

(바)
(람)
(직)
(한)
(미)
(래)
(농)
(약)

컴퓨터성 농약은 획기적 방향제시

논

단

고려대학교 농과대학 조교수

황

병

국

고도의 산업화와 다른 직업으로 좋은 수입원을 찾아 농업인구의 감소로 인하여 노동력의 부족, 노임의 상승은 작물재배기술을 더욱 합리화하고 기술개선을 재촉하고 있다. 이에 따라 이전의 전통적이며 기계적 식물병·해충 방제체제는 많은 노동비를 필요로 함에 따라 수확량을 안정화시키고 작물생산물 품질의 향상은 가격이 저렴하고 약효가 뚜렷한 다량의 농약살포에 의한 병해충, 잡초의 방제에 의해서만 가능케 되었다.

농약의 기술혁신 방법

현재까지 농약의 적정사용은 다수확을 이루는데 큰 역할을 하고 있으나 오·남용으로 뜻하지 않던 부작용도 낳고 있다. 오용에 의한 환경오염가능성, 식품·인축에 잔류문제 연용에 의한 저항성병·해충의 유발 남용에 의한 천적·익충의 교살로 생태계의 교란에 의해 중요치 않던 병 해충의 대발생등이 그것이다.

최초에는 비특이적 활성독물

최초의 농약들은 비특이적 활성을 지닌 일반독물들이었다. 초기 개발된 제초제는 염소산나트륨과 황산구리같은 선택성이 없는 전면 제초제이었고 시안화수소산제, 비산납같은 살충제는 살충력이 넓고 인축에 독

성이 있었다. 비슷하게 황제, 보르도액 유기수은제같은 살균제는 곰팡이에 대해 비교적 비특이적 살균효과를 보이는 경향이 있다.

이후의 연구에 의해 선택성이 있는 유기농약이 개발되어 2,4-D 같은 페녹시제, 제초제, malathion 같은 유기인 살충제 captan과 같은 trichloromethylthio 살균제가 나오게 되었다.

농약의 오용에 의해서 일어나는 환경오염의 위험이 크게 문제가 됨에 따라 효과가 알려져 있는 모든 농약들은 시판되기 전에 독성과 잔류에 대한 엄격한 시험에 통과되어야 한다. 이러한 환경에 안정하고 약효가 더욱더 선택적인 농약생산에 관심을 가지고 신농약 개발에 연구가 진행중에 있다.

이상적인 농약은 대상병해충, 잡초에 대한 고도로 특이적인 독성을 보여야 하고 필요이상으로 지속성이 없고 생태계(ecosystem)에 영향을 주지않아 천적과 다른 익충에 해가 없어야 한다. 그러나 현재 사용되고 있는 농약은 이러한 이상을 충분히 충족치 못하고 있다.

농약의 오용에 의해서 일어나는 환경오염의 위험이 크게 문제가 됨에 따라 효과가 알려져 있는 모든 농약들은 시판되기전에 독성과 잔류에 대한 엄격한 시험에 통과되어야 한다. 이렇게 환경에 안정하고 약효가 더욱더 선택적인 농약 생산에 관심을 가지고 신농약 개발연구가 진행중이다.

침투성 농약개발은 획기적 진기

접촉제보다 침투성 농약에 대한 관심이 증대되어 농약을 효과적으로 사용하고 환경오염의 위험을 줄이고 있다. 살충제에 있어 침투성제제는 처리된 작물을 가해하는 곤충만 살상하기 때문에 그들의 작용에 있어 더 선택적일 것이다. 지난 10여년동안 농약연구에서 가장 획기적인 사실은 침투성 살균제의 개발이다.

재래 예방적 효과를 지녔다고 알려져 있고 '60년대 널리 농가에서 여러 곰팡이병 방제에 큰 공헌을 했던 보호살균제(Protective fungicides)들은 다음과 같은 많은 단점을 가지고 있다.

1. 병원균이 식물에 일단 침투된다면 감염후 치료효과를 기대하기 어렵다.
2. 예방적인 사용은 살포후에 감염이 있을 수 있으므로 경제적 위험이 있다.
3. 일반적 살포기술로는 식물표면에 완벽한 피막을 형성시킬 수 없다.
4. 강우에 의해서 씻겨 나가기 쉽

다.

5. 살포후에 새로 발육한 식물부위는 보호되지 않는다.
6. 비 특이적이며 많은 미생물에 대해 넓은 작용효과를 소유하고 있다.

침투성 살균제에서 이러한 보호에 방적 효과를 구별해내기는 어렵다. 예를 들어서 *Dodine*은 사과 붉은별무늬병 (*Venturyria inaequalis*)에 예방효과를 가지고 있다.

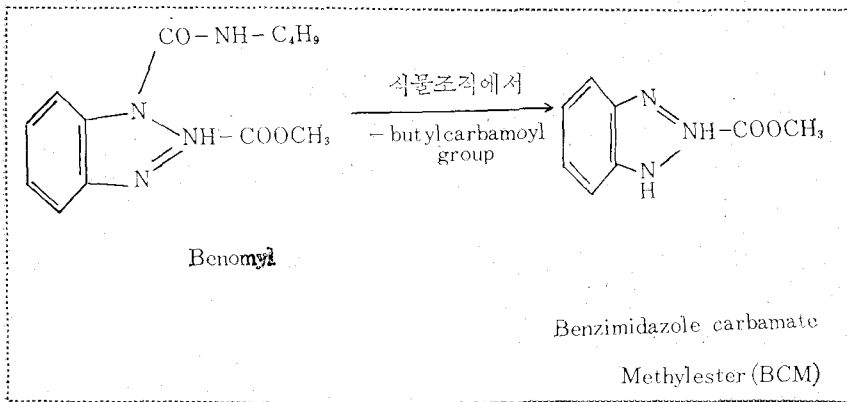
증산작용따라 윗부분에 침투

침투성 살균제는 식물에서 흡수되어 여러 식물조직에 이동되며 특히 살포할때 직접접촉되지 않은 조직에도 증산류와 함께 유효성분이 도달되어 진다. 거의 예외없이 이동은 물관을 통해 증산하는 식물조직에 상향식(acropetal)으로 이동하여 유효성분이나 이들의 대사물질이 결국 가장 자리에 저장되어진다. 이 침투성살균제의 큰 단점으로서 하향식(basipetal) 이동은 대부분 불가능하므로 새로 성장하는 부위의 방제는 불완전하다. 연면살포를 하면 성숙된 잎에서 어린 잎, 줄기로 다음에 뿌리로 이동되어야 하나 이러한 이동은 매우 어렵다. 이러한 침투성 살균제는 살포방법, 살포시간에 구애 없이 살포할 수 있고 대부분이

작용범위가 좁아 선택적이다. 현재 시판되고 있는 이들 약제로서는 Benzimidazole 계통의 Benomyl, Oxathiine 계통의 Vitavax, Pyri, midin 계통의 Milstem, Triadimefor 계통의 Bayleton 등이 녹병균, 흰가루병균, 잡부기병균, 사과 후성병균 잣빛곰팡이병균등에 광폭할 만한 약효를 보이고 있다.

침투성 약제는 이 약제가 접촉한 식물 조직을 변화시키거나 이 조직에 의해 변화되어진다. 그러므로 반드시 병원균에 대한 직접 독소작용에 의해서 병을 감소시킬 필요가 없으며 또한 자체가 살균효과를 가질 필요가 없다. 예를 들어 Benomyl은 뿌리 및 잎을 거쳐 식물의 다른 부위로 도달될 수 있는 적용범위가 넓은 살균제이다. Benomyl 자체는 약효가 없으며 BCM으로 분해되어 약효를 나타낸다.

식물조직에서 분해되어진 BCM은 곰팡이 대사의 세포분열에 영향을 주어 microtubules의 대형분자의 일부분과 복합체를 형성하여 정상적인 방추사형성을 저지한다. 이처럼 침투성 살균제의 유효성분은 식물조직 내에서 항균효과가 있어야 하고 병원균에 해를 주고 식물에는 해가 없는 즉 선택성이 있어야 한다. 그리고 이러한 유용한 침투 효과를 달성키 위해 활성 유효성분은 기주식물



조직내에서 안정해야한다. 그럼에도 불구하고 고등식물, 곰팡이의 생리 생화학적대사에 있어 근본적으로 유사성이 많기 때문에 기주식물, 병원균사이에 독성작용에 있어 좋은 선택성(selectivity)을 얻는다는 것은 침투성 살균제의 개발에 큰 어려움을 주고 있는 것이다.

침투성 약제는 증에 흡수되고
 불활한 기후에도 사용 가능

과거의 Parathion 같은 대부분의 살충제가 국부(局部)효과를 지녀 식물체의 줄기나 잎에 상당히 강하게 침투하는 심달성(深達性)을 보이기 는 하나 약제가 접촉하지 않는 다른 식물부위로 유효성분의 분산 이동은 거의 불가능하다. 이에 반해 침투성

살충제는 입체 형태로 토양에 뿌려 지면 식물에서 흡수되어 도관(導管)에 이동, 식물의 여러부위에 잔류되어 오랫동안 방제효과가 있다. 식물에 빠른 흡수는 익충(益虫)의 위험도를 감소시킨다. 살포후 몇시간내에 이미 식물 흡증, 저작곤충에 영향을 주나 천적이나 꿀벌에는 해가 없다. 또한 침투성살충제는 식물에 분산이 양호하며 국부효과만을 지닌 약제에서 거의 효과를 주지 못하는 숨어사는 해충에도 효과가 양호하다 살포기출면에서 침투성살충제는 불량한 기후에서도 살포가 가능한 이 점을 가지고 있다.

그러나 침투성살충제에 의한 비영속성 바이러스 매개곤충(non-persistent virus vectors) 방제에는 문제

지난 10여년동안 농약연구에서 가장 획기적인 사실은 침투성 살균제의 개발이다. 이 살균제는 식물에서 흡수되어 여러 조직에 이동되며 특히 살포할 때 직접 접촉되지 못한 조직에도 중산류와 함께 유효성분이 도달되어 효과를 나타낸다.

가 있다. 이 바이러스는 매개곤충에 의해 매우 빨리 기주식물에 옮겨져 흡수된다. 이 짧은 시간에 침투성 살충제는 효과가 없고 그래서 매개가 저지되지 않는다. 예를 들어 감자 Y-바이러스는 비영속성 바이러스이므로 살충제에 의한 진딧물집단의 감소에 의해서 방제가 가능하다. 이에 반하여 영속성 바이러스의 매개를 위해서 식물에서 매개충의 긴 흡즙시간이 필요하다. 예를 들어 감자·영속성인 잎말림병 바이러스의 매개충 복숭아 혹진딧물에 의해 바이러스가 식물체내에 들어가기 전에 이미 진딧물살상이 이루어진다. 침투성 살충제의 사용은 감자재배뿐만 아니라 많은 다른 재배작물에서 효력이 증명되어 왔다.

앞으로는 식물에서 농약의 이동에 영향을 미치는 여러 요인들에 대한 정밀한 지식을 통해 수목에 흡수, 양호하게 이동되는 농약을 개발하여 수목병을 방제 가능하게 할지 모른다. 작물잎에 살포된 후에 체관에 의해 뿌리로 이동되어지는 농약이 필요하다. 이러한 농약은 뿌리병원균과 현존농약에 의해 잘 방제되지

않는 많은 선충에 대해 매우 효과적일 것이다. 합성식물생장조절제 *daminozide*는 분명히 하향식 이동으로 감자 더듬이병에 대해 효과를 보이지만 대부분의 침투성 살충제는 잎에서 거의 아래로 이동치 않는 결점을 가지고 있다.

현재 침투성 살충제의 작용범위의 결정적인 결함은 감자역병균같은 조균류(*Phycomycetes*)의 병방제에 있다. 그러나 잎에 *Pyroxychlor*가 살포되었을 때 뿌리로 이동되어 뿌리 감염 조균류를 방제한다. 입체로 제조된 *Proxymchlor*는 완두콩·검은무늬병(*Mycosphaerella pinodes*)를 성공적으로 방제했다. 이 약제의 조균류에 대한 효과 발견은 정밀하게 계획되어진 선발시험의 중요성이 강조된다. 이 시험은 기주식물과 약제간에 일어나는 상호작용을 관찰해야 한다. 오직 종자처리시험만 행했다면 이 새로운 약제는 발견되지 않았을 것이다. 더욱더 이러한 특이적인 농약은 선발시험에서 반응이 예민한 생물로 시험되지 않으면 쉽게 그 효과가 발견될 수가 없다.

.....이처럼 침투성 살충제의 유효성분은 식물조직내에서 항균효과가 있어야 하고 병원균에는 해를 주나 식물에는 해가 없는 즉 선택성이 있어야 한다. 또한 이런 유용한 침투효과를 달성하기 위해 활성 유효성분은 기주식물 조직내에서 안정해야 한다.

특이적 선택성이 강화된 약제 개발

많은 침투성 농약들이 특정 대상 병·해충·잡초에만 선택효과를 나타내고 있다. 농가에서 사용되고 있는 모든 농약들은 무수한 실험과정을 거쳐 선발된 것이다. 이들 농약들이 우수한 효과를 지닌다면 더 효과적인 유효성분으로 되어 있는 농약의 대상 생물에 대한 작용기작(mode of action)을 천명하여야 한다. 더욱더 선택적인 농약을 개발하는 데는 정확한 선발시험계획의 수립이 실제적으로 중요하다. 미래에 더욱더 특이적인 살균제가 주로 곰팡이에만 국한되어진 농약을 선발함으로써 발견될지 모른다. 예를 들어 chitin은 곰팡이의 세포벽에 중요하기 때문에 chitin 대한 이들 약제의 효과가 연구될 수 있다. 식물과 곰팡이 사이에 거의 중요한 대사 차이가 발견되지 않았으나 분명히 곰팡이에 유일한 대사과정의 저해에 대한 지식이 새로운 특이적 살균제의 개발을 위한 유용한 기초자료가 될 것이다.

현존 Synaptic 살충제(예, 유기인

제, carbamates제)의 주요 작용점인 acetylcholinesterase가 곤충과 포유동물의 중앙 신경계에 널리 분포되어 있기 때문에 공격목표로서 acetylcholine보다 더 특이적인 자극 전달물질이 발견되어야 한다. 예를 들어 메뚜기의 자극전달은 메뚜기 방제를 위해 상당히 특이적 살충제를 개발할 농약의 주요 공격목표가 될리라 예상되는 비교적 특이적인 amine transmitter를 내포할지도 모른다. 곤충의 특이적인 신경전달계를 저해하는 농약을 위해 실제적으로 연구가 되고 있고 이는 중요한 새로운 선택성 살충제 개발을 위한 유망한 연구분야이다.

상이한 작용기작, 선택성, 지속성을 지닌 여러 종류의 제초제가 시장에 나와 있다. 선택성의 제초제는 2,4-D나 MCP와 같이 화본과의 잡초에는 효과가 나타나지 않으나 광엽의 잡초에는 효과가 좋다.

선택성 중에는 屬間選擇性이란 것이 있다. 같은 科의 식물에 대해서도 그 종류에 따라서 효과에 차이가 있다. 예컨대 같은 화본과 중에서도 벼屬에는 해가 없고, 피속에는 강하

미래에는 더욱더 특이적인 살균제가 주로 곰팡이를 대상으로 개발될지 모른다. 아직 식물과 곰팡이 사이에 중요한 대사차이가 발견되지 않았으나 분명히 곰팡이에 유일한 대사과정의 저해에 대한 지식이 새로운 특이적 살균제 개발을 위한 유용한 기초자료가 될 것이다.

게 작용하여 고사시키는 StamF-34 (Propamil)는 그 좋은 예이다. 작물 별로 고도의 선택성이 있는 약제가 개발되어 작물에 대해 어떠한 환경 조건 (토성, 기상, 재배양식등)에서도 약해없이 잡초만 효과적으로 제거시키는 제초제가 현재까지 알려진 것이 많지 않아 더욱더 선택성약제 개발이 요청된다.

저항성의 발생은 자연히 감소

과거에는 대부분이 비특이적인 무기, 유기 농약을 과량 살포함에 따라 이들 약제에 대한 저항성이 크게 문제가 되지 않았다. 1960년대에 이미 137종에 달하는 응애, 곤충류에서 저항성이 발생되었다고 보고되었듯이 최근에 들어 어떤 특정 대상 생물에만 유해하게 하는 침투성이고도로 선택적인 농약을 살포함에 따라 급격하게 저항성 곤충, 응애, 곰팡이를 발생토록 했다. 이의 원인으로서는 과거 비특이적인 농약은 여러개의 작용점 (sites of action)을 가짐으로서 곤충이나 곰팡이의 여러 대사과정을 무분별하게 교란시킴으로 쉽게 復歸突然變異 (back mutation)가 일어날 수 없었으나 이에 반해 최근 널리 사용되고 있는 많은 침투성 살충살균제들은 침해할 수 있는 작용점이 하나나 소수에 불과하여 복귀돌연변이에 의해 침해부의

의 수선이 가능함으로 이들 약제에 대해 저항하여 살상율이 떨어지리라고 추정하고 있다.

이러한 해충 병원균들에 대한 저항성 유기로 인하여 많은 약제가 더 이상 사용되지 않거나 사용량이 점차 줄어가고 있다. 1947~1950년에 스웨덴, 미국에서 파리에 대한 DDT의 저항성의 유발로 더 이상의 DDT 사용이 금지되고 많은 살비제가 응애에 대한 저항성을 일으키고 있다. 1960년중반 부터 살균제에 대한 저항이 많이 연구되고 포장에서 발견되어왔다.

1970년초에 농용항생물질인 가스신에 대한 도열병 저항성균이 일본에서 발견되고 침투성 살균제인 Benzimidazol 계통인 Benomyl, Pyrimidine 계통의 Ethirimol (Milgo-E, Milstem)에 대해 흰가루병균등 여러균에서 저항성이 보고되어 사용이 줄고 있다.

더욱더 침투, 선택성농약들이 계속 개발되어 농가에 보급되길 기대하나 이들 약제는 대상 병 해충에서 저항성 발생 위험에 대처해야 한다. 최근에 침투성살균제로서 녹병균과 흰가루병균등 소수의 곰팡이 병원균에만 곰팡이의 ergosterol이 합성을 억제하여 고도의 특이적인 우수한 약효를 내고 있는 Triadimefon 계, Bayleton은 아직까지 약제 저항성발

생보고가 없어 이것은 약제저항성을 발생하지 않는 침투성 살균제의 개발 가능성을 시사하고 있다.



생물에 직접 작용하는 새로운 형태의 농약에 부가하여 식물성장조정제, **Pheromones**, 곤충성장호르몬, 화학불임제같은 성장조정제의 개발이 미래 연구에 중요한 분야인 것 같다. 현재의 해충방제는 주로 곤충의 신경계에 작용하는 유기인계 **carbamate** 계통의 살충제의 사용에 의존하고 있다. 해충의 화학적방제 수단 중에서 성 **Pheromones**가 아마도 감응도와 특이성에서 그 목적을 달성할 가능성이 크다.

곤충의 활동에 영향을 주는 많은 화합물이 지금까지 알려져 왔다. **methoprene** 같은 곤충의 **juvenile hormone**은 모기류에 고도의 특이적 독성을 보이고 곤충의 변태를 저해한다. **Diflubenzuron**은 **chitin** 합성을 저지하고 곤충 **Cuticle** 형성을 방해하는 곤충 성장조정제이다.

해충방제에 또 다른 흥미로운 접근은 화학불임제의 사용이다. 이것

의 살포는 지중해 광대파리에 성공적으로 적용되어 왔으며 더 효과적인 불임제가 계속적으로 탐구되고 있다 이와 같은 성장조정농약은 일반적으로 대상 해충에 대해 고도의 특이적 독성의 이점을 가지고 있어 전통적인 살충제와 비교하여 볼때 약제 저항성을 유기치 않는다.

항생물질이라 함은 미생물이 생성하는 물질로서 저 농도에서 다른 미생물의 생장이나 대사를 억제시키는 물질로서 **Penicillin**이 발견되고 더 많은 수의 항생물질이 개발된 이후에 의학에서 달성된 크나큰 성공으로 이것을 식물보호에 사용하려는 실험들이 수행되어 왔다. 식물병원세균과 곰팡이에 효과적인—(무엇보다도 **actinomycetes**에서 생성되어진)—항생물질이 화학적으로 매우 다른 구조에서 더욱 많이 발견되었다. 실질적인 이점으로는 많은 이들 화합물이 식물에서 흡수되어 침투적으로 분산이행되며 예방적효과 뿐만 아니라 치료적효과를 보인다는 것이다. 단점으로는 많은 경우에서 강한 약해가 있다는 점이다. 일본등 아시아 지역에서 벼재배에 많은 항생물질이

해충방제에 또 다른 흥미로운 접근은 화학불임제의 사용이다. 이 방법은 지중해광대파리 방제에 성공적으로 적용돼 왔으며 더 효과적인 불임제가 계속적으로 탐구되고 있다. ……성장조정 농약은 일반적으로 대상병해충에 대해 고도의 특이적 독성의 이점을 가지고 있어 전통적인 살충제와 비교하여 저항성을 유기치 않는다.

사용되고 대량생산은 경제적인 사용을 가능케 했다. 벼도열방제에 매우 효과적인 부라딘(부라에스), 가스신(가스가민) 같은 항균성 항생물질이 더욱더 개발될 것이다.

포자발아억제제 개발도 가능

포자발아억제제의 추구에 분명한 효과를 지닌 여러가지 자연연화합물이 알려져 있으므로 더 많은 관심이 필요하다. 예를 들어 methyl 3,4-dimethoxycinnamate는 강남콩녹병균 포자의 발아를 억제한다. 이와 같은 약제가 저항성 병·해충방제에 적합할지 모른다.

바이러스계 농약도 주목하기

식물바이러스방제에 이용되는 상품화된 농약이 없다. 이들 바이러스 방제 농약 개발은 바이러스와 기주식물간에 존재하는 밀접한 관계를 선택적으로 교란시켜야 함으로 어렵지만 이들 약제발견은 미래 농약연구의 주요한 목표이다.

대량작물이 억제없는 새시제

적당한 식물세균방제약도 또한 부족함으로 포장에서 효과있는 새로운 농약이 개발되어야 한다. 세균방제에 충분히 지속적이고 기주식물에

유해하지 않는 약제를 발견하는데 어려움이 있다.

Streptomycin과 같은 항생물질이 식물세균에 효과적이거나 가격이 비싸고 적정 병방제농도와 약해를 유기하는 농도간에 차이가 너무 미세하다.

기주·환경 고려한 간접방제제

약제선발시범은 과거에는 대상 병·해충에 대한 직접효과를 평가하는 데 집중하여 왔고 기주식물과 환경에 대한 약제 효과에 대해서는 관심을 두지 않았다. 어떤 농약은 칩해병원균에 대해 작물의 저항성을 증가시키거나 병원균에 불리한 환경을 조성하여 간접작용으로 약제효과를 낸다. 이러한 농약은 대상 병해충에 직접 독성효과를 내는 약제에 비해 약제 저항성을 유도하지 않기 때문에 매력을 준다. 몇가지 약제가 직접 병원균에 영향을 주지 않고 병피해를 감소시킨다고 알려져 있다. 어떤 농약은 자연적인 항균물질(Phytoalexin)을 내포하고 있다고 알려져 있고 이들 자연적인 저항성기작은 때때로 화학물질에 의해 유도될 수 있다. 완두에서 동과 수은염의 살포는 Phytoalexin인 Pisatin 생성을 촉진하며 사과일에 Phenylalanine의 주입은 사과·혹성병균에 대한 저항성을 증가시키는 것 같다.

☐ 바람직한 미래의 농약 ☐

화학물질은 또한 침해 병원균에 장애가 되는 두터운 Cuticle형성을 유도하여 물리적으로 기주식물을 변화시킴으로서 효과를 나타낸다. 이들 간접적인 병방제농약을 개발키 위해서는 기주식물의 생리·생화학적 대사에 대한 많은 지식이 요구된다.

제제방법 개선으로 약효증진 도모

새로운 형태의 농약개발보다 경이적이지는 않지만 기존농약의 새로운 제제화의 중요성과 필요성이 간과되지 말아야 한다. 제제화 (예, 수화제, 분제, 입제, 종자피복, micro-capsules 등)는 농약의 지속성과 선택성에 실제적으로 영향을 줄수 있다. 천적이나 익충에 대한 피해를 감소시키려는 노력에서 살포시기, 살포방법, 제제화등이 대상 해충행동에 조화되도록 조정된다. 이러한 생태적인 접근은 더욱 개발의 여지가 있고 많은 농약살포효율을 현저하게 향상시킬 수 있다. 해충에 직접농약살포가 농약이 표피에서 증기로 흡수되어지는 것 보다 약 10배가량 효과가 떨어진다는 보고가 있다.

제제화를 통하여 상이한 생물에 도달되는 상대적인 농약양이 변경된다 예를 들어 DDT의 수화제에 amine-streartates의 부가는 약효를 저하시키지 않고 잎위에서 지효성을 증가시킨다. DDT 입자에 hemicellulose를 피복시켜 줌으로써 hemicellulase 같은 효소를 지닌 저작구해충은 보호적인 DDT hemicellulose 피복을 분해할 수 있으므로 선택성을 얻을 수 있다. 많은 약제의 효과를 증진시킬 수 있으므로 오직 pyrethroids에서 현재 사용되고 있는. 협력제 (Syn ergists)를 이용토록 제제화의 연구가 계속되어야 한다.

생태계 원리를 이용한 생물농약

천적 미생물·천적곤충·길항미생물을 이용한 병·해충·잡초의 방제를 목적으로 만들어진 제제로서 일반 화학농약을 사용함으로써 야기되어지는 여러가지 문제점을 해결할 수 있는 수단이라 할 수 있겠다. 예로 *Bacillus thuringiensis* 제제는 이 세균의 독소를 결정화시켜 제품화시킨것으로 이것은 나비목 곤충의 유

어떤 농약은 침해 병원균에 대해 작물의 저항성을 증가 시키거나 병원균에 불리한 환경을 조성하여 간접작용으로 약제 효과를 나타낸다. 이러한 농약은 대상병해충에 직접 독성효과를 내는 약제에 비해 약제 저항성을 유도하지 않기 때문에 매력울 준다.

충방제에 쓰이며 사상균제제비루스 제제로의 개발을 진행하고 있다.

천적곤충이 대량생산되어 생물농약으로 시판되고 있다. 일본에서는 가루각지벌레의 유용한 천적으로서 기생벌을 대량생산하여 상품화하였고 화란에서는 식식응애를 온실에서 방제키 위해 포식응애를 대량증식하여 약제처럼 농가에 판매하고 있다.

미생물에 의한 잡초방제를 위해 이분야에 대해 많은 연구를 하고 있다. 그러나 생물농약의 일반 보급에 있어서는 아직도 사용방법의 개량, 범위의 확대와 더불어 새로운 생물농약의 계속적인 연구가 기대된다.

영속되지 못하는 저항성 품종 육성

종합적, 생물 화학적 방제법이 미래에 더욱 일반화될 것이다. 다른 방제법이 적심한 병해충피해를 감소시키며 화학적 방제를 보류하고 기주-병·해충의 생태를 조절하여 적은 양의 농약사용으로 해충의 효율

적인 방제효과를 얻게 할 것이다.

작물육종가들은 식물병에 대해 저항성품종을 육성하는데 성공하고 있으나 식물병 저항성은 일반적으로 영속적이지 못하고 이에 대응하여 이 병원균이 병원력이 강한 새로운 테이스로 변화되어 이전에 저항성이었던 품종이 감수성으로 역전되어 극심한 피해를 주게 된다. 저항성 품종의 육종은 육종가와 병원균의 변이간의 경주로 변질되어 가고 있다.

저항성품종의 도입, 경종적방제법 천적이용 같은 생물적 방제수단들이 현재 우세한 위치에 있는 살균, 살충, 제초제같은 농약을 대체하리라는 전망이 미래에 예견되지 않는 것 같다.

가장 농약개발분야에서 요청되는 연구는 생장조정농약, 생물농약, 침투, 선택성 농약(특히 조균류에 특이적인) 살바이러스제, 살세균제 분야에 있는 것 같다.

내가 맡은 작은 일도

하고 보면 나라 발전