

해의 농약개발의 흐름



농촌진흥청 농업기술연구소
농화학연구담당관실

정 영 호

1. 머리말

농약이 농업생산에 이바지한 공헌은 어느 누구도 부인할 수 없는 사실이며 앞으로도 증가하는 인구의 식량을 충족시키기 위하여 농약사용은 계속 증가하게 될 것이다. 그러나 최근 농약사용에 따른 부(負)의 효과로서 사용된 농약이 자연계 잔류로 인한 환경오염은 사회적인 문제를 야기시키고 있으며 또한 인축에 대한 독성, 천적등 유익 곤충에 대한 영향등 여러가지 문제점을 안고

있다. 이와같이 농약이 본래의 목적의 비의도적(非意圖的) 문제점을 개선하기 위하여 종래 사용되어온 농약에 비해 보다 안전한 농약을 개발하지 않으면 안된다.

농약을 안전하게 사용하기 위하여는 사용하는 농약자체가 병해충의 방제효과가 확실할것은 물론이며 가능한 한 독성이 낮고 안전성이 큰 것이어야 한다. 즉 목적 이외의 생물에 대해서는 작용하지않는 안전한 농약의 개발이 요망된다.

안전성이 높은 새로운 농약의 개발은 종래의 살충제, 살균제, 제초

제등과 같은 작용성을 가진 화학농약(化學農藥)의 개발과 **여들**과 상이한 작용성을 가진 생물농약(生物農藥)의 개발이 기대된다. 또한 농약의 안전성을 높이기 위하여 제제의 개발도 연구가 진행되고 있으나 여기서는 우선 안전성이 높은 화학농약의 개발 전망에 대해서 논의코저 한다.

2. 안전한 화학농약의 조건

농약이 본래의 목적을 달성하기 위하여 대상 병해충 및 잡초등에 대하여 정확한 효과를 보여야 함은 말할 것도 없으며 경제적으로도 값이 저렴하여야 한다. 더우기 앞으로의 안전한 농약은 독성 및 환경오염에 대한 안전성이 특히 중요하다. 그러므로 안전성 농약은 선택성이 클것과 화학적으로 분해가 빨라야한다는 두가지 성질을 갖추지 않으면 안된다.

농약의 선택성이 크다는 것은 방제대상 해충, 병원균, 잡초등에 대한 작용성(약효)과 익충이나 목적작물, 인축, 어패류등 목적 이외의 생물체에 대한 작용(독성)의 차가 크다는 것이다.

일반적으로 농약에 어떤 특정 생물 특히 근연생물(近緣生物)에 대해

서도 선택성을 가진다는 것은 현재까지로서는 모순된것으로 생각되어 지나 앞으로 과학의 발달에 수반하여 이러한 선택성 농약의 개발도 가능하여질 것으로 보여진다.

현재에도 여러가지의 선택성 농약이 개발되어 실용화되고 있으나 일반적으로 비선택성 농약에 비하여 적용범위가 좁다는 점과 사용농도, 효과, 경제성등 불리한 점이 없지 않으므로 앞으로 개발할 선택성 농약은 이들 결점을 해결할 수 있는 선택성 농약이라야 한다.

다음 또하나의 안전성 농약의 조건으로 중요한 것은 분해성이다. 이는 사용된 농약이 걸지않은 일정 기간내에 분해되어 불활성(不活性)의 물질, 가능하면 물이나 탄산가스와의 같은 저급의 극히 일반적인 무해물질까지 분해되어 자연계물질순환계에 들어가 환경이나 생물체내에 잔류, 축적하지않는 성질을 말한다. 그러나 분해가 빠르다는것은 농약으로서 효력이 빨리 상실한다는 것이므로 효과적인 측면에서 보면 불리하다. 따라서 일정한 방제효과를 위해서는 사용량이나 사용회수를 늘리지 않으면 안되는 결점이 있다.

그러므로 분해가 빠른 농약은 효과의 지속성과 잔류성과의 균형을 조화시켜 사용하므로써 수확기간이

진 농작물이나 수확후 즉시 식용으로 하는 작물에 대해서 효과적으로 이용될 수 있다.

3. 기대되는 새로운 화학농약

안전성이 높은 새로운 화학농약으로서 현재 개발연구중이거나 실용화 시험이 진행중에 있는것중 장래 실용화가 기대되는것들을 보면 다음과 같다.

가. 곤충의 성페로몬 (Sexpheromone)

동물이 생존하고 번식하기 위해서는 동족간에 식별이나 연락이 필요한것 처럼 곤충의 경우에도 동족 상호간에 통신이나 정보전달의 방법으로 소리나 빛 전자파(電磁波)등의 물리적 수단이나 미각등 화학물질에 의한 수단을 이용하는 것으로 알려졌다. 이와같이 정보전달의 수단으로서 곤충체내에서 생산된 어떤 물질을 체외로 분비하므로 동족의 다른 개체에 정보를 전달하는 물질을 페로몬이라고 한다. 이중 특히 곤충의 성에 관계하는 행동, 즉 암컷이 수컷을 유인한다든가 수컷이 암컷을 유인하는 물질을 성페로몬이라고 한다. 곤충의 페로몬에는 성에 관계하는것 외에 동족에게 위험을 알리는

경보페로몬, 보금자리로 돌아가는 길을 알려주는 길잡이 페로몬등이 알려져 있으나 해충방제에 이용 가능성이 가장 큰것은 성페로몬에 의한 교미행동의 억제이다.

현재까지 알려진 가장 강력한 작용을 보이는 성페로몬으로서는 누에나방과의 성페로몬인 “봄비콜”(bombykol)이나 독나방과의 성페로몬인 “질톨”(gyptol)이 알려져있다. 이들 성페로몬은 $10^{-12} \sim 10^{-13} \mu\text{g/ml}$ 의 저농도에서도 활성을 나타내는 것으로 알려져있다.

성페로몬의 해충방제제로서 이용 방법은 여러가지로 고려되고있다.

첫째, 성페로몬을 넣은 덫(trap)을 이용하여 수컷을 유인 포획하던가 타살충제로 죽이는 방법.

둘째, 종래 사용해 오던 유아등과 병용(併用)하여 유인하는 방법으로서 성페로몬 단독사용의 경우보다 수배의 유인효과를 나타내는 예를 볼수있다.

셋째, 덫에 흔히 불임제(不妊劑)를 조합하여 유인한 수컷을 불임제로 처리하여 방사하는 방법이다.

네째, 성페로몬을 직접 포장 전체에 드문드문 살포하여 암컷이 발견되지않게하는 방법으로 이론적으로는 꽤 유망한 방법이다.

앞으로도 성페로몬을 이용한 해충

방제의 새로운 방법이 계속 개발될 것으로 전망되며 해충방제제로서 성체로몬의 장점을 보면 다음과 같다.

1) 극미량으로 동족의 타 개체에 전달되어 그 행동을 규제한다.

2) 종 특이성이 있다.

3) 인축에 대한 독성이 거의 없고 잔류성도 없다.

4) 천적등 유익 곤충을 무차별 살해하는 일이 없다.

5) 타 약제(살충제, 화학 불임제)나 타방제법(유아등)등과 병용이 가능하다.

6) 해충의 서식밀도가 낮을때 유효하다.

7) 약제 저항성이 없다.

8) 효과의 범위가 넓다.

9) 방제제로서 이용하는것 외에 해충의 발생예찰, 분포, 밀도 조사에도 이용이 가능하다.

이상에서 보는바와 같이 곤충의 성체로몬은 해충 방제제로서 기대되는 바가 크나 실용화에 있어서 몇가지 문제점을 가지고 있다. 즉, 성충에는 유효하고 유충이 가해하는 해충에 대해서는 직접적인 효과를 기대할수 없으며, 해충이 급격하게 돌발하였을 경우 긴급대책으로는 적합하지 못하다는 점등 결점도 내포하고 있다. 이러한 문제점에 대해서는 앞으로 해충의 행동, 수명, 교미화

수, 성비(性比)등 곤충의 행동학적 으로나 생태학적인 면을 충분히 연구 검토하므로써 해결이 가능할것으로 생각된다.

다. 곤충의 변태홀몬 (變態 Hormone)

곤충은 일생동안 알, 유충, 번데기, 성충으로 그 형태를 여러가지 단계로 변화하면서 성장하는 곤충 특유의 변화를 변태라고 불리어지며 이는 곤충 체내에서 생성되는 생리 활성물질인 변태 홀몬의 작용에 의해서 유기(誘起)된다. 변태홀몬으로서 중요한 것은 유약(幼若)홀몬과 탈피(脫皮)홀몬이 있어, 유약홀몬은 곤충을 유충의 상태로 유지하는 작용을 가지는 것이며 한편 탈피홀몬은 번데기에서 탈피를 유발하는 작용을 가지는 것이다.

곤충의 변태홀몬중 해충 방제제로서 특히 주목되는 것은 유약홀몬이다.

유약홀몬은 곤충에만 특이적으로 작용하여 그 번태, 발육등을 억제하여 곤충의 정상적인 발육과정을 교란시키므로 죽음에 이르게한다. 그러므로 곤충의 변태홀몬은 종래의 살충제와 같은 독성물질과 상이하야 타 생물에 대한 독작용은 문제가 되지 않으며 자연제에 잔류성, 약제저

항성발달등의 위험성이 없는 장점이 있으며 특히 유약홀몬은 살난(殺卵)작용도 인정되어 효과적인 해충 방제제로 이용 가능성이 크다. 그러나 유약홀몬은 곤충과 타 생물간에는 선택성이 크나 해충과 익충간의 선택성, 결국 종특이성이 없는 것이 결점의 하나이며 또한 천연 유약홀몬은 공기중에서 불안정하며 곤충의 종류, 발육단계, 처리방법에 따라 효력의 차이가 있으므로 사용 방법상의 어려운 점도 결점이라 하겠다.

그러나 최근 변태홀몬의 중간 선택성에 대한 연구결과 노린제과의 곤충에서 발견된 유바비온(Juvabione)이라는 유약홀몬은 같은 노린제류중에서도 벌무늬 노린제 이외의 곤충에는 천연 활성을 보이지않는것이 밝혀져 곤충의 중간 선택성 유약홀몬의 발견도 불가능하지는 않다.

더우기 최근에는 천연 유약홀몬에 비하여 활성이 강하고 공기중에서 안전한 합성화합물도 얻어지고 있어 값싸고 안전한 곤충 변태홀몬의 실용화가 일보적전까지 온것으로 보인다.

다. 화학 불임제

곤충을 불임화시켜 생식력등을 박탈하므로써 해충을 방제하려는 것으

로서 처음으로 방사선(감마선)조사가 채용되어 불임화시킨 수컷을 대량 방사하는 방법이 시도되어 소에 기생하는 쇠파리 박멸에 획기적인 성공을 거두었다.

그러나 방사능을 이용한 해충방제는 대규모의 시설과 다액의 비용이 소요되며 곤충의 대량 인공사육이 필요하게 되므로 이것에 비하여 값싼 화학물질에 의한 불임화 방법이 연구돼 현재까지 많은 곤충 불임화 약제가 발견되었다.

현재까지 발견된 화학불임제중 특히 효과가 우수한 물질로서는 테파(tepa), 메테파(metepa), 아포레이트(apholate)등으로 이는 제암제(制癌劑)로 알려진 인축에 강한 독성을 나타내므로 해충 방제제로의 실용화에는 문제가 있음이 밝혀졌다. 그러나 험파(hempa), 렘멜(lemmel)등의 화합물은 독성이 낮은물질로서 현재 해충 방제제로 이용 가능성을 검토중에 있다.

화학불임제의 사용법으로서는 감마선의 경우와 같이 불임화충을 방사하는 방법과 직접 포장에 살포하여 이것에 접촉한 해충 또는 이것을 먹은 해충을 불임화 시키는 방법이 고려되고 있다.

불임화충을 방사하는 방법은 종특이성이 커서 목적해충 이외의 생

물에 대한 영향은 없으나 방사용 해충의 대량 인공사육이 필요하고 효과를 증진시키기 위하여는 방사충이 자연해충중에 충분히 혼입되어 그 성행위가 자연에 존재하는 무처리충과 전혀 차이가 없을것과 방사구역 내 타구역으로 부터 무처리충의 침입이 없을것등 여러가지 어려운 조건이 있다. 또한 앞의 성페로몬의 경우에서와 같이 돌발적으로 해충이 발생하였을때 속효성이 없어 적어도 1세대 이전에 처리할 필요가 있다.

화학불임제는 인축이나 타생물에 대한 독성이 있으므로 사용시에는 천적이나 유익곤충에 대한 고려가 필요하다.

라. 아미노산-지방산 농약

생체의 구성물질은 생물에 대하여 특성이 낮고 생물체 내에서 분해가 쉬우므로 이와같은 물질을 잘 이용하므로써 안전성이 높은 병해충 방제제를 개발할 수 있는 가능성이 있다.

아미노산은 생물의 세포벽이나 단백질등의 구성성분으로서 중요한 물질이며 생물의 종류에 따라서 특성의 아미노산이 필요 불가결한 경우가 많다. 다음 지방산은 동식물유 등에 함유하는 물질로서 극히 일반적인 생체 구성성분이다. 이 두가지

생체 구성물질을 조합하여 병해충 방제제로 이용하려는 시도가 아미노산-지방산농약개발의 동기이다.

아미노산-지방산농약은 아미노산과 지방산을 탈수, 축합한 형태의 화합물로서 아미노산 및 지방산의 조합으로 여러가지 화합물의 개발이 가능하다. 현재 병해 방제제로 개발된 화합물중 N-lauroyl-L-valine은 라우린산(lauline酸)과 L-발린(L-valine)의 축합화합물로서 토마토의 역병 및 반점병에 우수한 방제효과를 보여 실용화 가능성이 인정되었으며, 오이의 탄저병, 노균병, 토마토의 잎곰팡이병에도 유효한 것으로 인정되고 있다. 특히 이 화합물은 분해가 쉽게 일어나므로 장기간 약효를 기대할수는 없으나 열채류나 과채류와 같이 수확기간이 길고 수확기간중에도 계속 방제하지 않으면 안될 경우에는 유효하게 사용할수있는 특징이 있다.

독성면에 있어서도 매우 저독성(쥐에 대한 경구독성 LD₅₀: 6,000 mg/kg체중)이며 토양중에서는 토양미생물에 의하여 천연에서 흔히 분해되어 자연환경에 아무런 영향을 주지 않는다.

아미노산-지방산농약은 병해 방제뿐만 아니고 해충이나 잡초 방제

제로서의 이용 가능성도 있는것으로 앞으로 이에 대한 연구도 다각적으로 이루어지고 있다. 또한 생체 구성성분중 아미노산이나 지방산 이외의 당류, 인지질, 핵산등의 조합에 의한 안전성 농약개발에도 연구가 진행되고 있다.

마. 항생물질

항생물을 생산하는 생리적 활성물질을 이용한 항생물질제는 이미 다수가 살균제로서 실용화되고 있다.

항생물질은 생물에 의해서 합성된 유기화합물로서 생물 분해성 물질이다. 더우기 타 약제에 비해서 특이적으로 작용하는 경우가 많고 선택적으로 작용하며 인축에 대한 독성도 낮아 안전성 농약으로서 기대되는것중의 하나이다.

또한 항생물질제는 방제 유효농도가 타 합성 화합물에 비하여 극히 낮아 포장에 투하되는 약량이 합성 농약에 비하여 적으므로 자연계 잔류문제에도 유리하다.

항생물질제는 일반적으로 제조비가 합성농약에 비하여 고가인것이 결점이라 하겠다.

종래 개발된 항생물질제는 주로 병

해방제제로 개발이 진행되었으나 최근에는 식물 바이라스병, 제초제로서 유효한 아보마이신 A(abomycin A)가 발견되어 실용화를 위하여 검토중에 있다.

살충성을 가지는 항생물질로서는 피리시딘 A 및 B(piericidin A,B)가 발견되었으며 최근에는 살비성의 항생물질인 폴리낙틴(polynactin)복합체가 사과, 차의 엽응애류 방제제로서 처음으로 실용화되었다.

4. 맺음말

식량증산의 목적으로 사용된 농약이 자연환경의 파괴라는 비의도적 작용으로부터 안전적 농산물의 생산공급을 위하여 종래 사용되어온 농약의 문제점을 개선한 새로운 농약의 개발전망에 대해서 알아보았다.

새로운 농약의 개발, 특히 안전성 농약의 개발에는 많은 경제적 문제점과 기술적 문제점이 있으므로 우리로서는 선진 외국에서 이미 개발된 기술정보를 조속히 입수하여 국내 산업체 및 각 연구기관에서 우리의 실정에 맞는 농약을 제조 실용화하는데 노력하여야 할것이다.