



바로아 방제약의 내성 및 잔류

본 자료는 국내 양봉농가의 꿀벌 방제약품의 내성발생으로 대체약품(생물학적 방제약)을 개발하고자 국외자료를 수집하여 (사)한국양봉협회에서 발행한 책자의 내용임.

♣ 서론

꿀벌 진드기의 암컷은 꿀벌의 유충, 번데기, 성충벌에 기생하여 체액을 빨아먹어 소위 응애병(acariosis)을 유발한다. 감염된 꿀벌성충의 무게는 정상적인 것보다 7.1-30.4%까지 감소하며, 기생이 심한 경우에는 불구 붕이 되거나 발육이 정지되기도 한다. 꿀벌 번데기의 경우에 기생이 심한 경우 10%의 체중감소를 보인다. 이와같은 체중감소 외에도 몸 다른 부위의 기형을 일으키게 한다. 경우에 따라서는 다리의 불구나 번데기의 사망이 발생하기도 한다. 이와같은 봉세 약화로 말미암아 채밀성적이 크게 떨어져 채밀량 감소율이 30-46%가량 감소하는 결과를 나타낸다. 이와 같이 진드기는 양봉업에 커다란 피해를 주고 있으며, 꿀벌에 붙어있는 기생충인 진드기의 소멸은 양봉생산과 직접적인 영향이 있다.

이러한 진드기의 방제는 양봉 농가가 겪는 가장 큰 애로이며, 이를 방제하기 위하여 현재 국내에 사용되는 주요 약제는 아피스탄(Apistan), 왕스(Wang's), 바이바롤(Bayvarol) 등이 있으며 이들의 주 유효성분은 플루발리네이트(Fluvalinate)와 플루메스린(Flumethrine)으로 응용범위가 매우 넓으며 효과가 좋고 독성이 적은 피레스로이드(Pyrethroid)계 살충제에 속한다. 그러나 최근 이 약제에 대한 내성이 전세계적으로 인지되고 있어 이를 중심으로 살펴보고 이에 대한 대안으로 선진 유럽 양봉농가의 진드기 방제방법 및 방향을 조사하였다.

1) 유효성분을 중심으로 살펴본 바로아응애 방제약품

여러 종류의 화학제품이 봉군의 바로아 응애 제거에 우수한 효능이 있음이 증명되었으며 아래의 제품들이 그 예이다. 이 제품들은 크게 “Organic(자연에 존재)”과 “Synthetic(자연에 존재하지 않음)”으로 나뉘어진다.

2) 화학적 내성

(1) 화학적 내성이란 무엇인가?

화학적 내성은 바로아 응애와 같은 진드기류 등의 퇴치를 위해 기존에 사용하던 살충제에 응애 따위가 점차로 적응하게 됨으로 발생하며, 처음 사용할 때보다 살충제의 응애 퇴치 효과가 감소하게 되는 것을 말한다. 또한 화학 내성이란 용어는 바로아 응애 등이 벌집에 침입, 침투하여 생존하는 능력과 관련하여 종종 사용되기도 하며, 이러한 의미의 단어를 (tolerate)이라 정의하고 있다.

(2) 내성이 발생 하는 이유

내성은 생물의 변이에 의한 생식과정을 통해 발생한다. 어떠한 종의 자손들이라도 그 부모와 완벽하게 같지 않다는 것이 발생 원인이다. 자손들은 수정을 통해 수많은 정자와 난자중의 하나가 결합한 유전자를 받기 때문에 염색체 간의 변칙적인 변이는 추가적인 변이를 초래할 수 있는 것이다.

눈이나 모근, 피부 색깔 등은 인간과 같은 종에서 쉽게 찾아 볼 수 있는 변이이다. 우리에게는 이러한 변이들이 그다지 중요하지 않게 여겨지지만, 동물이나, 식물에게 나타나는 이러한 변이는 감각기관 진화에 대단히 중요한 의미를 갖게 된다. 왜냐하면 이것이 의미하는 바는 주위환경이나 상태가 변화 되었을 때, 동식물의 가장 중요한 부분인 생존에 연관되어 있기 때문이며, 만약 그렇지 않다면 그 종은 멸종되기 때문이다.

각각의 종들은 보다 우수한 점을 취하고 다음 세대에 전수하며, 전수에 성공한 종들이 보다 나은 개체를 이루게 되고 그렇지 않은 종들은 점점 도태되게 된다.

이것은 또한 바로아가 살충제에 내성을 갖게 되는 원인이며, 일반적인 환경 하에서 비교해보면 내성을 갖게된 종들은 내성이 없는 종에 비해 생존률이 낮지만, 화학성분과 접촉하는 환경에서는 이렇게 살충제에 영향을 받기 쉬운 종들은 대다수가 죽게 되고, 내성종들이 살아남게 된다. 시간이 지남에 따라 각각의 종들은 더욱더 많



은 자손을 생산 하게 되고, 화학성분이 노출 되기 쉬운 환경에서는 생존에 유리한 내성종들이 점점 더 개체에 퍼져나가게 되어 내성이 없는 종들은 점점 찾아보기 힘들게 되는 것이다.

흥미 있는 점은 살충제들을 오랫동안 사용하지 않게 되면, 이렇게 번성했던 내성종들이 점점 그 숫자가 줄어들게 된다는 것이다. 왜냐하면 화학성분을 접촉하지 않는 환경에서는 그림1. 바로아 진드기에 대한 화학적 내성의 발달 단계 본래 고유의 성질이 번식에 도움이 되며, 생존에 유리하기 때문이다.

(3) 바로아 내성 생성

살충제에 포함되어 있는 화학 성분들이 그 비율이 상당히 적다고 하더라도 응애가 이러한 성분들 중 일부에 대하여 내성을 가질 수 있는 가능성이 있음을 시사하고 있다. 바로아 응애의 표피는 살충제를 꽤 오랫동안 처리하였을 경우에도 충분히 방어할 수 있도록 꽤 두꺼우며, 혹은 살충제로 인한 피해를 입기 전에 살충제 일부의 기능을 다할 수 없도록 하는 효소를 함유하고 있다.

(4) 내성 메카니즘

일반적으로 내성에 관한 여러 가지 메카니즘이 존재한다고 알려져 있으며 다음은 일부에 해당하는 것이다.

1. 내성은 반응의 변화에 의해 생기는 것이다. 이러한 잔류는 해충들이 노출된 곳에 생길 확률이 크다. 한 예를 들면, 런던의 한 집쥐 변종은 어떤 쥐약 장치를 완벽히 피한 사례가 있다.
2. 활성성분을 간파 당했을 경우이다. 이러한 예는 응애나 해충의 표피 부분이 더 두꺼워지면서 내성이 생기게 된다.
3. 독성 성분이 제거되거나 분해가 가속화되는 경우이다. 이런 경우는 대사 작용에 의한 내성의 발달이라고 하며, 이는 어떤 효소의 농축이나 활성성분의 급격한 작용에 의한 것으로, 어떤 유전학적 정보의 확대나 번식에 의한 것을 투영하고 있다.
4. 작용하는 신경 지점의 활성도가 감소하는 경우이다. 달리 말해서, 독성효과를 볼 수 있는 지점의 변형으로 인한 것인데, 서로 결합할 수 없게 하거나 독성성분이 그 지점을 더 이상 인지하지 못하는 경우도 있다.

(5) 교차 내성

교차 내성은 한 가지 화학성분에 내성을 갖게 된 바로아 응애가, 그 화학성분과 매우 유사하거나 혹은 동일한 방식으로 응애에게 작용하는 성분에 대해 자연히 내성을 갖게 되는 것을 말한다. 예를 들면 교차 내성은 플루발리네이트에 내성을 갖게 된 응애는 자동으로 같은 계열이며 화학성분이 유사한 바이바롤에 내성을 갖게 되는 것을 볼 수 있다는 것이다. 흥미로운 것은 아피바와 같은 종류에 내성을 갖게 된 일부 응애에게서는 화학적 성분 계열이 다른 종류에 대해서도 내성을 갖는 경우가 있다.

3) Pyrethroid 계 살충제의 화학적인 내성

곤충의 화학물질 내성에 관한 문제는 오래전부터 알려져 왔으나 최근 그와 같은 문제가 꿀벌응애를 방제할 때에도 일어난다는 사실이 중요 관심사가 되고 있다.

지난 10년간 꿀벌을 가해하는 꿀벌 응애가 피레스로이드(pyrethroid)계 살충제인 플루발리네이트(fluvalinate)에 대해서 저항성이 발달했다. 이 때문에 미국 꿀벌의 제 1해충인 응애를 방제할 수 있는 대체 화학물질에 대한 관심이 끊어오르고 있다. 또한 최근연구에 의하면 플루발리네이트 저항성이 아미트라즈 내성을 쉽게 획득 할 수 있다는 사실이 밝혀졌는데 플루발리네이트와 아미트라즈는 화학적으로는 서로 연관이 없지만 응애 제독 효소가 이들을 무효로 만들어 버릴 수 있다. 한가지 희망적인 것은 플루발리네이트 저항성 꿀벌 응애가 약 치료후 2년간 치료를 하지 않으면 저항성을 상당히 잃어버린다는 것이다.

(1) 플루발리네이트 내성

플루발리네이트에 대한 내성은 세계 여러곳에서 보고된바 있으며 특히 아피스탄의 경우 이탈리아의 롬바르디아 지역에서 첫 번째로 보고된 이후로 이주성 양봉가들로 인해 유럽 전역에서 보고되고 있다. 바로아의 아피스탄 내성은 근래 들어 미국 전역에서 발견되고 있는데 응애의 내성으로 방제율이 50%에 이르는 것이 25~50%로 내려갔다. 플루발리네이트의 바로아 내성은 플루메스린(flumethrin)에 대해서 교차 내성을 보이고 있으며, 이를 방지하기 위해서 바이바롤(Bayvarol)과 같은 같은 화학 계열의 제품을 대체물질로 사용할 경우 효과를 볼 수 없다. 플루발리네이트와 아미트라즈에 대한 교차 내성은 이미 미국에서 보고된바 있다. 또한 2002년도에 간행된 Apiculture & Pollination Issues 3의 자료에 의하면 피레스로이드계 살충제인 아피스탄은 이제 내성으로 인하여 제품으로서의 수명이 다하였음을 예견하고 있고, 대체 약품으로서 옥살산 및 비화학적 방법의 개발을 제시하고 있다.

- 다음호에 계속 -