



꿀벌 화분교배사업 표준모델 개발

서울대학교 농업생명과학연구원
우건석, 이명렬, 최현정, 외4명

II. 연구개발 수행내용 및 결과

2. 꿀벌 화분매개 효과와 이용

가. 꿀벌의 화분매개의 중요성

2) 농작물 화분매개의 역사

기원전 1500년경 중동지방에서는, 독수리머리에 날개가 달린 형체의 사람이 야자 일종(Phoenix dactylifera)을 수분시키고 있는 그림이 유적으로 남아 있는데, 이를 모아 오래 전부터 사람들은 화분매개의 중요성을 인식한 것 같다.

진화론을 주장한 찰스 다윈도 앞서 말한 타가수분에 의해 식물이 얻게 되는 장점들을 피력한 바 있다. 1892년 미 농무성(USDA)의 웨이트(Waite)는 버지니아 주의 22,000 그루의 배가 심어진 발트렛 과수원에서 배나무의 과실이 열리지 않는 원인을 조사하는 과정에서 몇 종류의 배 품종이 함께 재배되는 과수원에서만 과일이 생산되는 점을 발견하였다. 그리하여, 배의 대부분 품종들은 자가수분으로는 수정이 될 수 없다는 사실을 발표하게 된다. 이를 통해 사람들은 사과 등 여러 식물들이 자가수분에 대해 어떠한 생리적인 장벽을 가지고 있다는 인식을 하게 되었다. 또한 웨이트는 배의 화분은 무겁고 끈적끈적해서 바람에 잘 날리지 않기 때문에 벌들을 이용하여 한다고 설명하였다. 즉, 웨이트는 화분매개를 위해 과수원에 꿀벌봉군을 공급해야 한다는 새로운 개념을 세운 것이다. 그는 양봉장이 과수원과 4.8km 이내에 위치해야 한다는 점을 발표한 바 있다. 우리나라에서도 방화곤충을 차단한 과수원과 개방한 과수원에서 사과와 배의 상품성을 비교한 결과는 월등히 개방된 시험구에서 높게 나타났다(오 등, 1989). 이밖에 국내에서 화분매개에 의한 농작물의 증수효과가 이 등(1988), 안 등(1989, 1994)에 의해서 조사된 바 있다.

3) 꿀벌을 이용한 농작물 화분매개의 필요성 증가

과거 작물의 화분매개는 직접 꽃가루를 묻혀주거나 인공 살포기로 꽃가루를 뿌려주는 방법을 이용하여 왔는데 최근에는 꿀벌을 가장 많이 이용하고 있다. 이처럼 예전에는 문제가 되지 않던 화분매개가 문제가 되고 국내에서 화분매개곤충이 필요하게 된 이유를 보면 다음과 같이 네 가지로 정리할 수 있겠다.

가) 화분매개가 필요한 작물의 재배면적의 증가
화분매개를 필요로 하는 과수작물의 재배면적은 크게 늘어나는 추세에 있다. 따라서 과거처럼 꽃이 피면 자연히 수분되는 것이 아니라 인공적으로 화분매개를 위한 노력이 필요하게 되었다. 또한 증가추세에 있는, 시설재배에서는 자연적인 화분매개를 기대할 수 없기 때문에 반드시 인공적 화분매개 관리가 필요하며 이를 위하여 꿀벌 등 화분매개곤충을 투입하여 작물의 수분을 도모하고 있다.

나) 방화곤충의 감소

화분매개곤충은 농약의 과도한 사용과 산업화 과정의 영향으로 서식장소가 훼손되거나 간섭을 받게 되면서 급격히 감소하고 있으며, 그나마 꿀벌만이 유지되고 있을 뿐 다른 방화곤충들은 밀도가 급속하게 낮아졌다.

다) 인건비의 상승

시설 과채류와 시설 과수는 사람이 손으로 직접 수분을 시키거나 착과제(호르몬제)를 처리해주기도 하고 있으나, 농촌 노동 인건비의 상승과 인력부족으로 인하여 크게 감소하고 있는 실정이다.

라) 화분매개곤충의 적기 이용 가능성

작물의 개화시기에 맞춰서 화분매개곤충의 방화활동이 시작되어야 한다. 또한 시설 재배는 개화시기 또한 자연 상태와는 달라 주어진 개화시기에 인위적으로 화분매개곤충을 투입해야 한다. 이 점에서는 따로 사육할 필요 없이 항상 수단 마리의 일벌들로



구성된 봉군 상태를 유지하고 있는 꿀벌이 효율성이 높고, 항상 적용가능하다.

나. 화분매개를 통한 경제적 이익의 추정

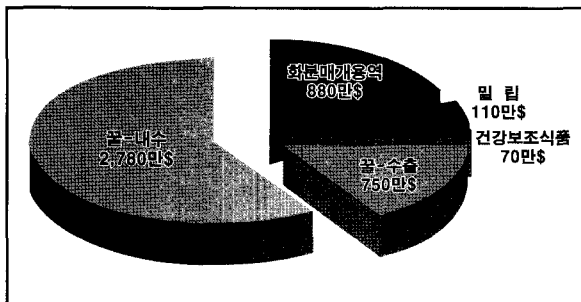
미국의 경우 꿀벌에 의한 꽃가루 수분 효과는 농작물에서만 190억 달러에 이르며, 이는 밀랍과 벌꿀 등 총 양봉산물의 총생산이 약 143배에 달하는 막대한 이익을 창출한다(Levin, 1983)〈표 1〉

〈표1〉꿀벌의 경제적 효용

꿀벌의 이용 분야		경제적 효과	비고 (A)/(B)
화분매개의 수분효과 (A)	과실생산	33억 달러	약 143배
	종자, 건초 생산	84억 달러	
	낙농제품(우유, 우유 등) 생산	71억 달러	
양봉산물의 생산 (B)		1.3억 달러	

캐나다에서도 양봉산물이 6천만 달러인데 비하여 화분매개를 통해 얻는 이익이 12억 달러로 20배에 달하며(Winston & scott, 1984), 뉴질랜드에서는 22억 뉴질랜드달러의 경제적 이익을 올리고 있다. 15세기 말 뉴질랜드 농부들은 꽃가루 수분작업이 다량의 원예작물과 농작물을 효율적으로 생산하는데 필수적이라고 깨달았다. 뉴질랜드 양봉가들은 현재 화분매개를 목적으로 9만개 이상의 봉군을 관리하고 있으며, 그 중에서 8만 1천개로 추정되는 봉군이 대부분 키위농장에 광범위하게 놓여져 있다. 또한 사과재배산업에 있어 유료 화분매개용역의 이용이 증가하고 있으며, 키가 작은 작목인 딸기나 논, 밭작물에서도 또한 벌들의 계획적인 이용을 바탕으로 하여 소득을 증대시키고 있다. 화분매개용역은 양봉산업에서 연간 880만 달러 이상의 가치가 있다고 평가된다(그림 2).

〈그림 2〉 뉴질랜드 양봉산업의 연간 소득



유료용역을 제외한 벌들의 화분매개는 뉴질랜드 농업시스템에서 보다 큰 경제적 이익을 창출하고 있다. 벌의 화분매개에 직접적으로 의존하는 작물은 연간 12억 달러 이상의 가치가 있는 콩과작물의 경우 해마다 19억 달러 이상의 토양질소를 고정시키고 있다. 이러한 화분매개에 대한 직접적인 경제적 이익 규모를 이윤 규모를 정확히 산출하는 것은 불가능하기 때문에, 대부분의 사람들은 이러한 벌의 투입에 대한 소득은 없다고 잘못 생각하고 있다. 그러나 현재 전 세계적으로 퍼져있는 농업경제 학자들은 환경에 대한 꿀벌들의 가치가 실제 꿀벌과 양봉산물을 합한 것보다 100배 이상의 가치가 있다는데 의견을 모으고 있다.

다. 화분매개곤충의 종류와 이용 현황

벌은 절지동물문, 곤충강 벌목의 꿀벌과에 속하는 그룹을 총칭하는 이름이다. 꿀벌과에는 전 세계에 걸쳐 20,000 여종이 있는데 그 중에서 서양종꿀벌과 동양종꿀벌 등 굴벌 속의 몇 종을 제외하고는 모두 '야생벌'로 부른다. 꿀벌과는 세분되어 다음과 같은 7개 아과로 분류된다. 즉 짧은 혀를 가진 종류로 어리꿀벌아과, 애꽃벌아과, 꼬마애꽃벌아과, 털보애꽃벌아과와 긴 혀를 가진 종류로 가위벌아과, 청줄벌아과, 꿀벌아과가 있다.

꿀벌은 상업적 농장에서 가장 중요한 화분매개충이다. 이들은 많은 꽃을 방문하는 특성을 가지고 있고 한번 방화활동을 시작하면 야외에서 일벌들이 같은 종 식물의 꽃을 방문하고 다른 일벌들에게도 그 꽃을 방문토록 지시한다. 그러나 꿀벌의 혀는 상대적으로 짧아 꽃이 깊은 붉은토끼풀과 같은 식물에는 방화를 하지 않는다. 또한 간혹 토마토, 가지꽃에서 활동하기도 하지만 꽃의 구조적 특성상 효과적 수분에 기여하지 못한다. 따라서 뒤영벌이나 기타 단독 생활하는 벌들에 대한 관심도 아울러 높아지고 있다.

Faegri와 van der pijl(1971)는 화분매개곤충과 꽃과의 생태적인 상호관계에 의거하여 다음과 같은 용어를 제안하였다(표 2). 또한 지속성이란 용어를 사용하기도 하였는데 이것은 벌이 일련의 꽃을 방문할 때 한 종류의 꽃에 집중하는 특성을 말한다. 이것은 단향성 혹은 소향성의 습성과는 전혀 다른 것이다. 이 지속성의 예로는 다향성인 꿀벌에서 볼 수 있는데 꿀벌 개체가 어떤 화밀이나 화분원을 찾았을 경우 같은 종류의 꽃에서 계속 화밀과 화분을 수집하게 된다. 이 행동은 벌이 꽃을 방문할 때 같은 종의 식물체로부터 화분이 운반되어 오기 때문에 수분되는 효과가 확실해 진다.



〈표2〉 화분매개곤충과 개화식물의 분류

꽃의 종류	다친화형	많은 종류의 화분매개곤충에 의해 수정
	소친화형	몇 종류의 화분매개곤충에 의해 수정
	단친화형	한 종류의 화분매개곤충에 의해 수정
화분매개충의 종류	다향성	많은 종류의 꽃을 방문, 예) 꿀벌
	소향성	몇 종류의 꽃을 방문 예), 단독 생활 벌류
	단향성	한 종류 또는 유사 종의 꽃만을 방문 예), 난초벌

현재 전세계적으로 화분매개용으로 연구, 실용화되어 있는 벌 종류로는 다음과 같은 종들이 있다(표 3). 외국에서 야생벌들을 길들여 성공적으로 이용하는 사례로는 알팔파가위벌, 알칼리벌, 뒤영벌, 그리고, 열대지역의 꼬마꿀벌 등 매우 다양하다.

〈표 3〉 전 세계적으로 화분매개용으로 연구 및 실용화되고 있는 벌 종류

벌 종류	이용과 활용 방안
가위벌	대나무 대롱 등으로 영소를 만들어 집을 짓게한 후 과수원에서 방사한다.
알칼리벌	인위적으로 영소장소를 만들어, 어린 유충들을 운반 미국 서부의 콩과 작물의 화분매개에 이용하고 있다.
꼬마꿀벌	인위적으로 벌통을 만들어 주면, 많은 양의 꿀과 봉고를 수확할 수 있고 농작물 화분매개에도 이용할 수 있다.
뒤영벌	철 여왕벌을 채집하여 산란을 유도, 봉군을 형성시킨 후 시설 토마토 화분매개에 이용하거나 상품화된 뒤영벌 봉군을 구입하여 이용한다.
뿔가위벌	대나무 대롱 내에 집을 짓도록 유도하여, 농작물 포장으로 이동하여 화분매개에 이용된다.
어리호박벌	연한 통나무를 시계초열매 과수원에 설치하면 그 속에 터널형의 집을 짓고 방화활동을 한다.

국에서 주로 방목용 넓은 알팔파 초지에서 자연적으로 높은 밀도를 유지할 수 있도록 관리하여 알팔파가위벌을 정착시켰다. 원래 알팔파가위벌은 중동 및 동부유럽이 원산이지만 미국에 건너가 야외에 정착한 경우이다. 알칼리벌 역시 같은 목적으로 미국에서 개발되어 실용화되고 있는 종이다. 뉴질랜드와 칠레에서는 뒤영벌류를 목초지에 정착시켰으며 이후 좋은 화분매개효과를 보고 있다는 결과가 나와있다. 야생벌들을 꿀벌과 비교한다면 양봉을 하지 않는 농민들에게 있어서 관리가 월등히 수월하며 거의 손을 대지 않아도 계속 높은 밀도와 유지되고 목초지에서는 화분매개를 하게 된다는 점에서 유리하다. 꼬마 꿀벌은 아열대 및 열대지역에서 예전부터 꿀과 프로폴리스를 얻기 위해서 이용해 왔으나 최근 시설 재배지에서 화분매개를 위한 대상으로 연구되고 있다. 특히 일본에서는 남아메리카, 페루 지역의 꼬마 꿀벌을 도입하여 딸기의 수분을 위하여 이용하려는 연구가 진행되고 있으며, 화란의 Utrecht 대학은 남미 코스타리카 분포종을 도입하고 이용 가능성에 대한 연구를 진행하고 있다.

이 밖에도 털개미류나 열대지방에서 침배벌류를 이용하는 사례도 있다. 벌이 아닌 종류로는 배짚은꽃등에가 하우스 딸기의 화분매개를 목적으로 개발되었지만 관리가 힘들고 효과가 기대에 미치지 않아 지금은 이용되지 않고 있다.

국내에서 조사된 방화곤충의 종류로는 우 등(1986)이 8목 71과 158속 185종을 보고하였고, 홍 등(1989)이 56종을 추가하였다. 그 중에서도 꿀벌이 방화곤충 중 대부분을 차지하고 있으며 그밖에 고독생활을 하는 벌이나 꽃등에류 등이 방화하는 것으로 조사되어 있다(우 등, 1986a ; 1986b ; 홍 등, 1989). 이에 대해서 최(1986)는 다음의 4군으로 나누어 설명하고 있다(표 4).

이런 기준으로 볼 때 역시 꿀벌이 가장 우수한 방화곤충의 지위에 오르게 되고 실제로도 가장 많이 이용되고 있다. 그러나 꿀벌이 좋아하지 않는 특별한 작물이나 환경에서 화분매개곤충이 필요할 때는 꿀벌 외에 머리뿔가위벌과 서양뒤영벌이 이용되고 있다.

지금까지 국내외에서 이용되고 있는 화분매개곤충들에 대하여 알아보았지만 꿀벌을 제외하고는 아직 국내에서 자체수급이 어려운 입장이다. 특히 머리뿔가위벌은 국내에서도 야생상태로 많이 분포하지만 수요에 비하여 필요한 숫자를 확보하지 못하고 있기 때문에 국내 자급을 위한 사업이 진행중에 있다. 그러나 국내에도 화분매개곤충 자원으로 이용할 수 있는 꿀벌과의 곤충은 7아과에 132종이 기록되어 있고 아직도 많은 종이 밝혀지지 않은 상태로 있다. 그러므로 지금처럼 외국에서 성공한 화분매개 곤충종을 국내에 도입할 것이 아니라 유용한 화분매개곤충 자원을 선발하여 특수한 작물과 환경에서의 화분매개 수단으로 이용할 수 있도록 개발해야 할 것이다.

- 다음호에 계속 -