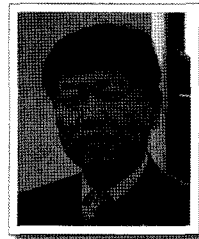


저항성잡초의 화학적 관리방안

# 최적 살포시스템 구축 저항성잡초 출현빈도 줄여야

농약회사, 대학 및 연구소, 농업기관, 농업인으로 HRAC조직을 구성하여, 저항성잡초의 발생원인 규명, 저항성잡초에 대한 대책방안 제시, 저항성잡초관리요령의 대농민 홍보 및 교육, 조기진단 시스템 구축, 최적의 농약살포 방법 모색 및 시행 등으로 구성원간의 상호 연계하여 필요시에는 역할을 분담하여 효율적으로 운영할 필요가 있다.

현재 우리 농업의 실정은 노동력의 감소와 고령화에 직면해 있으며 사회적으로는 환경보존 및 무농약 친환경 재배에 대한 관심이 높아지고 있다. 그러나 증가하는 세계인구에 양질의 식량과 먹거리를 적은 노동력으로 공급



정창국  
한국삼공 연구소장

하기 위해서는 농약사용이 필수 불가결하다는 것은 두말할 나위가 없다. 하지만 지속적이고 중복적인 농약사용으로 「저항성」이라는 새로운 과제를 안게 되었다.

우리나라의 수도작 저항성 논잡초는 2008년도 기준으로 11초종이 발생되고 있으며 발생면적은 106,951ha로 수도면적의 10% 이상을 차지하고 있다.

이러한 저항성잡초의 발생배경은 제초제

의 사용 즉, 화학적 방제와 직접적인 관련이 있는 것은 분명한 사실이다.

### 저항성잡초 발생의 화학적 원인

가장 핵심적인 요인은 화학적 원인으로 제초제 저항성잡초 발

생의 직접적이고 주요한 원인이라고 할 수 있다. 1986년 Bensul furon-methyl을 선두로 소개된 이후로 2010년 현재까지 Sulfonylurea(SU)계 제초제는 25년 동안 지속적으로 사용되어졌으며 2009년 현재 SU계 제초제가 차지하는 비율은 약 76.9%(337품목 중 259품목)이고 2004년 이후 우리나라 수도의 94% 이상의 논에서 ALS저해제초제를 사용하고 있는 것으로 조

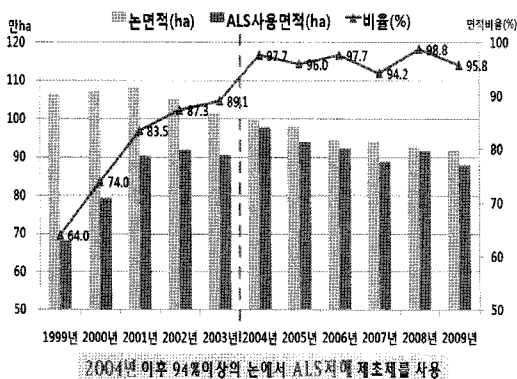


그림 1. ALS저해 제초제의 사용현황

사되었다(그림 1).

SU계 제초제는 Acetolactate Synthase (ALS)의 생합성을 저해하는 화합물로서 그 특징으로는 지속기간이 길고 저약량으로 높은 활성을 나타내며 적용대상 잡초로는 피, 물달개비, 올챙이고랭이 등을 포함해서 넓은 스펙트럼을 가지고 있기 때문에 최초로 소개된 이후로 현재까지 개발이 집중되어졌으며 다년간 중복 및 연용 되어졌다. 이러한 SU계 제초제 저항성과 감수성잡초의 반응 정도는 R/S비율(저항성에 대한 감수성의 방제비율)로 나타내어지는데 그 R/S 비율은 12배에서 280배까지 잡초의 종류와 약제에 따라 다양하게 보고되어져 있다.

또한 문제되고 있는 저항성 피는 Acetyl Coenzyme-A Carboxylase (ACCCase)의 생합성을 저해하는 제초제 저항성으로 보고되어졌으며 서산에서 발생한 물피와 김제에서 발생한 강피를 들 수 있으며 Aryloxy phenoxypropionates(AOPPs: fops) 계열

의 화본과 전용제초제(Grass-killers)인 Cyhalofop-butyl과 Fenoxaprop-p-ethyl의 지속적인 연용 및 과다사용이 그 발생 원인으로 해석된다.

김제 죽산지역에서 발생된 대부분의 저항성 강피는 Fop계열의 화본과 전용제초제 대해서 저항성이며 SU계의 경엽처리 제초제에 대해서도 저항성으로 확인됐다. 이는 1999년에서 2009년까지 Fops 계열의 약제가 경엽처리제로 사용되어졌기 때문이고 2005년 이후에 사용되어진 SU계 경엽처리제는 4년 동안 연용 되어서 저항성이 발생되었다기 보다는 후기 경엽처리 이전의 SU계 토양처리제로 방제하지 못한 저항성 피 즉, SU계 제초제 저항성 피에 동일 계통의 SU계 경엽처리제를 처리했기 때문이다.

선택압(저항성을 선발하는 압력)이 크게 작용하여 저항성이 단기간에 발생한 것으로 생각된다. 따라서 김제 지역에 발생한 저항성피는 ACCCase와 ALS 저해제에 저항성인 다중저항성피로 추측되며 김제 죽산지역을 중심으로 확대 되고 있는 추세이다.

### 약제 개발과 화학적 관리 방안

화학적 관리방안은 주로 발생잡초의 종류에 따라 약제를 선택하는데 대표적으로 저항성물달개비를 포함한 저항성 광엽잡초, 올챙이고랭이를 포함한 저항성 사초과잡초, 그리고 최근 문제시 되고 있는 저항성 화본과잡초인 피를 들 수 있다.

이는 저항성잡초의 출현에 따른 약제 개발의 경향에서 잘 나타나고 있다. 1999년 저항성물달개비가 전국적으로 발생됨과 동시에 이를 방제하기 위해 Carfentrazone-ethyl, Simetryn 혼합제의 개발이 시작되었고 2000년 전북지역에서 저항성 올챙이고랭이의 발생이 확인 및 인지되고 2년 후인 2002년 Benzobicyclon을 필두로 Bromobutide, Mesotrione 등이 개발됐다.

그리고 2007년 최초로 저항성 피에 대한 문제가 언급되었고 2009년과 2010년에 이러한 문제의 심각성이 대두되었고 2011년에는 이러한 저항성강피를 방제하기 위한 약제개발이 시작될 것으로 보인다.

주요 개발 약제로는 세포분열 저해제인 Mefenacet, Fentrazamide, Cafenstrole 등으로 예상되며 이 약제가 포함된 혼합제는 전체의 21.1%이고 이중 저항성잡초(광엽, 사초과)를 동시에 방제할 수 있는 약제는 5.6%이며 추후 개발이 확대 될 것으로 전망된다.

1995년부터 2009년까지의 제초제의 사용 패턴을 살펴보면 1995년 제초제 처리면적은 약 1.2회였으나 2009년 처리면적은 약 2회로 증가했다(그림 2). 특히, 이양전처리가 현저하게 증가했는데 이는 앞에서 언급한 내용으로 기계화 비율의 증가가 그 직접적인 원인이고 중기일발 제초제의 경우 평균적으로 재배면적에 최소한 1회는 처리되고 있는 것으로 보여진다.

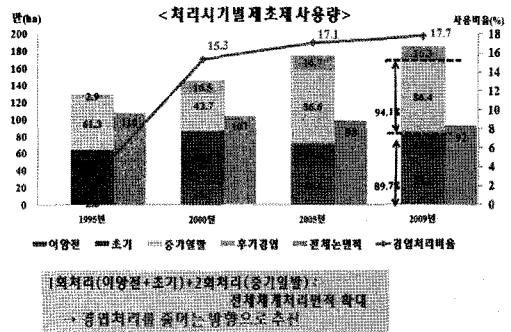


그림 2. 제초제 사용 양식의 변화

현재 일반 농가의 제초제 처리방식은 이양 전 또는 초기제초제 처리 후(1회 처리) 중기 일발제초제를 체계처리(2회처리) 하고 잡초 방제에 실패한 경우 후기경엽처리제를 사용하는 것으로 분석됐다.

### 양후 대책방안

필자는 앞으로 우리나라의 농업실정이 현재보다 크게 나아지지는 않을 것으로 생각하는 바이며 이러한 저항성잡초를 포함한 효율적인 잡초관리 기술에 필요한 의견을 제시하고자 한다.

첫째, 새로운 작용점을 가진 신규물질의 개발이 필요하다. 우리나라는 정부의 지원을 받아 몇몇의 연구소에서 신규물질을 개발하고 있는데 기업과의 연계가 필요하며 지속적인 관심과 노력이 있어야 할 것이다. 둘째, 저항성 잡초관리 체계를 구축하여 일반 농민과 판매상을 대상으로 한 홍보와 교육이 필요하다. 저항성 잡초별로 방제가능한 약제를 분류하고 약제처리시기에 대해서

# 저항성잡초의 화학적 관리방안

정확한 기준을 제시하며 약제처리후의 물관리 등에 관한 전반적인 교육이 시행되어야 할 것이다.

셋째, 종합적인 관리 방제 시스템으로서 현재의 화학적 방제에 의존하는 것을 탈피하여 재배적인 방법으로서 직파재배를 이양 재배로 전환하는 방법과 물리적인 방법으로 손제초나 기계를 이용한 제초방법이 필요시에는 병행되어야 할 것이다.

마지막으로는 관리운영체제의 변화가 필요하다.

## 관리운영체제의 변화

첫째, 농약사용지침서의 표기내용의 변경이다. 농약사용지침서상의 농약사용법은 작물명, 적용잡초, 사용시기, 사용량의 4항목이 제시되어 있지만 일본의 경우 앞선 4항목을 포함하여 토양, 사용량, 사용횟수, 지역 등 총 8항목으로 분류되어 있다. 따라서 농약사용지침서의 농약사용법을 8항목으로 추가해야 할 필요성이 있다.

둘째, 등록시험 기준과 방법의 변경이다. 앞에서 언급했듯이 처리시기의 기준과 방법에 관한 내용을 대상잡초(피 등)의 엽기를 표시하는 방법으로 '이양후 5일~피 2엽기까지'와 같이 표기하여 제초제 처리시기를 정확히 제시하는 것이고 '저항성잡초 대상 등록시험(적용확대)' 항목을 신규로 추가하여 저항성잡초에 우수한 약제를 정확히 분류하는 것이다.

셋째, HRAC(Herbicide Resistance Action Committee)를 구성하여 운영하는 것이다. 농약회사, 대학 및 연구소, 농업기관, 농업인으로 조직을 구성하며 주요 업무는 저항성잡초의 발생원인 규명, 저항성잡초에 대한 대책방안 제시, 저항성잡초요령의 대농민 홍보 및 교육, 조기진단 시스템 구축, 최적의 농약살포 방법 모색 및 시행 등으로 구성원간의 상호 연계하여 필요시에는 역할을 분담하여 효율적으로 운영할 필요가 있다. 또한 HRAC Group Label을 적용하여 최적의 농약살포 시스템을 구축하고 저항성잡초의 출현빈도를 최대한 줄여야 할 것이다(표 1).

HRAC group	Mode Of Action	Active	Res. Weed Target	<표기예>
A	ACCase inhibitors	-logD/CPS		E: Oxadiazon
		-dM/CAC		K3: Butachlor
B	ALS inhibitors	Dyn-Pyrasulfuron(methopropachlor)		EBB: Carfentrazone-E+
		-sulfuron/Sulfonamide -sulamyl (Triazolopyrimidines)		Imazosulfuron Penoxsulam
C1	Photosystem II inhibitors	Dimethametha	물당계류, 미국벼류, 무디종	F2K3B: Benzobicyclon+ Mefenacet+ Penoxsulam
		Simetryne		
C3	Nitriles and Others	Bentazone	미국벼류, 한국벼류, 동양벼류 등이 관용용 사인, 용정벼, 신벼	A: Cyhalofop-butyl B: Penoxsulam
		Oxadiazyl Ciclodanil	물당계류, 한국벼류, 무디종	
E	PPD inhibitors	Penoxsulfone	물당계류, 미국벼류, 신벼	<세계처리에 적용>
		Carfentrazone-ethyl	물당계류, 미국벼류, 무디종	
F2	4-HPD inhibitors	Misotrione	물당계류, 한국벼류, 무디종	E E E
		Benzobicyclon	물당계류, 미국벼류, 동양벼류, 신벼, 용정벼, 신벼, 용정벼, 신벼, 용정벼, 신벼	
F3	Triazoles, Ureas Isoxazolones	Pyrazolopyrimidinol	물당계류, 미국벼류, 동양벼류, 신벼	F2K3B F2K3B F2K3B
		Glyoxalase		
K3	Chloracetamides and others	Butachlor	물당계류	A A A A A
		Prethachlor		
		Calixetrol		
		Mefenacet	물당계류, 용정벼, 신벼, 신벼	
		Fenoxaprop		
N	Thiocarbamates and Others	Fenoxaprop	물당계류, 동양벼류, 신벼	B B B
		Promoxulam		
		Bertholinate	물당계류, 신벼	
O	Synthetic Auxins	Eprosaclo	물당계류, 신벼	A A
		Thioacetate		
Z	Unkown	MCPA	물당계류	A A
		Dalapon		

표 1. HARC Group Label의 적용

앞에서 언급한 사항이 단기간내에 모두 실행되어질 수는 없으나 이에 연관된 모든 관계자들이 서로 노력하여 저항성잡초방제를 위한 방안들이 단계적으로 실천되기를 바라는 바이다.