			
		개화시작	최성기	끝	기간	개화시작	최성기	끝	기간
75	고추나물		7.09						
76	싸리	6.29					7.03		
77	달맞이꽃						7.20		
78	쉬나무	7.09	7.29	8.16	38	7.09	7.30	8.20	43
79	회화나무	7.12	7.25	8.07	27				
80	산초나무					7.30			
81	두릅나무	8.05	8.17	8.29	25	8.01		8.30	30
82	메밀	7.25	8.17	9.10	48				
83	익모초		8.17				8.20		
84	환삼덩굴	8.13				8.03			
85	참싸리	8.10				8.10	8.25	9.30	52
86	붉나무					8.25	8.30	9.06	13
87	해바라기(만)	9.03				8.28	9.26		
88	쑥부쟁이					9.05			
89	코스모스(만)	9.03	9.15	9.27	22	9.03			
90	연백국화	9.03	9.23	10.10	38	9.08	9.26		
91	들깨	9.13	9.20	9.27	15				
92	향유					9.08			

는 밀원식물이 아니거나 밀원으로서의 가치가 검정되지 않은 식물도 포함시켰는데, 밀원으로서의 가치를 검정할 필요도 있고, 상대적으로 다른 밀원의 개화시기를 예측할 수도 있기 때문에 포함시켰다. 개화 최성기는 사실 판단하기가 쉽지 않은데, 개화기간의 중간쯤이 될 것이며, 저온 기간이 며칠 계속되거나 비가 며칠 계속 오면 개화 기간 혹은 최성기도 며칠 달라질 수 있다. 2002년도에는 아까시나무 개화 기간이 22일로 조사되었으나, 2001년도에는 15일이었다. 즉 아까시나무 꽃이 끝나갈 무렵 며칠간 계속 비가 내렸으므로 꽃이 시들지 않고 있다가, 날이 개자 곧 낙화하였다. 2002년도에는 아까시나무 꿀이 수십년내 최고 흉작이었는데, 아까시나무 개화기간중 비온 날이 많은 것도 한 원인으로 짐작된다.

해바라기와 코스모스는 조기와 만기에 개화하는 품종이 있다. 코스모스는 꿀은 많지 않은 듯하나 화분은 많은 벌이 와 채취하므로 여름에 화분이 부족한 지역에 심을만 하고, 해바라기는 꿀도 화분도 많으므로 밀원으로 조성할 만하다. 조기 개화하는 해바라기는 키와 꽃이 가을에 개화하는 해바라기보다 조금 작다.

3. 밀원식물별 꿀벌의 방화조사

밀원식물별로 꿀벌의 방화조사를 하였다. 방화조사는 일주일에 하루쯤은 아침부터 저녁까지 시간별로 식물별로 4본을 기준으로 조사하였고, 매일 10시(여름) 혹은 13시(봄과 가을)에 조사하였다. 꿀벌은 기온이 10°C 이상이 되어야 활동을 시작하여 온도가 오름에 따라 활동이 왕성하다가 32°C 이상이 되면 활동이 위축되었다. 따라서 봄과 가을에는 13시쯤에, 여름에는 10시쯤에 활동이 왕성하였다.

수십종의 식물에 대하여 방화조사를 하였으나, 여기에는 전일조사의 예로 회양목(*Buxus microphylla var. koreana*)과 갯버들(*Salix gracilistyla*), 개화 전 기간의 예로 모감주나무(*Koelreuteria paniculata*)와 좀목형(*Vitex chinensis*)의 경우만 표시하였다.

표 4. 회양목과 갯버들을 방화한 꿀벌의 수

날짜	3월 14일			3월 20일		
시간	온도(℃)	회양목	갯버들	온도(℃)	회양목	갯버들
7	4.7	0	0	-2.0	0	0
8	5.0	0	0	0.0	0	0
9	5.5	0	0	4.0	0	0
10	8.0	2	0	9.0	0	0
11	11.5	5	2	12.0	1	2
12	14.0	2	2	13.5	6	1
13	14.0	1	7	15.5	2	5
14	13.0	2	6	17.0	2	7
15	13.0	0	2	15.0	1	10
16	12.0	1	1	8.5	0	3
17	11.5	0	0	12.0	0	0
18	9.5	0	0	10.0	0	0
19	7.0	0	0	7.0	0	0

표 4를 보면 희양목보다 갯버들에 더 많은 꿀벌이 온 것으로 생각하기 쉬우나, 두 수종의 나무 크기가 달라 단순히 숫자만 비교해서는 곤란하다. 희양목은 키와 폭이 30cm 정도이고 갯버들은 200cm정도였다. 표 5에는 모감주나무와 좀목형에 대한 6월 20일부터 7월 26일까지 약 40일간의 조사결과를 표시하였다. 모감주나무는 이 기간이 개화기간이었으나 좀목형은 한달 정도 더 개화하였다. 모감주나무에는 평균 15마리, 좀목형에는 평균 7마리의 꿀벌이 왔다. 또한 모감주나무 네 본 중에서도 1번 나무에는 평균 30마리가 온 반면 4번 나무에는 열 마리도 되지 않았다. 같은 수종 중에서 이렇게 차이가 나는 것은 나무의 크기가 달라 꽃의 수가 달랐기 때문으로 생각된다.

2002년도에는 7월말부터 열흘이상 비가 계속 내렸다. 대부분의 경우에는 장마기간에도 잠시 비가 그치는 경우가 있고, 비가 그치면 곧 꿀벌이 꿀과 화분을 채취하는데, 2002년의 이 기간에는 비가 계속 내려 꿀벌이 꿀도 화분도 채취하지 못하였다. 그러므로 7월 26일 이후에는 좀목형에 대한 방화조사도 중지하였다.

6월말부터 7월 중순까지는 우리 나라에서 장마기간이고, 아까시나무와 쪽제비싸리 꿀도 끝나고, 밤꿀도 끝나는 시기이다. 이 기간에 꿀벌이 많이 찾는 모감주나무와 좀목형은 참으로 귀중한 밀원식물로 이용될 것이다. 본 모감주나무와 좀목형에 대한 방화연구는 양봉학회지에 발표되었다(류장발, 2002).

방화조사의 결과 해석에는 주의가 요망된다. 기본적으로는 꿀벌이 꿀과 화분을 얼마나 많이 채집할 수 있는지가 중요하겠지만, 양봉장과의 거리, 방향, 장애물, 바람의 방향 등 외부적 요인과, 밀원의 크기, 경쟁밀원의 존재 여부, 선구 밀원의 종류와 양 등도 영향을 미칠 것으로 짐작된다.

표 5. 모감주나무와 좀목형에 대한 꿀벌의 방화
(6월 20일부터 7월 26일까지)

날짜	모감주나무					좀목형			
	1	2	3	4	평균	1	2	3	평균
6월 20	0	0	0	0	0.0	2	4	13	6.3
22	8	1	3	10	5.5	9	3	2	4.7
24	10	6	21	7	11	4	4	2	3.3
26	44	4	19	14	20.25	4	10	4	6.0
28	40	14	23	13	22.5	9	12	8	9.7
30	32	1	11	4	12	14	5	4	7.7
7월 2	30	5	10	12	14.25	5	3	4	4.0
4	25	10	8	9	13	10	4	2	5.3
6	28	8	9	8	13.25	14	5	2	7.0
8	32	14	9	7	15.5	11	6	4	7.0
10	30	11	14	9	16	10	4	4	6.0
12	28	14	8	8	14.5	14	8	5	9.0
14	33	6	9	5	13.3	9	7	5	7.0
16	30	14	8	7	14.75	8	6	4	6.0
18	28	16	9	6	14.75	12	9	6	9.0
20	26	14	8	8	14	10	7	5	7.3
22	30	14	9	8	15.3	11	6	6	7.7
24	30	14	5	11	15.0	13	7	4	8.0
26	30	15	15	10	17.5	9	4	5	6.0
평 균	28.6	10.6	11.0	8.7	14.6	9.4	6.0	4.7	6.7

4. 꿀 생산량 조사

주요 밀원식물의 개화기가 끝난 후 벌꿀 생산량을 측정하였다. 3월부터 9월까지 7개월간 벌꿀 생산량을 측정하였다(표 6). 이 기간중 설탕 사양은 전혀 하지 않았으며 벌의 건강한 생육을 위하여 계상 혹은 격왕판을 이용하여 유충이 생육중인 소비에서는 꿀을 채밀하지 않았고, 소비 한 장에서 0.5kg 이상 꿀이 나오지 않을 듯한 소비에서도 채밀하지 않았다.

꿀은 총 7회 채밀하여 총 269.4kg을 생산하였으며, 주 밀원으로 추정되는 식물을 표시하였다. 벌통 25통에서 이 정도의 꿀, 즉 한 통에서 11kg도 생산하지 못한 것은 좋은 성적이 아니다. 우리 나라에서는 벌 한 통에서 평균 열 되(24kg)의 꿀을 생산한다고 한다.

꿀 생산은 흔히 '세금 징수'에 비유된다. 꿀은 벌의 식량이기 때문에 꿀을 과도하게 채밀하면 벌의 번식에 지장을 받게 되고 정도가 더 심하면 벌이 아사하게 된다. 벌통에 저장된 꿀이 많으면 채밀하여도 되지만, 저장된 꿀이 없으면 꿀 혹은 설탕을 오히려 공급해주어야 한다. 따라서 세력이 강한 한 통의 벌

표 6. 밀원조성에 의한 2002년도 벌꿀 생산

채밀일	생산량 (kg)	%	주 밀원식물 (추정)	개화기간
5월 4일	14.4	5.3	왕벚나무	3월 22일~ 4월 8일
5 8	45.6	16.9	산딸기	4월 20일~ 5월 9일
5 13	60.7	22.5	아까시나무	5월 7일~ 5월 20일
5 31	70.5	26.2	쪽제비싸리	5월 18일~ 6월 2일
7 8	50.9	18.9	모감주나무	6월 20일~ 7월 26일
8 20	24.6	9.1	쉬나무	7월 9일~ 8월 20일
9 15	2.7	1.0	붉나무, 연백국화	8월 25일~ 9월 6일 9월 3일~10월 10일
합 계	269.4	100.0		

이 세력이 약한 열통의 벌보다 나은 것은 부잣집 한 집에서 가난한 집 열집에서보다 많은 세금을 거둘 수 있는 것과 같다.

첫 채밀은 5월 4일에 하였는데, 왕벚나무 꿀일 것으로 생각된다. 왕벚나무는 3월 22일부터 4월 8일까지 개화하였지만, 산딸기가 개화할 때까지 별다른 밀원이 없어서 벌의 번식을 위하여 채밀을 미루었다. 산딸기가 4월 20일에 개화하기 시작하였으므로 왕벚나무의 채밀은 4월 19일에 하여야 되었는데 좀 늦었다. 쉬나무꿀은 내검시에 한 통에 한 되는 생산되겠다고 예상하였는데, 한 통에서 1kg 정도밖에 생산되지 않았다. 더운 날씨때문이었는지 꿀의 소비가 갑자기 매우 많아진 탓으로 추측된다. 마지막으로 9월 15일에 채밀하였는데, 꿀의 품질검사를 의식한 채밀이었다. 8월말과 9월초에 걸쳐 태풍 루사가 왔으며, 열흘 정도 비가 내렸다. 8월 20일의 채밀 직후부터 계속 비가 내렸으므로 식량과 화분을 수집하지 못한 듯하다. 연백국화가 상당히 넓은 면적에 있었고 많은 꿀벌이 방화하였으나, 꿀 생산량도 극히 적었고, 벌의 월동 상황도 극히 나빴다.

꿀 생산량이 기대에 미치지 못한 것은 몇 가지 이유로 추정된다. 첫째 수십년만에 처음 겪은 아까시나무 꿀의 대 흉작이다. 전업 양봉업자들도 예년의 절반 혹은 1/3의 수확을 하였다고 하며, 아까시나무 꿀 채밀을 위하여 벌통을 이동시켰다가 꿀은 채밀도 하지 못하고 비용만 날렸다는 사람도 있었다.

둘째 본 연구자의 경험부족일 수도 있을 것이다. 지난 4년간 한두통에서부터 시작하여 10여통까지 늘리며 경험을 쌓았지만, 25통을 전문 관리인을 두지 않고 본인이 강의를 하며, 양봉에 경험이 없는 대학원생 한 명과 관리하는 것은 벅찬 일이었다. 더구나 전문 양봉인들은 밀원조성 및 관리에는 거의 신경을 쓰지 않고, 벌의 관리 및 채밀에 전념하는 반면, 우리는 밀원조성 및 관리에 신경을 쓰며, 기록에도 많은 시간을 쏟았다.

세 번째는 밀원은 조성하였지만 아직 밀원으로서의 기능을 하지 못한 것이 많았다. 표 1에 21종의 밀원식물을 표시하였지만, 오리나무, 생강나무, 마가목, 헛개나무는 나이가 어려 개화를 하지 않았으므로 벌꿀 생산에 전혀 기여하지 못하였고, 매실나무, 모감주나무, 붉나무, 산초나무도 어린 나무(표 2 참조)는 꿀 생산에 기여하지 못하였다. 연백국화도 개화 첫 해에는 꿀이 적다는 말이 있다.

다른 밀원도 25통의 꿀벌을 유지시키기에 충분하였는지는 의문이다. 한 통의 꿀벌에 얼마만한 면적의 밀원이 필요한지에 대한 연구는 거의 없는 듯하다. 금후 이 방면의 연구가 필요할 듯하다.

전체 생산량은 적었지만, 일곱 번 생산한 것과 아까시나무 꿀의 비율이 20여 %인 것은 이 연구의 고무적인 결과로 생각된다. 우리 나라에서는 일반적으로 아까시나무 꿀이 70% 정도 되고, 나머지 꿀이 30% 정도 되는데, 나머지 꿀은 밀원에 따라 밤나무 꿀, 대추꿀, 유채꿀, 혹은 무슨 꿀이라고 이름붙이기 어려운 '잡화꿀' 등이다.

앞서 언급한대로 새로 조성된 밀원식물(수목)이 나이가 듦에 따라 꽃이 피고, 크기가 커지면 이 연구의 효과는 기하급수적으로 늘어날 것이다.

생산된 꿀의 품질검사를 한국 양봉협회에 의뢰한 결과는 표 7과 같다. 검사자의 의견으로는 산딸기, 왕벚나무, 아까시나무 꿀의 수분 함량이 기준(21%)을 약간 초과한 것 외에는 합격되었다고 한다. 수분은 벌이 날개를 떨어 증발시키며 봉개한 후에 채밀을 하면 21% 이하가 된다. 그러나 봉개를 하기 전에 채밀을 하면 그 기준을 넘어선다고 한다. 왕벚나무꿀은 왕벚나무 개화가 끝난지 오래 후에 채밀하였는데도

수분 함량이 많은 것은 아마 산딸기 꿀이 혼합된 듯하고, 산딸기와 아까시나무 꿀은 채밀을 서둔 탓으로 생각된다. 금후 수분 함량을 기준에 맞추는 일이 필요하다.

꿀은 우리 나라에서 대표적인 불신식품중의 하나이다. 즉 설탕물을 벌에게 주어 벌이 설탕물을 벌집에 운반해 놓은 것을 채밀한 것이 '가짜꿀'이다. 이 가짜꿀을 찾아내는 거의 유일한 방법은 탄소 동위원소의 비율을 조사하는 방법이다(한국식품개발연구원, 1991). 즉 설탕을 생산하는 사탕수수, 사탕무 같은 C4 식물은 다른 C3 식물보다 대기중에 있는 탄소(C)중에서 전자가 하나 더 있는 C13을 훨씬 더 많이 이용한다. 즉 설탕은 C13/C12의 값이 -14이고, 설탕이 전혀 들어가지 않은 것은 값이 -24이다. 양봉을 하면서 월동기 등 설탕을 전혀 사용하지 않을 수는 없으므로, 이 값이 -20 이하이면 설탕을 사용하지 않은 꿀로 인정한다. 한국 양봉협회에서는 이런 꿀을 "프리미엄 벌꿀"이라고 부른다.

본 연구에서 생산된 벌꿀은 모두 이 "프리미엄 벌꿀" 기준을 통과하였다. 이 수치가 왕벚나무꿀에서 가장 낮았는데, 그 전 해 겨울에 준 월동식량이 조금 남은 것으로 짐작된다.

5. 주기적 화분의 밀원별 구성비율 조사

꿀벌은 단백질원으로 화분을 먹으며, 특히 새끼를 기르는 기간에는 화분이 많이 필요하다. 따라서 꿀보다 화분이 더 중요하다고 말하는 양봉인도 있다. 본 연구의 궁극적 목적인 벌꿀의 주년 생산을 위하여 벌이 즐겨 찾는 화분을 주기적으로 조사하였다.

3월 19일부터 10월 17일까지 1주 간격으로 벌이 수집해오는 화분괴를 채집하였다. 동시에 각 시기에 개화하는 꽃에서 화분을 채취하였다. 꽃의 화분과 벌이 수집한 화분을 주사전자현미경(SEM, Scanning Electro Microscope, Hidachi S-3400)으로 사진을 찍어, 벌이 수집한 화분의 시기별 화분의 구성비율을 조사하여 꿀벌이 선호하는 화분원을 조사하였다.

먼저 양봉장 주변에 있는 식물의 화분의 SEM 사진이 그림 1이다. 화분은 형태, AMB(극을 중심으로 하여 관찰한 화분의 형태), 관구의 수와 형태, 외층의 특징, 화분의 크기 등으로 식별이 가능하였다. 화분의 크기가 달라 괄호속에 배율을 표시하였다.

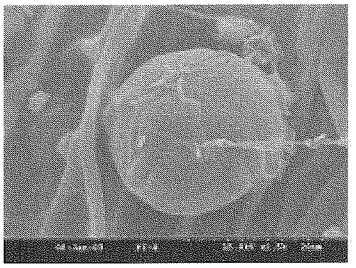
화분의 특성을 조사한 것이 표 8이다. 실제로는 150종 이상의 화분을 조사하였으나, 이 표에는 꿀벌이 화분을 채집하는 듯한 식물 78종만 포함시켰다. 우리 나라에서 화분에 관한 연구는 많지 않으나 장남기(1986)가 1,000종 가까운 식물의 화분도감을 만들었으나, 대부분 광학현미경으로 관찰한 내용이다. 전자현미경이 광학현미경보다 해상도가 월등히 높으므로 이 표가 더욱 정확할 것으로 생각된다. 또한 이 표에 있는 78종 중에 위의 도감에는 없는 식물이 10종이나 되었다.

일주일 간격으로 열통에서 한 통당 화분괴 하나씩 열 개의 화분괴를 22회 채집(총 220개의 화분괴)하여 SEM 사진을 찍어 동정한 것이 표 9이다. 표 9에는 총 58종의 화분이 있는데, 동정된 것이 회양목, 매실 등 36종이고, 동정이 되지 않은 것('불명'으로 표시)이 22종이다. 양봉장 주변에 있는 150여종의 식물 화분을 찍었으나 이렇게 불명인 것이 많은 것은 두가지 이유로 생각된다. 첫째는 꿀벌이 드물게 있는 잡

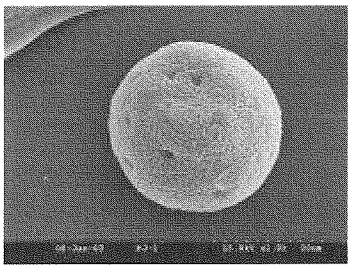
표 7. 2002년도에 생산한 꿀의 품질(한국 양봉협회)

시료명	과당	포도당	F/G	성상	수분	회분	전화당	자당	C13/12
왕벚나무	38.2	29.1	1.31	적합	21.4	0.06	67.3	3.5	-20.1
산딸기	37.6	29.0	1.30	적합	22.3	0.03	66.6	3.0	-20.9
아까시나무	39.5	28.9	1.37	적합	21.3	0.07	68.4	3.6	-22.4
모감주나무	38.7	30.2	1.28	적합	17.4	0.14	68.8	5.5	-23.5
쪽제비싸리	40.7	32.6	1.25	적합	18.1	0.13	73.3	4.5	-22.8

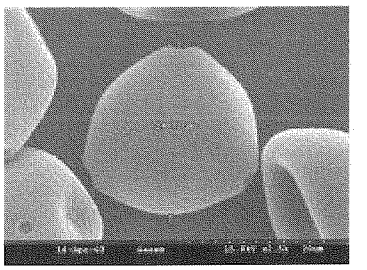
그림 1. 주요 밀원식물의 주사전자현미경 사진



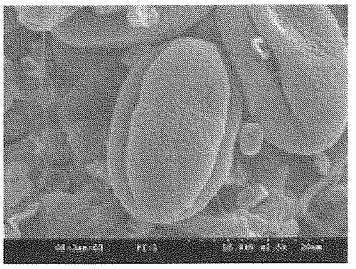
1. 오리나무(× 2500)



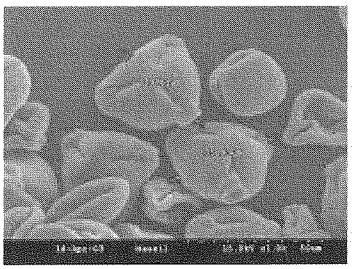
2. 회양목(× 2000)



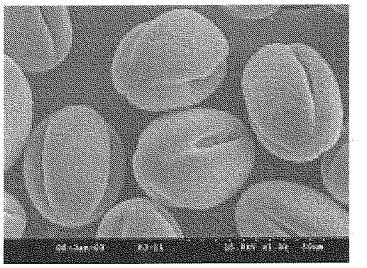
3. 개암나무(× 2500)



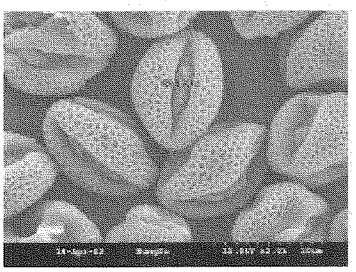
4. 산수유(× 2500)



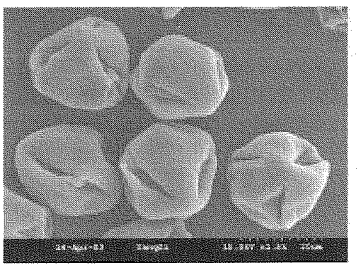
5. 매실나무(× 1000)



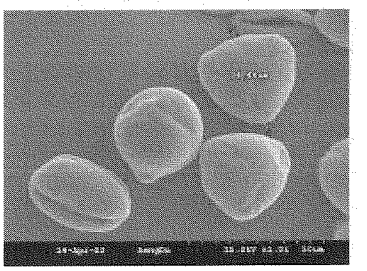
6. 동백나무(× 1000)



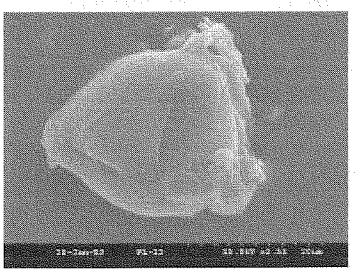
7. 능수버들(× 2000)



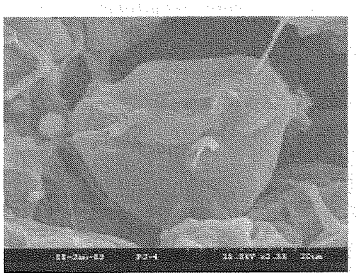
8. 양지꽃(× 1500)



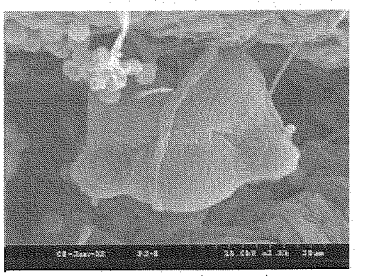
9. 앵두나무(× 1000)



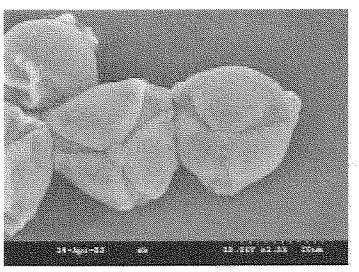
10. 명자나무(× 2500)



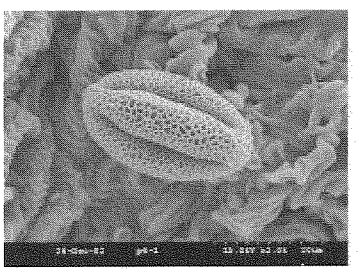
11. 배나무(× 2500)



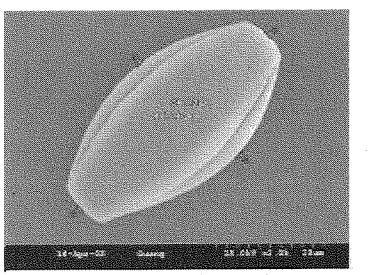
12. 왕벚나무(× 2500)



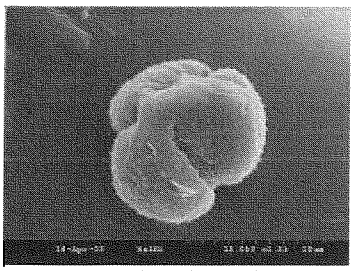
13. 산벚나무(× 1500)

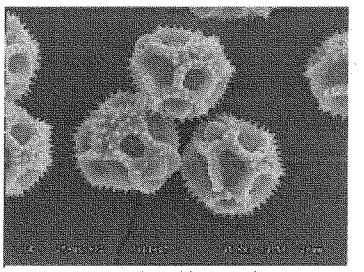


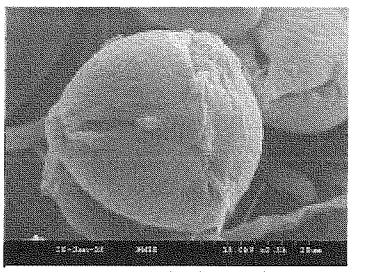
14. 탱자나무(× 2000)

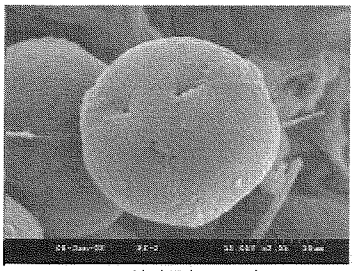


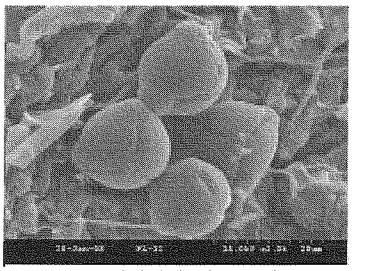
15. 개불알풀(× 2000)

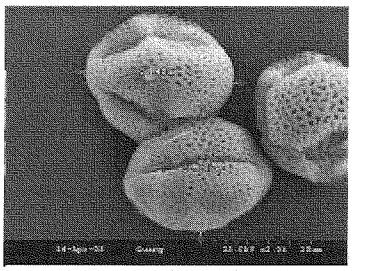

16. 할미꽃(× 2500)

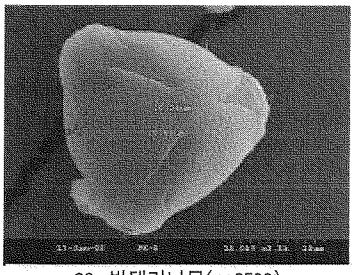

17. 민들레(× 1500)

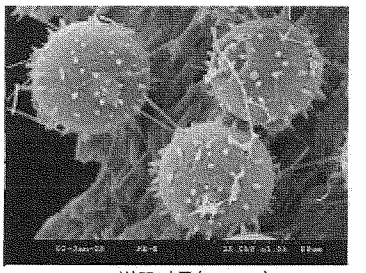

18. 모과나무(× 2500)

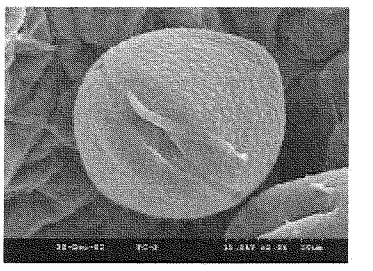

19. 신나무(× 2000)

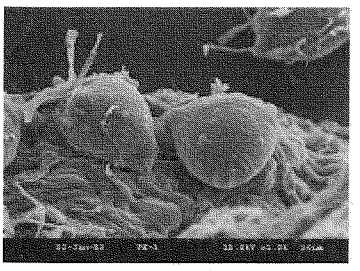

20. 산딸기나무(× 2000)

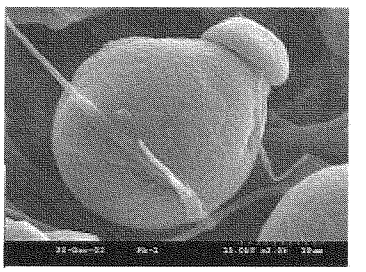

21. 갓(× 2000)

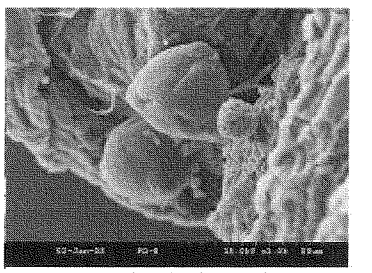

22. 박태기나무(× 3500)

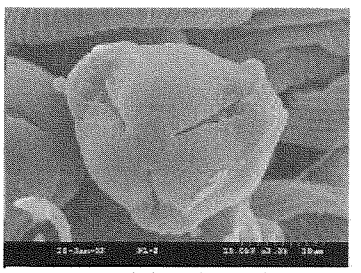

23. 병꽃나무(× 1000)

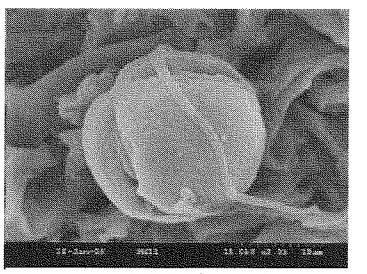

24. 말채나무(× 2000)

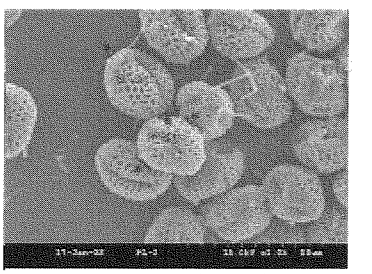

25. 보리수나무(× 1000)

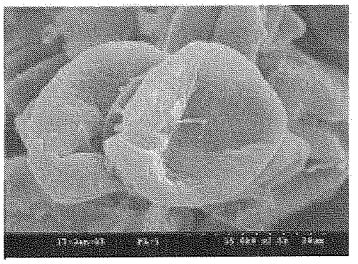

26. 아까시나무(× 2000)

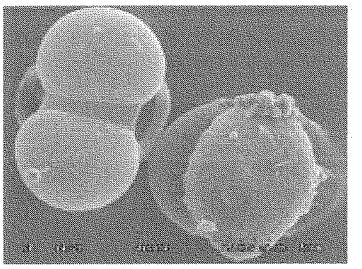

27. 때죽나무(× 1000)

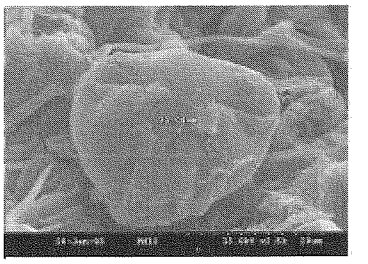

28. 찔레나무(× 3000)

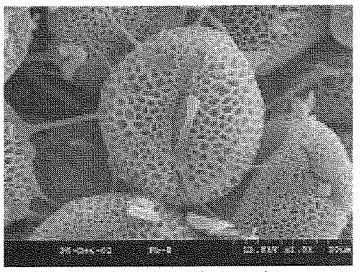

29. 피라칸사(× 3000)

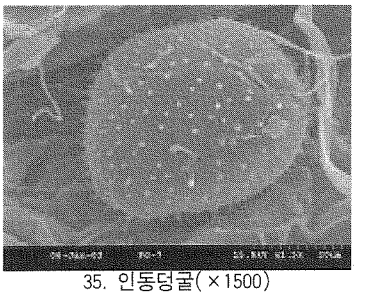

30. 쥐똥나무(× 1000)

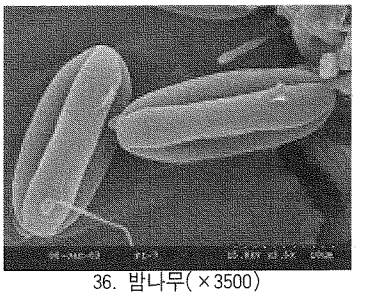

31. 산사나무(×2500)

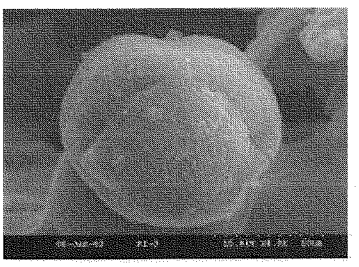

32. 소나무(×1000)

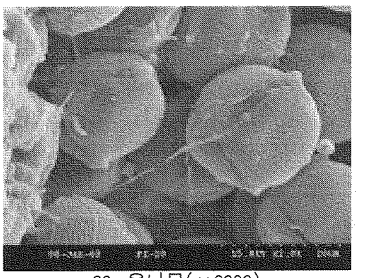

33. 팥배나무(×2500)

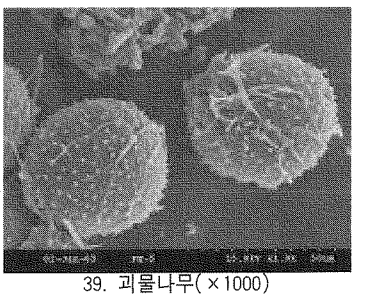

34. 화살나무(×2000)

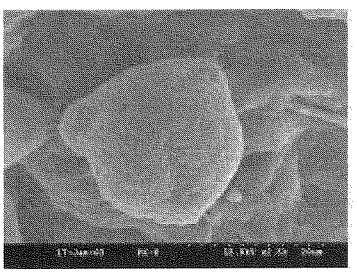

35. 인동덩굴(×1500)

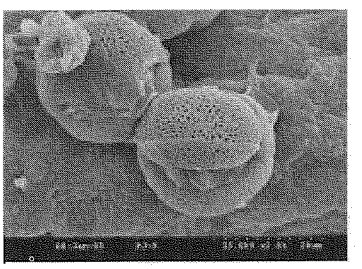

36. 밤나무(×3500)

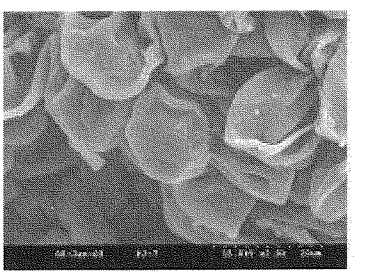

37. 대추나무(×4000)

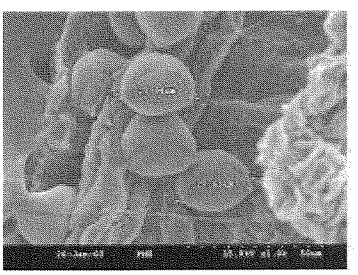

38. 옻나무(×2000)

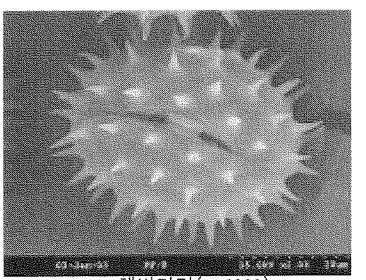

39. 괴물나무(×1000)

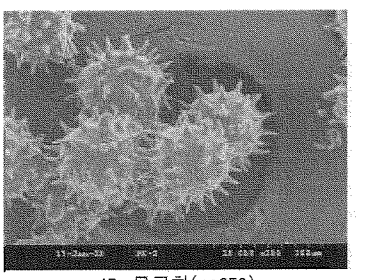

40. 구기자나무(×2500)

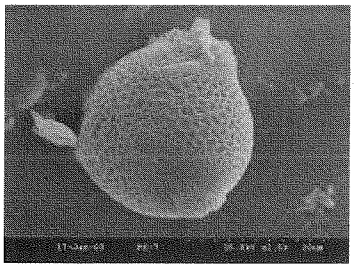

41. 능소화(×2000)

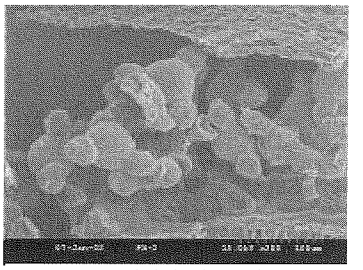

42. 자귀나무(×2000)

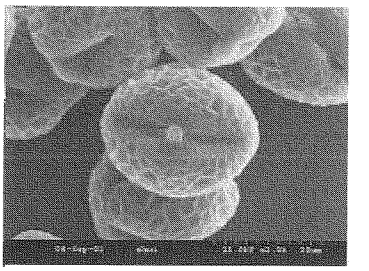

43. 모감주나무(×1000)

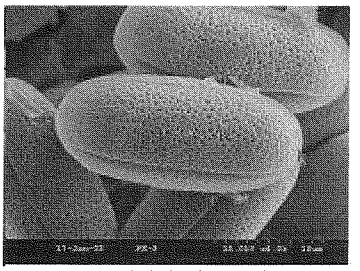

44. 해바라기(×2000)

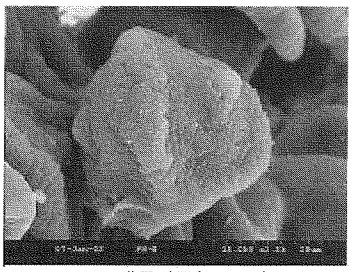

45. 무궁화(×250)

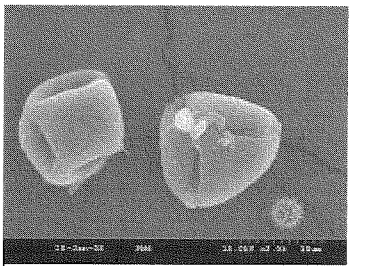

46. 개싸리(× 2500)

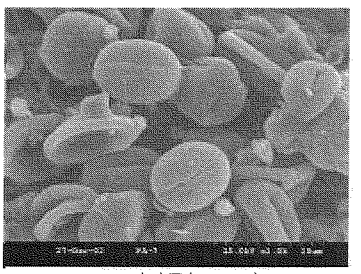

48. 달맞이꽃(× 300)

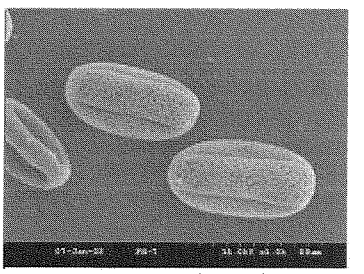

48. 쉬나무(× 2000)

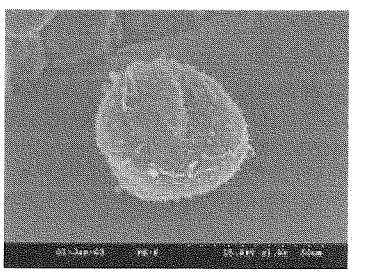

49. 회화나무(× 4000)

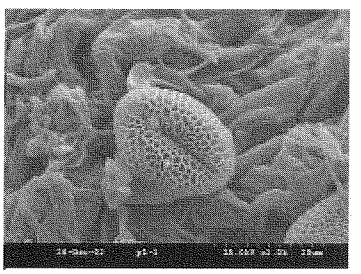

50. 배동나무(× 2500)

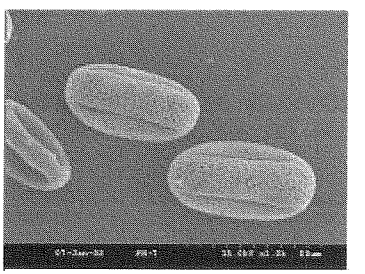

51. 쉬땅나무(× 2000)

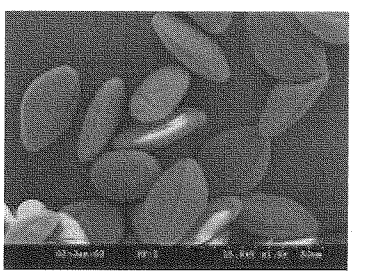

52. 피나무(× 2000)

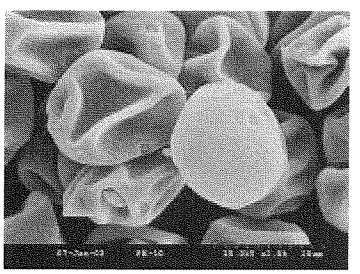

53. 코스모스(× 1000)

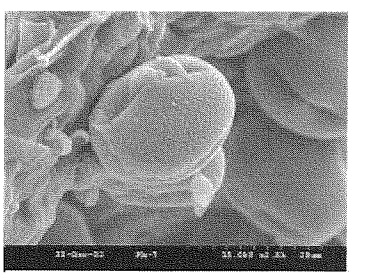

54. 누리장나무(× 1000)


55. 산초나무(× 2000)


56. 메밀(× 1000)


57. 익모초(× 1000)


58. 환삼덩굴(× 2000)


59. 참싸리(× 2500)

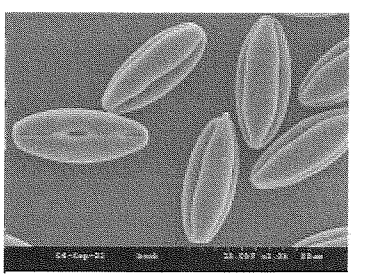

60. 묽나무(× 1000)

표 8. 양봉장 주변에 있는 식물의 화분의 특성

이 름	형 태	AMB	관 구	외 층	크기(㎛)
오리나무	편평 다각구상	다각형	좁고 짧다. 6개	세립돌기	22×30
회양목	구상	원형	둥글다	주상돌기	25×27
개암나무	구상	원형	둥글고 작다. 3개	평활	23~27
산수유	편구상	정구3열편형	길고 좁다	세립돌기	24×22
매화나무*	구상	정구아각형	넓고 깊다	세립돌기, 세망상	37×39
매실나무	구상	아원형	넓고 길다	세립돌기	28×32
살구나무*	구상	정구아각형	넓고 길다	세립돌기, 세망상	38×40
개나리	구상	원형 또는 아원형	좁고 길다	세립돌기	18~24
앵도나무	구상	아삼각형	넓고 길다	미립돌기	25~30
명자나무	장구상	아원형	좁고 길다	세립돌기	20×29
자두나무	구상	아원형	넓고 길다	세립돌기, 세망상	25×28
철쭉	구상	원형	넓고 깊다	세립돌기	35×34
배나무	장구상	원형	작고 길다	미립돌기	16×26
왕벚나무	구상	아원형	넓고 길다	미립돌기	29~32
산벚나무*	구상	정구아각형	넓고 길다	세립돌기, 세망상	30×34
탱자나무*	장구상	아원형	가늘고 길다	세립돌기	20~32
조팝나무	구상	아원형	넓고 길다	세립돌기	10~15
귀룽나무	구상	원형	좁고길다	미립돌기	22~24
서양민들레	구상	천구공형	넓고 길다	장자상, 주상돌기의 혼합형	28~30
아그배나무	구상	아원형	넓고 길다	세립돌기, 세망상	18×28
라일락*	구상	원형	넓고 길다	주상돌기, 세망상	25~30
모과나무*	구상	아원형	넓고 길다	세립돌기	30~32
신나무	구상	아원형	넓고 길다	세립돌기, 세망상	19×21
산딸기	장구상	정구삼각형	넓고 길다	미립돌기	17×23
상수리나무	구상	정구아각형	가늘고 길다	세립돌기	22×28
졸참나무	구상	아원형	가늘고 길다	세립돌기, 세망상	31×33
떡갈나무	장구상	정구아각형	가늘고 길다	세립돌기, 망상	24×35
이스라지	구상	아원형	넓고 길다	세립돌기	22×25
유채	장구상	아원형	넓고 길다	우상돌기, 세망상	15×21
박태기나무	장구상	아원형	넓고 길다	세립돌기	21×30
골담초	구상	아원형	길다	세립돌기	14~17
황매화	구상	아원형	좁고 길다	미립돌기	17×19
층층나무	장구상	장구상	길다	세립돌기	26×30
말채나무*	구상	아원형	길다	세립돌기	30~35
가침박달	구상	아각형	넓고 길다	세립돌기-세망상	21×24
병꽃나무	구상	원형	둥글고 주연부에 환대 있음	장자상돌기 또는 우상돌기	44~49
산조팝나무	구상	아원형	넓고 길다	세립돌기	10~15
보리수나무	구상	아원형	깊고 뚜렷하다	세립돌기	25~30

이 름	형 태	AMB	관 구	외 층	크기(㎛)
고광나무	구상	아원형	좁고 길다	우상돌기, 세망상	24~28
이팝나무	구상	아원형	좁고 길다	미립돌기	16~18
쪽동백나무	장구상	정구아각형	깊고 가늘고 길다	세립돌기, 세망상	27×30
아까시나무	구상	아원형	가늘고 길다	미립돌기, 세망상	23×24
때죽나무	편구상	아원형	깊고 가늘고 길다	세립돌기, 세망상	30×35
찔레나무	편구상	아삼각형	길다	세립돌기	22×24
쪽제비싸리	구상	원형	가늘고 길다	세립돌기	19×20
당근	과장구상	아원형	좁고 길다	세립돌기	13×19
피라칸사*	구상 혹은 장구상	아원형(3열원형)	넓고 길다	세립돌기, 세망상	20~28
쥐똥나무	구상	원형	좁고 길다	곤봉상돌기, 망상	25~30
고욤나무	장구상	원형 혹은 정구아각형	크고 길다	미립돌기	29×41
광대싸리	장구상	아원형	깊고 깊다	단유두상돌기, 세망상	24×27
꿀풀	편구상	원형	넓고 길다	세립돌기, 세망상	52×44
토끼풀	장구상	아원형	가늘고 길다	세립돌기, 세망상	22×24
인동덩굴	구상	아원형	타원형	장자상돌기와 우상돌기	51~61
밤나무	장구상	원형	가늘고 길다	세립돌기	12×16
개망초	구상	아원형	좁고 길다	장자상돌기	20~22
가중나무*	구상	아원형	좁고 길다	세립돌기, 세망상	25~30
광나무*	구상	아원형	좁고 길다	곤봉상돌기, 망상	40~45
대추나무	편구상	정구3열편형	좁고 길다	세립돌기	21×16
자귀나무	편구상복립	원형	(관구 미관찰)	미립돌기	72~76
모감주나무	구상	정구아각형	좁고 길다	세립돌기	21×22
호박	구상	원형	10개 내외	세립돌기, 장자상돌기	89~90
무궁화	구상	원형	다수	우상돌기, 장자상돌기	50~80
고추나물	구상	아원형	깊고 길다	세립돌기, 세망상	15×22
싸리	장구상	아원형	크고 길다	세립돌기, 세망상	20×24
달맞이꽃	편평삼각구상	정구삼각형	둥글고 크며 현관형	세립돌기	150×150
쉬나무	구상	원형	가늘고 길다	장유두상돌기, 망상	22×25
회화나무	장구상	아원형	넓고 길다	세립돌기, 망상	11×13
산초나무	장구상	아원형	가늘고 길다	세립돌기	15×17
두릅나무	삼각구상	3열편형	좁고 길다	세립돌기	20×28
메밀	장구상	아원형	가늘고 길다	세립돌기	19×27
익모초	구상	아원형	넓고 긴 흠	미립돌기	18~20
환삼덩굴	구상	원형	둥글고 작다	평활구조	20~23
참싸리	구상	아원형	넓고 길다	세립돌기, 세망상	15~20
붉나무	구상	정구아각형	길다	우상돌기, 세망상	24~28
해바라기	구상	원형	넓고 깊다	장자상돌기	25~28
쑥부쟁이	구상	아원형	넓고 깊다	장자상돌기형	22~24
코스모스	구상	아원형	좁고 길다	장자상돌기	35~40
향유	편구상	원형	좁고 긴 흠으로 6개이다	세립돌기, 세망상	23×14

* 장남기(1986)의 화분도감에 없는 화분임.

초 등에서 화분을 채집해 온 경우이며, 두 번째는 동일한 화분이나 화분의 성숙 정도, 사진이 찍힌 각도가 달라 다른 화분으로 인식된 것으로 짐작된다. 앞으로 이에 대한 세밀한 검토가 요구된다.

화분의 종류에 따라 장기간 채집된 것도 있고, 단한 시기에만 채집된 것도 있는데, 이는 개화기간의 차이와 꿀벌의 선호도 차이에서 기인되었으리라고 짐작된다. 화분괴는 대부분 한 종류의 화분으로 구성되어 꿀벌이 한 종류의 꽃만 방문하는 것을 증명하였으나, 어떤 화분괴는 3종의 화분이 발견되었다. 한 종의 식물에서 더 이상 화분을 채집할 수 없어서 다른 식물의 화분을 채집한 경우도 있을 수 있고, 같은 화분인데 상기 언급한 이유로 다른 화분으로 동정한 경우도 있을 것이다. 꿀벌이 화분을 채집하는 것은 벌이 투입한 에너지에 비하여 획득한 에너지가 가장 많은 화분을 채집할 것이다(Abrol, 1992).

참고 문헌

1. Abrol, D.P., 1992. Bioenergetics in bee-flower interrelationship - An analysis of foraging behaviour. Korean J. of Apiculture 7: 130~155.
2. Koltowski, Zbigniew and Y.I., Mah. 1998. The flowering biology and beekeeping value of black locust(*Robinia pseudoacacia L.*) in South Korea. Korean J. of Apiculture 13: 1~8.
3. Tailer, S., and M. Gilliam. 1987. 꿀벌의 질병 저항성 육종에 관한 연구. 한국양봉학회지 2(2):

표 9. 꿀벌이 수집한 화분의 시기별 종류와 비율

수집일	화분의 종류와 비율(%)
3월 19일	회양목(50), 매실나무(30), 개나리(10), 불명1(10)
4월 9일	매실나무(30), 개암나무(40), 회양목(20), 불명2(10)
16일	매실나무(55), 소나무류(18), 철쭉(9), 버드나무류(9), 불명3(9)
5월 11일	보리수나무(49), 찔레나무(13), 이팝나무(13), 아까시나무(13), 불명4(12)
13일	아까시나무(40), 찔레나무(20), 이팝나무(20), 버드나무류(10), 불명5(10)
21일	쪽제비싸리(73), 귀룽나무(18) , 찔레나무(9)
6월 1일	쥐똥나무(49), 찔레나무(17), 꿀풀(17), 불명6(17)
6일	꿀풀(46), 가중나무(23), 보리수나무(23), 불명7(8)
11일	꿀풀(37), 자귀나무(9), 개망초(9), 불명8(9), 불명9(9)
21일	개망초(83), 불명10(17)
28일	개망초(30), 불명13(30), 밤나무(10), 불명11(10), 불명12(10)
7월 7일	배롱나무(50), 좀목형(20), 모감주나무(10), 개망초(10), 불명14(10), 인동덩굴(30),
15일	호박(30), 붉나무(10), 쉬나무(10), 토끼풀(10), 봉선화(10)
20일	물푸래나무(37), 배롱나무(18), 사철나무(18), 쉬나무(9), 호박(9), 달맞이꽃(9)
25일	좀목형(55), 물푸래나무(27), 모감주나무(9), 불명15(9)
8월 4일	물푸래나무(50), 환삼덩굴(30), 모감주나무(20)
23일	쉬나무(78), 코스모스(22)
9월 3일	물봉선(86), 불명16(14)
9일	붉나무(33), 불명17(45), 불명18(11), 불명19(11),
26일	연백국화(10), 불명20(50), 불명21(40)
10월 2일	연백국화(75), 부용(25)
17일	배롱나무(75), 불명22(25)

15~20.
4. 김재현, 박태식. 1990. 양봉농가의 경영분석과 수입개방에 따른 대책. 한국양봉학회지 5(2): 1~25.
5. 김태욱, 이유미. 1986. 한국산 밀원식물의 개화기에 관한 연구. 한국양봉학회지 1(1): 90~95.
6. ———. 1989. 우리 나라 밀원식물의 현황 및 증식 방안. 한국양봉학회지 4(1): 9~18.
7. 류장발. 2000. 산지 밀원조성에 의한 주년 벌꿀 생산 방안. 과학기술연구(대구대) 7: 65-73.
8. ———. 2002. 산지 밀원조성에 의한 임업과 양봉업의 동시 발전방향 모색. 한국양봉학회지 17(1): 1~6.
9. ———. 2002. 모감주나무와 좀목형에 대한 꿀벌의 방화활동에 관한 연구. 한국양봉학회지 17(2): 53~58.
10. 마영일. 1997. 화분매개 곤충의 이용 현황과 전망. 한국양봉학회지 12: 107~115.
11. 박용구. 1996. 우리 나라 아까시나무의 자원화에 대한 전망. 한국양봉학회지 11: 27~56.
12. 박태식. 1987. 농가소득을 올리기 위한 복합임업 경영과 양봉. 한국양봉학회지 2(1): 1~8.
13. ———. 1990. 양봉농가의 경영분석과 수입개방에 따른 대책. 한국양봉학회지 5(2): 1~25.
14. 박항균. 1996. 한국양봉의 진로. 한국양봉학회지 11: 57~60.
15. 박형기. 1994. 천연항생물질 Propolis의 특성과 이용에 대한 고찰. 한국양봉학회지 9: 168~177.
16. ———. 1996. 신비의 물질 Propolis의 생산 및 이용현황과 전망. 한국양봉학회지 11: 112~119.
17. 박형기, 김원진. 1997. 우리 나라 Propolis 생산 현황 및 방법에 대한 연구. 한국양봉학회지 12: 97~106.
18. 박호용, 오현우, 박두상, 장영덕. 1995. 한국산 봉교(봉교) 추출물의 항생활성. 한국양봉학회지 10: 53~56.
19. 심용구, 최영연. 1999. 당귀(*Angelica gigas Nakai*)와 메밀(*Fagopyrum esculentum Moench*)에서 꿀벌 (*Apis mellifera L.*)의 유인물질 및 화분매개 효과. 한국양봉학회지 14: 23~31.
20. 안성복, 김인수, 조왕수, 최귀문. 1989. 하우스딸기의 화분매개를 위한 꿀벌의 방사이용실태. 한국양봉학회지 4(1): 1~8.
21. 오성환. 1989. 양봉산업의 육성방안 -제주도를 중심으로-. 한국양봉학회지 3(2): 49~71.
22. 오현우, 최승윤. 1989. 아까시아나무 꽃에서의 꿀벌의 방화활동에 관한 연구(II). 한국양봉학회지 3(2): 1~6.
23. 우건석, 차용호. 1997. 양봉산업의 WTO 대응전략. 한국양봉학회지 12: 35~44.
24. 유영수. 1987. 성호 이익의 양봉에 대한 업적 고찰. 한국양봉학회지 2(2): 1~14.
25. ———. 1989. 농산물 수입개방과 양봉산업. 한국양봉학회지 3(2): 34~48.
26. ———. 1989. 한국양봉의 발전계획 수립에 관한 종합적 연구. 한국양봉학회지 4(1): 41~88.
27. ———. 1991. 조선후기 양봉에 관한 연구. 한국양봉학회지 6: 106~140.
28. ———. 1994. UR 농산물협상과 한국양봉산업의 장래. 한국양봉학회지 9: 46~63.
29. 윤은영. 2000. 추계 잡종봉왕 육성에 대한 고찰. 한국양봉학회지 15: 55~68.
30. ———. 1998. 미래 기업양봉업 육성을 위한 밀원증식의 실효양봉 대책. 한국양봉학회지 13: 133~144.
31. 이경준. 1998. 한국 198종 목본식물을 대상으로 한 주요 및 보조밀원수종과 화분원수종으로의 분류와 개화 기별 자원 분포. 한국양봉학회지 13: 121~132.
32. 이석건, 최광수, 이현우, 이진해, 이종원. 1998. 월동형 양봉사의 구조 및 환경조절. 한국양봉학회지 13: 15~20.
33. 이영노. 1989. 우리 나라 식물상의 화기. 한국양봉학회지 3(2): 29~33.
34. 이유미, 김태욱. 1987. 우리 나라 주요 밀원수종의 개화기 및 화기조성에 관한 연구. 한국양봉학회지 2(1): 64~81.
35. 이형래. 1993. 원예와 축산에서 방화곤충의 역

할. 한국양봉학회지 8: 183~187.
36. 이형래, 김정화, 최승윤. 1988. 주요 농작물에 대한 꿀벌의 방화 활동과 화분 매개 효과. 한국양봉학회지 3(1): 68~80.
37. 이형래, 최미현. 1997. 산딸기, 메밀(봄, 가을), 산수유에서 방화곤충의 활동, 화분매개 효과 및 화분의 특성 연구. 한국양봉학회지 12: 69~76.
38. 임양재. 1986. 한국산 식물의 화기에 미치는 온도 기후의 영향. 한국양봉학회지 1(2): 67~84.
39. ———. 1987. 한국산 식물의 화기에 미치는 온도 기후의 영향. - 양봉을 위한 밀원식물과 화분원식물의 개 발을 위해서. 한국양봉학회지 2(1): 9~28.
40. 장남기. 1986. 동식물도감 29. (화분편). 문교부. 899쪽.
41. 장영덕, 이만영. 2000. 세계 양봉산업 현황 및 전망(I). 한국양봉학회지 15(2): 154~165.
42. 조도행. 1996. 양봉사계절 관리법. 오성출판사. 370쪽.
43. 조상균. 1995. 기후가 꿀 분비량에 미치는 영향. 한국양봉학회지 10: 158~159.
44. 차용호. 1997. 벌꿀(봉밀)을 이용한 전통식품에 관한 연구(I). 한국양봉학회지 12: 116~123.
45. 최광수. 1994. 여왕벌 선발에 의한 꿀벌의 벌꿀 생산 능력 개량. 한국양봉학회지 9(1): 21~32.
46. 최광수, 박항균. 1990. 벌꿀 생산능력 개량을 위한 꿀벌 육종에 관한 연구. I. 우량봉군 선발시험. 한국양봉 학회지 5(2): 26~31.
47 최광수, 신명재, 윤두학, 박항균. 1991. 벌꿀 생산능력 개량을 위한 꿀벌 육종에 관한 연구. II. 주요 형질별 우량여왕봉 선발시험. 한국양봉학회지 6(1): 31~38.
48. ———. 1991. 벌꿀 생산능력 개량을 위한 꿀벌 육종에 관한 연구. III. 계통교배 및 종봉 생산을 위한 선발시험. 한국양봉학회지 6(1): 39~47.
49. 최승윤. 1973. 양봉학. 집현사. 312쪽.
50. ———. 1986. 한국 양봉산업의 10대과제와 전략. 한국양봉학회지 1(2): 1~18.
51. 한국식품개발연구원. 1991. 벌꿀의 품질평가법에 관한 연구. pp 74.