

### 3 무한한 부존자원, 유용미생물의 이용방안

## 미생물농약 개발현황과 전망

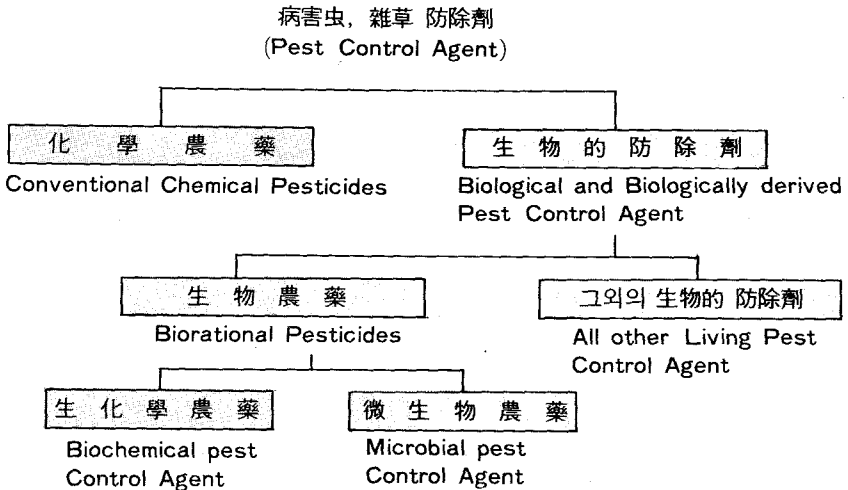
최 용 철

농약연구소 연구관

한정된 경작지로부터 최대한의 수량을 해결하기 위한 방안으로, 다수확품종의 육종, 비옥도를 증진시키는 방법, 비배관리의 개선, 영농기술의 보급등을 들수 있으며, 이외에 가장 중요한 것중의 하나가 안정적 수량 증산을 저해하는 각종작물에 피해요인인 병해충 및 잡초로부터의 작물보호라 할 수 있겠다. 작물을 보호하기 위해서는 병해충 및 잡초를 방제할 수 있는 무기로서, 필수불가결한 농업자재로 발달되어 왔으며 농약에 의한 수량증대면에서의 성과에 대해서는 누구나 긍정하며 이익을 제기할 수 없는 실정이다. 그러나 이들 농약이 작물보호이외의 면으로부터 몇가지 문제가 표출되면서 장점인 측면에서 단점적인 면을 평가하는 경향을 보이고 있다.

즉, 농약의 독성에 의한 중독문제, 작물, 토양에서의 잔류문제, 생태계의 보호적인 측면에서 이를 이단시하는 경향을 보이고 있음도 사실이라 하겠다. 따라서 최근에는 이러한 문제점을 해결하기 위한 방안으로서의 농약 개발은 소량사용으로도 효과를 볼 수 있는 저독성 농약에 주력하게 되므로 새로운 농약개발은 막대한 비용이 소요되어 최종적으로 농약가격이 높아지는 이유의 하나가 되고 있다.

지금까지 개발사용중인 농약의 대부분은 유기합성에 의한 것이었으나, 최근 생물을 이용한 농약개발의 성공과 이제까지의 문제점으로 대두되었던 농약중독, 잔유독성, 생태계과파등에 해결성을 보이므로서 생물농약이 각광을 받게 되어 여러나라에서 개발에 역점을 두고있다.



〈표 1〉 농약의 분류

이러한 상황에 따라 최근에는 병해충, 잡초를 방제할 수 있는 방제농약의 개념도 다음과 같이 분류하고 있다(표 1).

방제제를 크게 유기합성 농약인 화학농약과 생물적방제제로 대분하고, 생물적방제제는 생물을 이용한 생리활성물질에 의한 생화학농약과 미생물자체를 이용하는 미생물농약을 일컬어 생물농약으로 구분하고, 그 이외 원생동물을 이용하는 방제, 포식성 선충에 의한 생물적 방제제로 분류하고 있다.

여기서는 생물농약에 대한 세계각국의 연구, 개발 실태와 연구개발과 정중 문제점에 대해 간단히 소개한다.

## 1. 미생물농약의 특징

### 방제범위 좁으나 인축에 안전

미생물농약은 미생물 자체를 직접 이용하는 방법과 미생물을 배양할때 배양액내에 어떤 생리활성물질을 분비하게 되는데, 이러한 분비물인 활성물질을 농약으로 이용하게 되므로, 현재의 유기합성농약(이하 화학농약이라함)과는 상당한 차이를 나타낸다 하겠다.

미생물농약의 특징을 화학 농약과 비교검토하여 보면 표2와 같다.

농약은 어떤 작용에 의하든 병해충, 잡초를 방제하게되므로 독성의 문제점은 제거할 수 없는 현실이다. 이들

〈표 2〉 미생물농약과 유기합성농약의 특징

구 분	유기합성농약	미생물농약
독성(인축)	유 독	안 전
약효	속효성	지효성
적용대상	광범위	한정적
약제내성유발	유	무
생태계 영향 (토양, 작물, 천적)	유	무
유용미생물변동	유	무
개발비	고	저
판매가	저	고
제제(안정성)	무 변	변 동

독성이 병해충, 잡초에 한정된 상태가 아니라 사용자, 소비자, 가축에서의 독성 문제가 크게 대두되고 있는 현실이며 특히 화학농약에서는 이의 해결이 급선무라 하겠으나, 이와같은 독성의 문제는 미생물농약에서는 비교적 안전하다 할 수 있다.

약효의 면에서는 화학농약은 작용점의 도달이 빠르므로 약효가 속효성이나, 미생물농약에서는 방제효과는 동일하다 하더라도 늦게 약효가 나타나는 단점이 있고, 방제대상의 범위에서는 화학농약은 광범위한 적용이 가능하나, 미생물농약에서는 1~2종에 대해서만 효과를 보이므로 매우 한정적이라 할 수 있겠다.

동일한 약종을 연용하였을 경우 화학농약에서는 병원균 및 해충에 대하여 약제내성을 유발하게 되므로 방제

효과가 저하되는데 반하여, 미생물농약에서는 약제내성이 생기기 힘들뿐만 아니라 화학농약에서 문제가 된 약제내성 병해충에 대해서도 방제 효과를 거둘수 있으므로 안전하다 하겠다.

### 잔류우려 없어 생태계 유지 가능

또한 화학 농약 사용시 문제점으로 지적되고 있는 생태계에 미치는 영향 중 농약 성분이 작물에 잔류되거나, 토양내에 잔류되므로서 토양내의 미생물상의 변동을 가져올 뿐만아니라, 미생물중 작물에 유용한 미생물 및 병원균에 대한 길항미생물등에 영향을 미치므로서 평형을 잃게 할 우려도 있다. 특히 화학농약은 적용범위가 광범위한 관계로 자연계에 있는 유용곤충중 익충이라 할 수 있는 천적에 대해 무차별 살충 효과를 보여 생물적방제의 형평을 잃게 할 수 있는 점이 많으나, 미생물 농약에서는 화학농약과는 달리 토양 및 작물 잔류의 문제가 없으므로 유용 미생물의 변동이 없을뿐만 아니라 작물에 대한 안심도가 높다 할 수 있으며 익충 및 천적에 해가 없으므로 생태계의 계속 유지가 가능하다 하겠다.

개발적 측면에서 살펴볼때 화학농약에서는 신제품개발에 막대한 비용이 소요되나, 미생물 농약은 화학농약에 비하여 훨씬 적게 드는 것이 사

실이다. 그러나, 판매가로 비교하면 이와 상반되는 결과인데, 화학농약은 일관된 생산체제로 제품생산이 가능하며, 제제의 균일성, 안정성이 높은 관계로 저렴하게 되는데 반하여 미생물 농약은 제품생산시 많은 비용이 소요되며, 미생물 자체를 이용할 때에는 제품안정성등에 관한 문제를 내포하게 되어 고가의 염려가 생길 수 있다

## 2. 미생물농약의 개발현황

미생물을 이용한 농약으로는 미생물자체를 직접 이용하는 것과 미생물이 분비하는 생리활성물질의 이용으로 크게 분류할 수 있으므로 이를 구분 설명하면 다음과 같다.

### 가. 미생물 자체이용

자체이용 미생물로는 세균, 사상균, 바이러스, 원생동물, 선충을 들 수 있고, 방제대상은 병원균, 해충, 잡초가 되겠다. 여기서는 이들 미생물을 이용하여 실용화된 것을 중심으로 소개하고, 또한, 최근 많은 연구의 대상이 되고 있는 병해방제용 결합 미생물에 대해 설명한다.

#### 1) 살충제로서의 세균이용

현재, 가장 많이 알려진 세균이용 미생물농약으로는 미생물살충제로 사

용되고 있는 *Bacillus thuringiensis* (*Bt*세균)을 들 수 있다. *Bt* 세균은 1911년 Berliner에 의해 Mediterranean flour moth의 病死休로부터 분리하여 살충효과가 있음이 밝혀진 이래 세계에서 최초로 미생물을 이용한 살충제로 개발하게 되었으며, 1940년후부터 여러 나라에서 사용되고 있다. 현재 *Bt*세균은 토양으로부터 분리할 수 있는데, 이들 세균은 혈청형(Serovar)으로 16가지 변종이 알려져 있고, 살충기작으로는 세균이 배양되면서 증식시 독소를 형성하게 되어 이들 독소에 의해(4종) 살충효과를 보이게 되는 것으로 알려져 있고, 독소의 종류에 따라 살충범위가 다르다 하겠다. 이 독소중에는  $\delta$ -endotoxin과  $\beta$ -exotoxin의 활성이 가장 높은 것으로 알려져 있는데,  $\delta$ -endotoxin은 아포형성기에 균체내에 형성되는 결정성 단백질로 물에 불용성이다. 이 독소는 균주에 따라 살충 Spectrum에 차이를 보이는데, *Bt. subsp. dendrolimus*는 나비목 해충중 진딧물, 배추좀나방, 누에에 강독성인 반면, 파리목해충에는 독성이 없으나, *subsp. israelensis*는 파리목 해충인 모기에는 독성이 있으나 나비목 해충에는 독성이 없는 것으로 알려져 있다.  $\delta$ -endotoxin의 살충기작은 경구섭취후 소화액중의 protease에 의해 분해되는 독소

〈표 3〉 미생물농약으로의 세균이용

구 분	미 생 물 명	표적병해충	상 품 명	사 용 국
해충방제	<i>Bacillus thuringiensis</i>	나비목	Dipel	미국, 일본 외각국
	<i>kurstaki</i>			
	<i>aizawai</i>	나비목, wax moth	Certan	미국, 일본
	<i>israelensis</i>	파리목	Teknar	미국 외각국
	<i>thuringiensis</i>	나비목	Biotoksybacillin	소련
병해방제	<i>popilliae / lentimorbus</i>	Japanese beetle	Doom	
	<i>Agrobacterium radiobacter</i>	근두암중병	Calltrol	미국외수개국
	strain 84	( <i>Agrobacterium tumefaciens</i> )		
	<i>Bacillus subtilis</i>	Seedling root disease	Quantum 4000	

가 활성화 되는데, 활성독소는 중장 상피 세포에 작용을 하여, 세포막에 의한 물질투과성이 교란되므로 팽윤 파괴되어 치사하게 된다.

$\beta$ -exotoxin은 多種目的 곤충, 응애, 선충에 이르기까지 살충 활성을 나타내나, 특히 파리 유충에 강한 살충활성을 보이므로 fly toxin 이라고도 하며, 수용성이며, 내열성으로 분자량 700의 Adenine nucleotide 계 물질로 밝혀져 있는데, *E. coli*나 마우스의 DNA의존 RNA 합성 효소를 저해하므로 인축에 대한 안전성이 문제되어 미국, 유럽에서는  $\beta$ -exotoxin 생산 *Bt* 제로서의 균주사용을 불허하나 소련은 예외적으로 허용되고 있다(표3).

## 2) 사상균 이용

사상균을 해충방제에 이용한 시험은 1880년대에 Metschnikoff에 의

하였으며, 흑각병균 *Metarhizium anisopliae*를 사용하여 소맥 해충인 *Anisopliae austriaca*와 사탕무우의 해충인 *Cleonus punctiventris*에 응용한 예와 Krassiltschick에 의한 포장효과시험이 처음으로 시도된바 있다.

곤충질병에 관계되는 미생물의 종류는 사상균이 약 100종이 알려져 있으나 실제 포장에서 이용되는 것은 이중 10%이내에 속한다. 현재, 해충방제용으로 이용되는 사상균은 녹응애 방제용으로 *Hirsutella*, 진딧물과 온실가루이 방제용으로 *Verticillium*, 온실가루이에 *Aschersonia*, 삼림해충에 *Beauveria*, 거품벌레과에 *Metarhizium*이 이용되고 있으며, 특히 선충방제용으로는 *Arthrobotrys*속 균주가 알려져 있다.

사상균에 의한 곤충의 감염 특징은 경피적인 것으로 이것은 바이러

스, 세균등과 같이 감염경로가 경구적인 것과는 크게 다르다. 때문에 환경에 대한 영향이 큰 작용을 하게 되는데, 특히 온도, 습도에 의해 방제 효과의 차이가 있을 수 있다.

또한, 이제까지 알려진 곤충병원 사상균은 protease, lipase, chitinase를 생산하며, 외피단백 Chitinase 분해력이 높은 것이 특징이다.

잡초 방제용으로 이용되는 미생물은 타작물에는 천연 병원성을 나타내지 않으나 문제의 잡초에만 병원성이 강한 병원균을 간접적으로 이용하

는 것으로, 이들 병원균의 일종인 *Phytophthora*, 탄저병 원균인 *Colletotrichum*이 실용화되고 있다.

이와같은 사상균을 이용하여 실용화하기 까지에는 여러가지 문제점을 해결하지 않으면 안될것은 첫째, 병원성이 높고, 대량배양이 용이한 균주의 선택, 둘째, 분생자 대량생산 배지 개발, 셋째, 저렴한 배지개발과 간편한 배양기술개발, 넷째, 뛰어난 제형화와 보존성 확립이 필요하다 할 수 있다(표 4).

〈표 4〉 미생물농약으로의 사상균이용

구 분	미 생 물 명	표 적 병 해 종	상 품 명	사 용 국
해충방제	<i>Hirsutella thompsonii</i>	감귤 녹응애	Mycar	미 국
	<i>Verticillium lecanii</i>	온실의 진딧물	Vertalec	영 국
		온실가루이	Mycotal	"
	<i>Aschersonia aleyrodis</i>	온실가루이	Aseronija	소 련
	<i>Beauveria bassiana</i>	삼림해충,	Boverin	"
		European corn borer		중 국
	<i>Metarhizium anisopliae</i>	거품벌레과	Metaguino	브라질
병해방제	<i>Arthrotrichs robusta antipolis</i>	양송이 재배상의 식균성 선충	Royal 300	프랑스
	<i>Arthrotrichs irregularis</i> 1141	뿌리혹선충	Royal 350	"
	<i>Trichoderma viride</i>	양송이 Verticillium	BINAB T SEPPIC	"
	<i>Trichoderma viride</i>	plum silver leaf disease	BINAB	영 국
	<i>Trichoderma lignorum</i>	담배 백견병 " 요절병	트리코델마생균	일 본
잡초방제	<i>Phytophthora palmivora</i>	감귤밭의 milkweed vine	De Vin	미 국
	<i>Collectotrichum gloeosporioides</i>	논의 콩과 식물 Aechynomene virginica	Collego	"

〈표 5〉 미생물농약으로서의 Virus이용

구분	Virus명	표적병해충	상 품 명	사 용 국
해충방제	<i>Heliothis</i> NPV	Cotton bollworm (목화나방)	Elcar	미 국
	<i>Orgyia pseudotsugata</i> NPV	douglas-fir tussock moth	Biocontrol-1	"
	<i>Lymantria dispar</i> NPV	gypsy moth (짚사나방)	Virtuss Gypchek	캐나다 미 국
	<i>Neodiprion sertifer</i> NPV	pine sawfly (솔잎말이잎벌레)	Virin-ensh Neocheck-s	소 련 미 국
	<i>Neodiprion</i> NPV	"	Virin-Diprion	소 련
	<i>Neodiprion lecontei</i> NPV	red-headed pine sawfly	Virox Lecontvirus	영 국 캐나다
	<i>Dendrolim s spectabilis</i> CPV	pine caterpillar (솔나방)	Matsukemin	일 본
	<i>Mamestra brassicae</i> NPV	cabbage armyworm (양배추금무늬나방)	Virin-ex	소 련
	<i>Pieris ropae</i> GV	imported cabbage worm	Virin-GKB	"
	병해방제	TMV약독주(MII-16)	토마토 모자이크병	
TMV " (LIIA)		"		일 본
TMV " (LIIA237)		"		"
CTV "		감귤 Trisdesa virus 병		브라질

\*NPV (Nuclear polyhedrosis virus), CPV (Cytoplasmic polyhedrosis),  
GV (Granulosis virus)

### 3) Virus 이용

곤충에 관여하는 virus는 7종이 알려져 있는데, 이중 미생물 농약으로 사용하는 것은 2종으로 Baculovirus에 속하는 핵다각체병 virus (Nuclear Polyhedrosis Virus; NPV), 과립병 virus (Granulosis

virus; GV) 와 Cypovirus에 속하는 세포질다각체병 virus (Cytoplasmic Polyhedrosis Virus; CPV) 의 이용이다(표 5).

#### ■ 핵다각체병 virus(NPV)

NPV는 약 400종의 곤충에 관계되며, 대부분은 나비목 이지만 파리목, 벌목, 풀잠자리목, 날도래목 및

딱정벌레 목에도 관련되어 있음이 알려져 있다.

다각체는 결정장의 다각체단백에 의해 包埋된 桿狀의 virus입자를 무수히 함유하고, virus 입자의 크기는 200~400×40~60nm로서 핵산은 복쇄DNA다.

NPV에 감염된 나비목 유충은 체색이 변화하여 담황색 띠를 나타내고, 피부는 상처를 입기 쉽고, 상구로부터는 유백색의 체액이 나오며, 몸은 검게 변해후에 흐물흐물한 액화상태가 된다. 감염으로부터 사망까지는 숙주 곤충종, 유충령, 기온등에 따라 차이를 보이나 보통 5~10일이다.

■ 과립병 virus(GV)

GV는 약70종의 나비목 곤충에 기록되어 있고, 숙주특이성이 높다. 이 병의 감염조직은 지방조직의 핵 또는 세포질 혹은 兩者이나 때에 따라서는 진피, 기관지막이나 말피기관에 감염한다.

과립체에는 보통 1개 또는 2개 이상의 桿狀 virus가 包埋되어 있고, virus입자의 크기가 200~400×40~80nm로서, 핵산은 복쇄DNA이다. GV에 감염되면, 체색은 황백색이 되고 혈색은 백색으로 변하는데, 섭식으로부터 사망까지는 숙주곤충 종이나 기온에 따라 다르나 보통 4~25일이다.

■ 세포질 다각체병 virus(CPV)

약 200종의 곤충에서 검색되며, 대부분은 나비목이나, 파리목, 벌목, 풀잠자리목 및 딱정벌레목에서도 소량의 CPV가 발견되고 있다. CPV의 숙주 부위는 특이적으로 중장피막의 원통세포의 세포질에 다각체가 형성된다. 다각체의 형이나 크기는 곤충의 종류 또는 동일개체에서도 변이가 있으며, 직경은 0.5~15 $\mu$ m, 구형, 외관육각형, 사각형, 부정형등 여러가지이다. virus입자는 직경 50~65nm로서, 구형으로 보이는 정 20면체로 핵산은 복쇄 RNA이다.

CPV에 감염되면 말기에 백색의 톱을 배설한다. 섭식으로 부터 사망까지의 일수는 유충령과 기온에 따라 다르나, 25℃에서 8~16일 정도이다.

이상에서 본 해충방제용 virus는 미생물적방제제로 널리 쓰이며, 그 유효성에 대해서는 잘 알려져 있으나, 현재 해결할 문제로는 이 virus를 어떻게 성력적으로 값싸게 생산할 수 있는지가 중요점이라 하겠다. 숙주 곤충의 사육시 싸고 간단한 방법, 부패하지 않는 사료의 개량, 病死虫의 수확기, 제제법, 대체숙주의 탐색, 숙주의 virus 감염성을 상승시키는 물질의 탐색등 여러가지 면에서 보다 용이한 virus 생산과 생산비의 절감이 필요하다 하겠다.



#### 4) 병해방제용 길항미생물 이용

연작장애의 주요한 원인의 하나인 토양병원균에 대해 화학농약에 의한 방제법 이외에 생물학적 방제법인 유용미생물을 이용한 방제법이 일부 실용화 되고 있다.

동일한 곳에 2 종 이상의 생물개체군이 공존할때 상호작용이 일어나며, 그 상호작용에는 협조, 적대 또는 불편한 관계가 이루어진다 하겠다. 이 중 적대 관계로는 항생, 경쟁, 기생, 포식등의 길항작용을 나타내게 되는데, 이같은 길항작용을 갖는 미생물이 길항미생물이라 할 수 있겠으며, 이런 길항미생물을 이용하여 병해방제에 이용하는 연구가 최근 세계각국에서 검토되고 있다.

길항미생물로서의 이용은 크게 세균, 곰팡이를 들 수 있으며, 이들의 종류와 병해방제는 다음과 같다.

##### ■세균이용

토양병해중 세균에 의한 발병으로 근두암중병(*Agrobacterium tumefaciens*)이 있으며, 이병은 화학농약에 의해서도 방제곤란한 병해이나, 이를 세균을 이용한 길항미생물에 의해 완전방제가 가능하게 된 성공사례가 되겠다. 이 길항세균은 1972년 New와 KERR에 의해 복숭아 근두암조직의 부착토양에서 분리된 *Agrobacterium radiobacter* strain 84 를

bacteriocin이란 항균성물질(Agrocin)을 생산하므로써 근두암중병균의 DNA나 세포벽의 합성을 저해시키므로써 방제효과를 나타냄이 밝혀져 있다.

또한, 목화 입고병의 길항 세균인 *Pseudomonas fluorescens*, 팔 입고병에서의 *Pseudomonas* sp. 가 이용되고 있는데 이들 세균 역시 항균성물질에 의한 발병억제기작으로 밝혀져 있고, 이의 *Pseudomonas* 세균에 의해 밀, 아미의 입고병 방제효과가 알려져 있다.

*Bacillus subtilis* 균은 내생 포자를 형성하는 생존력이 강하고 환경저항성이 높은 세균인데, 이 세균이 분비하는 bulbiformin이라는 항균성물질은 *Fusarium udam*에 의한 강낭콩의 입고병을 방제할수 있었고, *Fusarium roseum* f. sp. *dianth* 에 의한 카네이션위조병의 발병을 억제 하였음이 알려져 있다.

최근, 국내에서도 길항세균에 의한 병해방제 연구가 많이 이루어지고 있으며, 곧 실용화 단계에 있는 것으로 알려져 있는데, 특히, 이종에는 인삼 재배시 문제의 병으로 알려진 근부병균에 *Pseudomonas*속 세균의 방제효과와 고추역병균에 대한 *Bacillus*속세균에 의한 이용방법이 효과적으로 밝혀져 있다.

##### ■곰팡이 이용

곰팡이를 이용하여 토양병해의 원인이 되는 곰팡이병 방제에 가장 많이 알려진 길항미생물로는 *Trichoderma* 속균을 이용한 예가 많고, 이 균을 이용한 연구는 1930년대라 할 수 있다. 담배 백건병균과 요절병균에 *T. lignorum*이 일본 최초의 미생물농약으로 알려져 있고, 토마토, 가지 묘입고병에는 *T. harzianum*균이, 국화의 위조병, 순무우의 묘입고병에 *T. viride*, 야채의 묘입고병에 *T. harzianum*, *T. hamatum*의 방제효과가 확인되었다. *Trichoderma* 균 이외의 다른 곰팡이에서의 방제효과는 완두콩 묘입고병, 양배추 위황병에 *Penicillium oxalicum*, 옥수수 묘입고병에 *Chaetomium globosum*, 사탕무우 입고병에 *Pythium oligandrum*, 커피 입고병에 *Aspergillus niger*, 콩 균핵병에 *Sporidesmium sclerotirorum*이 각각 발병억제효과를 나타내었다.

한편, 병원균과 同屬의 비병원균을 이용하여 방제한 예로는, 딸기 위황병과 벤틀라그라스의 brown patch 병, 목화 묘입고병, 무우 묘입고병을 들 수 있겠다.

국내에서도 *Trichoderma*를 이용한 각종 작물에 시험을 실시하여 좋은 방제효과를 보이고 있음이 발표되어 있는 실정이다.

토양병원균에 대한 길항 미생물은

토양중에 존재하는 병원균의 균량을 저하시켜 감염을 막는 것과 병원균이 식물에 침입하지 못하게 하는 작용을 보이고 있고, 길항미생물 이용 방법은 종자처리, 토양관주, 정착용 이작물 이용을 들을수 있으나, 이들 처리된 미생물이 토양, 작물의 근면, 근권에 정착되어 증식이 가능하고 그 능력이 발휘될 수 없느냐에 병해 방제 성공의 열쇠가 있다 하겠다. 따라서, 우수 길항미생물의 선발, 균주개량, 평가법, 작용기작, 정착조건, 구명, 사용방법, 이용기술의 개발등의 문제 해결이 필요하다 하겠다.

또한, 최근에는 길항 미생물 자체도 미생물 균주 특허로 보호받고 있는 실태이므로 미생물 자원으로서의 보존도 생각되어야 할 것이다.

#### 나. 미생물 생산 생리활성물질

미생물이 분비하는 활성물질의 가장 대표적 이용으로는 항생물질을 들 수 있으며, 항생물질은 다른 생물(식물, 미생물, 해충)의 발육 및 증식을 억제시키거나 죽일 수 있는 물질을 말하는데, 사용용도로는 의약품이 대표적이거나 최근에는 농업용으로도 사용되고 있다.

현재 발견된 항생물질은 약 5,000여종에 이르나 실제 사용되는 것으로는 10%이내라 할 수 있다. 항생물질 생산미생물은 곰팡이, 세균이나 농업

용 항생물질은 세균인 방선균(Actinomycetes)의 일종인 Streptomyces 속의 균이 생산한다 하겠다. 이들 생산균은 공기, 물, 토양등 어느곳에서나 분포하고 있으며, 이중에 특히 토양은 방선균의 집산지라 할 수 있으며, 우리들이 흔히 토양(흙) 냄새라는 냄새 자체는 방선균의 냄새라 해도 틀리지 않다고 하겠다.

토양내에는 이들 방선균이  $10^5 \sim 10^6/g$  정도 분포하고 있는데, 이중 병해충, 잡초를 죽일 수 있는 균을 분리하여 농약으로 사용케 된것은 극히 최근의 일이라 할 수 있다.

현재, 항생물질에 의한 사용으로는 살균제를 시초로 살충제, 제초제의 각 분야에 이용되고 있다.

국내에서 사용되는 것으로는 살균제 5종이 보급되고 있는 실정이다.

항생물질의 구성성분은 핵산 또는 아미노산(Nucleoside, Glutarimide, Aminoglycoside, Quaino groups)으로 이루어져 있으며, 작용기작은 핵산 생합성계에 작용, DNA에 작용, 단백질합성계에 작용, 세포막에 작용하고 있는 것으로 알려져 있는데, 농업용 항생물질 대부분은 단백질합성을 저해하는 기능으로 밝혀져 있다.

농업 항생물질의 문제점은 동일약종의 연용 살포시 약제 내성을 나타내어 약효 저하를 볼 수 있으므로 한 약제의 선호 사용보다는 타 약제와

교차사용이 바람직하다 하겠다.

국내에서의 개발 연구는 아직 기초 단계이나 여러 시험및 연구기관에서 수행중인 것으로 알고 있으나, 물질 생산을 높이는 방법의 구명, 정제법 구명, 신물질의 여부 등 많은 해결점이 보완되어야 할 것으로 생각된다.

### 3. 미생물농약의 연구검토과제

미생물자체의 직접이용 및 미생물 생산 활성생물을 이용한 미생물농약의 개발을 위해서는 이에 대응하는 연구방향이 결정되어야 할것이다. 이를 위한 검토과제로는,

- ① 목적으로 하는 병·해충의 표적대상을 선정하여야 할 것이며
- ② 선정된 병해충을 방제할 수 있는 미생물을 어떻게 쉽게 분리할 수 있는 탐색분리방법이 해결되어야 하고
- ③ 분리된 미생물을 어떤 평가방법에 의해 효과를 측정할 수 있고, 자동적으로 검정할 수 있는 검정방법의 확립과
- ④ 분리선발된 미생물에 대한 생리생태구명 및 어떠한 미생물인지 분류동정할 필요가 있고
- ⑤ 선발된 미생물의 작용 및 기작구명과 방제목적으로 할 수 있는 접근방법 모색
- ⑥ 길항미생물 또는 미생물살충제, 살균제로 미생물을 직접이용할 경우

에는 반드시 미생물의 정착조건구명이 필요할 것이며 여기에 관계되는 요인이 토양별, 품종별, 정착작물의 이용등에 대한 검토와

⑦ 자연상태에서 분리된 미생물은 야생주(Wild type)인 관계로 효과를 높이기 위한 균주 개량방법이 구명되어야 하고

⑧ 산업적으로 이용되기 위해서는 선발된 균주를 손쉽게 싸게 생산할 수 있는 대량증식방법의 개발이 이루어져야 하며,

⑨ 실제 사용할 수 있는 이용기술의 개발구명과

⑩ 선발된 미생물 및 활성물질에 대한 안전성 확립과 평가법이 이루어져야 하는데 특히, 미생물자체로 이용시 문제될 수 있는 표적외 생물에 대한 영향조사(작물, 타미생물, 천적, 익충)가 필요하며

⑪ 실제 이용될 수 있는 제제화와 제제품에 대한 안전성 및 품질관리에 관한 자료 준비가 필요하다 하겠다. 위와같은 여러 검토단계이외에 필요한 과제가 있을 것으로 생각된다.

## 결 론

이상에서 살펴본 바와 같이 미생물

농약의 개발은 현재 실용화된 것 보다는 개발추진중인 것이 대부분이라 할 수 있으며, 우리나라 역시, 이 범주를 벗어나지 못하고 있는 실정이다.

미생물농약과 화학농약은 각기 장단점이 있으므로 어느 약제가 우수하고, 어떤 농약개발에 편중할 필요가 없으나, 우리나라의 경우와 같이 자원이 부족한 현실로 볼 때 무한한 부존자원이라 할 수 있는 유용 미생물의 이용은 매우 바람직하다 할 수 있다. 그러나 개발을 조기에 실시하기 위해서는 많은 분야의 연구자들이 충분히여야 할 뿐만 아니라 개발 연구자의 단독적 연구로서는 많은 문제점과 시일을 경과하는 오류를 범하게 되므로 상호공동연구의 추진에 의한 공동협조체계화만이 좋은 성과를 낼 수 있으므로 연구자간의 공동연구, 연구성과의 교류 및 산학협동연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다. 그러나 미생물농약에 의해 병해충 및 잡초방제가 완전히 이루어질 수 없는 것이 현실이며, 화학농약을 전부 대체할 수 없으므로 미생물 농약의 좁은 영역의 사용과 화학 농약과의 공동보조를 취할수 있는 사용방법의 모색 역시 필요할 것으로 보였다.