

• 농약의 선택성이란?

‘인축·유용생물’ 독성 낮고 ‘병해충·잡초’에 강한 효과

다른 생물에 대한 약제작용 차이, 과학·기술 진보 결과
‘화학물질의 안전성’ 자체 독성보다 노출정도·시간이 좌우

- 홍보부 -

“벌레가 죽으니까 사람에게도 해가 없을리가 없다. 잡초가 죽으니까 사람에게도 영향이 있을 것이다”라고 말하는 의문은 자주 나오게 된다. 아마 이전의 농약 중에는 인축이나 물고기 등에 영향을 미치는 것도 있었다. 그러나 노력과 기술의 진보에 따라서 인축이나 유용생물에 독성이 적고 병해충이나 잡초에는 강한 효과가 있는 약제, 다시 말하면 선택성이 높은 약제개발에 힘을 기울이게 되었다. 그 결과 옛날 약제는 새로운 약제로 교체되었으며 오늘날 사용하고 있는 농약의 대부분은 선택성이 높은 약제로 되어 있다.

해충을 겨냥한 방식

다른 생물에 대한 약제의 작용이 차이가 있는 것을 ‘선택성이 있다’고 말한다. 살충제를 예로

들면 해충에는 강한 독성을 발휘하고 반대로 인축이나 유용생물에는 독성이 적은 것을 말한다. 이러한 독성이 나타나는 차이를 특히 ‘선택독성’이라 한다. 선택독성은 약제가 체내에서 복잡하게 이행, 대사, 분해, 작용점, 감수성 등이 생물간에 다른데서 발생한다고 볼 수 있다. 한번만이 아니고 거듭하여 여러 가지 요인이 복합적으로 작용하여 선택독성이 나타난다고 생각하고 있다.

선택독성의 메커니즘

여기에서는 주로 살충제의 선택성에 대해 설명하고자 한다.

(유기인제) 많이 사용되고 있는 유기인제는 신경기능을 저해하고 있다. 곤충에 대해서는 포유류보다 수백배에서 수천배나 강하게 작용

하는 것이 많다.

포유류에는 체내에 가지고 있는 어떤 종류의 해독 분해효소의 작용에 의하여 그 영향을 받기 어렵기 때문이다. 곤충은 이 효소의 작용이 약하기 때문에 극미량으로도 작용을 받아서 치사에 이르게 된다.

같은 계통의 파라치온은 해충에 높은 효과가 있으나 인축에도 독성이 강하다는 단점이 있는데 이의 화학구조 일부를 변경하여 곤충에 대한 강한 효력을 유지하고 인축의 독성을 경감한 페니트로치온이 있다. 그 차이는 뇌 신경계에 살충성분의 도달량이 적다는 것으로 알려져 있다.

[합성피레스로이드제] 제충국의 살충성분인 피레스린에 기원을 둔 합성피레스로이드계 살충제는 인축에는 독성이 적고 반대로 여러 해충에 효과가 높은 것이 특징이다. 그것은 포유류에는 신경계에 다다를 때 까지 살충성분이 빠르게 대사 분해되기 때문이다.

[BT제] 생물농약은 선택성이 높은 것이 특징이다. BT제는 세균의 일종으로 *Bacillus Thuringiensis*가 작용 살충성 단백질을 이용한 약제이다. 밤나방 등 알카리성의 소화액을 가진 해충이 BT제가 부착된 잎을 먹으면 소화관내의 알카리성의 분해효소가 작용하여 살충성 단백질이 활성화 한다.

이 활성화된 살충성 단백질에 의하여 소화관벽의 세포가 파괴되어 해충은 치사에 이르게 된다. 그러나 같은 곤충이라도 꿀벌과 같이 소화액이 산성이거나 포유류에는 독성이 나타나지 않는다. 이와같이 같은 곤충에도 천적이나 익충 등에는 영향이 적은 약제가 실용화되어 있다.

탈피와 변태 등을 저해

[IGR] 곤충 특유의 생합성계를 이용해서 선택성을 발휘하고 있는 약제도 있다. 곤충의 표피는 척추동물에는 없는 키틴을 주성분으로 하고 있다. 채소나 과수 등의 해충방제에 사용되는 클로르프루아주론 등은 키틴의 생합성을 저해한다.

해충의 유충은 표피의 형성을 방해하여 탈피나 변태가 불가능하여 치사하게 된다. 이와같이 곤충에 특유한 변태 등을 방해하는 것은 곤충성장제어제(IGR)라 부르며 포유류에 작용이 거의 없는 것이 특징이다.

생물은 긴 진화의 과정으로 오늘날 분화하고 다양화 해오고 있다. 형태뿐만 아니라 내부의 생리기능도 종에 따라서 차이가 있다. 따라서 병해충이나 잡초에 특유의 생리기능을 찾아내어 그것에 맞추어서 선택성의 높은 약제가 출현할 가능성이 있다. 오늘날에는 이러한 기술이 인축이나 유용생물 또는 환경에 영향이 적고 병해충이나 잡초에는 효과가 큰 약제의 개발이 계속되고 있다.



선택성 제조제

농업용 살충제는 해충을 퇴치하지만 작물에는 해를 미치지 않는다. 일반작물과 해충에 따라 원연(遠緣)의 생물종간에는 이러한 '선택성'이 곰잘 나타나지만 근연(近緣)이 되면 찾아보기 어렵다. 작물이나 잡초와 같은 고등식물로부터 제조제의 경우 이 선택성을 찾는 것이 제일 어려운 일이다.

최초의 본격적인 제조제 2,4-D는 식물뿌리의 생장촉진 물질을 연구하던중 우연히 발견하였고 별꽃, 명아주 등 광엽잡초는 고사시키지만 벼과의 보리에는 안전하여 잡자기 각광을 받았다. 그 후 2,4-D와는 반대로 피 등 벼과의 잡초

는 고사시키지만 토마토 등 광엽의 작물에는 안전한 것을 보여주었다.

감자에만 안전한 것, 콩류에 안전한 것, 피는 죽이지만 벼에는 안전한 것 등 근연의 작물과 잡초간에도 고도의 선택성을 나타내는 제조제가 계속해서 개발되고 있다. 이 대부분이 시행착오와 끊임없는 노력의 결과이다.

선택성의 메카니즘으로서는 작물과 잡초의 크기 차이, 종자 크기의 차이, 토양중에서 발아하는 깊이의 차이, 그런 약제를 흡수하여 체내에 분포시키는 스피드나 약제를 분해하는 능력의 차이 등이라고 생각된다. 지금은 이제까지의 지식을 이용하여 더 한층 고도의 선택성 제

환경과 선택성

■ 급성독성과 만성독성

농약에 한정하면 화학물질은 천연·합성을 불문하고 그것이 입에 들어가거나 흡입하거나 접촉하거나 하면 생물에 대해서 어떤 작용을 미친다. 그 작용이 인축을 비롯하여 생물에게 마이너스일 때 '독성이 있다'라고 말한다. 독성에는 여러 가지 종류가 있지만 잘 알려진 것은 급성독성과 만성독성이 있다. 비교적 다량의 물질을 일시적으로 체내에 섭취한 경우에 나타나는 독성을 '급성독성'이라 한다. 섭취량에 따라서 단시간에 치사에 이르게 된다. 한편 1회의 섭취로는 영향을 받지 않는 양일지라도 매일 되풀이하여 장기간에 걸쳐서 계속 체내에 들어갔을 때 나쁜 영향이 나타나는 것은 '만성독성'이라 한다.

■ 만성독성과 시간

예를 들면 먹는 소금에도 독성이 있으나 통상적 섭취량이면 우리들의 몸에 나쁜 영향을 미치지 않는다. 그러나 체중 1kg당 3g 이상을 한꺼번에 섭취하면 반수의 사람이 치사에 이르게 된다(체중 50kg의 사람의 경우는 150g, 맥주컵 한잔 정도의 양이다).

그것은 혈액중 나트륨과 염소농도가 급격히 증가하여 세포내의 수분이 일거에 세포 밖으로 이동하여 뇌세

초제를 설계하는 시대가 되었다.

변화하는 농약

잡초가 작물에 미치는 손실은 상상외로 크다. 수도의 경우 농약을 사용하지 않으면 병해충으로 평균 36%, 잡초로 35%가 감소한다. 옛날에는 잡초는 사람 손으로 뽑았다. 뽑으면 수확이 올라갔다. 그래서 옛날부터 근면한 농민은 한결같이 풀을 뽑았다. 이 작업은 허리를 굽히고 머리를 숙여 작업을 하였고 이때 수도의 잎이 눈을 상처나게 하는 등으로 눈을 제대로 뜰 수가 없을 정도로 고된 작업이었다.

그러므로 제초제의 출현은 농민에게는 신의

은총이 아닐까? 일본 최초의 제초제는 2,4-D이다. 이 약은 1942년 미국에서 발명되었지만 그 작용은 식물 자신이 가지는 옥신이라는 호르몬과 같아서 줄기신장이나 뿌리형성 등을 촉진한다. 이것을 식물에 다량으로 투여하면 호르몬 밸런스가 붕괴, 식물체내에 변조를 일으켜 고사해 버린다. 이 작용은 광엽식물에 특히 강하여 벼과에는 약한 특색(선택성)이 있기 때문에 벼과작물, 예를 들면 유럽에서는 밀, 일본에서는 벼의 제초제에 널리 사용되었다.

그러나 이런 약도 동일계통에서 더 한층 선택성이 우수한 약제로 대체되고 그리 많은 양이 사용되고 있지 않다. **농약정보**

포의 위축, 뇌혈관의 확장, 출혈 등을 일으키기 때문이라고 알려져 있다.

한편 1일에 10g이상을 장기간에 걸쳐서 섭취하면 이른바 고혈압 등의 성인병을 초래할 우려가 있다. 즉 화학물질의 안전여부는 그 물질의 고유한 성질(독성의 강약과 종류)에 더하여 일상생활에서 그 물질과 접할 때의 농도와 시간(빈도와 기간)으로 결정된다. 이것을 농약에 바꾸어 놓고 보면 독성이 약한 약제를 가능한 적게, 횟수도 줄여서 사용하는 것이 보다 안전성을 확보하는 조건이 된다.

■ 농약개발과 선택성

신약제 개발에 있어서는 그 조건에 부합하도록 하는 것이 요구되고 있다. 그 경우 선택독성은 중요한 포인트가 된다. 인축에 독성이 없거나 적어야 하며 대상해충에 높은 효과가 있어야 한다. 실패하는 약제의 양(유효성분)은 적어야 된다는 것을 의미한다.

현재 요구되고 있는 환경에 부하가 적은 약제 개발을 위해서도 높은 선택독성은 반드시 필요하다. 물론 농약의 안전성을 전제로 생각할 경우 현장에서 사용방법도 중요하다.

예를들면 감기약도 복용량이나 횟수, 식전·식후 또는 어린이의 경우는 어른의 몇분의 일로 줄이는 등 사용법이 결정되어 진다. 그것을 지키는 것이 보다 부작용의 우려가 없고 높은 효과도 기대할 수 있다. 이와같이 농약도 안전사용기준을 엄격히 설정하여 그에 따라 사용하는 것이 보다 안전한 농산물을 생산할 수 있고 높은 효과를 기대할 수 있다.