

리

포

트

천연농약의 개발 전망

藥劑耐性에 따른 문제점 없어

농약연구소 농약화학과장 농학박사 박 영 선

기술발전과 병해충도 다양화

농업생산에 있어서 제일 큰 저해 요인의 하나인 병해충을 효과적으로 방지하기 위하여, 농약의 사용은 현대농업에 있어서 필요불가결한 수단이 되고 있다. 이와같이 농업생산에 중요한 농업자재중의 하나인 농약은 기원전부터 사용되어 왔으며 당시에는 천연산물을 원래있는 그대로 사용하여 왔으나 그 이후 인구의 증가에 따른 식량의 소비증가로 농업생산물의 증산이 불가피하게 되고 영농기술의 발전과 더불어 병해충도 점차 다양화되어 새로운 농약의 개발이 시급하게 되었으며 이에

따라 농약의 대량생산이 뒤따라야만 하게 되었다. 이러한 사회적 배경으로 말미암아 천연농약(天然農藥)에서 합성농약(合成農藥)의 개발 단계로 접어들어 유기염소계 농약의 합성이후 유기인계, 카바메이트계 농약 등 여러가지 형태의 합성농약이 개발, 보급되어 농약생산에 크게 공헌하여 왔다.

그러나 한편, 농약은 농업생산증대에 공헌함과 동시에 부(負)의 영향도 고려하지 않으면 안된다. 즉, 병해충방제를 위하여 사용되는 농약은 종류에 따라서는 강한 독성을 갖고 있는 것도 있어서 농약을 살포하는 농민의 증독사고발생의 우려와 살포된 농약이 농산물이나 자연환경중

◇ 안전 농약의 개발 전망 ◇

에 잔류하여 결국에는 우리 인체에 영향을 미치는 등의 예가 있다. 이와같은 농약의 부작용은 저독성농약의 개발보급, 잔류성농약의 사용금지 및 농약의 안전 사용기준과 방법을 준수함으로써 줄일 수 있으나 인축이나 자연환경보존을 위하여 보다 적극적인 대책으로서 농약자체가 목적으로 하는 병해충에만 선택적으로 작용하고 타생물에는 아무런 영향을 주지 않는 안전성 농약의 개발이 시급하다고 본다. 따라서 현재까지 알려진 지식으로 개발이 가능한 안전한 농약에 대하여 설명하고자 한다.

분자설계에 의한 새로운 농약

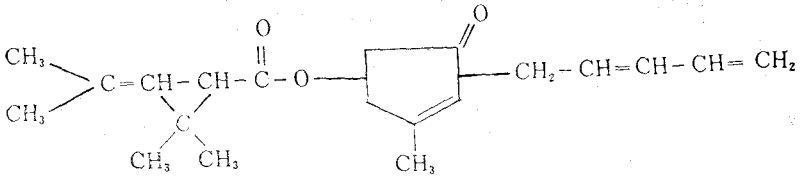
합성농약의 대부분은 자연계에 존재하는 생물 또는 무생물의 구성 성분중에서 병해충의 생리활성을 저해하는 물질의 성분을 모체로 하여 그 구조 또는 구조중의 일부 성분을 변화 또는 타성분으로 치환시켜 살균·살충력을 증강 시킴과 동시에 타생물에는 안전하고 자연계에서 분해가 신속한 화합물을 합성하여 농약으로 이용하는 방법이다.

그 예로서 아레스린(arethrin) 및 페메트린(fermethrin)은 피레스로이드(pyrethroid)계 농약으로서 살충효과가 우수하며 자연계 내에서도

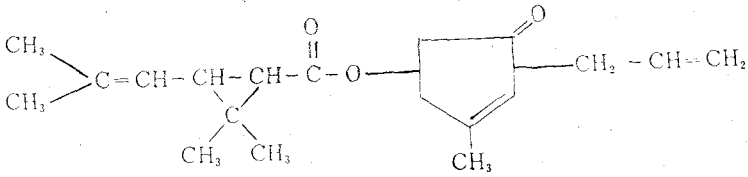
잔류성이 없어 최근에 안전성 농약으로서 그 사용량이 점차 증가되고 있다. 이들 아레스린이나 페메트린은 과거부터 살충제로 사용해 오던 제충국계의 주성분인 피레스린계 살충제로서 속효성이고 저독성이며 분해가 신속하여 살충효과 뿐만 아니라 자연생태계에 대해서도 안전한 화합물이지만 농용으로 야외에서 사용할 때에는 광에 의한 분해가 신속하여 실효를 거두지 못하고 주로 옥내 위생해충 방제제로 사용되어 왔으나 천연 피레스린의 구조중 일부를 아래 그림에서 같이 변화시켜 광에 의한 안전성을 보완한 우수한 농약인 것이다.

식물·병원균 세포벽 상이점 이용

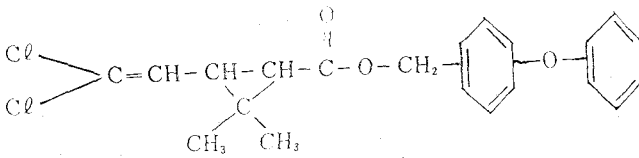
병원균이나 식물은 다같이 세포의 형태나 강도를 유지하기 위하여 세포벽을 갖고 있으나 그 세포벽을 구성하고 있는 성분 조성은 병원균이나 식물에 따라 상이하다. 병원균의 세포벽조성은 Chitin질로 되어 있으나 식물의 세포벽 조성은 일반적으로 Cellulose로 되어 있다. 이와 같이 식물과 병원균의 세포벽 조성물질의 상이점을 이용하여 농약을 개발하는 것이다. 즉 생체내에서 Chitin합성을 저해하는 물질을 개발 합성하여 농약으로 이용하는 방법



天然피레스린



아레스린



피메트린

으로서 병원균에 대해서는 선택적으로 작용하여 세포벽의 구성을 저해하여 병원균을 사멸시키나 식물에는 아무런 영향을 주지 않는다.

人畜에는 벽구조 없어 안전

특히 인축의 세포에는 벽 구조가 없으므로 인축에도 안전하게 되는 이점이 있다. 현재 사용되고 있는 살균제중 Chitin합성저해제로 알려져 있는 것은 IBP와 Polyoxine이 있

었으나 앞으로 안전한 농약의 개발 측면에서, 보다 많은 Chitin합성저해제가 개발되어 질 것으로 전망되고 있다.

또 최근에는 해충 방제제로서 Chitin합성저해제의 개발이 진행되고 있다. 해충 방제제로서의 Chitin합성저해물질은 병원균에 비하여 곤충의 성장속도가 늦으므로 그 효과를 검토하기가 어려워져서 현재까지는 그 효과가 없는 것으로 인정되어 왔으나 곤충 체내에서 Chitin합성이 왕성한 탈피(脫皮), 용화(蛹化)시에

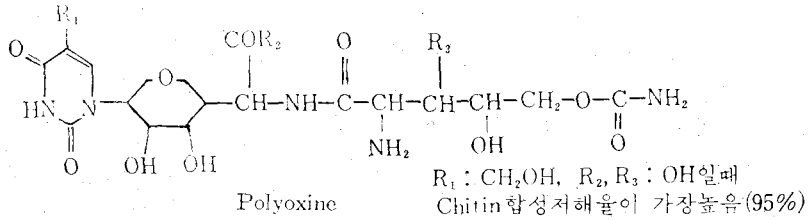
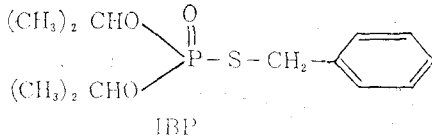
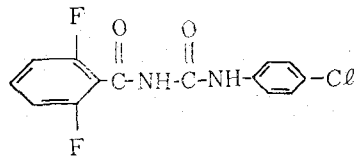


그림 Chitin 합성저해 살균제

그 효과를 기대할 수가 있어서 현재 diflubenzuron 이 해충방제제로 사용되고 있다.

변태생리에 영향받아 사멸

해충에 있어서 Chitin합성 저해제는 곤충의 외골격을 구성하고 있는 구치쿠라의 주요 구성성분이 Chitin 질로 되어 있기 때문에 곤충에 있어서 Chitin합성이 저해되면 곤충 특유의 현상인 변태생리에 영향을 받게 되어 탈피과정에서 새로운 외피형성이 불완전하게 되어 연약한 외피가 형성되어 정상적인 탈피, 용화가 불가능하여지고, 또 건조에 대한 저항력이 없어지게 되어 사멸되게 된다.



diflubenzuron

그림 Chitin합성 저해 살충제

생리·습성등 약점 이용한 정제제

살충제에서 보는 바와 같이 해충을 급성적으로 사멸시키는 것이 아니고 해충의 생리습성 및 행동상의 약점을 구명하여 이 약점을 자극하므로써 해충의 밀도를 저하시켜 충

해를 감소시키는 물질로서 이들 물질을 살충제의 범주에 넣는 것이 부적당하여 LEVINSON(1975)은 이들 물질을 총칭하여 해충정지제(Insectistatics)라고 하였다. 해충정지제로서 현재까지 소개된 것으로는 곤충의 유인물질, 불임화제, 곤충의 변태 Hormon 등이 알려져 있다.

.....
해충의 유인물질
.....

모든 생물과 마찬가지로 곤충도 자연계에서 그들 중의 생존과 번식을 위하여 동일종 개체 상호간에 정보 교환에 의하여 생활하고 있다. 그 정보의 방법으로는 소리, 빛, 및 전자파등의 물리적 수단에 의한 방법과 미각등 화학물질을 이용하는 방법이 있다. 이러한 정보교환수단 중 곤충체내에서 생산하여 체외로 분비하여 동족의 각 개체에 정보를 전달하여 특이한 행동을 하게 하는 화학물질을 유인제라고 말한다. 곤충의 유인물질에는 위험을 알려주는 경보유인물질, 길을 안내하는 안내 유인물질, 암수의 성을 알려주는 성 유인물질 등이 알려져 있으나 농약으로서의 이용효과가 인정된 것은 성유인물질을 이용한 곤충의 교미 행위를 교란제어하는 방법이다.

교미 교란시키는 성유인물 발생예찰에도 효과적 이용

성유인물질을 이용한 해충방제는 해충을 일정한 장소로 유인하여 살충제에 의한 대량사멸방법 또는 대량 불임화시키는 방법이 있으며 해충의 방제뿐만이 아니라 해충의 발생예찰에도 효과적으로 이용할 수 있으며 곤충의 종류에 따라 성유인물질이 상이하여 곤충의 중간선택성이 있어 유용곤충(天敵)보호에도 효과가 크므로 앞으로의 개발이 주목된다.

곤충의 유인물질에는 위의 성유인물질과 같이 동족의 개체간에 유인하는 것과는 반대로 곤충 체내에서 생산하여 체외로 배설, 분비하는 물질 중 타종의 곤충을 유인하는 물질이 있다. 이를 「가이로몬」이라 하며 해충이 배설하는 이물질에 천적에 유인되어 해충을 살멸 또는 살상하여 해충밀도를 감소시키는 작용을 하므로 앞으로 이에 대한 연구도 기대된다.

.....
해충 불임화제
.....

해충을 불임화시켜 그 밀도를 저하시키는 방법으로서 오래전에 방사선(r-Ray)조사에 의한 불임화 해충을 방사하여 해충방제에 성공하였

◇ 안전 농약의 개발 전망 ◇

다. 그러나 불임화 해충의 방사는 해충의 대량사육등 여러가지의 문제점이 있어서 실용화가 어려웠다.

이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 값이 싸고 사용이 편리한 화학 불임제의 개발로 효과적인 해충방

제가 가능하였으며 불임화충의 방사보다 더욱 좋은 방제효과를 보였다.

곤충홀몬제 농약

표. 화학불임화제 처리에 의한 해충방제효과

세대수	무 처리	살충제살포 (90%방제)	불임충(♂)방사 (1세대 900만마리)	화학불임제처리 (90% 불임화)	살충제살포+ 불임충(♂)방사
0	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
1	5,000,000	500,000	500,000	50,000	45,450
2	25,000,000	250,000	131,625	2,500	9,880
3	125,000,000	125,000	9,540	125	485
4	125,000,000	62,500	50	0	0
5	125,000,000	31,250	0	0	
6	125,000,000	15,625			
절감되 기까지 세대수	—	18	5	5	4

곤충은 다른 생물과 달리 번태라는 곤충특유의 생리를 갖고 있어 일생을 통하여 알→유충→고치→성충으로 그 형태를 변화시키며 생활한다. 이러한 형태변화는 곤충체내에서 생성되는 생리 활성물질인 번태홀몬의 작용에 의하여 이루어진다.

곤충의 번태홀몬중 중요한 것은 유약(幼若)홀몬과 탈피홀몬이다. 유약홀몬은 곤충을 유충형태로 유지시키는 작용을 하며, 한편 탈피홀몬은 탈피를 유기(誘起)시키는 것으로 곤충체내에서 이들 홀몬의 분비량이 균형을 잃게 되면 번태생리에 이상

을 초래하여 곤충을 죽음에 이르게 한다.

호르몬의 분비량을 교란시켜

이들 번태홀몬중 해충방제제로 이용 가능성이 높은 것은 유약(幼若)홀몬으로서 곤충에만 특이적으로 작용하므로 타생물에 대해서는 안전하며, 살충제에서 볼 수 있는 약제내성에 따른 문제점도 없으므로 안전한 농약으로 개발될 가능성이 있으나 사용 시기가 곤충의 발육단계중 극히 한정된 시기에만 유효하게 작용한다는 결점이 있다.

그러나 최근에는 유약혼몬의 작용에 길항적(拮抗的)으로 작용하는 항유약혼몬이 존재하는 것이 구명되어 곤충의 조숙변태의 유기, 생식선의 발육억제, 성 유인물질의 생산억제, 휴면 유기 및 살란등의 작용을 갖으며 곤충의 평기에 관계없이 유효하므로 해충 방제제로서의 이용가치는 유약 혼몬보다 높이 평가되고 있어 금후발전이 기대된다.

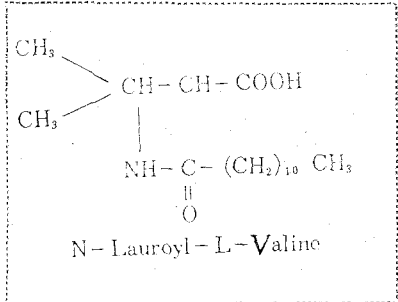
생체 구성성분을 이용한 농약

생물체의 구성성분은 일반적으로 생물에 대하여 독성이 낮고 생체내에서 분해대사가 용이하므로 이러한 물질을 적절히 이용하여 병해충 방제제로 이용하므로써 안전성이 높은 방제제를 개발하는 방법이다.

생체내에서 아미노산은 세포벽이나 단백질 등의 구성성분이며 또한 지방산은 식물유 등에 함유되어 있는 물질로서 이들 양물질은 주요한 생체구성 성분이다. 이 양물질을 적절히 결합시켜 병해충 방제제로서 이용하고자 개발한 것이 아미노산-지방산 농약의 동기이다.

현재 개발 검토되고 있는 것은 N-Lauricacid와 L-Valine을 결합시켜 만든 N-Lauroyl-L-Valine은 토마토의 역병 및 반점병에 우수한 방제효과를 보여 실용화 가능성을 보이고 있다. 특히 이들 아미노산-지방

산 농약은 생체내에서 대사과정을 거쳐 이분해성(易分解性)이 되므로 과채류와 같이 수확기간이 긴 작물에 특히 이용가능성이 큰 것으로 알려져 있으며 앞으로 개발전망이 밝은 농약이다.



생리활성물질을 이용한 합성물제

미생물이 생산하는 생리 활성물질을 이용한 항생물질제는 표에서 보는 바와 같이 여러 종류가 이용되고 있으며 이들 항생물질제는 생물에 의해서 합성된 유기화합물로서 작용성이 타 합성농약과 특이하고 선택성작용을 보이며 인축에도 안전한 것이 많다.

선택성보이고 인축에 안전

종래의 항생물질제는 주로 병해 방제제로서만 개발이 진행되어 왔으나 최근에는 식물바이러스병 방제제로서 유효한 abomycin A가 발

◇ 안전 농약의 개발 전망 ◇

표 농용항생물질의 종류 및 대상병명

항 생 물 질 명	대 상 식 물 및 병
항휘성 항생물질	
Blasticidine	수도 : 도열병
Gasgamyacin	수도 : 도열병
Polyoxine	수도 : 잎짚무늬마름병
Cy clohexamide	사과 : 반점낙엽병, 낙엽송 : 선고병
Gly ceofluvine	배 : 흑반병, 참외 : 넝쿨마름병
Validamycin	수도 : 문고병
Ezomycin	콩 : 균핵병
Streptomycin	과수, 야채 : 병해
Oxytetra cycline	과수, 야채 : 병해
Erocydine	수도 : 백엽고병
Chloramphenicol	수도 : 백엽고병
Nobobiocine	토마토 : 괴양병

견되어 곧 실용화 될것으로 알려져 있으며 살충성 항생물질 ptericidin A 및 B, 살응애성인 polynactin 복합체도 실용화되고 있다.

천적의 응용 가능한 생물농약

천적등 생물을 이용하여 병해충을 방제하려는 것은 옛날부터 시도되어 왔으며 특히 최근 화학농약의 다량 사용에 의한 생태계 변화 등 여러 가지 문제점이 대두되면서 천적곤충, 천적미생물, 길항미생물 등을 이용하여 병해충을 방제하는 것으로, 화학농약과 동일한 형태로 살포 또는 방사하여 병해충을 방제하는 생물을

소재로 하는 농약을 화학농약에 대응하여 생물농약(biotic pesticide)이라 한다. 생물농약중 해충 방제제로서 이용되고 있는 것은 천적곤충제, 천적미생물제 등이 알려져 있으며 천적 미생물제로는 주로 세균 제제, 사상균 제제 및 바이러스 제제의 연구가 활발히 진행되고 있는 한편 이미 상품으로 개발되어 실용화 되고 있는 것도 있으며 우리나라에서도 세균 제제인 Thuricide가 실용화되고 있다.

이들 생물농약은 기주 특이성의 선택성을 가지고 있으며 인축에도 안전하며, 일반 화학농약과도 혼용이 가능하므로 앞으로 기대되는 농약으로 전망된다.