



천에 병행하여 다양화되어 가고있는 병해충에 대처할수 있는 새로운 농약의 개발보급이 불가피하나 새로운 농약의 개발에는 많은 경제적 부담과 시간 및 노력이 소요되므로 많은 어려움이 있다.

이러한 여러가지 여건을 감안하여 연구개발된것이 혼합제 농약이다.

혼합제 농약은 병, 해충 및 잡초를 효율적으로 방제하기 위하여 2종 또는 그 이상의 약제를 혼합하여 하나의 농약품목으로 제제화한 것을 말하는 것으로 이미 개발, 사용되고 있는 약제를 혼합제제화하므로써 다양화되어가는 병해충 및 저항성이 생긴 해충방제에 효과가 있음이 인정되어 앞으로 농약개발에 중요한

위치를 차지할 것이다.

### 1. 혼합제 종류 및 개발현황

혼합제 농약은 방제 대상 병해충 및 잡초가 단일종인 경우와 이종(異種)의 2종이상인 것으로 구분하며 대상이 2종 이상인 경우에는 다시 평균이나 해충 또는 잡초중에서 상이한 2종이상의 대상인 것과 평균과 해충이 동시에 방제 대상이 되는 것으로 구분한다. 이러한 혼합제 농약의 분류중 방제대상이 평균과 해충인 경우에는 혼합제로 하나 그외의 것은 엄밀하게 말하면 복합제이나 크게 보아서 이들 모두를 합하여 혼합제 농약으로 취급한다.

표 1. 혼합살균제 농약 및 그 조성

품 목 명	상 표 명	혼 합 조 성	적 용 병 해
베노람수화제	벤레이트	benomyl+thiram	종자소독(벼)
지오람수화제	호마이	thiophanate methyl+thiram	종자소독(벼)
카보람 분제	비타지람	carboxin+thiram	종자소독(보리)
이소브라유제	후치에스	isoprothiolane+blasticidin S	도열병
가스진 분제	가스문	Kasugamycin+Neoasozin	도열병, 잎집무늬마름병
포리동수화제	—	polyoxin B+oxine copper	점무늬낙엽병
포리켄탄수화제	—	polyoxin B+captan	점무늬낙엽병
팍탄 수화제	—	binapacryl+captan	점무늬낙엽병
메타실동수화제	리도밀동	methalaxyl+copper oxychloride	노균병
포스만수화제	로닥스	fosetyl Al+mancozeb	노균병
알리엣수화제	미칼	fosetyl Al+folpet	노균병
메타실엔수화제	리도밀엔지	methalaxyl+mancozeb	노균병
가스람수화제	—	kasugamycin+copper chloride	계양병

◇ 우리나라 혼합제 농약의 개발 현황과 전망 ◇

표 2. 혼합살충제 농약 및 그 조성

품 목 명	상 표 명	혼 합 조 성	적 용 해 충
비에스 분제	—	BPMC+carbaryl	멸 구
파 비 분제	엘 비	phenthoate+BPMC	멸 구
호리박살유제	—	fenitrothion+BPMC	멸 구
피리다비유제	—	pridaphenthion+BPMC	멸 구
비피포스분제	—	BPMC+tetrachlorvinphos	멸구·혹명나방
피리엔 분제	오후나크엠펜	pyridaphenthion+MTCM	멸 구
다이아락입제	다 수 박	diazinon+BPMC	멸 구
아이톤 분제	—	IBP+malathion	매미충약
마이트수화제	—	cyhexatin+benzoximate	응 애
베스트수화제	—	fenvalerate+fenitrothion	굴 나 방

표 3. 살균·살충제 농약 및 그 조성

품 목 명	상 표 명	혼 합 조 성	적 용 병 해 충
가스메 분제	가스치온	kasugamycin+fenitrothion	도열병, 이화명나방
카드라 분제	파단라 브사이드	cartap+fthalide	도열병, 이화명나방
파발리 분제	—	cartap+validamycin	잎집무늬마름병, 이화명나방
아이엠 분제	키 타 밧 사	IBP+BPMC	도열병, 멸구
이소카 입제	—	isoprothiolane+carbofuran	도열병, 멸구
이소폭 입제	—	isoprothiolane+propoxur	도열병, 멸구
베나카 입제	—	probenasol+carbofuran	도열병, 멸구
이소피 유제	—	isoprothiolane+BPMC	도열병, 멸구
에디피 유제	—	edifenphos+BPMC	도열병, 멸구
바리비 분제	바 리 멸	validamycin+BPMC	잎집무늬마름병, 멸구
만디캡수화제	다 이 카	mancozeb+dinocap	흰가루병, 응애

현재 우리나라에서 고시된 농약중 먼 표 1~5에서 보는바와 같다.  
혼합제의 종류 및 그 혼합조성을 보 표에서 보는바와 같이 현재 우리

현재 우리나라에 고시된 혼합제 농약의 품목수는 총 46개 품목으로 전체 농약품목수의 18.9%에 불과하나 이웃 일본의 혼합제 농약 개발은 전체 고시품목의 52.5%에 해당하는 855개 품목이 혼합이다. 또한 혼합되는 농약의 종류도 2종 이상의 다중혼용의 혼합제도 개발되어 있어 1~3종의 병해충 및 잡초를 동시에 방제할 수 있다.

표 4. 혼합재초제 농약 및 그 조성

품 목 명	상 표 명	혼 합 조 성	적 용 잡 초
피페린 입제	아 비 로 산	piperophos+dimethametryn	논일년생, 다년생잡초
모리스 입제	마 메 트	molinate+simetryne	논일년생, 다년생잡초
모개산도입제	—	nitrofen+MCPB+ACN	논일년생, 다년생잡초
벤나프 입제	그 라 노 크	thiobencarb+naproanilide	논일년생, 다년생잡초
부로트 입제	노 노 풀	butachlor+chlormethoxynil	논일년생, 다년생잡초
부푸러 입제	심 그 란	butachlor+naproanilide	논일년생, 다년생잡초
부타졸 입제	푸 마 시	butachlor+pyrazolate	논일년생, 다년생잡초
푸레날 입제	플 자 비	naproanilide+pretilachlor	논일년생, 다년생잡초
메토프 유제	코 달	metolachlor+prometryne	발일년생, 다년생잡초
메타벤 콤비 수화제	우스티빅스	anitrole+methabenzhiazuron +MCPA	발일년생, 다년생잡초

표 5. 기타 혼합제 농약

품 목 명	상 표 명	혼 합 조 성	용 도
인돌비 액제	도 레 미	IAA+benzyl adenine	생장촉진(콩나물)
전 착 제	—	polyoxyethylene alkyl arylether +sodium lignosulfonate	전 착 제

나라에서 고시된 혼합제 농약의 품  
목수는 총 46개 품목으로 전체 농약  
품목의 18.9%에 불과하나 이웃 일  
본에서의 혼합제 농약 개발현황을

보면 표 6과 같이 전체 고시품목의  
52.5%에 해당하는 855개 품목이 혼  
합제 농약으로 우리나라보다 약 20  
배의 혼합제 농약이 개발되어 있다.

표 6. 혼합제 농약의 종류 비교

구	분	한 국('84 년도)		일 본('82 년도)	
		총 품 목	혼 합 제	총 품 목	혼 합 제
	계	290	46(18.9%)	1,628	855(52.5%)
살	균 제	91	13	305	97
살	충 제	121	10	602	295
살	균 · 살 충 제	13	11	327	327
제	초 제	51	10	241	87
기	타	14	2	153	49

◇ 우리나라 혼합제 농약의 개발 현황과 전망 ◇

또한 혼합되는 농약의 종류도 2종 이상의 다중혼용의 혼합제도 개발되고 있을 뿐만아니고 적용대상 병해충 및 잡초도 1종~3종을 동시에 방제할 수 있는 혼합제가 개발되고 있다.

**2. 혼합제 농약의 사용효과**

혼합제 농약의 효과는 병해충 및 잡초의 방제효과를 증대시키고 노동력을 절감시킬 수 있다는 것과 농약 가격을 저하시켜 병해충 방제에 경제적이다라는 점을 들 수 있다.

**가. 병해충 방제효과 증대**

혼합제 농약의 병해충 방제효과를 최근 농약연구소에서 개발한 멸구·도열병약제인 「이소피 유제」를 예로 들어보면 벼멸구의 방제가(防除價)는 단제에 비하여 약 1% 정도 저하되었으나 목도열병의 방제가는 약 10% 정도 증가되어 이들 두 병해충의 동시방제효과는 단제에 비하여 증가하였다(표 7).

표 7. 혼합제 농약의 병해충 방제효과

구 분	방 제 가		동시방제 효 (%)
	목도열병	벼멸구	
단 제	74.0	99.6	86.8
혼 합 제	83.5	98.7	91.1

그러나 혼합제 농약의 병해충 방제효과는 투여(投與)되는 유효성분을 단계와 동일하게 하였을때 약효가 상승적(相乘的)이나, 상가적(相加的)이나 또는 길항적(拮抗的)이나를 검토하여야 한다. 즉 동일한 수준의 유효성분량을 처리하여 방제효과를 비교하므로써 혼합제 농약으로서 개발 가능성을 결정할 수 있다.

**유효성분환산 방제가 높아**

이러한 관점에서 「이소피유제」를 예로 들어보면 그 혼합조성이 후치왕 30.5%와 밧사 21.5%로 전체 유효성분함량이 52%인데 비하여 단계의 경우에는 후치왕 40%유제와 밧사 50% 유제를 사용하였으므로 전체 유효성분함량은 90%로서 혼합제 농약인 이소피 유제에 비하여 1.7배나 높은 수준이다. 따라서 이들 유효성분함량을 동일수준으로 하였을때의 병해충 방제효과를 비교해 보면 그림 1과 같이 목도열병 방제효과는 단계의 1.5배, 벼멸구의 방제효과는 2배이상의 현저한 증대를 보여 이소피 유제의 혼합조성인 후치왕과 밧사는 그림 1의 사선(斜線) 부분에 해당하는 3.4배의 높은 상승적 방제효과를 보여 목도열병과 벼멸구의 동시방제용 혼합제 농약으로 우수함이 인정되었다.

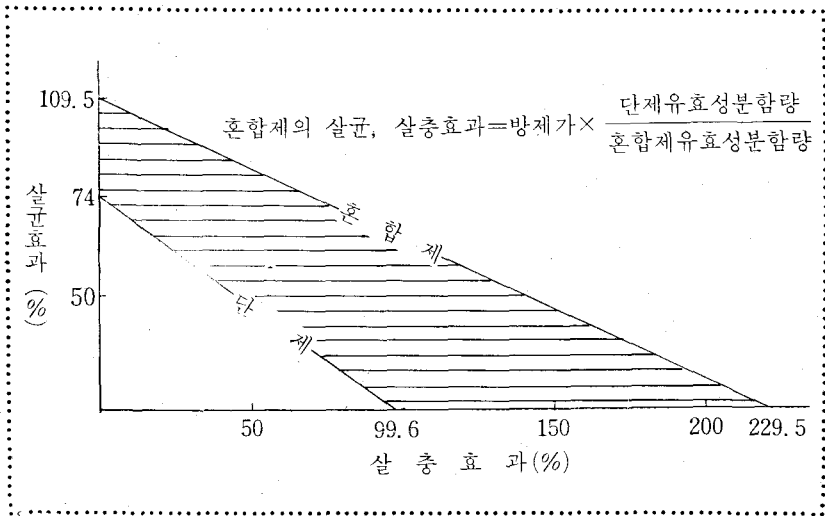


그림 1. 버벌구 목도열병 동시방제혼합제(이소피유제)의 상승적 방제효과

### 나. 노동력 절감효과

혼합제 농약의 사용에 따른 노동력 절감효과는 2종의 약제를 각각 1회씩 2회 살포하여야 하는 단제에 비해서 혼합제 농약은 한번만 살포하여도 병해충을 효율적으로 방제할 수 있으므로 농약 살포 노동력을 반으로 줄일 수 있기 때문이다.

#### 1회 살포로 병해충방제 효과

이와같이 혼합제 농약의 사용에 따른 농촌 노동력의 절감 효과는 현재 우리나라와 같이 농촌 노동력이

노약화 내지 부녀화되어가고 있는 실정을 감안한다면 약효증대효과 못지않게 매우 큰 의의를 가지는 것이다.

### 다. 농약가격 절감 효과

농약의 가격구성요소중 가장 큰 비중을 차지하는 것이 농약의 원제 가격이다. 그의 부제의 종류 및 양 제조, 포장등에 소요되는 인건비, 포장재료, 운송비, 창고 보관비등이 구성되어있다.

따라서 농약가격은 위의 구성요소중 어느 한 요소만이라도 줄이면 저하되기 마련이다. 물론 다른 구성요소의 상승요인이 없는한 가격절감이

◇ 우리나라 혼합제 농약의 개발 현황과 전망 ◇

가능하게 된다.

혼합제 농약은 앞에서 말한바와 같이 혼합되는 약제의 특성에 따라서 상승적 약효를 보이므로 농약제조시에 원제의 사입량을 적게 하더라도 단제와 동등 또는 그 이상의 병해충 방제효과를 발휘하므로 원제 절감에 의한 농약 생산가격을 저하시킬수 있으며, 포장용기(包裝容器)도 단제의 경우 2개가 필요하나 혼합제 농약의 경우에는 하나의 포장용기로 가능하며 나아가서 운송비, 창고 보관비도 반감(半減)시킬수 있을 뿐만아니고, 농약 제조시에 첨가되는 계면활성제, 증량제, 용제 등 부자재와 제조 인건비도 절감시킬수 있으므로 농약가격을 절감시킬수 있다.

예로서 표 8에서 보는바와 같이 벼멸구와 목도열병 방제를 위한 단제와 혼합제 농약의 가격구성요소를 비교해 보면 단제의 경우에는 주성분 투여량이 320g/10a인데 반하여 혼합제(이소피 유제)는 157g/10a로서 단제의 반량(半量)에 불과하다. 따라서 농약을 혼합제로 제제화하므

로서 단제 사용에 비하여 농약 가격 구성요소중 가장 큰 비중을 차지하는 원제량을 반으로 줄일수 있게 되었다.

표 8. 벼멸구 도열병 방제를 위한  
농약의 가격구성요소

구 분	단제	혼합제
농약 원제 투여량 (g/10a)	320	157
제조비(부제 인건비 등) (%)	100	60~80
포장비 (%)	100	50
운송비 (%)	100	50
창고보관비(%)	100	50

그외 농약 제조용 부자재, 포장비 운송비, 창고 보관비, 인건비등을 단제에 비하여 반정도로 줄일 수 있어 결과적으로 혼합제 농약의 가격을 단제에 비하여 저하시킬수 있게 된다.

더우기 전술한 바와 같이 살포노동력절감효과를 감안한다면 혼합제 농약의 사용은 단제에 비하여 병해충 방제비용을 크게 절감시킬수 있어 경제적이다.

혼합제는 혼합되는 약제의 특성에 따라 상승적 약효를 보이므로 농약 제조시 원제 사입량을 줄여도 단제 이상의 방제효과를 얻을수 있고 포장용기, 운송비, 창고 보관비등은 반감시킬수 있을 뿐만 아니라 농약제조시 첨가되는 부자재와 인건비도 절감시킬수 있어 농약 가격을 절감시킬 수도 있다.

### 3. 혼합제 농약의 개발방향

현대 농업은 농약없이 생산작업을 할 수 없을 정도로 농약은 농업자재 중 아주 중요한 위치를 차지하고 있으며 앞으로도 농약의 사용은 계속 증가될 것이다. 더우기 농업기술의 발달과 병행하여 병해충의 종류는 더욱 다양해져가고 기호성 농약의 연용으로 약제에 대한 병해충의 저항성 유발등으로 새로운 농약의 개발이 불가피하며 농약의 사용량도 더욱 증가시키지 않으면 안될 것이다.

또한 사회적 여건으로 공업화에 의하여 농촌 노동력은 점차 줄어가는 실정으로 효율적인 병해충 방제가 어려울 뿐만 아니라 병해충 방제를 위한 경제적 부담이 더욱 가중되어 가고있다.

이러한 현실에 비추어 혼합제 농약은 병해충의 동시방제효과가 우수하고, 살포노동력의 절감 및 농약가격 절감효과가 인정되어 앞으로 많은 종류의 혼합제 농약이 개발 보급될 것이며 그 사용량도 확

대될 것으로 전망되고 있다.

그러나 혼합제 농약이 기존 약제를 물리적으로 혼합하므로 간단하게 만들어지는 것이 아니므로 혼합제 농약의 개발시에는 다음과 같은 점을 유의하여야 한다.

첫째 혼합되는 두 약제는 목적하는 병해충에 서로 상승적 또는 상가적 약효를 보여야 한다. 즉, 동일한 대상 병해충 및 잡초를 방제하기 위한 혼합제라 하더라도 그 병균이나 해충 또는 잡초에 작용기작이 상이한 약제를 혼합하여 확실한 약효 및 높은 방제가를 낼수 있는 두 약제를 선별하여 제제화하여야 한다. 예를들면 도열병을 방제하기 위한 혼합제 개발의 경우 예방적 효과가 있는 약제와 치료적 효과가 있는 약제를 혼합한다든가 작용점이 상이한 두 약제를 혼합하므로써 높은 방제가와 확실한 약효를 기대할 수 있는 혼합제가 될것이다. 그러므로 혼합제 농약의 설계시에는 대상 병균, 해충 및 잡초의 생리생태를 충분히 고려하고 혼합하고자하는 약제의 화학적 특성 및 생물학적 특성을 충분히 고려하여야

앞으로의 혼합제농약 개발방향은 ① 거의 동시에 발생하는 병해충을 한꺼번에 방제 할 수 있는 다중 혼합제 ② 제제기술의 개선으로 약효발현시기를 조절하여 발생시기가 상이한 병해충을 방제하거나 ③ 토양처리형 농약과 비료와의 혼합제등을 들 수 있다.



◇ 우리나라 혼합제 농약의 개발현황과 전망 ◇

한다.

다음 혼합제 농약을 구성하는 각 약제의 주성분 상호간에 화학반응을 일으키지 않아야 한다. 혼합제 농약은 서로 다른 특성을 가진 화학물질을 혼합하여 제조하는 것으로 혼합되는 각 약제가 상호반응하여 주성분의 분해를 촉진한다든가 아니면 유해한 반응생산물에 의하여 약해를 유발하는 경우가 있으므로 주의하여야 한다. 특히 농약은 장기간 보관하는 경우가 많으므로 혼합에 의하여 주성분이 불안정하면 농약으로서의 가치를 상실하게 된다. 또한 혼합제 농약의 주성분의 안정성은 사용하는 부제에 따라서 크게 영향을 준다. 특히 부제는 주성분의 화학적 안정성에 영향을 줄뿐만

아니라 농약의 물리적 성질에도 크게 영향을 미치므로 혼합제 농약 개발에 있어서 매우 중요한 과정이다. 즉 화학적 물리적 특성이 상이한 약제를 하나의 제제(製劑)로 만들어야 하므로 두 약제에 공통적인 계면활성제, 용제, 증량제 등을 선별하여야 하며 이들 부제가 주성분에는 불활성이어야 한다.

마지막으로 혼합제 농약의 개발시에 고려하여야 할 사항은 가격이다. 혼합제 농약이 아무리 약효가 우수하다 하더라도 가격이 높아 경제적 부담이 크면 실용화하기가 곤란하다.

그러면 앞으로 혼합제 농약의 개발전망에 대해서 보면 다음과 같다.

표 9. 수도 주요병해충 방제시기

병 해 충	방 제 시 기				
	6 월하순 ~ 7 월상순	7 월하순 ~ 7 월중순	7 월하순 ~ 8 월상순	8 월상순 ~ 8 월중순	8 월하순~ 9 월상순 (만생종)
잎 도 열 병	○	○	—	—	—
이삭도열병	—	—	○	○	○
잎집무늬마름병	—	○	○	—	—
흰빛잎마름병	—	○	○	—	—
이화명나방 (1화기)	○	—	—	—	—
이화명나방 (2화기)	—	—	—	○	—
벼 멸 구	—	—	○	○	○
저온성해충	○	—	—	—	—
바이러스 매개충	○	—	—	—	—

## 동시발생 병해충방제

### 가능토록

현재까지 우리나라에서는 주로 2종류의 약제를 혼합한 혼합제 농약이 주로 개발 사용되어 왔다. 그러나 농작물을 가해하는 병해충이 거의 동시에 발생하는 것이 많으므로 동시에 발생하는 병해충을 한꺼번에 방제할 수 있는 다중 혼합제의 개발이 기대되고 있다. 즉 표 9에서 보는바와 같이 수도 생육기간중에 발생하는 주요 병해충의 방제시기가 같은 것이 많다. 그러므로 방제시기가 같은 수종 병해충을 방제할 수 있는 혼합제 농약을 개발 사용하므로써 한꺼번에 많은 병해충을 동시에 한약제로도 방제가 가능하여 질것이다.

## 약효발현시기조절도

### 연구대상

또한 농약의 제제기술의 개선으로 혼합되는 약제들의 약효발현시기를 조절하므로써 발생시기가 상이한 병해충의 방제를 위한 혼합제의 농약개발도 기대된다.

## 비료와 토양처리농약과 혼합

다음으로 기대되는 혼합제 농약

으로는 토양처리형 농약과 비료와의 혼합제이다.

농약과 비료의 혼합제는 이미 오래전부터 일본과 같은 선진 농업국에서는 개발사용하여왔다. 비료와 농약과의 혼합제는 토양살균제 및 토양살충제와 같이 살균제나 살충제와 혼합하여 제제화 할 수 있겠으나 특히 제초제 및 생장조정제와 비료와의 혼합제가 앞으로 크게 기대된다.

## 4. 기존원제 이용으로 외화절약

우리나라에서의 혼합제 농약은 주로 수도용으로 수종 개발되어 있으나 아직 초창기에 있다 하겠다. 그러나 농촌 노동력 부족, 병해충의 다양화, 저항성 병해충의 발생등 농업 생산성 제고를 위한 사회적, 기술적 문제점을 해결하기 위한 혼합제 농약의 개발은 앞으로 양적으로 증가될 뿐만 아니라 그 사용량도 크게 증가할 것으로 전망된다.

특히 우리나라와 같이 새로운 개발농약의 원제를 대부분 외국에 의존하고 있는 나라로서는 기존의 약제를 이용한 혼합제 농약의 개발 보급은 외화 절약에도 큰 의의를 가지는 것으로 앞으로 혼합제 농약 개발연구를 계속 추진하여야 할 것이다. ⑤