

제초제 해독제 연구개발현황

“

제초제의 해독제란 제초제 약제로부터 작물을 선택적으로 보호하는 화합물을 의미한다. 현재 사용되고 있는 제초제 해독제는 작물에 흡수, 이행되는 제초제의 양을 줄여주거나 작물체내에서 제초제의 대사작용 속도를 촉진하여 무독성화 시킴으로써 작물의 약해를 경감시킨다.

”

변종영 충남대학교 농과대학 교수

제초제의 해독제(Herbicide safener, Herbicide antidote)는 주로 옥수수, 수수 및 벼에서 thiocarbamate와 chloroacetanilide 계 제초제의 약해를 예방하기 위하여 구미에서 실용화되고 있는 실정이며 귀리, 밀, 보리, 호밀등에 대해서도 많은 연구가 이루어지고 있다. 한편 우리나라에서 해독제 사용은 새로운 개념으로 필자를 비롯한 몇몇 연구자에 의하여 벼의 못자리와 담수직파재배에서 해독제 1.8-NA와 Fenclorim의 실용화 가능성을 검토하였을 뿐 거의 연구가 이루어지지 않은 실정이다.

따라서 이 분야의 연구를 통하여 제초제의 작물안전성 폭을 넓게하면 기존 제초제를 좀더 안전하고 광범위하게 사용할 수 있을 것으로 믿으며 제초제, 해독제의 국내외 연구 동향과 개발 전망을 살펴보고 이 분야의 연구 및 개발을 촉구하고자 한다.

1. 제초제 해독제의 필요성

잡초와의 전쟁은 끊임없이 이루어지고 있으며, 잡초방제의 문제점은 더욱 증대되고 있다. 시판되고 있는 제초제의 제한된 선택성, 제초제에 저항성인 잡초생태형 출현과 재배기

술의 변화 및 발전에 따른 신제초제 기술의 개발 필요성 등의 문제를 해결하기 위하여 작물 선택성이 뚜렷하며 문제되는 새로운 잡초에 활성이 높은 신제초제의 개발은 절대적으로 필요하다.

그러나 최근에는 새로운 제초제의 개발에 직면한 여러 문제들이 이와같은 시도의 실용성에 심각한 한계성을 나타내고 있다. 즉 급격히 증가되고 있는 연구개발 비용, 등록의 어려움 증대, 환경오염에 대한 관심증대 등으로 상업화되는 신제초제의 성공율은 극히 낮아지고 있다. 그러므로 이러한 문제를 극복할 수 있는 한가지 시도는 기존 제초제를 더 유용하게 이용하는 방법으로서 제초제의 제형기술 개발, 제초제에 대한 잡초 저항성의 회피와 제초제 해독제의 사용에 의한 제초제의 작물선택성 증대등을 포함하는 여러 수단에 의하여 달성될 수 있다. 최근의 제초제 제형기술의 입제화, 극소캡슐화, 기타 용출속도를 조절할 수 있는 제형 개발을 예로 들 수 있으며 현재 이 분야에 연구가 집중되고 있다. 그리고 제초제의 합제, 작물윤작 및 제초제 교호사용등으로 특정 제초제에 저항성인 잡초의 출현을 막아줄 수 있는 목적 달성을 쉽게 해줄 수 있다.

한편 제초제 해독제를 사용하는 개념은 현재 사용되고 있는 많은 제초

제의 작물 선택성을 높여주는데 가장 매력적이고 유망한 대안으로 생각된다. 제초제 해독제는 화학적 잡초방제법의 발전에 새로운 계기를 마련하며 현재 구미의 대학과 기업체에서 많은 연구가 이루어지고 있다. 제초제 해독제 사용에 의하여 화학적으로 작물의 제초제 내성을 조작하는 이점은 다음과 같다.

- ① 작물과 식물학적으로 유사한 잡초의 선택적인 화학적 방제
- ② 비선택성 제초제의 선택적 사용가능
- ③ 윤작 체계에서 토양처리 제초제의 잔효 중화작용
- ④ 소규모로 재배되고 있는 작물에 사용될 수 있는 제초제 종류 확대
- ⑤ 등록이 만료된 제초제의 사용 및 시장성 확대
- ⑥ 화학적 잡초방제 비용 감소

이와같은 장점 때문에 제초제 해독제는 매우 선택성이 있는 신제초제가 동일한 시장에 시판된다고 할지라도 앞으로 경쟁이 될 것으로 기대된다.

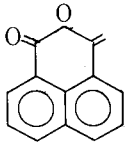
2. 작물해독제 개발현황

가. 옥수수 해독제

1) 1,8-naphthalic anhydride(NA)

Hoffman은 1,8-naphthalic anhydride(NA)가 옥수수에서 EPTC의 약해를 경감시킨다는 것을 처음으로

발견하였다. 또한 NA는 thiocarbamate계 제초제에 대한 옥수수의 약해경감을 위하여 상업적으로 사용되고 있으며 Gulf Oil회사에서 개발하여 상품명 Protect로서 시판하고 있는 첫 화학적 해독제이다. NA 0.5% (무게)의 농도로 옥수수 종자에분의 처리하면 EPTC, butylate 및 vernolate에 대한 옥수수 약해를 예방할 수 있다(그림 1).

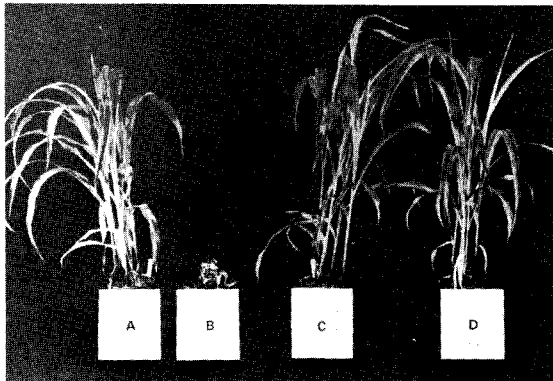
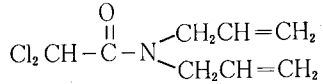


NA는 thiocarbamate계 제초제 외에 phenyl carbamate계, dithiocarbamate계, chloroacetanilide계, sulfonylurea계 imidazoline계, cyclohexone계, arylophenoxyalkanoic acid계 제초제에 대한 옥수수의 약해를 경감시킨다.

NA는 chloresulfuron과 diclofop-methyl을 옥수수에 경엽처리하는 경우에도 약해경감효과가 인정된다.

2) Dichlormid (R-25788)

Stauffer 회사에 의하여 1972년 옥수수에 대한 EPTC의 해독제로 개발되었다. NA의 다양성과 대조적으로 주로 thiocarbamate계 제초제 약해의 해독제로서 매우 효과가 크다. 따라서 이와같은 선택성때문에 dichlormid는 thiocarbamate계 제초제와 미리 혼합된 제형(tank mixture)으로 시판되고 있다. EPTC+dichlormid는 상품명 Eradicane, butylate+dichlormid는 Sutan+, vernolate+dichlormid는 Vernm+으로 시판되어 사용되고 있다. Dichlormid는 Thiocarbamate계 제초제 외에 chloroacetanilide계 제초제, sethoxydim, clomazone, SC-0774 제초제에서 옥수수의 약해를 경감시킨다.

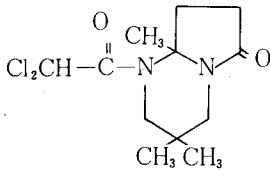


(그림 1) 해독제 Dichlormid 처리에 의한 옥수수의 EPTC 약해경감 효과 (Chang 등, 1973)

- A. 무처리
- B. EPTC 10kg/ha
- C. EPTC 10kg/ha + Dichlormid 1 kg/ha
- D. Dichlormid 1 kg/ha

3) LAB-145138

최근에 개발된 실험단계 화합물로 chloroacetanilide 계 제초제인 meta-zachlor 약해로 부터 옥수수를 보호할 수 있는 효과를 나타내며 BASF 회사가 개발하여 상품화 단계에 이르고 있다.

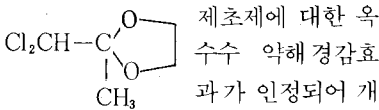


4) CGA-154281

Chloroacetanilide 계 제초제인 metolachlor의 옥수수 해독제로서 Ciba-Geigy 회사에 의하여 개발 단계에 있으며 1:30(해독제:제초제) 비율의 혼합제로 제형화되었다.

5) MG-191

헝가리 Nitrokemia에서 1986년에 합성한 해독제로서 thiocarbamate 계

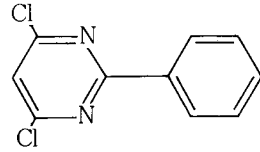


제초제에 대한 옥수수 약해경감효과가 인정되어 개발단계에 있다. 그 이외에 R-29148, R-28725, AD-67 등이 실험단계에 있다.

나. 벼 해독제

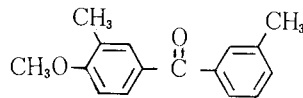
1) Fenclorim(CGA-123' 407)

Chloroacetanilide 계 제초제인 preti-



achlor의 약해에 대하여 벼를 보호하기 위한 해독제로 Ciba-Geigy 회사에 의하여 개발되었다. Pretiachlor와 혼합제로 입제 제형의 상품명 Sofit 로 시판되고 있다. Fenclorim을 Pretiachlor와 혼합하여 담수직파벼에 처리한 결과, 잡초방제효과가 저하되지 않으면서 벼의 약해를 방지하여 벼의 선택성을 증대시켰다고 한다(Rufner 등, 1983). 그리고 변(1986)에 의하면 보은절충못자리에서 Fenclorim을 pretiachlor와 혼합처리함으로써 pretiachlor의 약해는 현저히 감소되었으며 butachlor와 benthio carb에서도 약해경감 효과가 인정되었다고 한다(그림2). 따라서 Fenclorim은 앞으로 담수직파 벼 재배와 보은절충 못자리에서 실용화 가능성이 있다고 생각된다.

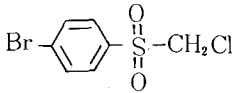
2) Methoxyphenone



Benthio carb는 강환원 상태에서는.

토양미생물에 의하여 탈염소 반응이 일어나 벼가 왜화되는 약해를 초래한다. 그러나 Kumiai 회사에서는 해독제로 methoxyphenone 을 개발하여 benthocarb 의 약해를 경감시켰으며 benthocarb 의 미생물에 의한 탈염소 반응의 억제제로 작용하는 것으로 알려졌다.

3) 4-Bromophenyl Chloromethyl Sulfone(BCS)



벼에 대한 Benthocarb 약해 해독제로서 Kumiai 회사에 의하여 개발되었으며 소량의 BCS 를 benthocarb 에 첨가한 제형으로 일본에서 시판되고 있다. 이 새 해독제는 methoxyphenone + benthocarb 제형을 대치하여 주로 사용되고 있다.

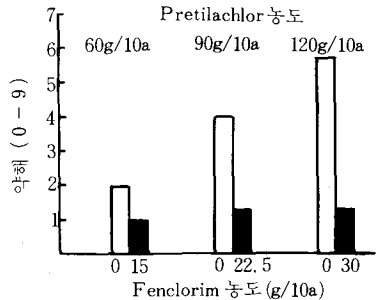
4) Thiocarbamate계 제초제

Bensulfuron 은 sulfonylurea 계 제초제이며 현재 일년생제초제와 합제로 사용되고 있으나 고농도(100g/ha, 성분량)에서는 일반계 벼에서 생장억제가 나타난다. 그러나 bensulfuron 을 benthocarb, dimepiperate (MY-93) 등 thiocarbamate 계 제초제와 혼용하면 오히려 약해가 현저히 경감되며 (그

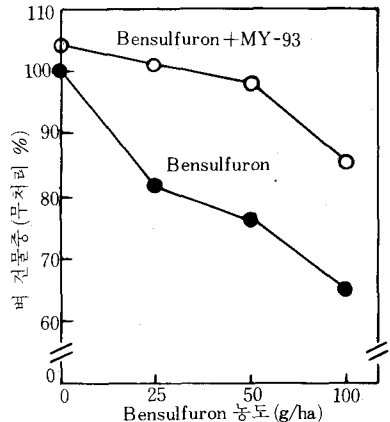
림3) 이와 같은 이유는 이들 제초제가 벼에서 bensulfuron 의 대사작용속도를 크게 증대시켜 무독성대사물질로 빨리 변화시키기 때문인 것으로 해석되고 있다.

다. 수수 해독제

옥수수 해독제는 별 문제로 하고,



(그림 2) 해독제 Fenclorim (CGA 123/407) 처리가 보은질충 못자리에서 벼의 Pretilachlor 약해경감에 미치는 영향 (下, 1986)

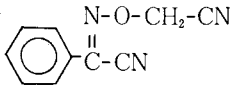


(그림 3) MY93처리가 벼의 Bensulfuron 약해경감에 미치는 영향 (Yuyama 등, 1986)

NA는 수수에서 여러종류의 제초제에 대하여 해독제의 효과를 나타냈지만 상업적으로는 이용되지 못하였다.

1) Cyometrinil (CGA-43089)

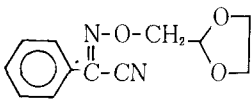
Ciba-Geigy 회사가 metolachlor와 기타 Chloroacetanilide 계 제초제를 수수에서 안전하게 사용할 수 있도록 개발한 해독제로서 수수종자에 분의



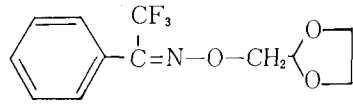
처리하며 상품명 Concep I으로 시판되고 있다. 그러나 실제 포장에서 약해경감효과가 일정하지 않고 이 해독제에 의하여 수수 종자 발아와 입모율이 낮아지는 경우가 있다.

2) Oxabetrinil (CGA-92194)

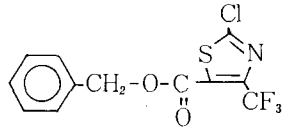
Cyometrinil과 비슷한 화합물로서 Ciba-Geigy 회사에 의하여 Concep II로 현재 시판되고 있다.



그러나 oxabetrinil은 수수의 노균병과는 좋지 않은 상호작용을 나타내는 것으로 알려져 CGA-133205로 대체될 전망이다.



3) Flurazole



Monsanto 회사에 의하여 상품명 S-green으로 개발되어 수수에서 Alachlor와 acetochlor을 안전하게 사용할 수 있게 한다. Flurazole은 주로 종자 해독제로 사용되며 처리된 수수종자로 시판된다. 그러나 Furazole을 토양에 전면 살포하면 옥수수에서 L-biocarbamate와 chloroacetanilide 제초제 약해를 경감시키는 효과가 크지 않다고 한다.

라. 기타 해독제

1) 미생물 제초제 해독제 (Microbial safener)

대부분의 제초제는 토양 미생물에 의하여 어느정도 분해되며 일부의 경우 제초제 분자가 완전히 분해되거나 단지 하나 혹은 두 반응 즉, 단순한 산화 혹은 가수 분해가 일어나며 이와같은 반응은 살초력을 잃을 정도 이상으로 제초제분자를 변화시킬 수

있다. 따라서 특정 제초제를 변화시킬 수 있는 가수분해효소 혹은 산화효소를 생성하는 미생물은 그제초제의 작용으로부터 작물을 보호할 수 있는 해독제로 사용될 수 있을 것이다. 이러한 미생물 해독제는 chloroacetanilide, triazine, thiocarbamate, carbamate, urea 계 제초제등과 같은 토양처리 제초제와 관련이 있다.

유전공학기법을 이용하여 토양세균에 있는 가장 유용한 제초제분해 유전자를 분리, 조작하여 대상 작물근권의 세균이나 곰팡이에 넣거나 제초제 분해효소를 지령하는 유전자를 조작하여 미생물 해독제를 얻을 수 있으며 실용화 단계는 아직도 요원하지만 개발 전망은 점차 밝아질 것이다.

3. 제초제 해독제의 개발전망

제초제를 위한 작물 해독제의 개발 및 상품화는 화학적 잡초방제에 새로운 시대를 열었다고 생각된다. 해독제는 작물의 안전성을 높여줌으로써 제초제의 유용성을 증대시킨다. 따라서 해독제 개념의 주된 장점은 제초제를 더욱 선택적으로 만드는데 있다. 제초제의 선택성을 높여주면 작물에 약해를 입히지 않으면서 더 높은 농도로 사용할 수 있으며 잡초방제 효과를 증대시킬 수 있다.

기존 제초제를 위한 해독제의 개발

비용은 새로운 제초제의 개발비용보다 더 적게들 것이다. 따라서 해독제는 값싼 기존 제초제와 혼합하여 사용함으로써 비슷한 잡초방제를 나타내기 위하여 고안된 신제초제를 대체할 수 있을 것이다.

해독제의 연구는 외국의 농약회사와 학계에서 매우 활발하게 이루어지고 있으며, 해독제는 주로 옥수수, 수수와 벼에서 thiocarbamate와 chloroacetanilide 계에 국한하여 제초제의 약해를 경감시키는데 실용화 되어 각각의 상품으로 시판되고 있는 실정이나 귀리, 보리, 밀, 호밀등에 처리하는 토양처리 제초제의 약해경감에 대한 연구도 많이 이루어지고 있으므로 개발전망이 밝다고 생각된다.

앞으로 해독제에 대한 관심이 높아짐에 따른 해독제의 개발 혹은 시도가 집중적으로 이루어지면 광합성 저해형 제초제와 비선택성 제초제를 포함한 더 많은 종류의 제초제에 약해를 받지않고 더 많은 종류의 작물에 이용될 수 있을 것으로 전망된다. 그리고 유전공학기법을 이용한 미생물 해독제도 개발될 것으로 전망된다.

한편 우리나라에서도 이미 개발된 해독제에 대한 많은 연구를 집중하여 여러 종류의 작물에 실용화 함으로써 앞으로 제초제 약해 「노이로제」에서 벗어나 안심하고 제초제를 사용하여 잡초를 방제할 수 있기를 기대한다.