

살충제 저항성관리를 위한 원칙

# 연속세대에 걸친 연용살포 저항성발현 가능성 높여

서로 다른 계통의 살충제 교호살포를 추천한다. 그 이유로는 한 개체군내에서 저항성이 일반적으로 일정하게 발현되는 것이 아니기 때문에 다른 계통의 살충제를 교호살포하여 예견된 저항성을 사전에 효과적으로 지연 또는 방지하는데 그 목적이 있다

농약이 개발·등록되어 시중에 유통되기까지는 10여년의 연구기간, 약 3,000억원의 연구비, 약 140,000개의 화합물을 탐색하는 연구활동과 국내외 약효·약해·독성·잔류시험등 안전성 평가를 거쳐야만 한다. 이런 까다로운 시험을 통과해서 출시된 신농약이 시장에 정착하기도 전에 저항성관리가 제대로 이루어지지 않아 시장에서 도태된다면 수많은 시간과 노력이 공(空)으로 돌아가는 안타까운 현실에 직면할 수밖에 없을 것이다. 이런 이유로 제품개발에 있어 저항성관리가 무엇보다 우선시 되어야 하는 것이다.

살충제에 대한 곤충의 저항성발현 원인은 각 지역에서의 작물과 해충의 상호관계에 의한 지역적 문제로 보아야 할 것인데 현재로서는 저항성발현을 막을 수 있는 유일한



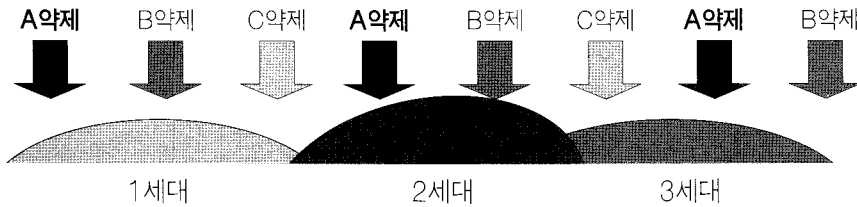
박웅  
(위두문 작물보호사업부장)

방법은 없다. 하지만 '살충제 저항성 관리원칙'을 세워 해충종합관리(IPM) 및 살충제 저항성관리(IRM)내에서 화학적 방제, 경종적 방제, 생물적 방제 등 저항성발현을 최소화 시키는 노력과 제품출시직후의 잠재적 저항성발현에 대한 리스크를 예측하고 저항성관리를 위한 방제력 개발 전략을 수립한다면 최소한의 저항성발현은 막을 수 있을 것이다.

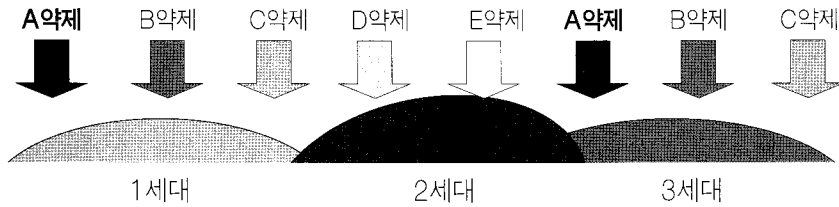
## 저항성발현의 리스크 예측

잠재적 저항성발현에 대한 리스크는 상황에 따라 매우 다양하고 여러 가지 특징들에 의해 좌우되기 때문에 예측하기가 그리 쉽지는 않다. 그 요인중 약제의 지효성, 기존약제와의 연관성, 작용기작, 교차저항성 등이 관련된다. 일반적으로 잔효력이 긴 약제는 저

그림 1. 잘못된 방제력



(바람직한 방제력)



항성발현의 가능성이 높아 혼합제 선택시에도 잔효력이 고려되어야 한다.

또 추천약량, 사용횟수, 처리면적, 처리시기 등이 관련되어 살포횟수가 많은 약제가 저항성발현을 보다 더 빠르게 진행시키며 어떤 경우에는 저항성개체라도 해충의 감수성시기에 약제가 살포되면 적절한 방제를 할 수도 있다. 실례로 호주에서 저항성해충인 왕담배나방(*Heliothis armigera*)의 어린 유충시기에 약제를 처리 했을때 효과적인 방제의 예가 보고된바 있다.

그리고 해충의 생식율, 해충의 운동성, 먹이의 다양성, 해충의 령기 및 서식지역, 개체내 저항성인자의 분포범위, 유전적요인 등이 관련된다. 즉 년간 세대수가 많은 해충이 저항성발현이 빠르게 나타난다는 것이다. 이러한 요인들을 작업적(Operational), 생물학적인(Biological) 및 유전적인(Genetic) 요인들이라고 한다.

### 저항성관리를 위한 방제전략

서로 다른 계통의 살충제 교호살포를 추천한다. 그 이유로는 한 개체군내에서 저항성이 일반적으로 일정하게 발현되는 것이 아니기 때문에 다른 계통의 살충제를 교호살포하여 예견된 저항성을 사전에 효과적으로 지연 또는 방지하는데 그 목적이 있다.

보다 효과적인 방제를 위해서는 모든 약제는 약량을 지켜 살포해야 한다. 최근에 가장 효과적인 교호살포 전략으로는 포장에서 감수성개체가 완전히 발생되기 전에는 이전에 사용한 약제와 같은 계통의 약제를 사용하면 안된다는 것이다.(그림 1)

즉, 지금까지 저항성예방을 위해 교호살포를 권장했으나 그림 1과 같이 각 세대에 A약제, B약제, C약제가 중복살포 하게되면 저항성발현이 나타날 수 있다. 바람직한 방제력은 1세대, 2세대에 동일계통 약제의 중복살포를 피하는 것이 바람직하다.

### 효율적인 저항성관리 원칙

- 첫째, 각 품목의 특징, 효과, 지속성, 침투성여부, 화합물의 계통 등이 어떻게 각 지방의 해충종합관리 및 저항성관리에 부합시킬수 있는지를 고려해야 한다.
- 둘째, 살포시기에 같은 계통의 약제를 해충의 연속세대에 걸쳐 연용하여 살포하지 말고 서로 다른 계통의 혼합제를 추천하거나 다음세대에는 다른 계통의 약제를 추천하여 방제 해야 한다.
- 셋째, 추천약량과 살포기간을 준수해 해충을 방제한다.
- 넷째, 저항성발현이 의심될 경우, 반드시 같은 계통의 약제를 연속 살포하면 안된다.
- 다섯째, 적절한 처리시기, 해충 및 잎에 약제가 골고루 살포해야 한다.
- 여섯째, 작물의 재배와 해충이 동시에 발생이 되지 않도록 하는 경종적방법을 도입해야 한다.
- 일곱째, 모니터링프로그램을 적극적 활용해 저항성해충의 발생을 사전에 인지해 효율적인 방제 체계를 세우는 것이 바람직하다.

저항성관리의 또 하나 전략인 서로 다른 계통의 혼합제 개발시 염두해야할 사항은 서로 조합되는 약제의 잔효력이 비슷해야 한다거나, 한 성분에 생존한 해충은 다른 성분에는 방제가 가능하도록 약량이 충분히 설정되어야 하고 각각의 성분이 대상 해충에 서로 다른 살충기작을 지녀야 한다는 것이다. 대부분의 혼합제 경우 각각의 가장 효과적인 약량이 저항성발현을 지연시켜주며 단제보다 더 효과적으로 해충을 방제할 수는 있다. 그렇다고 그 혼합제를 연용했을 경우에 Multiple Resistance 의 가능성은 배제할수 없다.

#### 저항성관리는 해충종합관리 일부분

오랜기간동안 해충종합관리는 저항성관리의 대표적인 예로써 추천되어 왔다. 서로 다른 계통의 살충제를 교호살포하는 것 이외에 화학적 방제, 경종적 방제, 생물학적 방제 등을 이용하여 해충을 방제하는 것이다. 장

기적으로 저항성관리는 해충종합관리의 일부분으로 생각해야 할 것이다. 해충종합관리의 가장 기본원칙은 같은 계통의 약제 살포횟수를 줄이는 것이다.

이는 해충의 세대수와 관련이 있으며 연속한 해충세대에 같은 계통의 살충제에 노출되어서는 안된다는 것을 의미하는 것이다. 가능하면 해충방제를 위해 잔효력이 짧은 약제를 추천하지만 여러 해충세대에 연속살포를 유도하는것을 의미하는 것은 아니다.

또한 유익곤충 및 해충의 주의깊은 모니터링이 요구되고 경제적 수준을 고려한 적절한 처리시기, 해충 및 잎에 충분히 묻도록 살포하는 것 등이 충분히 고려되어야 한다.

저항성모니터링은 저항성관리 프로그램의 부이며 특히 새로운 계통의 약제가 시장에 출시되기전 기초자료를 확보하고 꾸준히 해충에 대한 해당 약제의 Sensitivity를 모니터링 하는것도 저항성관리를 위한 가장 중요한 자료라고 판단된다. Y