

GOVP1200101770

632.954
L293 L

최 종
연구보고서

논 제초제 개발

Development of Rice Herbicide

연 구 기 관

한 국 화 학 연 구 소

농 립 부



대한민국

기증등록

2001. 2. 23

857385

국방부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “논 제초제 개발 에 관한 연구과제의 최종 보고서로 제출합니다.

2000년 12월 20일

주관 연구 기관명 : 한국화학 연구소

총괄 연구 책임자 : 김대황

연구원 : 장해성

고영관

류재욱

우재춘

구동완

위탁 연구 기관명 : 충남 대학교

위탁 연구 책임자 : 변종영

연구원 : 안병성

박준영

여 백

요 약 문

I. 제목

논 제초제 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

본 연구는 논 농사에서 사용할 수 있는 무공해 논 제초제를 창제하여 세계적 물질특허를 획득함과 아울러 국산 신농약 제품으로 개발하는 데에 그 목적이 있다.

논 제초제로서 현재까지 다수의 술폰닐우레아 제초제들이 개발되어 시판되고 있다. 이들 약제들은 논에서 발생하는 다수의 다년생 잡초들을 잘 방제하는 특성을 가지고 있는 탁월한 논 제초제들이다. 그러나 불행하게도 현재까지 알려진 이들 술폰닐우레아 계열 화합물들은 논에서 발생하는 피를 방제하지 못하는 약점을 가지고 있다. 이리하여 피를 방제하는 다른 약제를 첨가하지 않으면 이들 약제를 사용할 수가 없다. 따라서 피를 잘 방제하는 술폰닐우레아 제초제를 발견하게 된다면 그 시장성은 매우 탁월하다고 하겠다.

따라서 피를 비롯하여 다년생 잡초를 잘 방제하는 신규술폰닐우레아 K11451의 개발은 그 경제적 및 기술적 가치가 높은 것이다. 본 연구에서는 K11451의 개발을 목표로 대량 생산공정을 위한 공정개발, 제조 활력 및 작물에 대한 안전성 평가 및 제초 처방 연구등을 실시하여 제초제로서의 개발 가능성을 확인하고자 하였다.

III. 연구개발의 내용 및 범위

1. 술폰닐우레아 공정 최적화 연구

신규 술폰닐우레아 K11451 화합물의 기존 합성법은 저온 반응(-100~

-70℃), 위험한 시약의 사용, 용매의 제한, 입체 선택적 환원등 실험실 적 소규모 합성에는 문제가 없으나 공장화하여 대량 생산 하기에는 문제점이 많다.

따라서 본 연구에서는 공장화가 가능한 공정을 개척하는데 목적을 두고 연구를 수행 했다.

2. 술폰닐우레아 제제 연구

K11451에 대한 용해도 및 pH, 온도 변화에 따른 가수분해² 등 물리화학적 성질을 연구하였으며, 유제, 수화제, 입제 처방후 물리성 및 안전성을 검토하였다.

3. 술폰닐우레아 활성 평가 연구

온실 및 포장에서 K11451에 대한 제초 활성을 검정함과 동시에 제초처방에 대한 연구를 실시하였다.

4. 술폰닐우레아의 적용확대 실험

K11451의 적용 확대를 위하여 작무별 약해 정도를 파악하고자 밀, 보리 등 18가지 작물에 대해서 시험하였다.

5. 술폰닐우레아의 안전성 시험

K11451의 농약품목고시 시험 기준 적합여부를 확인하기 위해서 급성 어독성, 경구 급성, 들연변이 등 안전성 시험 연구를 실시하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구결과

가. 대상약제의 중요 중간체인 *o*-아미노-2-플루오르프로피오페논은 공업적으로 불리한 리튬화합물을 사용하지 않고 아닐린을 출발물질로 하여 루이스산 조건하에서 합성하는 공정을 개발하였다.

나. K11451의 pH 및 온도 변화에 따른 가수분해를 측정결과 온도가 높고

산성이 커질수록 가수분해가 쉽게 일어나 유효성분의 함량이 현저하게 줄어들 수 있었으며, 따라서 K11451의 제조 처방시 약알카리의 상태를 유지하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

다. K11451의 제초활성과 특성을 온실시험과 야외 풋트 및 포장시험을 통해서 조사한 결과 살초스펙트럼은 넓어 사마귀풀과 바둑외풀을 제외한 7초종(피, 올챙이고랭이, 물달개비, 너도방동산이, 올미, 올방개, 가래, 벼풀)에 대하여 2.5g~5g ai / ha의 처리량에서도 90%이상 방제하였다.

라. K11451의 적용확대 시험에서 밀에 대하여는 100 g/ha 에서도 약해가 없었다. 보리는 12.5 g/ha에서 벼의 경엽처리에서는 6 g/ha에서 약해가 없었다.

마. K11451의 급성어독성 시험결과 동약제의 잉어에 대한 어독성은 48시간 LC₅₀ 값은 10 mg/L 이하로 나타났다. 마우스에 대한 경구 독성시험에서는 LD₅₀ 이 5000 mg/kg 이상이였다.

2. 활용에 대한 건의

새로운 벼 제초제 K11451은 기존의 술폰닐우레아 제초제들에 비해 피를 현저히 잘 방제 할 뿐만 아니라 여러 가지 일년생, 다년생 광엽 및 화본과 잡초도 잘 방제하는 것으로 나타났다. 또한 적용 확대시험에서 벼 외에도 밀과 보리에 대해서 좋은 선택성을 나타내었고 밀 보리 발의 화본과 잡초를 잘 방제하였다. K11451의 가수분해 속도 반감기가 종래의 약제들에 비하여 짧으므로 잔효성이 문제가 되는 밀 보리와 직파재배에 응용 가능성이 있음을 확인할 수 있었다. 이외에도 안전성 시험에서 어떠한 독성이 발견되지 않았다.

위의 결과를 종합하여 볼 때 K11451은 새로운 제초제로서 개발 가능성이 크다고 사료되며, 제품으로 개발될 수 있도록 정부 차원의 계속적인 지원을 건의 드린다.

여 백

SUMMARY

Herbicidal activities of newly synthesized experimental compound, K11451 were investigated in greenhouse and field for development as a paddy herbicide. K11451 exhibited excellent weeding effects and selectivity to rice under submerged paddy condition in green house. At the application rate of 2.5~5g ai/ha treated in surface of water, K11451 effectively controlled three annual weeds such as *Echinochloa crus-galli* var. *Oryzicola*, *Scirpus juncooides* and *Monochoria vaginalis* as well as five perennial weeds such as *Cyperus serotinus*, *Sagittaria pygmaea*, *Eleocharis Kuroguwai*, *Potamogeton Distinctus* and *S. trifolia*.

However, there was no effect on *Aneilema keisak* and *Lindernia procumbens*. Especially, K11451 effectively controlled *Echinochloa crus-galli* var. *Oryzicola* at growth stages ranging from pre-emergence to 3-leaf stage. Antagonistic interaction was found between pyrazosulfuron-ethyl and mefenacet, but not between K11451 and mefenacet. K11451 had high selectivity to transplanted rice, but caused phytotoxic effect on direct-seeded rice when treated before 3-leaf stage. Herbicidal activity of K11451 on the *Echinochloa crus-galli* var. *Oryzicola* was 7-folds greater than that of pyrazosulfuron-ethyl in terms of relative dose ratio of the herbicides. These results suggest that K11451 possesses selective herbicidal potency in rice.

여 백

CONTENTS

Chap. 1	INTRODUCTION	1
Chap. 2	WORLD AGROCHEMICAL MARKET	14
Chap. 3	KOREAN AGROCHEMICAL MARKET	23
Chap. 4	RECENT R&D OF SULFONYLUREAS	26
Chap. 5	RESEARCH AND RESULTS	33
Chap. 6	CONCLUSION	76
APPENDIX	78
	The Herbicidal Activities of New Sulfonyurea Herbicides	

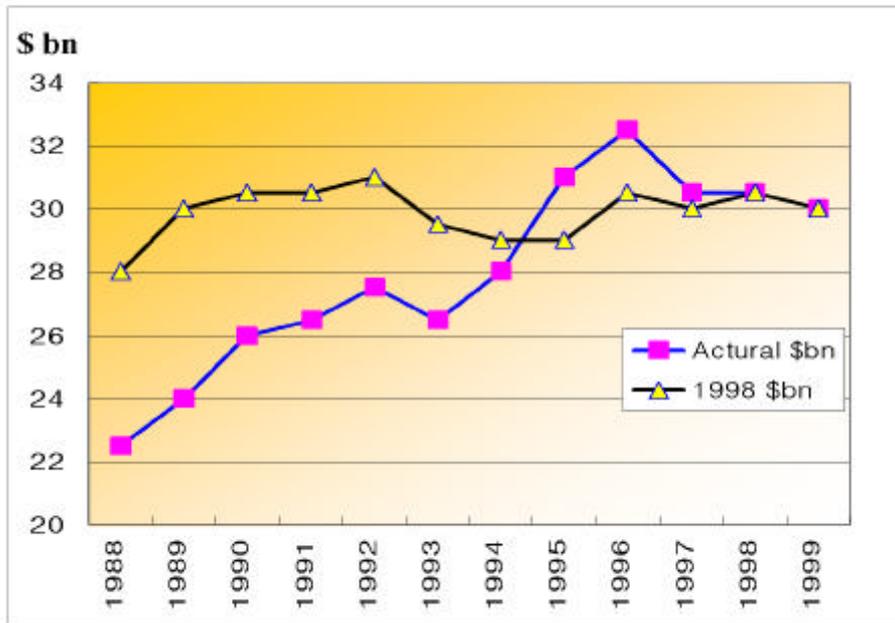
목 차

제 1장 서론	1
제 2장 세계 농약 시장	14
제 3장 한국 농약 시장	23
제 4장 해외 기술개발 현황	26
제 5장 연구수행 내용 및 결과	33
제 6장 결론	76
부록	78
벼에서 신규 술폰닐우레아계 제초제의 효능검정 결과 보고서	

제 1장 서론

우리나라가 OECD에 가입하고 농약관련 제도가 개방화된 이후 중국의 저가 원제가 수입되면서 우리나라 농약 원제 산업은 급격하게 쇠퇴하기 시작하여 이제는 거의 붕괴직전에 이르게 되었다. 이러한 시점에 우리나라의 원제산업 현황과 전망에 대하여 새롭게 검토해 보는 것은 의미있다고 생각된다.

세계농약시장 규모에 관한 우드맥킨지의 조사에 의하면 세계농약시장 총액은 1996년 이후 계속 감소하는 추세를 나타내고 있다. 이는 아시아권의 금융위기와의 관계가 있지만 금융위기가 아니더라도 근래에 발전하고 있는 병해충 저항성 유전자 조작 작물 재배 면적의 확대에 의한 농약 사용량의 감소가 큰 원인으로 생각된다. 앞으로도 이러한 추세는 계속 될 것이기 때문에 어떤 특별한 계기가 발생하지 않는한 세계농약시장은 큰 성장을 이루기가 어려울 것으로 보인다. 따라서 현재 세계 시장을 주도하고 있는 선진국 농약기업 경영자들은 큰 어려움에 직면하게 될 것이다. 전자·의료·자동차·기계산업의 성장에 비하여 농약산업이 성장하지 못하게 되면 투자자들이 투자를 하지 않게 될 것이고 기업의 주가를 유지하기가 어렵게 될 것이다. 이러한 현실에 직면해 있는 것이 세계 농약 메이저 회사들이기 때문에 이런 상황에서 회사가 할 수 있는 첫 번째 조치가 구조조정이라는 이름의 감원조치이고, 다음이 타기업과의 합병이다. 10여년 전부터 다섯 개의 큰 기업만이 살아남을 것이라고 하던 풍문이 현실로 되고 있다. 그러나 통합으로도 해결 될 수 없다는 것이 문제이다. 선진국 거대 농약기업들의 세 번째 선택 방안은 완제품 시장 진출이 될 것으로 예상된다. 이미 이러한 현상이 나타나고 있는데 노바티스, 아벤티스, 바스프 등 유럽 농약기업들이 국내 기업을 인수합병하여 완제품 시장진출을 적극화하고 있는 것이다. 조

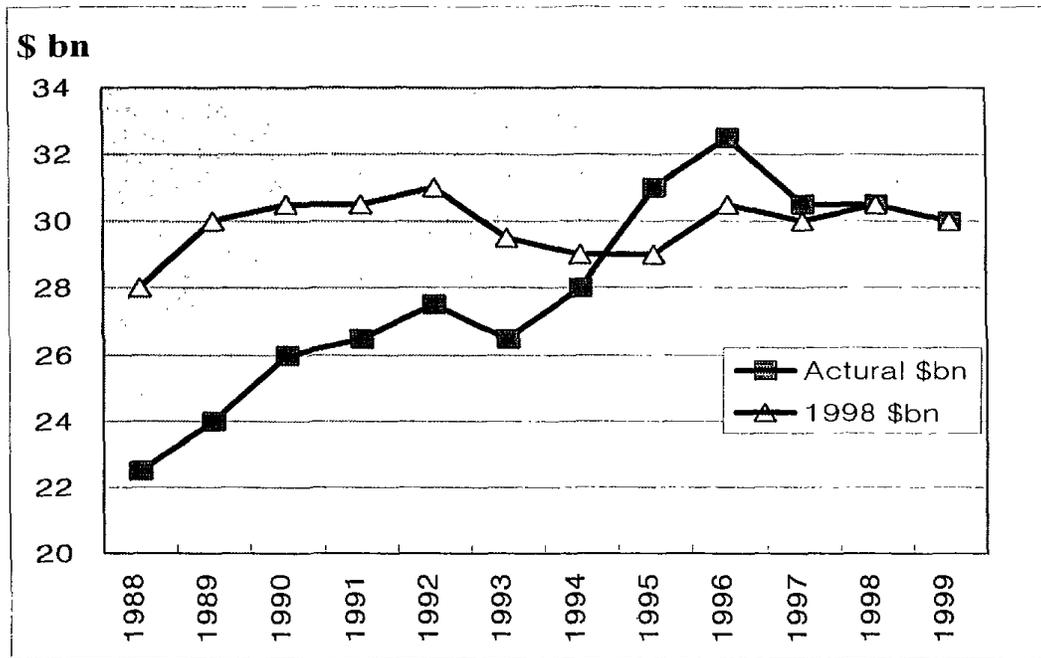


자료 : Agrochemical Monitor, 2000, Wood Mackenzie

가 55% 2000 18%, 27%, 58% 2008 18%, 24%, 1990 47%

만간 미국과 일본기업들도 국내 완제품 시장에 진출하게 될 것으로 예상된다. 이러한 현상은 국내 제조사들에게는 큰 도전이 될 것이다.

세계농약시장 규모변화



자료 : Agrochemical Monitor, 2000, Wood Mackenzie

세계농약시장의 약효별 구성 비율은 2000년에 살균제 18%, 살충제 27%, 제초제 55%의 비율로 구성되어 있으나 2008년에는 살균제 18%, 살충제 24%, 제초제 58%의 비율로 살충제 비율이 감소하는 반면 제초제는 계속적으로 증가하는 추세를 나타내고 있다. 이는 1990년 제초제 비율이 47% 였던것에 비하면 현저한 증가인데 농약에서 제초제의 중요성을 나타내고 있다. 제초제 분야의 제품 그룹에서는 종래의 화학그룹계통의 약제는 내성 잡초의 출현

등의 이유로 감소가 예상되며 새로운 작용기작을 갖는 물질의 약제가 선호될 것으로 전망된다. 살충제 분야에서는 기존의 유기인계, 유기염소계, 카바메이트계 약제가 감소하고 인축에 안전한 벤조일우레아와 새로운 기작의 약제가 증가할 것으로 예상된다. 살균제 분야에서는 스트로비루린계 약제가 큰 폭으로 세계시장 점유율을 높여 갈 것으로 전망된다.

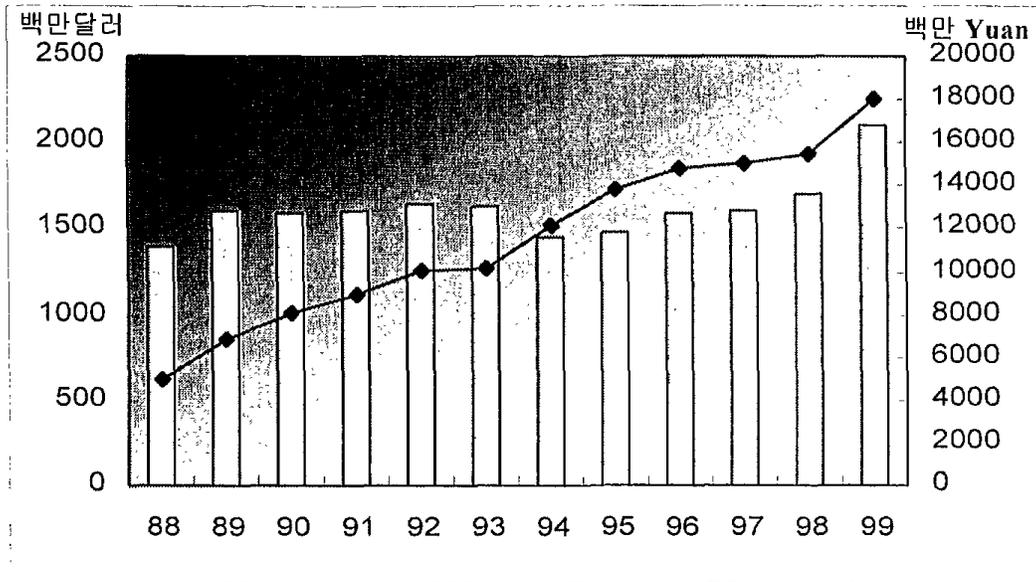
바이오테크놀로지 제품 중에서는 제초제 저항성 작물종자와 품질개선 작물종자의 수요가 획기적으로 증대 될 것으로 예상된다. 향후 이러한 확대 추세가 어디까지 계속 될 것인지 알 수 없으나 향후 5년 이내에 100억달러 시장규모 달성은 어렵지 않을 것으로 전망되는데 국내에서도 이러한 분야에 대한 연구를 서둘러야 할 것으로 생각된다.

국가별로는 미국의 농약시장 규모가 세계농약 총 시장의 27%를 차지하고 있고 다음이 브라질이 약 10%, 일본·중국·프랑스가 각각 8%의 점유율을 나타내고 있다. 한국의 농약 시장규모는 세계시장의 2.1%를 나타내고 있는데 한국의 경제 규모에 비하여는 작은편이며 3%정도까지 향후 성장가능성이 높다고 판단된다.

국가별 농약시장 성장추이를 비교해 볼 때 중국의 농약시장 성장률은 괄목할만하다. 향후 10년 이내에 50억 달러 규모로 성장할 것으로 예상되는데 우리나라와 지리적으로 가까움으로 중국의 농업현장에 대한 각 분야의 연구가 심도있게 추진되어야 할 필요성이 크다.

중국도 국가적 차원에서 자국의 이러한 농약시장 수요에 대처하기 위하여 신물질의 개발과 스크리닝 센터, GLP 센터 등 전국을 3개 권역으로 상해·북경·심양을 중심으로 총 15개 지원 센터를 설립하는 등 자체 능력 배양에 투자를 강화하고 있다.

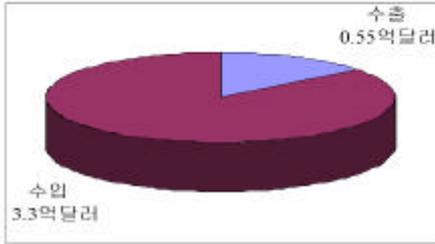
중국의 농약시장 변화추이



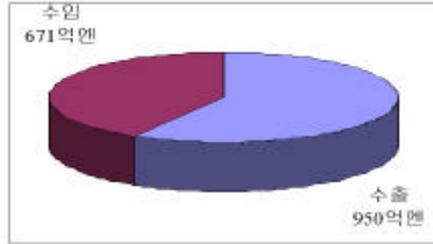
한국의 업계·학계도 중국의 농업현장과 시장 대응 방안에 대한 연구와 시장 진출을 서둘러야 할 것으로 생각된다. 중국농약시장의 성장은 한국의 농약업계에게는 좋은 기회를 제공하는 것이기 때문인데 스위스는 소국이지만 이웃한 프랑스, 독일, 이태리의 농업을 대상으로 함으로서 세계 제1위의 농약 기업을 보유하는 국가가 된 것을 참고 삼아야 할 것으로 생각된다.

우리나라에서 농약은 무역 역조의 요인이 되고 있는데 비하여 일본의 농약은 수출효자상품이 되고 있다. 우리나라 농약수입금액이 3.3억 달러이고 수출이 5500만 달러인데 비하여 일본의 경우 수입 6.7억 달러에 수출은 약10억 달러에 육박하고 있다. 농약은 수입만 하는 것이 아니라 수출도 가능한 상품이라는 것을 가르쳐 주고 있다.

한국 농약 수입 수출(1997)



일본 농약 수입 수출(1997)

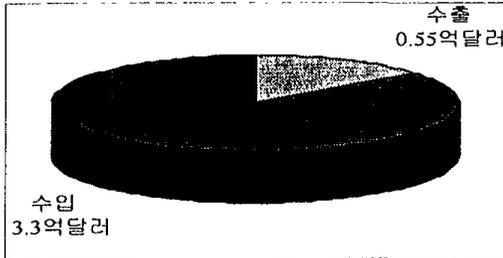


가 .
 가 .
 30% .
 .
 .
 5
 가
 가 .

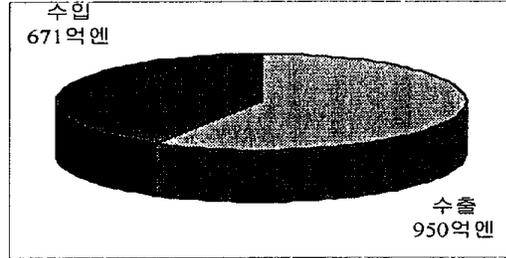
가
 가
 가
 가 .
 20
 .

한국과일본의농약 무역수지 비교

한국 농약 수입 수출(1997)



일본 농약 수입 수출(1997)



또한 일본의 나라별 농약수출을 보면 미국으로의 수출이 가장 많고 두 번째가 한국이 되고 있다. 농약은 최선진국인 미국으로의 수출이 가장 많다는 것이 인상적이다. 그리고 1996년 이후 농약수출금액의 증가율이 매년 약 30%씩이나 되고 있다. 수출도 미국 영국으로부터 인건비나 시장이 작은 베트남까지 이르고 있다. 기술과 산업정책에 있어 언제나 앞서가고 있는 일본의 농약수출현황은 우리에게 시사하는 바가 크다. 한국의 농약수출금액은 감소를 거듭하여 겨우 5천만달러인데 비하여 일본은 우리의 약 20배에 달하는 금액을 수출하고 있다는 것은 주목해야 할 점이다. 세계의 농약시장 전체규모가 축소되고 있는 상황하에서도 일본의 농약업계는 수출을 매년 대폭 늘려가고 있는 것이다.

일본 농약 국별 수출 현황

(단위:백만엔)

순위	국 명	1996년	1997년	1998년
1.	미 국	6,949.6	14,851.0	19,267.3
2.	한 국	7,332.6	7,459.8	8,884.1
3.	브 라 질	3,654.6	4,928.4	7,569.0
4.	중 국	4,545.7	5,731.7	5,495.0
5.	벨 기 에	762.9	1,272.9	4,368.2
6.	프 랑 스	2,778.5	3,430.9	3,910.9
7.	프레로토리코	-	-	3,559.7
8.	아르헨티나	2,395.4	2,656.6	3,359.8
9.	베 트 남	1,271.4	2,533.6	2,921.4
10.	영 국	2,821.8	2,200.9	2,831.3
총 합 계		56,012.0	74,841.0	94,927.0
수 출 증 가 율			+ 33.6%	+ 26.8%

*자료 : '98 일본 농약 요람

우리나라의 농약원제 국산화율은 품목 수로는 21%밖에 되지 않는다. 제초제 분야의 국산화율은 12%밖에 되지 않는다.

우리나라의 농약 원제 수출 현황을 보면 극히 적은양을 각국에 수출하고 있는데 그것도 해를 거듭할수록 감소하고 있다. 이러한 상황이 계속됨에 따라 국내기업이 선진국 메이저 회사들의 인수 표적이 되어 동양화학, 미성, 전진 등의 기업이 해외기업으로 넘어갔다. 남아있는 몇몇 국내기업들의 향후 전망도 예측하기 어렵다. 아무튼 국내기업들의 노력이 한층 강화 되어야 할 것으로 생각되는데 무엇보다 대외진출이나 수출 노력을 강화하여야 할 것으로 보인다.

다행한 것은 국산농약도 세계 여러나라에 조금씩 수출되고 있다는 것이다. 이러한 불씨를 꺼트리지 않고 계속 키워갈 수 있다면 300억 달러의 세

계시장은 충분히 큰 시장이라고 보여진다. 해외시장으로 진출을 확대하기 위하여는 우선 광고 활동이나마 제대로 하여야 할 것 같다. 요즘 e-business나 on-line business가 매우 편리해지고 있으므로 해외의 수요자들에게 정보를 충분히 제공할 수 있도록 홈페이지에서 많은 정보를 제공하도록 하여야 하겠다. 국내기업들의 해외 광고 문안에는 이러한 면이 너무나 미흡함을 지적하지 않을 수 없다.

국산농약의 세계시장진출 장애요인으로서는 앞서 지적한바와 같이 각 기업의 안목과 노력이 부족한 것이 가장 큰 장애요인이 아닐 수 없다. 해외시장에 대한 정보에 민감하게 대처 방안을 강구하여 독자적인 기술개발과 원제의 해외 등록을 추진하며 특히 외국기업과의 협력방안을 강구하여 상호 이익이 되는 방안을 적극 찾아나가야 할 것으로 생각된다.

국내 기업들이 가장 어려워하고 있는 것이 중국산 저가원제의 공세라고 하겠다. 우리나라 원제산업을 완전붕괴 상태로 몰아가고 있는 것은 중국산 저가원제의 진출이다. 이러한 중국산 원제의 국내 진출이 급격히 늘어나게 된 원인은 행정규제 완화차원에서 이루어진 제도적 완화조치가 농약이 위험한 수입제품이라는 특성을 고려하지 않고 단순한 행정규제완화나 민원해결 차원의 제도로만 인식하고 규제 완화의 방향으로 취한 조치 때문이다. 이러한 결과 중국산 원제의 국내 등록에는 불과 15일밖에 걸리지 않는 결과를 초래하였던 것이다. 이에 비하여 국내 생산원제를 국내에 등록하는데 수 많은 안전성 관련 자료와 6개월 이상의 기간이 소요되는데 이는 농약이 위험성이 높은 물질이기 때문에 당연한 것이며 모든 나라가 이러한 방식을 취하고 있고 중국도 마찬가지이다. 이와 같이 제도적 변화가 국내산업의 뿌리를 흔들고 있는 원인이 되고 있다. 특허있는 제품의 경우는 선진국 기업이 원제에서부터 제조와 유통까지 직접 관장하고 특허 끝난 약제에 대하여는 저가의 수입품이 시장을 잠식 해버림에 따라 국산 원제 산업은 살아남을 길이

보이지 않는 상황에 처하게 되었다.

그러나 우리나라 농약산업에 긍정적 환경변화가 없는 것이 아니다. 국내 시장규모가 확대되고 있으며 중국도 WTO가입으로 원제와 제품시장이 개방되고 있으며 한국의 안전성 시험도 국제적으로 공인 받고 있다는 것 등은 긍정적 측면이라고 하겠다.

이러한 환경변화는 어떻게 활용하느냐에 달려있다. 북한의 개방은 특히 우리에게 기회를 제공하고 있다. 알려진 바에 의하면 북한의 경지면적은 남한보다 크다. 논이 60만ha, 옥수수 밭이 70만ha라고 하며 전체 경지면적은 200만ha로서 남한의 190만ha보다 크다. 그런데 북한의 농약 생산량은 약 3천톤으로 소요량의 10분의 1정도밖에 되지 않으므로 절대량이 부족한 실정이다. 이 문제를 해결하는 것도 결국 한국의 농약기업에 달려있는 일이 아닐 수 없다. 앞으로 북한의 식량문제를 해결하기 위하여 식량을 계속 지원할 수는 없을 것이고 궁극적으로는 식량 생산기반을 만들어 주어야 하는데 이때 필수적으로 농약 지원도 이루어져야하고 또 그 비용도 국민의 세금으로 부담할 수밖에 없다. 북한의 농지면적과 식량사정으로 볼때 그 비용은 제품가격으로 3천억원 이상에 달할 것으로 예상된다. 국민의 세금으로 이러한 규모의 농약을 북한에 지원하게 될 때 중국산 원제나 일본산 원제를 사용할 수는 없을 것이다. 아마도 현재의 국내농약원제 산업으로서는 회생의 마지막 기회가 될지도 모를 것이다.

우리나라 원제 산업의 대응방안은 신농약의 개발뿐이다. 신농약의 개발에 오랜 시간과 많은 비용이 들기는 하지만 더 이상의 대안은 없다. 그리고 다행하게도 우리나라에는 신농약 개발과 관련된 신물질창출, 약효검정, 제제 포장시험, 안전성, 공정, 생산기술 등 모든 기술이 거의 완전하게 갖추어져 있고 현재도 상당한 결과를 내고 있을 뿐만 아니라 정부차원의 지원도 제도적으로 이루어지고 있어서 통상적인 신농약 개발비용보다 훨씬 더 적은 비

용으로도 신농약을 개발 할 수 있다.

현재 국내 원제 산업이 중국 때문에 어려움을 겪고 있지만 이는 중국이 지리적으로 가깝기 때문인데 국내산업계는 이러한 지리적 시점을 세계 어느 나라보다도 역으로 잘 활용할 수 있는 위치에 있다. 중국의 농업에서 문제가 되고있는 병충해를 연구하고 대응약제를 개발해 내어 공급할 수 있기 때문이다. 국내농업만을 대상으로 할 것이 아니고 광대한 중국의 농업을 보고 농약을 개발하여야 한다.

현재까지 국내에서 진행되고있는 신농약 약제들을 보면 상당한 진전을 이루고 있다.

국내개발 신농약 현황

(단위 : 억원)

약제명	약효	개발회사	출시(예정)년도	예상매출액
KH 502	살충제	성보	2001	300
피안커	제초제	LG	1997	1,000
가디안	살균제	LG	1999	2,000
DBI-3024	살충제	동부한농	2002	2,000
LGC-42153	제초제	LG	2002	2,000
DBH-129	제초제	동부한농	2003	4,000
EK-5139	제초제	(주)한국삼공	2003	1,000
KNC-9801	제초제	경농	2003	1,000
KSF-1001	살균제	경농	2004	2,000

특히 2000년도 영국 브라이튼 BCPC학회에서는 한농이 개발중인 DBI-3204 살충제가 우리나라에서 개발된 약제로서는 3년 전의 피안커에 이어 2번째로

10

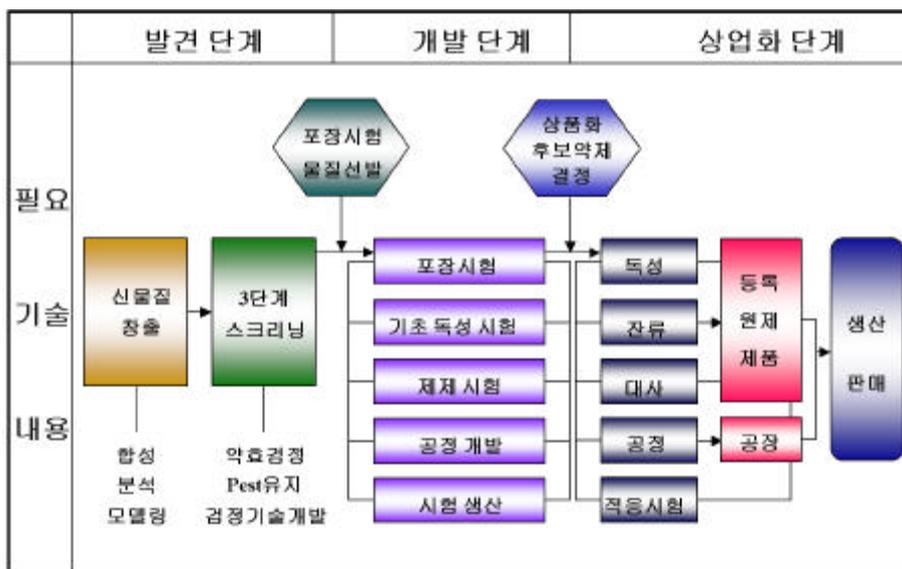
100

100

가

outsourcing

가

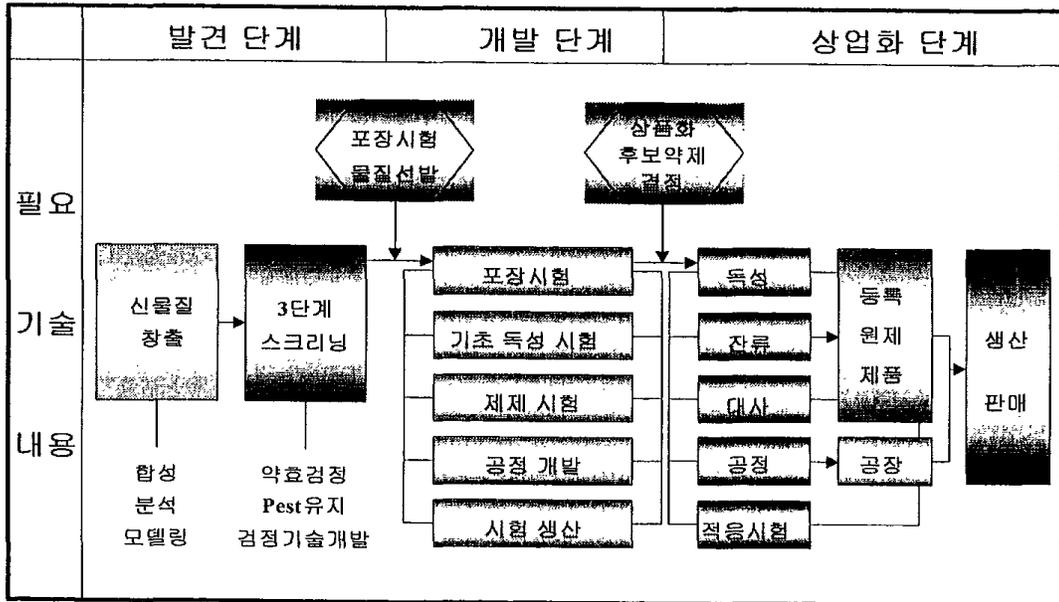


소개되었다.

신농약개발은 발견단계, 개발단계, 상업화단계 등을 거쳐서 이루어지는데 모두 10년 이상의 기간이 소요되며 비용도 100억원 이상이 소요된다. 더욱이 이와 관련된 기반 연구 시설투자에도 100억원 이상이 투자되어야한다. 그러므로 국내 농약기업이 이들을 모두 갖추어서 신농약을 개발하기란 사실상 불가능하다.

다행히 최근의 경영 전략은 outsourcing이 유행이므로 핵심 요소 이외에는 모두 사외에서 이루어지도록 하고 기업은 필요기술을 골라서 입수하면 된다. 국내에는 신농약 관련 연구가 많이 이루어지고 있으므로 이들을 잘 활용하면 적은 비용으로도 효과적으로 신농약을 개발할 수 있다.

신농약 개발체계



신농약 개발·소요기간 및 비용

	발견 단계	개발 단계	상업화 단계
기간	5 ~ 10 년	2 ~ 5 년	3 ~ 5 년
비용	100 ~ 200 억원	~ 50 억원	100 ~ 200 억원
담당	학계·연구계 전담	공동개발	산업계 전담

국내에서 신농약개발이 이루어지고 있는 현황을 아래표에서 볼 수 있는데 상당한 진전을 이루고 있다. 앞에서 언급하였듯이 BCPC에서 발표된 것이 2건이며 내년에도 발표될 것으로 예상되는 것이 2건이 있는 등 국산 신농약이 세계시장을 향하여 약진을 하고 있다. 각 제품의 예상 매출액도 국내 원제산업을 획기적으로 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

이와 같이 신농약 개발 기술은 이제 우리나라에 거의 토착화 되어가고 있다.

산업기술은 일반적으로 경제 수준에 따라 흐르는 특성을 가지고 있다. 신기술의 처음 발생은 기초학문과 기반기술이 발전되어 있는 선진국에서 발생하여 10년내지 20년간 호황을 누리다가 이후부터는 차츰 중진국으로 기술이 이동한다. 중진국에서 10년정도 호황을 누린 이후 경제가 발전하면 그 다음엔 더 후진국으로 다시 흘러간다. 60년대 한국이 경제개발을 시작할 때에는 가발 산업이 크게 번성하였다. 그러나 10년정도 번성 후에는 다른 개발도상국으로 흘러갔고 70년대 한국은 섬유봉제 왕국이 되었다. 그러나 80년대에

는 인건비 상승으로 인해 더 이상 경쟁하기가 어려워 이제 봉제산업은 중국으로 모두 이동하였다. 이와 같이 이후에는 TV, 냉장고, 전자렌지의 조립, 자동차 조립에서 자동차 설계생산 등으로 산업의 주력 기술이 계속 바뀌어왔다. 현재 한국을 버티고 있는 산업은 반도체인데 이것도 언젠가는 흘러갈 것이고 새로운 기술산업을 하지 않으면 안된다.

따라서 선진국의 산업 기술 현황을 잘 관찰하여 향후 한국에 적당한 산업 기술이 무엇일지 보고 받아들일 수 있는 것은 신속히 받아들일 수 있도록 준비하여야 한다. 현재 선진국에서 크게 호황을 누리고 있는 것은 의약산업이다. 그러나 한국이 의약산업을 이어받기에는 아직 우리의 기반기술이 너무나 취약하여 향후 30년 이내에는 한국에서 신의약을 자체기술로 제품화하기는 어려울 것으로 보인다.

산업기술 흐름도

	선진국	한국	개도국
60년대		가발	
70년대		섬유	가발
80년대	가전	신발	섬유
90년대	농약	가전	신발
2000년	농약	농약	가전
2010년	의약	농약	농약
2020년	의약	농약	농약
2030년	의약	의약	농약

반면에 농약기술은 현재 선진국에서 크게 어려움을 겪고 있고 한국에서는 기초기술이 확립되어 있기 때문에 농약기술은 이제 선진국을 떠나 한국으로 이동해올 차례를 맞고 있다. 하기에 따라 향후 30년 동안 한국이 세계의 신농약 개발을 주도 할 수 있는 기회를 맞고 있다고 보여진다.

이와 같이 한국의 원제산업이 대외 진출과 대북진출 그리고 신농약개발에 집중한다면 향후10년 이후부터는 연간 10억달러의 수출도 달성할 수 있는 산업으로 성장할 수 있을 것으로 전망된다. 다만 이를 위하여 산업계와 학계 그리고 정부 정책의 긴밀한 협력이 필요하다고 생각된다.

제 2장 세계 농약 시장

세계 농약시장 규모는 1999년도 기준 296억달러로서 1998년보다 3.6% 감소되었지만 매년 300억달러 이상의 매출 규모를 보여주고 있으며 1999년도 감소 원인으로 외환위기로 동아시아 지역의 경제가 침체되었기 때문으로 판단된다. 농약 사용량은 작물의 재배 면적에 따라 영향을 받는데 먹거리의 안정적인 공급을 위한 농약 사용은 필수적이라 타 산업과 달리 급격한 증가 또는 감소는 이뤄지지 않지만 매년 3-5% 정도 신장세를 유지할 것으로 전망하고 있다.

세계 농약시장의 동향

구 분	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
시장규모 (억불)	252.0	252.8	278.3	302.7	312.5	302.0	312.5	296.0
전년대비 실질성장율 (%)	-5.1	-1.7	+2.9	+5.0	+3.6	-2.6	+5.0	-3.6

자료 : Agrochemical Monitor, 1998, Wood Mackenzie

농약그룹별 판매액 변화를 보면 제초제의 판매 비율이 50% 정도로 대부분을 차지하고 있으며 살충제가 26%, 살균제가 19% 기타 생장조절제 및 생물농약등이 4.5% 정도를 차지하고 있다. 이것을 볼 때 세계 농약시장을 이끌어가는 것은 제초제로 판단되며 연도가 경과함에 따라 서서히 증가하고 있으며 살충제나 살균제는 다소 감소하는 경향이다. 한편 생물농약이나 생장조절제가 포함된 기타는 매년 변동이 있는 것으로 보아 시장이 안정화되지 않고 있음을 알 수 있다.

세계 농약시장 그룹별 동향

(단위: 억불, %)

구 분	1960		1970		1980		1998		1999	
	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율	금액	비율
살균제	3.4	40.0	6.0	22.2	21.8	18.8	55.7	17.8	56.9	19.2
살충제	3.1	36.5	10.0	37.1	40.3	34.7	90.5	28.9	75.3	25.5
제초제	1.7	20.0	9.4	34.8	47.6	41.0	148.2	47.4	150.4	50.8
기타 (생물농약등)	0.3	5.6	1.6	4.7	6.4	5.5	18.3	5.9	13.3	4.5
계	8.5	100.0	27.0	100.0	116.0	100.0	312.7	100.0	295.9	100.0

지역적으로 볼 때 북미지역이 29%, 라틴아메리카가 15%, 서, 동 유럽이 26.0%, 일본을 포함한 동아시아가 25%, 그외 지역이 5%를 점유하고 있어 한국과 일본이 포함된 동아시아지역의 시장이 전체 농약 시장의 1/4을 차지하고 있어 결코 무시할 수 없는 시장 규모를 가지고 있음을 알 수 있다.

세계농약시장의 지역별 비율(1999년)

구분	북미	라틴아메리카	서유럽	동유럽	동아시아	기타
점유율 (%)	29	15	23	3	25	5

자료: Agrochemical Monitor, 2000, Wood Mackenzie

국가별 규모를 살펴보면 상위 15개국이 전체 농약시장의 약 83%를 점유하고 있으며 이중에서 미국이 78억달러로 1위이고 일본, 프랑스등 소위 선진국들이 세계 농약시장을 주도하고 있으며 한국도 1999년에는 12위권으로

전세계 농약시장의 2%를 차지하고 있어 결코 적지 않은 농약시장을 형성하고 있고 또한 북한 지역의 특수가 기대되어 다국적 기업의 목표가 되고 있는 실정이다.

국가별 세계농약시장(1999년)

(단위: 억불, %)

순 위	국 가	시장규모(억달러)	비중(%)
1	미 국	77.9	26.3
2	일 본	30.8	10.4
3	브라질	23.5	7.9
4	프랑스	22.1	7.5
5	중 국	21.3	7.2
6	독 일	11.2	3.8
7	캐나다	9.1	3.1
8	호 주	8.8	3.0
9	영 국	7.7	2.6
10	이태리	7.5	2.5
11	아르헨티나	6.2	2.1
12	대한민국	6.2	2.1
13	스페인	6.2	2.1
14	인 도	4.7	1.6
15	멕시코	4.0	1.4
계		246.9	83.4
전체 세계농약시장		296.0	100.0

자료 : Wood Mackenzie, 2000

농약그룹별 화학계열별 시장에 대해서 보면 제초제 중에서 트리아진계, 아미드계, 술폰닐우레아계, 아미노산 유도체 등이 시장을 주도하고 있다. 92/97년 명목 성장률을 보면 설폰닐우레아, 아미노산 유도체, 아실옥시페녹시프로피오네이트, 사이클로헥산디온, 피리딘 유도체 그리고 기타의 증가율이 높았다. 2002년에 성장될 계열로 예상된 것으로 바이피리딜, 이미노산

유도체 그리고 기타 계열이 증가될 것으로 예상되며, 유전자 도입 작물의 보급에 따라 아미노산 유도체의 시장 증가가 예상된다. 살충제를 보면 벤조일 우레아 유도체, 생물농약이 포함된 기타 계열이 증가되었고 2002년에는 생물농약이 포함된 기타 시장이 크게 확대되며 지속적인 증가도 예상된다. 살균제로는 트리아졸, 이행성, 비이행성 등 계열들이 증가되었으며 2002년에는 스트로빌루린, 트리아졸, 이행성계 등이 증가될 것으로 예상되고 있다. 주목할 것은 유전자 도입 작물이 판매됨에 따라 제초제 저항성이나 살충활성 발현 유전자 도입 작물, 그리고 복합유전자 도입작물들의 시장이 크게 확대될 것으로 예상하고 있어 이 들 분야들이 농약시장의 상당 부분을 차지할 것으로 예상된다.

농약그룹 및 화학계열별 시장 전망

(단위 : mil. US \$)

농 약 그 룹	1997년시장	2002년시장	97/02명목성장율
제초제 저항성 작물	435	2,200	38.3
곤충저항성 작물	230	1,370	42.9
형질 변환 작물	5	2,140	236.0
계	670	5,710	53.5

최근에는 선진 다국적 화학기업들은 국제 경쟁력을 높이기 위해 경영합리화를 통한 구조조정을 지속적으로 추진해 오고 있고, 신규물질의 창출이 점점 어려워지는 등 신규 투자가 어려워지고 있는 시점에 외국의 회사를 인수하거나 합병하는 등의 전략이 지속적으로 추진하고 있다. 미국의 대표적인 화학회사인 몬산토는 1988년 Polystyrene등 비전략적인 사업분야에서 철

수하여 생명과학 분야로 핵심사업 분야를 전환하였고, 쉘은 농약사업을 아메리칸 사이아나미드에 매각했으며 이 회사는 다시 American Home Product로 농약부분이 합병되고 2000년초 BASF에 농약부분이 팔려 BASF 아그로로 되는 등 구조조정을 단행하였고 스위스의 산도즈와 시바-가이기는 농약 및 의약품중심의 새로운 회사인 노바티스를 설립하여 농약 사업분야를 강화하였고 그 뒤 ZENECA의 농약 부분을 인수하여 Syngenta로 회사명을 변경했고 세계 1위의 거대 기업으로 변했다. 독일의 쉐스트와 쉘링은 농약분야를 별도로 독립시켜 아그레보사를 설립하였다가 다시 프랑스의 롱-프랑 과 농약 및 생물산업 분야를 합쳐서 아벤티스사를 설립하여 바이오 산업에 보다 집중시키고 있다.

한편 합성농약이 주를 이루고 있는 농약시장에 최근 유전공학적인 기법을 도입한 제초제 또는 살충제 저항성 작물을 육성 보급하여 농약시장의 판도 변화가 예상된다. 몬산토사는 글리포세이트라는 비선택성 제초제의 저항성 콩, 유채 및 목화를 육성하여 미국과 캐나다 시장에 보급하여 글리포세이트의 판매량을 20% 이상 증가시켰고 그외 노바티스, DowAgro Science, 제네카, 아벤티스 등이 이 분야 사업을 확장하는데 많은 노력을 기울이고 있다.

또한 합성농약의 역기능인 환경에 영향을 주는 물질이라는 인식이 확대됨에 따라 환경친화적 생물농약 개발에 박차를 가하고 있으며 현재도 다양한 생물농약이 개발되고 있거나 시판되고 있고, 앞으로 유전공학적인 기법이 생물농약 개발분야에도 적극적으로 도입되어 환경에 안정된 균주의 선발 또는 천연물질의 대량배양이 이루어져 농약산업의 새로운 분야를 구축할 것으로 예상되고 있다.

일반 화학농약원제 생산업체는 전세계적으로 2,000~3,000개가 있다고 추정된다. 이중 중국에 500~1,500개 회사가 있고, 그 외에 인도, 중남미,

유럽, 미국, 대만, 오스트레일리아 등에도 유명한 회사들이 많다.

이들 회사들은 막대한 연구비가 들어가는 신농약을 개발하기 보다는 특허가 끝나고 약효와 안전성이 확인된 약제를 생산 판매하고 있다.

세계의 농약시장이 크지만 선진국에서는 등록과정을 거쳐 농약의 생산, 수입 및 판매를 허가하는 제도를 채택하고 있기 때문에 회사수가 많아도 이들 대부분의 회사들이 중국, 인도등 개발도상국에서만 판매를 하고 있고 선진국으로 진출하여 성공한 기업은 그리 많지 않다. 개발도상국가의 농약시장 규모는 작기 때문에 일반화 제품을 생산하더라도 선진국시장으로 진출할 수 있어야 한다. 그리고 이러한 전략을 구사한 회사들은 크게 성공을 거두고 있다.

일반화 농약 회사로서 선두 주자는 이스라엘 회사인 Makhteshin -Agan 사로서 최근 3~4년 사이에 급속한 매출 신장을 보여 1996년에는 매출액 4억 7천만 달러로써 세계 농약기업들 중 16위 였으나 1997년에는 6억 4천만 달러를 달성하여 우수한 신농약 개발 회사들을 제치고 일약 12위의 매출액을 달성하였다. 이 회사는 년 평균 2개 이상의 일반화 농약을 추가 출시한 결과이다.

인도의 일반화 농약 생산회사들도 세계 시장을 석권하고 있고, 오스트레일리아 회사들도 세계 시장을 누비고 있다.

또한 세계의 거대 신농약 회사들도 신농약 출품시 기술과 시설이 있는 일반화 농약 생산회사에 위탁생산을 요청하는 경우도 많고 또 신농약 출품시 합제 파트너로서 값비싼 브랜드 제품보다는 값싼 일반화 제품을 선택 하기도 한다.

세계 농약 회사의 변천

1997년 이전	1998년	1999년	2000년 이후
Chemie Linz	Novatis (41.5억불)	Novatis	Syngenta (70.5억불) 1위
Ciba-Geigy			
Dr Maag			
Merck			
Sandoz			
Velsicol			
Fermenta	Zeneca (29.0억불)	Zeneca	
Glaxo			
ICI			
Stauffer			
Heechst	AgrEvo(24.1억불)	Aventis	Aventis(46.8억불) 2위
Schering AGt			
Kenogard	Rhone Poulence (22.7억불)		
Rhone Poulence			
Union Carbide			
Upjohn	BASF(19.5억불)	BASF	BASF AGRO (40.4억불) 3위
BASF			
Cyanamid	Cyanamid(AHP) (21.9억불)	Cyanamid	
Celamerck			
Kodak			
Shell			
Monsanto	Monsanto(40.3억불)	Monsanto	Monsanto 4위?
Dupont	Dupont (31.6억불)	Dupont	Dupont (R&D감축) 5위
Ruhr Stickstoff			
Bayer	Bayer(22.7억불)	Bayer	Bayer 6위
Dow	Dow AgroScience (21.3억불)	Dow AgroScience	DowAgro Sci. 7위
Elanco			
Chinoin	Elf Atochem	Elf Atochem	Elf Atochem
Elf Atochem			
Cheminova	Cheminova	Cheminova	Cheminova
FMC	FMC	FMC	FMC(계속)
Agrimont	Isagro	Isagro	Isagro
Enichem			
Janssen	Janssen	Janssen	?
Nitrokemia	Nitrokemia	Nitrokemia	Nitrokemia ?
Rohm&HaasI	Rohm & Haas	Rohm & Haas	계속
Uniroyal	Uniroyal	Uniroyal	계속
Duphar			
Chevron	Vallent		?
PPG			

이와 같이 특허가 만료된 일반화 제품일지라도 생산기술과 등록자료만 완비되면 세계시장에서 판매기회는 많다고 판단된다. GLP 인증 등록자료를 만드는데 비용이 많이 들기 때문에 중국이나 인도, 중남미의 소규모 회사들은 세계시장으로 진출하지 못하고 있고, 우리나라의 원제 생산회사들이 세계 시장으로 진출하지 못하는것도 대부분 GLP 인증 독성자료를 만들지 못하기 때문이다.

그러나 이번 기회를 통하여 국내 산업을 획기적으로 개선하지 못한다면 국내의 농약 산업은 수년내에 완전히 외국기업에 점령당하고 말 것이다. 그러므로, 세계시장에서 성공을 거두고 있는 기업들의 사례를 고찰해 볼 필요가 있다. 아래의 표는 세계 농약시장에서 성공을 거두고 있는 일반화 농약원제 생산회사의 수가 증가하고 있음을 보여주고 있다.

이들 세계적 일반화 원제 생산회사들의 국적, 매출액, 성장전략 등을 살펴보면 아래에서 보는 바와 같다.

한국의 기업들도 이들처럼 세계시장에서 성공을 거둘수 있도록 전략을 세우고, 한편으로는 정부의 정책도 뒤따라야 하겠다.

년간 1억달러 이상의 매출을 올리는 세계 주요 일반화원제 생산회사

연도 매출액 (백만\$)	1993	1996	1997	1998
500이상			Makhteshim -Agan	Makhteshin-Ag an
450 ~ 500		Makhteshim -Agan		Fernz-Nufarm Griffin LLC
350 ~ 450				
300 ~ 350			Fernz-Nufarm	Elf-Atochem
250 ~ 300		Elf-Atochem Fernz-Nufarm Sipcam-Oxon	Elf-Atochem Griffin-corp Sipcam-Oxon	Cheminova Sanachem Sipcam-Oxon
200 ~ 250	Makhteshim -Agan	Cheminova Griffin-corp Sanachem	Cheminova Sanachem	United- Phosphrus
150 ~ 200	Elf-Atochem Sipcam-Oxon	Caffaro United- Phosphrus	Caffaro Sanonda United- Phosphrus	Caffaro Sanonda
100 ~ 150	Sanachem	CFPI, IPICI, Rallis, Sanonda, Sinon corp	CFPI, Herbitecnica IPICI, Rallis, Sinon corp	IPICI, Rallis, Sinon corp
회사수	4개사	14개사	15개사	13개사

제 3장 한국농약시장

1999년도 한국의 농약시장

1. 농약 생산·출하 현황

- 1999년도 농약생산량은 26,264톤으로 98년도 22,073톤 보다 19.0%가 증가하였는데 이는 98년도 IMF 관리하에서 재고부담을 줄이기 위해 생산을 감축한데 기인한 것으로 IMF 이전 수준으로 회복된 건으로 볼 수 있다.
- 작물별로 보면 수도용 농약은 7,546톤으로 전년도 7,009톤보다 7.7%가 증가하였고 원예용은 10,717톤으로 전년도 7,897톤에 비해 35.7% 증가하였으나 제초제는 5,431톤으로 전년도 5,594톤 보다 2.9%가 감소하고 기타제는 2,570톤으로 전년도 보다 63.4%가 증가하였음.
- 형태별로는 유제가 10,262톤으로 전체의 39.1%를 점유하고 있으며 수화제가 7,988톤으로 30.4%, 입제가 5,374 톤으로 20.5%, 수용제 3.3%, 분제 1.2% 순위로 점유하고 있고 수화제와 유제가 전년도보다 각각 48.7% 증가하고 분제와 입제가 전년도보다 각각 12.8%, 5.2% 감소되었음.
- 농약 출하량은 25.837톤으로 전년도 22.103톤 보다 16.9%가 증가하였고 매출액은 9,327억원으로 전년도 8,427억원보다 10.7%가 증가하였음.

- 이를 약제별로 보면 살균제는 8,082톤으로 전년도 6,543톤보다 23.5%가 증가하였고 살충제도 9,544톤으로 전년도 8,765톤보다 8.9%가 증가하였으며 제초제 5,596톤, 기타제 2,615톤으로 전년도에 비해 각각 9.4%, 55.7%가 증가하였음.
- 작물별 시장점유율은 수도용이 2,638억원으로 28.3%를 원예용은 4,051억원으로 43.4%를 점유하고 있으며 제초제가 2,369억원으로 25.4% 기타제가 269억원으로 2.9%를 점유하였음.

2. 농약 수입 현황

- 99년도 농약 수입총액은 전년도 247,436천\$ 보다 28.4% 증가한 317,592천\$로 원제가 75.4%인 239,587천\$로 전년도 173,923천\$보다 37.8%가 증가하였으나 이는 IMF이전 수준인 97년도(240,145천\$) 수준으로 회복된것이며 완제품은 5.9%인 18,706천\$로 전년도 9,736천\$ 보다 92.1%가 증가하였고 합성원료는 18.7%인 59,299천\$로 전년도보다 7.0% 감소하였음.
- 수입국가별로는 일본이 89,790천\$(28.3%), 미국이 59,419천\$(18.7%), 독일이 33,599천\$(10.6%)로 총 수입액의 57.5%를 차지하고 있고 나머지가 프랑스 등 20여개국에서 수입되었음.
- 농약원제 국내 총수요는 4,324억원으로 수입원제가 2,875억원(239,587천\$), 국내합성원제가 1,449억원(120,740천\$)로 수입의존도는 66.5%임.

3. 농약 수출 현황

- 99년도 농약 수출은 50,595천\$로 98년도 43,288천\$ 보다 16.9%가 증가하였음.

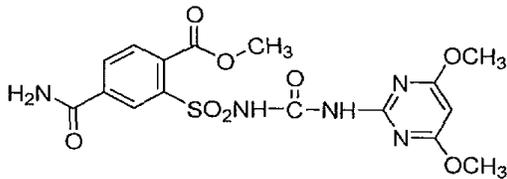
- 농약원제 수출은 총수출액의 92.5%인 46,782천\$로 전년도 41,784천\$보다 12.0%가 증가하였고 완제품은 7.5%인 3,813천\$로 전년도 1,504천\$보다 153.5%가 증가하였으며

- 수출 교역국은 영국(16.1%), 독일(16.1%), 일본(6.9%), 필리핀(5.4%)순으로 약 30개국으로 수출되었음.

제 4장 해외 기술개발 현황

ALS 저해 제초제인 술폰닐우레아에 관한 해외 기술개발 동향을 최근 수년간 fast alert에 발표된 특허를 보면 잘 나타나는데 1996 ~ 1999년 사이에 술폰닐우레아 관련 특허수는 60건으로서 예년에 비해 많이 감소함을 알 수 있었다. 술폰닐우레아 관련 특허를 가장 많이 출원한 농약회사는 Agrevo, Bayer 순으로 나타났고 술폰닐우레아를 처음 개발했던 DuPont사는 6건의 특허출원을 했으나 그 대부분이 제제에 관련된 특허로서 신물질 술폰닐우레아 관련 특허는 1건도 출원하지 않은 것으로 나타났다. 최근에 선진국에서 특허출원된 신국 술폰닐우레아 약제들에 대해 간략하게 고찰해 보면 다음과 같다.

1) Agrevo 약제

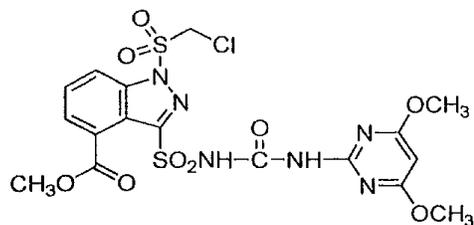


적용대상 : Avena, Stellaria, Echinochloa, Abutilon, Amaranthus

처리약량 : 300g/ha

특 징 : 발아전, 발아후 처리

2) Kumiai 약제

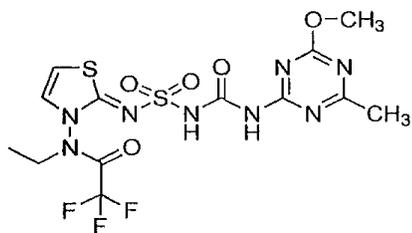


적용대상 : *Stellaria media*

작 물 : beet

처리약량 : 25g/ha

3) Nissan 약제

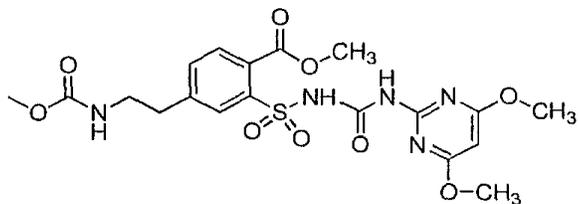


적용대상 : *Setaria viridis*, *Avena fatua*, *Abulition theophrasti*

Xanthium pensylvanicum, *Amaranthus retroflexus*

처리약량 : 6.3g/ha

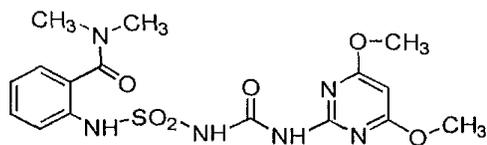
4) Agrevo 약제



적용대상 : *Sinapis alba*, *Stellaria media*, *Chrysanthemum segetum*

처리약용 : 5 ~ 300g/ha

5) Isagro Ricerca 약제



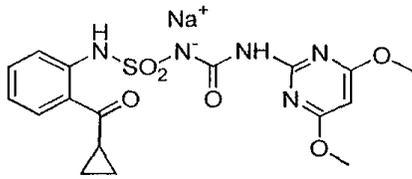
적용대상 : *Abutilon theophrasti*, *Amaranthus retroflexus*, *Galium aparine*, *Ipomoea purpurea*

작 물 : wheat

처리약량 : 150g/ha

특 징 : 발아후 처리

6) Bayer AG 약제



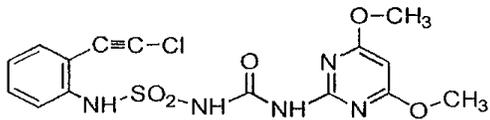
적용대상 : Cyperus, Abutilon, Galium, Sinapis

처리약량 : 250g/ha

작 물 : wheat

특 징 : 발아전처리

7) Isagro Ricerca 약제



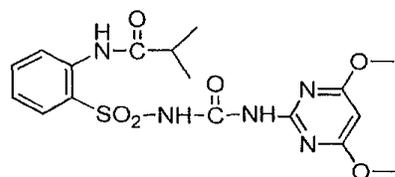
적용대상 : Abutilon theophrasti, Amaranthus retroflexus, Stellaria media

처리약량 : 150g/ha

작 물 : maize, wheat

특 징 : 발아후처리

8) Agrevo 약제



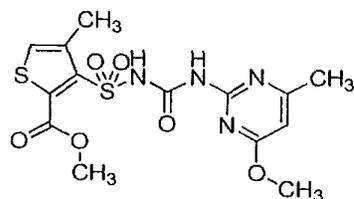
적용대상 : Sagittaria, Cyperus, Eleocharis

처리약량 : 120g/ha

작 물 : rice

특 징 : 발아후처리

9) Bayer AG 약제

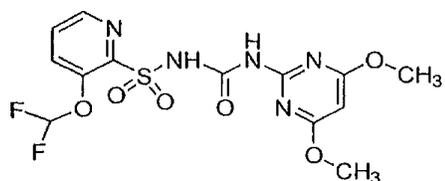


적용대상 : grass, broadleaf, Cyperus

처리약량 : 60g/ha

특 징 : 발아전, 발아후처리, total herbicide

10) Novartis AG 약제

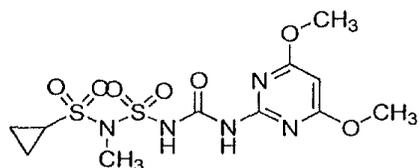


적용대상 : broadleaf, grass

처리약량 : 60g/ha

특 징 : 발아전, 발아후처리

11) Bayer AG 약제



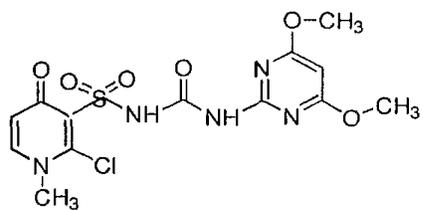
적용대상 : Cyperus, Abutilon, Amaranthus, Chenopodium, Galium
Matricaria, Datura, Xanthium, Ipomoea, Solanum

처리약량 : 30g/ha

작 물 : maize

특 징 : 발아전처리

12) Ishihara Sangyo 약제



적용대상 : Amaranthus, Xanthium, Digitaria, Ipomoea

처리약량 : 125g/ha

작 물 : maize, soybean, wheat

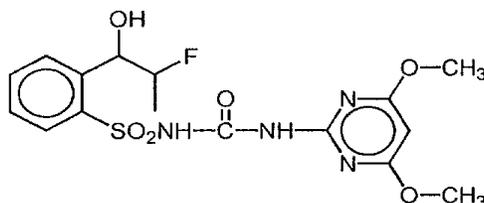
특 징 : 발아후처리

제 5장 연구수행 내용 및 결과

논제초제로 현재까지 다수의 술폰닐우레아 제초제들이 개발되어 시판되고 있다. 이들 약제들은 논에서 발생하는 다수의 다년생 잡초들을 잘 방제하는 특성을 가지고 있는 탁월한 논제초제들이다. 그러나 불행하게도 현재까지 알려진 이들 술폰닐우레아 계열 화합물들은 논에서 발생하는 피를 방제하지 못하는 약점을 가지고 있다. 이리하여 피를 방제하는 다른 약제를 첨가하지 않으면 이들 약제를 사용할 수가 없다. 따라서 피를 잘 방제하는 술폰닐우레아 제초제를 발견하게 된다면 그 시장성은 매우 탁월하다고 하겠다.

본 연구자들은 기존의 술폰닐우레아 제초제들에 비해 피를 현저히 잘 잡는 K11451 약제를 발견한 바 있다. 이에 그 연구의 연장으로서 피를 잘 방제하는 술폰닐우레아 약제를 합성하여 여러 방면으로 시험하였다.

K11451 화합물의 구조식은 다음과 같다.

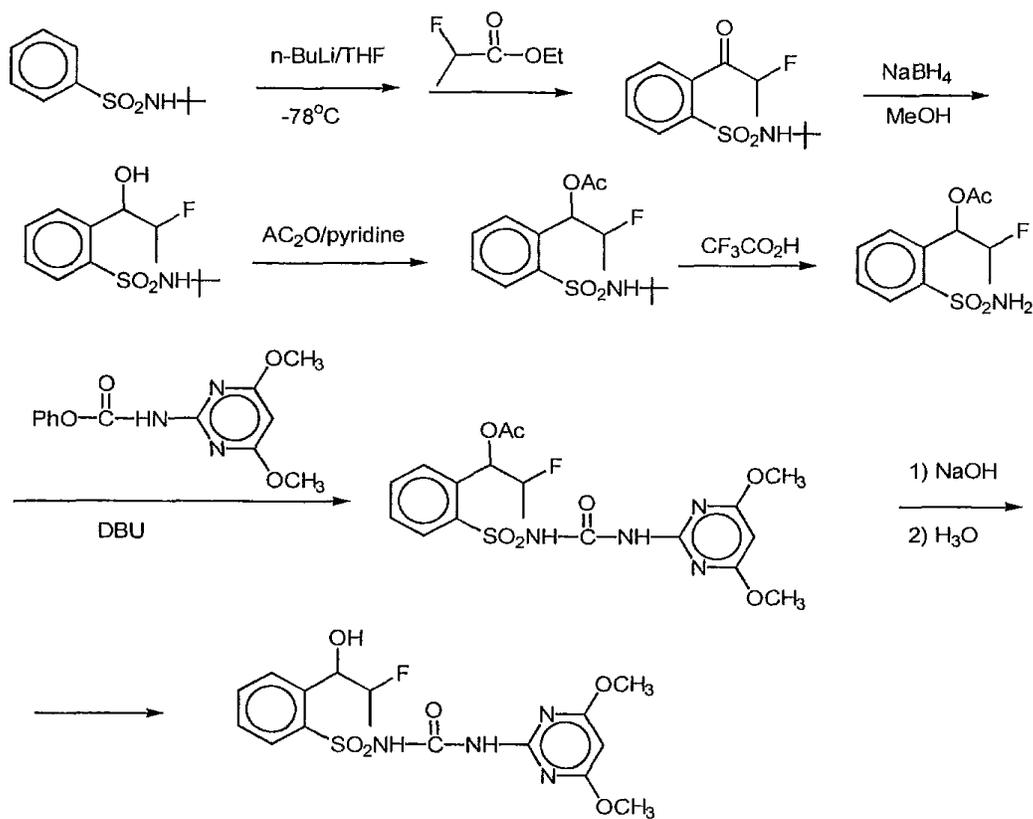


K11451

본 연구를 수행하는 방법과 연구체계의 화학적 분야는 본 연구팀이 담당하였으며 약효검정 등 생물학적 스크리닝 분야는 화학연구소 농약활성 연구팀, 안전성 관련 시험은 본 연구소 안전성센터에서, 제제는 (주)코셀에서 하여 주었다. 포장 시험은 충남대 농대 변종영 교수팀에서 실시하였다.

제 1절 K11451 공정 최적화 연구

어떤 약제가 제품으로 사용되자면 공장에서 원제가 생산될수 있어야 한다. 학문적으로 이론적으로 아무리 우수하다 할지라도 공업적으로 생산될수 없다면 제품으로 개발 될 수가 없는 것이다. 따라서 공업적으로 생산될수 있는 것인지를 검토하는 것이 모든 연구의 시발점이라고 하지 않을 수 없다. 본 연구 대상 화합물의 실험실적 합성법은 다음과 같다.



K11451

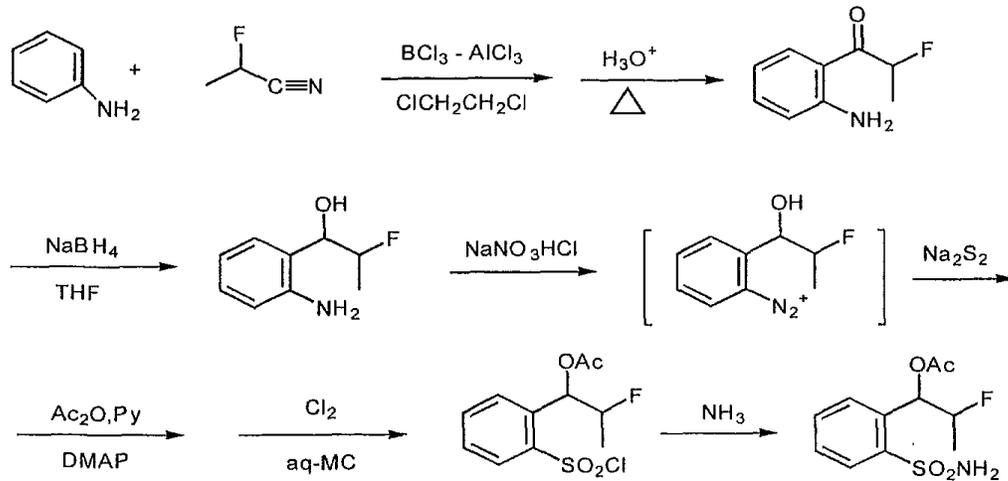
상기의 합성법은 저온반응(-100~-70°C), 위험한 시약의 사용, 용매의 제한, 입체선택적 환원 등 실험실적 소규모 합성에는 문제가 없으나 공장화

하여 대량생산 하기에는 문제점이 많다. 따라서 본 연구에서는 공업화가 가능한 공정을 개발하는데 목적을 두고 연구를 수행한다.

1. K11451의 합성공정 연구

먼저 여러 가지 가능한 새로운 합성경로를 검토하였다. 새로운 설펜아미드 합성법은 초저온을 사용하는 carbanion chemistry를 피하기 위하여 t-butylbenzenesulfon

-amide를 출발물질로 하여 organolithium보다 취급이 용이한 염기인 Grignard reagent 혹은 potassium-t-butoxide를 사용하는 반응을 시도하였으나 반응이 잘 진행되지 않았다. 또한 thiosalicylic acid, p-bromothiophenol을 출발물질로 하여 Fridel-Craft 반응을 시도하였으나 만족한 결과를 얻지 못하였다. 그래서 반응경로를 바꾸어 Aniline을 출발물질로 하여 2-fluoropropionitrile을 $\text{BCl}_3/\text{AlCl}_3$ Lewis acid 조건에서 regioselective 하게 ortho위치에 acylation된 o-amino-2-fluoropropiophenone을 합성하였다. 2-Fluoropropionitrile의 합성은 lactonitrile을 tosylation시켜서, 혹은 acetaldehyde와 KCN 및 TsCl를 반응시켜 tosylate를 합성하고, 이 tosylate에 KF를 acetamide 용매에서 반응시켜 합성하였다. o-amino-2-fluoropropiophenone의 환원방법을 다양한 환원제/용매 변화를 통하여 고수율로 합성하였다. Amino기를 sulfonamide로 변환시키기 위하여 diazonium salt를 거쳐서 sulfonyl chloride로 가는 방법, disulfide를 합성한 뒤 산화반응을 거쳐 sulfonyl chloride로 변환시키는 방법등을 시도하였으며, 이중 amino기를 diazonium salt로 만들고 Na_2S_2 로 반응시켜 disulfide를 중간체로 하는 방법이 가장 좋은 수율로 재현성 있는 결과를 얻었다. 반응경로를 간단하게 도식화하면 다음과 같다.



그러나 이러한 새로운 합성법도 공업화하기에는 아직도 개선해야할 부분이 많다. 또한 원가계산이 어떠한지도 아직 판단하기 어렵다. 합성공정이 최대의 수율을 얻기 위한 반응조건의 최적화 연구는 향후 계속 수행되어야 할 과제이다.

<2'-Amino 2-fluoro propiophenone의 합성법 >

Aniline 2.73ml(30mmole)을 1,2-dichloroethane 40ml에 녹이고 반응온도를 0℃로 하여 BCl₃ 용액 30ml(1M CH₂Cl₂, 30mmole)을 서서히 주입한다. 0℃에서 30분간 교반후에 2-fluoropropionitrile 2.8ml (1.3당량)과 AlCl₃ 4g(1당량)을 차례로 넣고 교반한다. 반응용액을 4시간 동안 reflux 해준다. 이때 나오는 HCl gas는 KOH 용액으로 bubbling 시켜준다. 반응온도를 0℃로 낮추고 2N HCl 용액 5ml를 가하고 다시 30분간 reflux 시킨다. 반응온도를 실온으로 낮추고 CH₂Cl₂로 희석하여 준다. 물로 1회 세척하고 유기층을 분리하여 농축하고 칼람크로마토그래피로 정제하면 순수한 화합물 2.1g(42%)을

액상으로 얻는다.

$^1\text{H NMR}(\text{CDCl}_3)$: δ 1.5(dd, 3H, $J_1=24\text{Hz}$, $J_2=6.5\text{Hz}$), 4.8(dd, 1H, $J_1=74\text{Hz}$, $J_2=6.5\text{Hz}$), 6.1~7.7(m, 6H)

$^1\text{R}(\text{neat}) \nu(\text{NH}_2)$ 3450 cm^{-1} , 3320 cm^{-1}

$\nu(\text{C=O})$ 1650 cm^{-1} .

<2-(1-hydroxy-2-fluoro-n-propyl)aniline의 합성법 >

2'-amino-2-fluoropropiophenone 500mg (2.99mmole)을 THF 10ml에 녹이고 반응온도를 -78°C 로 낮추어 BCl_3 용액 6ml(1M THF, 6mmole)을 가한다. 1시간 교반후에 NaBH_4 125mg(1.1 당량)을 넣어 반응온도를 서서히 실온으로 올린다. 반응이 완결되면 포화 NH_4Cl 용액으로 quenching하고 CH_2Cl_2 용액으로 추출한다. 유기층을 건조, 여과, 농축하고 헥산으로 처리하면 450mg의 고체를 얻는다. (90%)

$^1\text{H NMR}(\text{CDCl}_3)$: δ 1.3(3H_{thr} , $J_1=2.5\text{Hz}$, $J_2=6.4\text{Hz}$), 1.45(3H_{ery} , $J_1=2.5\text{Hz}$, $J_2=6.4\text{Hz}$), 3.7(br s, $3\text{H}_{\text{ery+thr}}$), 4.4~5.7(m, $2\text{H}_{\text{ery+thr}}$), 6.7~7.4(m, $4\text{H}_{\text{ery+thr}}$)

<2-(1-hydroxy-2-fluoro-n-propyl)phenyl disulfide의 합성법 >

$\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 750mg(3.12mmole)을 물 3ml 녹이고 여기에 sulfur 100mg(3.12 mmole)과 NaOH 113mg(2.84mmole)을 넣는다. 반응혼합물을 80°C 로 가열하면

sulfur가 없어지면서 clear한 용액이 된다. 이 용액을 0℃로 식힌다. 다른 flask에 2-(1-hydroxy-2-fluoro-n-propyl) aniline 480mg(2.84mmole)을 넣고 물 3ml, NaNO₂ 196mg (1당량) 그리고 진한 염산 0.5ml(2당량)을 반응온도를 0-5℃로 유지시키면서 가한다. 이렇게 하여 생성된 diazonium 용액을 앞에 준비한 Na₂S₂ 용액에 반응온도를 0-5℃유지하면서 서서히 가한다. (질소가스 방출) 온도를 실온으로 올리고 CH₂Cl₂로 희석하고 물로 1회 세척한다. 유기층을 건조, 여과, 농축하여 에틸아세테이트 : 헥산 = 1 : 3 용액을 용출액으로하여 chromatography로 분리 정제하면 목적화합물 350mg(70%)을 액상으로 얻는다.

¹H NMR(CDCl₃) : δ 0.90~1.60(m, 6H), 3.2(br s, 2H), 4.03~5.66(m, 4H), 6.53~7.86(m, 8H)

<2-(1-acetoxy-2-fluoro-n-propyl)phenyl disulfide의 합성법 >

2-(1-hydroxy-2-fluoro-n-propyl)phenyl disulfide 350mg(0.95mmole)을 CH₂Cl₂ 5ml에 녹인 후 acetic anhydride 0.3ml(3mmole)과 pyridine 0.3ml(3mmole) 그리고 N,N-dimethyl aminopyridine 50mg (0.9mmole)을 넣는다. 실온에서 12시간 교반후 CH₂Cl₂로 희석하고 5% 염산수용액을 세척한다. 유기층을 분리하여 건조, 여과하여 농축한다. Crude product를 에틸아세테이트 : 헥산 = 1 : 3 용액을 용출액으로하여 silica column chromatography 하여 정제하면 목적화합물 400mg(92%)을 얻는다.

¹H NMR(CDCl₃) : δ 0.90~1.60(m, 6H), 2.16(s, 6H), 4.23~4.83(m, 1H), 5.06~5.60(m, 1H), 6.13~6.80(m, 2H), 7.06~7.93(m, 8H)

<N-t-butyl-2-(1-acetoxy-2-fluoro-n-propyl)benzenesul-fonamide의 합성 >

2-(1-acetoxy-2-fluoro-n-propyl)phenyl disulfide 400mg (0.93mmole)을 H₂O : CH₂Cl₂(1ml : 3ml)에 녹이고 반응온도를 0-5℃로 유지하면서 염소가스를 bubbling 한다. 1시간 뒤에 과량의 염소는 air bubbling하여 제거하고 CH₂Cl₂로 희석하여 물로 세척한다. 유기층을 건조하고 여과하여 농축시키고 이를 다시 에틸아세테이트에 녹인다. 반응온도를 0℃로 유지하면서 t-butyl amine 0.53ml (5mmole)을 가한다. 온도를 실온으로 올려서 1시간 교반후에 에틸아세테이트로 희석하여 물로 1회 세척한다. 유기층을 건조, 여과 농축 시켜서 정제하면 목적화합물 350mg(57%)을 얻는다.

¹H NMR(CDCl₃) : δ 1.15~1.40(m, 1H), 2.15(s, 3H), 4.72~5.12(m, 1H), 5.49(br s, 1H_{ery}), 5.55(brs, 1H_{thr}), 6.41~6.55(m, 1H_{thr}), 6.62~6.75(m, 1H_{ery}), 7.38~7.68(m, 3H), 8.01~8.10(m, 1H)

<Erythro 2-(1-acetoxy-2-fluoro-n-propyl)-N-t-butyl benzenesul fonamide의 합성법 >

N-t-butyl 2-(2-fluoro-1-hydroxy)benzenesul fonamide 2g(7mmol)을 CH₂Cl₂ 20ml에 녹인 후 Ac₂O 0.72ml(1.1 당량), pyridine 0.68ml(7mmole)과 촉매량의 N, N-dimethylaminopyridine을 넣는다. 실온에서 12시간 교반한 뒤 CH₂Cl₂로 희석하여 5% 염산수용액으로 세척한다. 유기층을 건조, 여과 농축하여 생긴 crude화합물을 EA : Hex = 1 : 3 용액을 용출액으로하여 silica column chromatography 분리하면 목적화합물 2g(86%)을 얻는다.

mp 134-135°C

¹H NMR(CDCl₃) : δ 1.25(s, 9H), 1.36(dd, 3H, J₁=25Hz, J₂=6.5Hz), 2.17(s, 3H), 4.86~5.22(m, 1H), 5.47(br s, 1H), 6.68(dd, 1H, J₁=18.6Hz, J₂=3Hz), 7.41~7.71(m, 3H), 8.04~8.12(m, 1H)

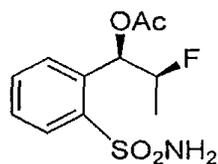
IR(KBr) ν(c=O), 1715cm⁻¹

2.K11451 중간체의 입체 선택 환원

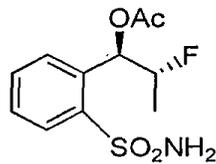
K11451은 2가지 입체 이성체 중에서 erythro 형태가 threo 형태보다 훨씬 생리활성이 좋은 것으로 나타났다. 기존의 합성 방법을 개선할 수 있는 효율적인 새로운 합성 방법의 개발도 매우 중요하다고 판단되지만 또한 가장 중요한 문제중의 하나가 높은 비율로 활성이 높은 erythro를 얻기위한 케톤의 입체선택적 환원반응으로 볼 수 있다. K11451의 구조적 특성은 높은 입체 선택적 반응에 별로 영향을 미칠것으로 기대되지 않는 매우 예측하기 어려운 환원 반응으로서 여러 가지 환원제를 직접 사용하여 실험함으로써 유용한 정보를 얻을 뿐만 아니라 높은 비의 erythro를 얻기위한 합성 방법을 개발하였다.

일반적 입체 선택 환원에서는 뛰어난 결과는 얻지 못하였다. K11451중간체 화합물을 환원하면 거의 비슷한 비율의 erythro/threo 비율을 얻었으며 DI-BAH+n-BuLi을 환원제로 사용한 경우는 오히려 원하지 않는 threo형태가 4:1로 많이 생성되었으며 환원제 종류에 따라 erythro/threo 비가 2:1에서 1:2의 낮은 입체 선택성을 얻었다. NaBH₄+BF₃OEt₂인 경우 매우 좋은 비율로 erythro가 많이 생성되었다. NaBH₄+BF₃OEt₂에서 B₂H₆가 생성되는 것을 고려

하면 직접 BH₃ · THF를 쓸 경우 차이가 있어 현재로서는 BF₃OEt₂의 소량 존재 때문으로 판단되나 이에 대한 실험 및 최적 조건을 결정하기 위한 실험을 계획중에 있다.



Erythro 이성체



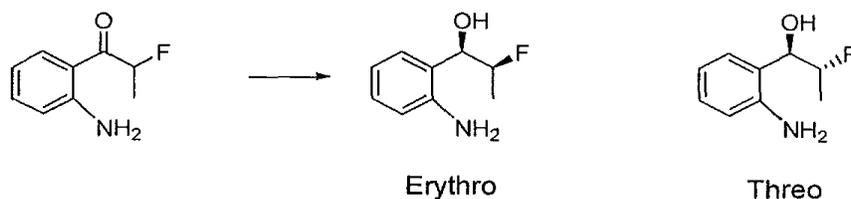
threo 이성체

K11451 합성 중간체

o 중간체 화합물의 DIBAL에 의한 환원
 케톤화합물(780mg)을 THF(3ml)용매에 녹인후 반응기 온도를 -78℃로 냉각시킨후 DIBAL(1M, 7.5ml)를 서서히 부가한다. 중화한 반응 혼합물에 에테르 30ml를 부가하여 소금물로 세척하고 에테르층은 분리하여 무수 마그네슘 슬레이트로 건조하여 여과한다. 여액에서 에테르를 회전증발기에서 제거하고 남은 반응혼합물은 헥산/에틸 아세테이트(3/1) 전개용매를 사용하여 실리카 겔 컬럼에서 분리한다. 분리한 생성물의 수율은 90%로 이성질체의 비는 1:1로 얻어짐. HPLC로 erythro/threo의 비율을 정하였다. 그 실험적 결과는 아래표에 나타내었다.



Reducing Agent	Solvent/Temp. (°C)	Time (hr)	Isolated yield (%, S, M, E/T Ratio)
BH ₃ SMe ₂	THF/r . t	4	54(28, 1.4/1)
[DIBAH+n-BuLi]	THF/-78°C	0.5	83(3, 1/4)
DIBAH	THF/-78°C	0.5	90(0, 1/1)
DIBAH	Toluene/-78°C	0.5	88(0, 1/1.2)
NaBH ₃ CN/ZnCl ₂	Et ₂ O/r . t	6	60(25, 1.1/1)



reducing reagent	solvent	temp(°C)	time	total yield(%)	ratio(T/E)
LiAlH ₄	THF	-30°C	20min	75	64:37
NaBH ₄	EtOH	r . t .	1hr	83	51:49
Zn(BH ₄) ₂	Et ₂ O	r . t .	1hr	84	48:52
Zn(BH ₃ CN) ₂	Et ₂ O	r . t .	30hr	45	36:64
LiBEt ₃ H	THF	0	10min	75	67:33
DIBAH/n-BuLi	THF	-20	12hr	22(60)	59:41
NaBH ₄ /BF ₃ (Et ₂ O)	THF	0	4hr	94	36:64
BH ₃ (Me ₂ S)	THF	-50	10hr	90	36:64
NaBH ₄ /CeCl ₃ ·7H ₂ O	MeOH	0	15min	70	55:45

제 2절 제제화 연구

본 연구에서는 피에 대한 방제 효과가 기존 약제보다 뛰어난 K11451에 대한 적절한 제조 처방기술을 확립코저 했다. 적절한 제제는 원제의 방출을 조절하기도 하며 비선택성 제초제를 입제화하여 사용시기를 조절함으로써 선택성제초제로 전환하기도 한다. 그리고 경구독성이나 경피독성이 높아서 일반제형으로는 사용할 수 없는 특수제형화하여 이를 피할수도 있으며 원제의 입경을 미세한 입자로 분쇄시켜 줌으로써 원제의 효력을 대폭 증대시키기도 한다. 따라서 원제의 물리 화학적 성질 및 생화학적 과정을 파악하고 생물활성, 안정성, 경제성 및 방제대상 등을 충분히 고려하여 제형화한다면 보다 효율적인 약제를 개발할 수 있다.

1. 유기 용매에 대한 용해도 측정

제제화를 하기 위해서는 먼저 약제의 물리 화학적 성질을 측정하여야 한다. 먼저 유기용매와 물에 대한 용해도를 측정하였다. 측정 방법은 다음과 같다.

마개달린 test tube에 유기용매를 3ml씩 넣고 원제를 소량씩 첨가하여 포화용액으로 만든 후 밀봉하여 3,000rpm에서 10분간 원심분리 시킨 다음 상등액 1ml를 취하여 HPLC로 용해도를 측정하였다.

분석조건 · Column : μ -Bondapak C-18

· Mobile phase : 25% CH₃CN

· Wave length : 245nm

· Flow rate : 1.0ml/min

- A.U.F.S : 0.1
- Chart speed : 0.5 cron/min
- Injection volume : 10 μ l

2. 수용해도 측정

마개달린 삼각 flask에 원제 0.05g을 넣고 증류수 50ml를 부가한 후 마개를 막고 25°C 실온에서 10분간 초음파 용해시킨다. 1일 후 시료를 5ml 채취하여 3,000rpm에서 10분간 원심분리 시킨 다음 HPLC로 정량하여 측정하였다.

K-11451의 용해도 측정 결과표(25°C, ppm)

PH 7.0 (buffer)	1.4×10^3	Chloroform	9.4×10^3
PH 8.0 (buffer)	3.7×10^3	Acetonitrile	2.0×10^4
Carbontetrachloride	59	N,N-Dimethyl formamide	$\gg 5.0 \times 10^5$
Toluene	320	Dimethylsulfoxide	$\gg 5.0 \times 10^5$
2-Methoxyethanol	6.9×10^4	Methanol	1.1×10^4
Ethylacetate	1.4×10^4	Tetrahydrofuran	1.9×10^5
2-Propanol	420	Petroleum ether	39
Dioxane	1.8×10^6	Ethylether	1.3×10^3
Benzene	550	n-Hexane	7.5
Xylene	190	Cyclohexanone	5.0×10^4
Ethyl alcohol	2.5×10^3	Methylene chloride	2.1×10^4
n-octyl alcolol	1.1×10^3	Acetone	6.3×10^4
Ethylene glycol	2.7×10^3		

3. pH 및 온도변화에 따른 가수분해율 측정

담수처리용 제초제로서 가수분해특성은 생리활성에 영향을 미칠 뿐만 아

나라 환경 중 잔류독성의 유무를 판단하는데 유용한 자료로서 이용될 수 있으므로 pH 및 온도변화에 따른 가수분해율을 OECD방법에 따라 수행하였다.

K11451을 MeOH에 용해시켜 100ppm용액을 조제한 후 완충용액(pH4, 7, 9)에 첨가하고 초음파용해하여 5ppm수용액으로 조제하였으며 이때 MeOH의 함량은 10%로 조절하였다. 이를 3ml ampoule에 각각 1.5ml씩 넣고 밀봉한 다음 온도변화 후 pH 및 온도변화에 따른 가수분해율을 HPLC로 분석하였다.

pH 변화에 따른 가수분해율

pH	Initial Value (ppm)	Final Value (ppm)	가수분해율 (%)
4.0	7.37	1.26	82.90
7.0	7.13	6.09	14.59
9.0	6.47	6.21	4.02

온도변화에 따른 가수분해율

pH	Temp (°C)	Initial Value (ppm)	3days	5days	7days	가수분해율 (%)
4.0	25	7.21	7.01	6.83	6.62	8.18
	40	7.21	4.01	2.27	1.40	80.58
7.0	25	7.01	6.94	6.89	6.83	2.57
	40	7.01	1.84	6.70	6.58	6.13
9.0	25	6.84	6.78	6.74	6.71	1.90
	40	6.84	6.77	6.73	6.68	2.34

K-11451은 용해도 측정 결과 Dioxane에 상대적으로 잘 용해되었으며 온도

가 높고 산성이 커질수록 가수분해율이 높아 제조처방시는 약알카리의 상태를 유지하는 것이 좋을 것으로 나타났다. 그리고 유제, 입제 및 수화제 처방 후 물리성, 안정성 시험결과 유제는 K-11451(1.015%), DOS E-3(7%), Xylene(rest), 수화제는 K-11451(0.01%), 안정제(0.02%), 접착제(0.6%), 계면활성제(2.0%), 증량제I(30%), 증량제II(rest)가 적절한 처방임을 알 수 있었다.

4. 유제 처방 시험

유제 처방서

처방비 : w/w%

용도	원료명	EX.1	EX.2	EX.3
원제	K11451	1.0	1.0	1.0
계면활성제	<ul style="list-style-type: none"> • Polyoxyethylene alkyl aryl ether and organic sulfonate를 주제로한 제제 • Polyoxyethylene alkyl ether and organicsulfonate를 주제로한 제제 • Polyoxyethylene alkyl aryl ether polyoxy-ethylene alkyl ayl polymer and calsium alkyl benzene sulfonate를 주제로한 제제 	5.0	6.0	7.0
용제	Xylene	94.0	93.0	92.0
T O T A L		100.0	100.0	100.0

3가지의 K-11451 1% 유제를 처방하여 초기유화성, 경과별 제제안정성 및 경과별 원제의 경시 안정성을 검토하여 적절한 유제 처방비를 확립코져 하였다.

가. 초기 유화성

각 제제품 1ml를 20℃의 34.2ppm, 171ppm, 342ppm이 각 경도수 100ml(100배 희석)에 넣고 유화시킨 결과 모두 자기유화현상을 보였으며 각 경도별 100배 희석품을 15회 도립시킨 후 30℃의 물중탕에 5시간 보관한 후 침전되는 양을 조사하였더니 Ex.1은 0.07ml, Ex.2는 0.05ml 그리고 Ex.3는 감지되지 않았다. 그리고 100배로 희석 유화시킨 제제품을 30℃에서 5시간 보관에 따른 상부크림현상이나 유상물은 실험 공히 나타나지 않았다.

나. 경과별 제제 안정

각 시료별 처방조건으로 제제한 후 50℃의 Incubator에서 4주간 보관하였을 시 제제안정성은 Ex.1, Ex.2은 3주, 4주에서 약간의 침전물이 보였으나 Ex.3의 경우 양호한 상태를 보여 주었다.

경과별 제제 안정성

경과시간 Ex. No	초 기	1 주	2 주	3 주	4 주
Ex.1	○	○	○	△	△
Ex.2	○	○	○	○	△
Ex.3	○	○	○	○	○

판정기준 ○ : 제제안정성 양호, △ : 제제 보관시 약간의 sludge 형성

다. 경과별 원제의 경시 안정성

각 시료별 처방 제제품을 50℃ Incubator에서 4주간 보관하면서 경과별 1주 단위로 A.I의 변화를 분석한 결과 4주 후 분해율은 1%미만으로 선정된 계면활성제가 원제의 경시분해를 초래하지는 않았다.

경과별 원제의 경시 안정성

단위 : %

Ex. No	경과시간	초 기	1 주	2 주	3 주	4 주	변 화 율
Ex.1		1.015	1.014	1.014	1.013	1.003	0.6896
Ex.2		1.015	1.014	1.013	1.011	1.009	0.5911
Ex.3		1.015	1.015	1.014	1.011	1.010	0.4926

$$\text{변화율(\%)} = \frac{\text{초기치} - \text{4주후치}}{\text{초기치}} \times 100$$

5. 수화제 처방시험

3가지의 K11451 5%수화제를 처방하여 수화성, 현수성, 침강량 및 경시 안정성들을 검토하여 적합한 수화제 처방비를 확립코저 하였다.

가. 수화성

500ml 비이커에 3℃경수 200ml를 넣고 각 처방별 제제품 5g을 수면 높이 10cm에서 넓고 고르게 조용히 투하하여 완전히 물속에 가라앉는 시간을 측정한 결과 Ex.1은 1분 20초, Ex.2는 46초, Ex.3는 35초로 모두 2분 이내였다.

수화제 처방서 처방비

용 도	원 료 명	EX. 1	EX. 2	EX. 3
원 제	K11451	5.0	5.0	5.0
안 정 제	Alkyl phosphate	0.01	0.01	0.01
계면활성제	Polyoxyethylene alkyl aryl ether and organic sulfonate를 주제로한 제제 Polyoxyethylene alkyl ether and organic sulfonate를 주제로한 제제 Polyoxyethylene alkyl aryl ether polyoxy- ethylene alkyl ayl polymer and calsium alkyl benzene sulfonate를 주제로한 제제	4.0	5.0	6.0
용 제	Xylene	rest	rest	rest
T	O T A L	100.0	100.0	100.0

나. 현수성

시료유효성분 1.0g을 비이커에 평취하여 20℃의 3° 경수 50ml에 투입한 후 충분히 교반하면서 고르게 분산시킨 다음 250ml의 마개가 있는 mass cylinder에 옮겨 3° 경수를 가하여 도립하여 250ml되게 채운다. 15분간 정지 시킨후 1분간에 30회의 속도로 도립하여 잘 섞은 후 25ml volumeric pipet으로 액속에 서서히 넣어서 그 끝이 중앙부에 오도록하고 검액하여 25ml를 조심히 빨아올려 유효성분의 향량을 측정하여 현수율을 계산해 본 결과 Ex. 1=68.2%, Ex. 2=78.2%, Ex. 3=93.2%로 나타났다.

다. 침강량 및 입도

각 처방별 제제품 0.8g을 3° 경수 100ml에 넣고 30회 도립후 30분간 정지한 다음 침전되는 양을 조사한 결과 Ex. 1=1.0, Ex. 2=0.45ml, Ex. 3=0.28로

나타나 Ex.3의 경우가 분산 안정성에 가장 유효한 처방이었으며 325mesh sieve에는 모두 98%이상 통과되었다.

라. 경시 안정성

각 처방별 제제품을 50℃ Incubator에서 4주간 보관하면서 경과별 1주 단위로 A.I.의 변화를 분석한 결과 3%미만의 분해율을 보였으며 Ex.3가 1.758%로 가장 낮게 나타났다.

경과별 원제의 경시 안정성

단위 : %

Ex. No \ 경과시간	초 기	1 주	2 주	3 주	4 주	변 화 율
Ex. 1	5.12	5.10	5.08	5.01	4.98	2.734
Ex. 2	5.12	5.10	5.08	5.01	5.01	2.148
Ex. 3	5.12	5.10	5.07	5.05	5.03	1.758

6. 입제 처방 시험

가. 흡착식

2가지의 K11451 0.01% 흡착식 입제를 처방한 후 물리성 및 안정성등을 검토하여 적합한 흡착식 입제 처방비를 확립코져 하였다.

흡착식 입제 처방서

처방비 : w/w%

용 도	원 료 명	EX. 1	EX. 2
원 제	K11451	0.01	0.01
보 조 제	Ethylene glycol	10.0	15.0
착 색 제	Dausyn acid blue	0.02	0.02
계면활성제	Polyoxy ethylene alkyl ryl sulfonate and modified lignin sulfonate	1.5	1.5
중 량 제	소성입상 zeolite	rest	rest
T O T A L		100.0	100.0

(1) 흡유능

소성입상 Zeolite 2g을 100ml 삼각 플라스크에 투입한 ethylene glycol을 pipet으로 소량씩 시료의 중앙부에 첨가하여 포화 흡착 될 때를 종점으로하여 흡유능(ml/100g)을 계산 한 결과 17.06이었다.

$$\text{흡유능}(ml/100g) = \frac{\text{Ethylene glycol의 소비량}(ml)}{\text{시료의 채취량}(g)} \times 100$$

(2) 경시 안정성

각 시료별 처방제제품을 50℃ Incubator에서 4주간 보관한 후 원제의 경시분해 관계를 검토한 결과 1-2% 정도의 변화율을 보였으며 Ex.1은 A.I의 분포도가 균일하지 못하였고 Ex.2가 Ex.1보다 낮은 변화율을 보였다.

경과별 원제의 경시 안정성

단위 : %

Ex. No	경과시간					
	초 기	1 주	2 주	3 주	4 주	변 화 율
Ex. 1	0.0150	0.0150	0.0149	0.0148	0.0146	2.6667
Ex. 2	0.0150	0.0150	0.0150	0.0149	0.0148	1.3333

나. 압출 조립식

3가지의 K-11451 0.01% 압출 조립식 입제를 처방한 후 물리성 및 안정성을 검토하여 적합한 압출 조립식 처방비를 확립코저 하였다.

(1) 붕괴 학전 시험

Petridish에 3° 경수 60ml를 붓고 크기가 비슷한 입제를 무작위로 선택하여 떨어뜨린 다음 30분 후에 붕괴 학전정도를 조사한 결과 Ex.1은 붕괴 학전형, Ex.2는 콜로이드상 붕괴 학전형 그리고 Ex.3은 붕괴 약간 학전형을 보였다.

압출 조립식 입제 처방서

처방비 : w/w%

용도	원료명	EX.1	EX.2	EX.3
원제	K11451	0.01	0.01	0.01
안정제	• Citric acid	0.5		
	• Sodium tripoly phosphate		0.2	
접착제	• Sodium bicarbonate			1.0
	• Polyvinyl alcohol		0.6	
	• Dextrine	0.6		
계면활성제	• Carboxy methyl cellulose			0.8
	• Sodium lignin sulfonate	2.0		
	• Polyoxy ethylene alkyl aryl sulfonate & modified lignin sulfonate		2.0	
증량제	• Polyoxy ethylene alkyl sulfate & alkyl naphthalene			2.0
	• Benzonite	30	30	30
	• talc	rest	rest	rest
T O T A L		100.0	100.0	100.0

(2) 경도 측정

각 처방 제제품을 32mesh sieve로 친후 위에 남아있는 것중 100g을 취하여 ballmill용 자제포트에 투입한 후 자제 ball 2개를 넣고 밀봉한 다음 회전수가 75ppm으로 조정된 회전대 위에서 15분간 회전시킨다. 그런다음 포트의 내용물을 32 mesh sieve에 쏟은 수 ball을 제거하고 체질하여 붕괴율을 계산한 결과 Ex.1=1.5, Ex.2=7.1 그리고 Ex.3=2.3을 보였다.

(2) 수중 용출 시험

300ml 비이커에 입제를 1gTlr 넣고 증류수 300ml을 넣은 후 정치하여 4시간과 24시간 후에 비이커내의 제제물을 유리병으로 교반한 다음 5ml pipet으로 시료를 취하여 30ml 삼각플라스크에 넣고 CH₃CN 5ml를 가한 후 shaking한 다음 membrane filter로 여과시킨 후 HPLC로 유효성분을 분석하여 수중용출률을 측정하였으며 그결과 모두 50%이상 상회하였다.

압출 조립식 입제의 수중 용출률

단 위 : %

구 분	Ex. No	Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3
주 성분	함 량 (%)	0.011	0.011	0.011
수중 용출률	4시간후	56.9	79.6	64.2
	24시간후	54.2	78.2	58.1

(4) 경시 안정성

각 처방 제제품을 잘 밀봉된 용기에 넣은 후 50℃의 Incubator에서 4주간 보관하면서 경과별 1주단위로 A.I의 변화를 분석하였으며 그 결과 2-4% 정도의 분해율을 보였다.

압출조립식 입제의 경시 안정성

단위 : %

Ex. No	경과시간					변화율
	초 기	1 주	2 주	3 주	4 주	
Ex. 1	1.0150	1.0150	1.0148	1.0147	1.0144	4.0000
Ex. 2	1.0150	1.0150	1.0149	1.0148	1.0146	2.6667
Ex. 3	1.0150	1.0150	1.0148	1.0146	1.0144	4.0000

제 3 절 솔포닐 우레아의 제조 활성화

1. 연구수행 방법

가. 약효시험 방법

표면적 500cm²의 플라스틱 포트에 곤죽한 논 토양을 충전하고 피, 물달개비, 올챙이고랭이, 너도방동사니, 올미, 벼풀, 올방개, 가래 등의 잡초 종자와 괴경을 파종 또는 이식하였다. 7일 후 연구실에서 합성한 K11451 원제를 acetone (55% v/v)으로 용해시켜 3, 6, 9, 12, 18 g ai/ha로 담수 표면에 점적처리하고 3cm 담수 상태로 온실에서 생육시켰다. 약제처리 21일 후 달관(건전한 식물체 0, 완전고사 100)으로 조사하였다. 대조 약제로 pyrazosulfuron-ethyl(PYR), bensulfuron-methyl(BEN), cinosulfuron(CIN)을 동일한 방법으로 각각 5, 10, 20, 40, 80 g ai/ha씩 처리하였다.

나. 피에 대한 처리 시기별 및 혼합 처리 효과 조사 방법

표면적 60cm²의 스티로폼 컵 포트에 최아시킨 피를 12립씩 파종하고 3일 후와 1, 2, 3, 5엽기에 도달했을 때 균일하지 못한 2개체를 제거시키고

원제를 acetone(50% v/v)으로 용해시켜 담수 표면에 점적처리 하였다. 약제처리는 1.25, 2.5, 5, 10 g ai/ha의 농도로 처리한 후 수심은 3cm로 유지시켰으며, 25일 후에 초장 및 지상부 생체중을 측정하여 이들의 평균치를 무처리구와 비교하였다. 또한 피 2.5엽기를 대상으로 100, 200, 400, 800 g ai/ha의 mefenacet와 1.25, 2.5, 5, 10 g ai/ha의 K11451을 혼합처리 하였다. 약제처리 22일 후 지상부 생체중을 측정하여 무처리와 비교하였다.

다. 처리 시기별 다년생 잡초 방제력 검정 방법

최아된 다년생 잡초 올미, 너도방동사니, 벼풀, 올방개, 가래의 영양번 식체를 포트당 3개씩 3cm 깊이로 이식하고 4, 10일 후에 K11451 원제를 acetone(50% v/v)으로 용해시켜 1.25, 2.5, 5, 10, 20 g ai/ha의 농도로 담수표면에 점적처리하였다. 약제처리 후 수심을 3cm로 유지하였고 약제 처리 30일 후에 생존체의 생체중을 측정하여 무처리구와 비교하였다. 대조 약제로 PYR을 사용하였다.

라. 야외 포트 및 포장 시험 방법

포트를 이용한 약효시험은 사양토와 복합비료(18-18-18) 5g을 마쇄 교반하여 플라스틱 포트(22x22x25 cm)에, 약해시험은 사양토와 복합비료 3g을 마쇄 교반한 후 1/5,000 a, Wagner 포트에 충전하였다. 약효 시험에 사용한 잡초는 냉장고에서 수심상태로 보관하던 종자와 영양번식체를 사용하였는데, 피(10립), 물달개비(10립), 올챙이고랭이(10립), 올방개(5개), 가래(5개), 벼풀(5개), 올미(3개)를 각 포트에 파종하였다. 약해시험에는 추청벼 8일 모(2엽기, 초장 10.4cm)를 포트당 2주 2본씩 이양하였다. 처리약제는 조제한 K11451 0.01% 입제를 3, 5, 10 g ai/ha로 담수

표면에 낙하처리 하였다.

마. 포장 시험 방법

포장 시험은 충남대 농대 포장에서 수행하였으며, 3반복 난괴법으로 배치한 면적 10m² 구획에 동진벼를 기계이앙하였다. 대상초종은 피, 올방개, 벼풀, 가래 등이었다. 처리 약제는 (주)코셀에서 조제한 입제를 사용하여 3, 6, 12 g ai/ah로 처리하였다. 처리 10, 20일 후 달관조사로 약해를 평가하였고, 생육상태는 초장과 경수를 무처리와 비교하였다. 제초 효과는 이앙 40~45일 후 달관 조사하였고 기타 사항은 일반 관행법으로 하였다.

2. K11451의 제초 활성 검정

가. 살초스펙트럼 조사 결과

파종 7일 후 발아전 담수처리로 K11451을 6g ai/ha 처리하면 사마귀풀과 다년생 잡초 중 가래를 제외한 대상 잡초 모두에 대하여 90% 이상 방제하였다. 또한 3 g ai/ha에서도 피를 67% 방제하면서 기타 초종에 대해서도 강력한 억제 효과를 보였다. 특히 다년생 잡초 너도 방동사니와 올미, 벼풀에 대해서는 완전히 고사시키지 못했지만, 3 g ai/ha에서도 생장이 크게 억제되어 정상적으로 회생할 수 없다고 판단되었다. 대상 잡초에 대한 제초 증상은 처리된 식물체의 잎이 농녹화되면서 생장이 억제되고, 잎끝이 괴사되는 기존의 sulfonylurea(SU)계 제초제의 전형적인 증상이었다. 한편, 대조 약제로 처리하였던 pyrazosulfuron-ethyl(PYR), bensulfuron-methyl(BEN) cinosulfuron (CIN)의 경우 초종과 제초제에 따라 다소간의 차이는 보였지만 세 약제 모두 피에 대한 방제효과를 비교할 때 PYR 80g ai/ha에서도 무처리에 비하여 85%정도 생장을 억제하였

을 뿐 완전히 고사시키지는 못하였다. 그러나 PYR의 방제효과가 CIN과 BEN보다 우수하였고, BEN은 80g ai/ha 처리에서도 67%정도의 생장 억제 증상만을 보였다.

다년생 잡초에 대한 방제력은 6g ai/ha의 K11451 처리가 너도방동사니, 올미, 올방개, 벼풀 등을 완전히 고사시키거나 90% 이상의 방제효과를 보였는데 이는 6g ai/ha의 PYR과 유사하였다. 그러나 BEN과 CIN보다 다년생 잡초에 대한 방제력이 우수하였다.

그 동안 논에서 발생하는 잡초의 양상과 이를 방제하기 위하여 사용되는 제초제는 상호간에 약점을 공격하고 방어하는 차과 방패와 같이 변화되어 왔다. 이는 작물에 안전하면서 발생하는 일년생과 다년생의 모든 잡초를 방제하여야 하는 두 가지 목적을 동시에 만족시키는 제초제가 없었기 때문이라 추측된다. 최근에는 다년생 잡초를 방제하기 위하여 SU계 제초제들이 널리 사용되어 왔는데, 대부분의 제초제들이 피에 대한 방제효과가 약하기 때문에 기존의 일년생 잡초를 대상으로 개발되었던 제초제와 2원 또는 3원합제로 개발되었다. 이러한 현상은 한 번 뿌려서 모든 초종을 방제하는 것을 목표로 하는 일발처리제의 적용을 위한 것이다. 이러한 측면에서 K11451은 저약량에서도 피를 포함한 일년생 잡초는 물론 다년생 잡초를 방제할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 따라서 벼에 대한 안전성이 확보되어 선택성의 폭이 넓은 경우 가장 바람직한 논제초제로서 개발될 가능성을 가지고 있었다.

표1. K11451의 제초 스펙트럼 및 대조약제와의 비교
(온실 논조건 파종 7일 후 약제처리)

Compound	Rate (g/ha)	Herbicidal activity(%) ^a								
		ECHOR ^b	SCPJU	MOOVA	ANEKE	CYPSE	SAGPY	ELOKU	POTDI	SAGTR
K-11451	3	67	90	96	0	63	90	87	98	80
	6	100	100	98	10	100	95	90	98	97
	9	100	100	100	0	93	97	95	95	93
	12	100	100	100	30	100	95	100	100	100
	18	100	100	100	40	100	95	95	100	100
Pyrazo sulfuron ethyl	5	30	70	100	0	90	90	90	85	90
	10	50	85	100	0	90	90	90	90	90
	20	65	90	100	20	90	90	90	95	90
	40	70	90	100	30	95	90	90	95	90
	80	85	90	100	70	100	95	90	100	95
Ben sulfuron methyl	5	0	0	63	0	25	30	0	0	0
	10	0	20	90	0	80	60	53	40	33
	20	0	75	100	0	93	90	80	73	70
	40	33	90	100	10	95	90	90	90	90
	80	67	95	100	30	100	100	90	90	90
Cino sulfuron	5	0	30	30	0	0	60	0	40	60
	10	0	70	90	0	30	80	80	60	90
	20	20	80	100	30	90	90	90	90	90
	40	70	90	100	30	95	90	90	90	95
	80	80	95	100	40	100	95	90	95	100

^a Visual rating based on a scale of 0 to 100, 0=no control
and 100 = complete control.

^b ECHOR: Echinochloa crus-galli	SCPJU: Scirpus juncooides
MOOVA: Monochoria vaginalis	ANEKE: Aneilema keisak
CYPSE: Cyperusserotinus	SAGPY: Sagittaria pygmaea
ELOKU: Eleochariskuroguwai	PTMDI: Potamogeton distinctus
SAGTR: Sagittaria trifolia	

나. 처리시기별 피에 대한 방제력 조사 결과

신규 시험화합물 K11451의 피에 대한 처리시기별 방제효과는 우수하였다. 즉, 5g ai/ha이하에서도 발아전처리부터 3엽기의 피까지 90%이상 방제가 가능하였다. 그러나 엽기가 진전되어 5엽기에 도달하면 18g ai/ha을 처리하였을 때 완전 방제되어 벼에 대한 약해를 유발하지 않는 농도에서 K11451을 처리하여 피를 방제할 수 있는 시기는 2-3엽기 이내 이었다. 이상의 결과는 기존의 피 전문제초제의 처리 시기는 대부분이 1-2엽기로 알려져 있는 것과 비교한다면 K11451의 처리 적기의 폭이 기존 제초제들 보다 확대된 것이며, SU계 제초제 중에서는 피에 대한 방제력이 가장 우수한 것으로 판단되었다.

한편, SU계 제초제의 약점인 피에 대한 방제효과를 증진시키기 위하여 혼용되는 약제 중에서 mefenacet(MEF)와의 상호작용성을 PYR을 대조 약제로 하여 조사하였다. 먼저 K11451+MEF의 혼합 처리 결과 5-10g ai/ha의 K11451에 MEF을 100, 200, 400, 800 g ai/ha로 혼합하여 처리하여도 첨가한 MEF의 도움을 받지 못하였고, 2.5g ai/ha에서는 K11451 단제의 효과보다 MEF를 첨가하면 피에 대한 방제효과가 오히려 감소되었다. 따라서 피를 대상으로 K11451+MEF 혼합제는 방제폭의 확장과 약량의 감소 등의 효과를 얻을 수 없을 것으로 판단되었다. 한편 대조 약제로 사용한 PYR+MEF의 혼합 처리 결과에서는 상호 길항적 효과를 보였다. 즉, 2.5g

ai/ha의 PYR 단제는 56%라는 방제효과를 나타내었지만 MEF을 각각 100, 200g ai/ha씩 혼합 처리하였을 경우 31, 13%로 감소되었고, 5g ai/ha의 PYR 단제는 64%라는 방제효과를 나타내었지만 MEF을 각각 100, 200g ai/ha씩 혼합 처리하였을 경우 50, 37%등으로 감소되었다. 또한 10g ai/ha PYR 단제의 피 방제효과가 76%이었지만 MEF 첨가량이 증가되면서 제초 효과가 감소되어 10+800g ai/ha의 PYR+MEF의 방제효과는 35%로 나타났다. 반대로 200g ai/ha의 MEF 단제의 경우 89%의 방제효과를 보였지만 1.25, 2.5g ai/ha의 PYR을 혼합하면 각각 12, 13%로 감소되었고, MEF 400g ai/ha의 단제 처리에서는 90%의 방제효과를 보였지만 10g ai/ha의 PYR을 첨가하면 50%의 방제효과만을 보여 두 약제는 상호 길항적으로 작용하였다. 이러한 길항효과는 실제 농가에서 사용하도록 추천하는 약량의 조합보다 적은량에서 나타나는 것이며, 농약사용지침서에는 2엽기 이전의 피를 대상으로 사용하도록 되어 있지만, 상황에 따라서는 피 방제를 위하여 처리한 2원 혼합 제초제가 제구실을 하지 못하는 경우도 나타날 것으로 보인다.

다. 처리 시별 다년생 잡초 방제력 조사 결과

파종 4일 후 2.5g ai/ha의 K11451 처리에서 5가지 다년생 잡초를 모두 90%이상 억제하였다(표 2). 처리 농도가 증가되면서 억제력도 증가되었지만 처리 시기가 늦어지면서 억제력은 감소하는 경향을 보였다. 또한 대조약제 PYR의 경우에도 K11451과 대동소이한 억제 효과를 보였다. 파종 10일 후의 처리에서는 다년생 잡초의 생육이 진전되어 상대적으로 각 약제들의 방제효과가 크게 감소되는 경향이었으며 PYR의 방제력이 K11451보다 강하게 나타났지만, 대체적으로 두 약제 모두 10g ai/ha 이상의 처리구에서 90% 이상의 억제력을 보여주었다. 그러나 약제처리 2개

월 후 무처리구의 다년생 잡초들이 개화할때까지도 90% 이상 억제된 다년생 잡초들이 완전히 고사하지 않았고, 약제처리 후의 억제된 상태로 남아 있었다.

완전히 고사하지 않은 다년생 잡초들은 시간이 경과하여 처리 토양 내에서 분해 소실되어 약효가 감소되면서 새로운 측아가 신장하거나 재생하여 단기간 내에 많은 번식체를 형성한다는 신의 보고에서와 같이 이들의 재생 가능성을 조사할 필요가 있다고 생각되었다. 최근에 우리나라 논에 발생하는 주요 다년생 잡초는 올방개와 벧풀이며 이들을 효과적으로 방제하는 제초제가 요구되고 있는데 K11451은 올방개에 대한 방제효과가 다른 SU계 제초제들보다 우수한 것으로 판단되어 또 하나의 장점으로 생각되었다.

표2 K11451과 피라조설프론에틸의 온실조건하 성장단계 다년생 잡초방제 효과^{a)}

App. Time (DAS) ^{b)}	Rate (g/ha)	Herbicidal activity(%)									
		CYPSE		SAGPY		ELOKU		PTMDI		SAGTR	
		K	PYR	K	PYR	K	PYR	K	PYR	K	PYR
4	1.25	91	97	90	72	72	96	86	89	91	80
	2.5	96	96	91	87	96	98	93	87	96	95
	5	97	98	87	85	98	97	100	89	96	97
	10	97	100	88	94	98	99	100	92	96	98
	20	100	100	90	91	98	99	100	95	97	98
10	1.25	55	96	58	76	40	64	52	74	61	70
	2.5	89	99	79	93	53	87	75	87	83	87
	5	98	100	88	90	84	100	89	94	89	84
	10	96	96	91	90	90	100	90	100	93	91
	20	100	100	93	93	91	100	95	100	100	94

a) K and PYR is K11451 and pyrazosulfron-ethyl, respectively

b) Days After Seeding

라. 벼에 대한 처리 시기별 약해 조사 결과

현행 우리나라의 주된 병 재배 방식에는 직파재배, 8일도 이앙재배, 기계이앙재배 등으로 구분할 수 있는데 각 재배 방식에 기초를 두고 K11451의 처리시기별 약해발생 여부를 조사하였다. 직파벼의 생육이 1엽, 2엽 및 3엽기에 도달했을 때 약제를 처리한 결과 (표 3) 처리량에 관계없이 처리시기가 늦어질수록 약해가 감소되어 초장 및 생체중이 증가되었다. 파종한 종자가 출아하면서 자리를 잡고 땅속으로 뿌리를 내리는 시기인 1엽 및 2엽기에 처리하였을 경우에는 대부분의 제초제들이 벼에 대한 약해를 크게 발생한다. 마찬가지로 K11451의 약해발생 가능성도 1엽기 처리시 매우 높아 5, 10, 20g ai/ha의 K11451 처리에서 25, 37, 51%의 약해가 발생하였고, 2엽기 처리시에도 10, 30, 54%의 약해를 발생하였다. 3엽기 처리시에도 여전히 11, 31, 37%의 약해를 나타내었기 때문에 K11451을 직파벼에 사용하고자 하면 5g ai/ha 수준에서 3엽기 이후에야 안전할 것으로 생각되었다. 대조약제 PYR+BUT도 직파벼에 대해서는 안전하지 못하였다. 즉, 1엽, 2엽 및 3엽기에 20+750g ai/ha의 PYR+BUT를 처리하면 약해가 크게 발생되어 무처리 대비 79, 51, 29%의 생체중 감소를 유발하였다. 또한 20+750g ai/ha을 기준량으로 할 경우 1/4, 1/2 처리에서도 1엽기 처리시에는 각각 35, 52%의 약해를 나타내었다.

이앙벼에 대한 처리시기별 약해발생 가능성을 두가지로 조사하였는데 (표 4) 2엽기의 어린모를 이앙하고 3엽, 4엽 및 5엽기에 처리하면 대체적으로 직파벼보다 안전하였지만 여전히 약해를 유발시켰다. 대조약제 PYR+BUT의 경우에도 기준량에서는 2엽기의 어린모를 이앙하고 3엽, 4엽 및 5엽기에 처리하여도 여전히 약해를 유발시켰다. 4엽기의 모를 이앙하고 5엽, 6엽 및 7엽기에 K11451을 5g ai/ha로 처리하게 되면 5, 6엽기까지는 작지만 여전히 약해를 유발하였고, 7엽기 이후에서야 약해를 피할

수 있었다. 그러나 대조약제 PYR+BUT의 기준량 처리시 4엽기의 모를 이양하고 6엽기 이후에 약해를 피할 수 있었다.

최근 담수직파 논에 많이 사용하고 있는 SU계 제초제들은 주요 흡수부위가 근부이며 통일계 품종보다 일반계 품종이 감수성이라고 보고되어 있다. 일반적으로 SU계 제초제에 의한 약해발생 요인은 저온, 천식, 낮은 pH, 심수, 감수심이 큰 토양이라고 하였다. 따라서 이상의 결과로부터 시험화합물 K11451의 직파벼에 대한 안전성은 처리시기를 조절한다 하여도 약해발생 가능성이 높았고, 이양벼에 대해서는 10-20%의 생체중 감소를 유발하지만 대체로 안전하였다. 그러나 K11451의 약해발생 가능성을 제거시키기 위해서는 제형연구, 약해경감제 및 혼합처리 등을 고려하는 것이 바람직하리라고 생각되었다.

표3. 온실조건 처리 5주후 K11451과 대조약제의 직파벼에 대한 약해

compound	Rate (g/ha)	Fresh weight(g) ^a			Injury(%)		
		1LS ^b	2LS	3LS	1LS	2LS	3LS
K11451	0	6.3a	6.9a	7.5a	-	-	-
	5	4.7b	6.2b	6.7a	25	10	11
	10	4.0b	4.8b	5.2b	37	30	31
	20	3.1b	3.2c	4.7c	51	54	37
	5+187	4.1b	6.2a	6.8a	35	10	9
PYR+BUTA ^c	10+375	3.0c	6.0a	6.9a	52	13	8
	20+750	1.3d	3.4c	5.3b	79	51	29
	40+1500	0.6e	1.9d	4.1c	90	72	45

^a Means within a column followed by the same letter are not different according to the LSD_(0.5) test.

^b Leaf stage of rice plant.

^c Pyrazosulfuron-ethyl + Butachlor.

표4. 온실조건 처리 5주후 K11451과 대조약제의 이앙벼에 대한 약해

compound	Rate (g/ha)	Fresh weight(g) ^a			Injury(%)		
		3LS ^b	4LS	5LS	5LS	6LS	7LS
K11451	0	5.2a	5.5a	5.6a	9.2a	9.9a	12.2a
	5	1.7b	2.6b	4.5b	5.9b	6.5b	12.6a
	10	1.3b	2.5b	4.5b	5.7b	6.5b	13.1a
	20	1.0bc	2.2b	3.5bc	4.5c	4.9bc	12.9a
	40	0.9c	2.2b	3.4bc	4.8c	3.8c	10.7a
PYR+BUTA	5+187	2.8b	3.8b	5.3a	7.0b	8.3a	12.9a
	10+375	3.2b	3.5b	5.5a	6.2b	7.9a	13.9a
	20+750	2.2bc	3.4b	4.8b	6.5b	7.8a	12.6a
	40+1500	1.3c	2.2c	4.9c	6.0b	5.6b	12.0a

^a Means within a column followed by the same letter are not different according to the DMRT

^b 2 and 4 leaf stage(LS) of rice plant was transplanted and applied with herbicides at 3,4,5 and 5,6,7 LS of rice plant, respectively.

^c Pyrazosulfuron-ethyl + Butachlor.

마. 야외 풋트 및 포장시험 조사 결과

야외 풋트시험으로 조사한 K11451의 벼에 대한 약해 시험을 수행한 결과 K11451은 처리량, 처리시기 및 조사시기에 따라 약해발생 양상이 다르게 나타났다(표 5). 처리량에 관계없이 이앙과 동시에 약제를 처리하면 모든 처리 구에서 초장의 감소보다는 분얼이 심하게 억제되었다. 그러나 이앙 5일 이후에 처리할 경우 약해가 크게 감소되었다. 먼저 3g ai/ha의 K11451을 이앙 후 0, 5, 10, 15일에 처리하고 10 DAA, 20 DAA 및 41 DAT 에 초장과 분얼수를 조사한 결과에서 이앙과 동시에 처리할 경우에만 분얼이 억제되었고, 이앙 후 처리 시기가 5일 이후로 늦어지거나 조사 시기가 변화되어도 기본적으로 10-20% 내외의 약해를 유발하였다. 처리량을 증가시켜 5g ai/ha로 처리한 결과에서도 이앙과 동시에 처리하면 분얼이 심하게 억제되었고, 처리시기가 늦어지면 조사시기에 따라 다르지

만 20-30% 정도의 약해를 유발하였다. 10g ai/ha로 처리한 결과도 동일한 경향으로 약해가 30-40% 정도로 나타나 배량의 약해가 우려되는 결과 이었다.

야외 풋트 시험으로 잡초 방제력을 조사한 결과 (표 6), 시험에서 처리한 3, 5, 10g ai/ha에서 모두 우수한 잡초 방제력을 나타내었다. 처리 시기가 이앙 후 5, 10, 15일로 늦어지면서 모든 처리에서 공통적으로 잡초의 생장이 진전되어 상대적으로 방제효과가 감소되었다. 5 DAT에 처리하였을 때에는 3-5g ai/ha의 K11451로 대상초종을 완전하게 방제하였으나, 사마귀풀에 대한 방제효과는 기대할 수 없었다. 15 DAT 처리에서는 물달개비와 올미에 대한 방제효과가 크게 감소되어 3g ai/ha로 처리할 경우 물달개비를 방제하지 못하였고, 올미의 경우에도 40%의 방제효과를 보였다.

표5. 풋트 조건하 K11451 처리 10일 및 20일 후 초장 및 분얼 효과

K11451 (g ai/ha)	Treatment (DAT) ^b	Plant height(% of control)			Tiller/Hill(% of control)		
		10DAA ^c	20DAA	41DAT	10DAA	20DAA	41DAT
3	0	76	57	68	0	0	39
	5	84	91	83	100	82	79
	10	98	93	85	100	100	73
	15	86	79	79	76	91	90
5	0	68	36	0	0	0	0
	5	85	89	81	100	82	63
	10	97	90	85	94	90	77
	15	91	90	83	94	92	89
10	0	55	39	0	0	0	0
	5	76	86	65	63	67	50
	10	89	79	73	100	88	73
	15	91	80	76	82	70	79

^a 0.01% granules

^b Days After Transplanting

^c Days After Application

표6. 쫄토 조건하에서 이앙 후 처리시기별 잡초방제 효과

Rate (g ai/ha)	Treatme nt (DAT) ^b	Weeding effect(%) ^c						
		ECHOR	SCPJU	MOOVA	SAGPY	ELOKU	POTDI	SAGTR
3	5	100	100	100	100	100	100	100
	10	95	80	60	90	100	100	100
	15	90	60	0	40	90	80	100
5	5	100	100	100	100	100	100	100
	10	100	80	60	100	100	100	100
	15	95	80	60	70	100	80	100
10	5	100	100	100	100	100	100	100
	10	100	100	90	100	100	100	100
	15	100	100	100	80	80	90	100

^a 0.01% granules

^b Days After Transplanting

^c Data recorded at 35days after treatment and values represented an average for three replications of % inhibitions compared with untreated control. Visual rating based on a scale of 0 to 100, 0=no control and 100=complete control

ECHOR : *Echinochloa crus-galli*

ASCPJU : *Scirpus juncooides*,

MOOVA : *Monochoria vaginalis*

SAGPY : *Sagittaria pygmaea*,

ELOKU : *Eleocharis kuroguwai*

PTMDI : *Potamogeton distinctus*

SAGTR : *Sagittaria trifolia*

포장에서 수행된 시험에서(표 7) K11451 입제를 3, 6, 12g ai/ha로 처리하였을 경우 초기약해는 2-6사이로 나타났지만 20일 후의 2차 조사시에는 대부분이 회복되는 경향으로 나타났다. 3g ai/ha로 이앙 후 5, 10, 15일에 처리한 경우에는 경미한 약해를 보여 대체적으로 안전한 것으로

나타났다. 6g ai/ha 처리에서는 초기에 다소간의 약해를 보였지만 20일이 경과되면서 정상적인 생장으로 회복되었다. 그러나 12g ai/ha로 처리한 경우에는 초기의 약해가 지속되어 약제처리 20일 후에도 여전히 심한 약해를 보여 주었다. 약해는 지상부 초장 감소보다 경수의 감소에서 크게 나타났고, 증상은 약제처리 20일 이후에 엽맥을 따라 황화 현상이 나타나거나, 초장단축, 분얼감소, 개장현상, 세엽화 및 엽육이 진록색으로 변하면서 뺏뺏해지는 형태가 보이기도 하였다.

포장시험을 통하여 K11451의 제초효과를 조사한 결과는 온실시험과 유사하게 3g ai/ha에서도 우수한 방제효과를 나타내었다. 또한 6g ai/ha에서는 처리 시기를 이앙후 5, 10, 15일로 다르게 하여도 모든 경우에 잡초 방제효과는 모두 90% 이상으로 우수하였다. 특히 피에 대한 방제효과는 100%로 나타났으며, 대조 약제 PYR의 21g ai/ha와 동일한 잡초 방제효과를 나타내었다. 한편 다년생 잡초종에서 올방개에 대한 살초효과는 처리 시기에 관계없이 탁월한 것으로 생각되었다.

이상의 결과로부터 신규 합성 화합물 K11451은 적은 처리량에서도 높은 제초효과와 넓은 스펙트럼을 가지고 있었으며, 기존의 SU계가 방제하지 못하는 피에 대하여 우수한 방제효과를 가지고 있었다. 이앙벼에 대해서는 처리 시기를 다소간 늦추면 안전할 것으로 생각되지만, 직파벼에 대한 약해 발생 가능성이 높기 때문에 이를 해결하기 위한 제제형태의 변화, 약해 경감제의 혼용 및 혼합제를 이용한 처리량의 감소 등을 강구하여야 할 것으로 판단되었다.

그 동안 구조적으로 다양한 계열의 화합물들이 제초제로 개발되었지만, 대부분의 제초제들이 작물에 대한 선택성 폭이 좁거나 없다. 따라서 여러 가지 작물에 범용적으로 사용되면서 새로운 기작을 가지는 제초제의 개발이 절실히 요구되고 있지만, 고등식물인 작물과 잡초종에서 잡초만

을 선택적으로 방제하여야 하는 제초제는 본질적으로 작물에 대한 약해를 수반하게 된다. 따라서 여러 가지 방법으로 약해를 경감시켜 작물과 잡초간의 선택성을 증대시키기 위한 노력이 경주되어 왔다. 따라서 신규 합성한 시험 화합물 K11451이 현재 사용되는 SU계 제초제들보다 적은량에서도 높은 제초효과와 넓은 살초스펙트럼을 지니고 있지만, 직파벼에 대하여 약해 발생 가능성을 지니고 있기 때문에 약해를 경감시키는 방법을 강구한다면 아주 우수한 신규 제초제로 개발될 수 있을 것으로 판단된다.

표7. 포장에서 K11451입제의 처리시기별 약해 및 성장 비교

compound ^a	Rate (g/ha)	Treatment (DAT) ^b	Phytotoxicity ^c		Growth(% of control) ^d			
			1st	2nd	P.H.		N.S.	
					1st	2nd	1st	2nd
K11451 (0.01G)	3	5	2	1	99	99	93	96
		10	2	1	91	93	92	95
		15	2	1	91	93	88	97
	6	5	3	2	100	89	75	81
		10	5	4	85	84	69	83
		15	4	2	94	86	87	85
	12	5	5	5	92	75	74	63
		10	6	6	78	72	50	59
		15	4	5	89	75	64	60
PYR(0.07G)	21	10	2	1	100	95	74	90

^a 0.01% and 0.07% granules

^b Days After Transplanting

^c Visual phytotoxicity observed two times 10(1st), 20(2nd) day after transplanting, values based on a scale of 0 to 10(0=normal and 10=complete death).

^d Growth recorded two times 10(1st), 20(2nd)days after transplanting and P.H., N.S. is Plant Height(cm) and Number of Stems, respectively.

표8. 포장에서 K11451입제의 처리시기별 제초효과

compound ^a	Rate (g/ha)	Treatment (DAT) ^b	ECHOR ^c	SAGTR	ELOKU	PTMDI
K11451 (0.01G)	3	5	100	100	85	100
		10	100	100	97	100
		15	100	100	85	100
	6	5	100	100	100	100
		10	100	100	95	100
		15	100	100	95	100
	12	5	100	100	95	100
		10	100	100	95	100
		15	100	100	95	100
PYR(0.07G)	21	10	100	100	95	100

^a 0.01% and 0.07% granules, respectively.

^b Days After Transplanting

^c ECHOR^c : *Echinochloa crus-galli* SAGTR : *Sagittaria trifolia*

ELOKU : *Eleocharis juroguwai* PTMDI : *Potamogeton distinctus*, Visual rating based on a scale of 0 to 100, 0=no control and 100=complete control

제 4절 K-11451의 적용확대실험

1. 실험목적

K-11451약제의 적용확대를 위하여 작물별 약해정도를 파악하고자 함.

2. 재료 및 방법

- 작물종 : 콩 외 18가지
- 농도 : 200g/ha -> (1/2times) 7농도
- 처리시기 : 파종후 1일(per)과 10일(post)째에 살포하였으며 post의 경우 생육 stage는 표 1과 같다.

○ 처리방법 : 약제를 아세톤에 녹인 다음, Tween-20 섞인 물에 희석하여
살포 (아세톤 및 Tween-20의 최종 농도는 각각 50%,
0.1%였다.)

○ 검 정 : 약제처리 후 3주째에 달관조사

3. 결과 및 고찰

○ 토양처리

k-11451 : 전반적으로 약해 정도가 낮은 경향이었다. 밀, 보리가 안전하였 으며, 목화는 다음으로 안전하였다. 기타 작물은 6.25g/ha에 서도 심한 약해를 보였고, 그 중 가장 민감한 작물은 배추, 유 채, 사탕무우, 해바라기, 참외, 시금치 등이었다.

○ 경엽처리

k-11451 : 밀이 가장 안전하여 100g/ha에서도 약해가 없었다. 보리는 12.5g/ha에서, 벼는 6g/ha에서 약해가 없었다. 참외, 토마토 에서 비교적 약한 약해를 보였으나 기타 옥수수, 배추, 무, 유채, 해바라기, 사탕무 등은 심한 약해를 보였다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때, K-11451은 밀, 보리, 벼에서 약해가 적었 으며, 타 작물에 대해서는 약해가 심하게 유발되었고, 특히 유럽의 밀밭 후 작물인 유채, 해바라기, 사탕무 등에 대해서는 저농도에서도 약해가 심한 경향이 있다. 그리고 토양처리보다는 경엽처리에서 약해가 낮았다

Crpos stage at post-emergence treatment

Crpos	Stages
옥수수, 수수, 벼	: 4엽 추출 - 전개기
보리, 밀	: 2엽 전개 - 3엽 추출기
오이, 유채, 수박, 콩, 당근, 시금치, 상치, 고추	: 본엽 또는 제1복엽 추출 전개기
무, 배추, 목화, 토마토, 사탕무, 해바라기	: 본엽 2번 전개
완두	: 제3본엽 전개완료

< K-11451 약제의 밀에 대한 약해비교 >

1. 실험목적

k-11451 약제는 제초가능범위 농도의 토양처리에서 밀에 대한 안정성을 보이므로 이의 선택성 폭이 어느 정도인지를 확인하고 이의 선택성을 비교하고자 함.

2. 재료 및 방법

- o 처리약제 : K-11451, Ally
- o 농 도 : K series : 200g/ha -> (1/2 times) 6농도
Ally : 50g/ha -> (1/2 times) 6농도
- o 처리시기 : 파종후 1일 (per)과 10일 (post)째에 살포
- o 처리방법 : 약제를 아세톤에 녹인 다음, Tween-20 섞인 물에 희석하여 살포 (아세톤 및 Tween-20의 최종 농도는 각각 50%, 0.1%였다.)
- o 검 정 : 약제처리 후 3주째에 달관조사

3. 결과 및 고찰

- o K-11451을 50g/ha에서 약해가 없으나 Ally는 1.5g/ha까지 약해가 현저함.
- o Pre, Post간 약해는 비슷한 경향임

밀에대한 K11451의 약해

Application 처리	Rates (a. I. g/ha)	화합물 Compounds	
		K-11451	Ally
발아전	200	36.7	100
	100	23.3	100
	50	0	100
	25	0	100
	12.5	0	96.7
	6.25	0	90.0
	3.1	0	70.0
	1.6	0	40.0
발아후	200	36.7	100
	100	13.3	100
	50	0	100
	25	0	100
	12.5	0	100
	6.25	0	93.3
	3.1	0	78.3
	1.6	0	46.7

K-11451의 제초스펙트럼

발아전처리	K11451					Ally				
	Rate (g/ha)	200	50	12.5	3.13	0.78	200	50	12.5	3.13
밀	30	0	0	0	0	70	30	10	0	0
보리	85	65	30	0	0	90	80	70	20	0
벼	100	100	80	50	0	100	100	100	100	65
피	100	100	100	100	50	100	100	90	60	60
바랭이	100	100	100	40	15	100	100	65	50	20
강아지풀	100	100	90	60	0	100	100	65	10	0
쥐보리	95	65	15	0	0	90	90	90	60	0
메귀리	65	35	15	0	0	70	65	40	20	0
뚝새풀	100	100	80	65	10	100	100	65	60	50
참새귀리	100	100	90	60	0	100	100	80	65	20
개밀	70	65	25	0	0	65	65	60	10	0
유채	100	100	100	80	60	100	95	95	95	90
여귀	100	100	100	95	80	100	100	100	95	95
자주광대 나물	100	100	90	85	70	100	100	100	95	95
야생팬지	100	100	90	60	15	100	100	100	95	95
메꽃	100	100	90	90	90	100	100	100	100	50

K-11451의 제초스펙트럼

발아전처리	K11451					Ally				
	Rate (g/ha)	200	50	12.5	3.13	0.78	200	50	12.5	3.13
밀	25	10	0	0	0	65	35	15	0	0
보리	65	55	20	0	0	70	60	50	0	0
벼	80	70	60	20	0	90	90	80	70	20
피	100	100	100	70	60	100	100	100	70	40
바랭이	100	100	75	20	0	100	90	80	50	10
강아지풀	100	100	95	20	0	100	100	65	10	0
쥐보리	100	65	30	0	0	100	95	75	30	0
메귀리	60	50	15	0	0	65	60	20	0	0
뚝새풀	100	100	90	50	20	100	95	70	20	20
참새귀리	100	95	90	50	25	100	65	60	30	20
유채	100	100	100	90	60	100	100	100	100	100
여귀	100	100	100	65	55	100	100	100	100	100
자주광대 나물	100	100	90	20	10	100	100	100	100	100
야생팬지	100	100	70	0	0	100	100	90	100	100
갈퀴덩쿨	100	100	100	40	20	100	90	100	30	30
메꽃	100	100	70	20	0	95	100	90	85	-

K-11451의 작물에 대한 약해

발아전처리	K11451				Ally				
	Rate (g/ha)	200	50	12.5	3.12	200	50	12.5	3.12
밀	50	0	0	0	40	0	0	0	
보리	60	60	0	0	60	30	0	0	
벼	100	90	80	50	70	50	40	0	
옥수수	100	100	60	50	100	100	100	90	
수수	100	100	90	80	100	100	90	70	
목화	100	90	80	0	100	90	80	50	
콩	90	90	70	50	100	100	100	80	
배추	100	100	100	90	100	100	100	100	
무우	100	100	90	70	100	100	100	100	
오이	100	100	60	40	90	60	40	30	
유채	100	100	100	100	100	100	100	100	
완두	100	100	90	50	80	60	50	50	
해바라기	100	90	90	80	100	100	100	100	
사탕무우	100	100	100	90	100	100	100	100	
당근	100	90	90	60	100	100	70	40	
고추	100	90	80	60	100	80	60	30	
토마토	100	90	60	40	100	70	50	20	
시금치	100	100	90	80	100	100	100	80	
참외	100	100	100	100	100	50	30	0	

제 6장 결론

1. 제초제 후보화합물 K11451의 제초 활성과 특성을 온실시험과 야외 풋트 및 포장 시험을 통하여 조사한 결과 살초 스펙트럼은 넓어 사마귀풀과 발톱외풀을 제외한 7초종(피, 올챙이고랭이, 물달개비, 너도방동사니, 올미, 올방개, 가래, 벼풀)에 대하여 2.5 - 5 g ai/ha의 처리량에서도 90% 이상 방제하였다.
2. 약해시험 결과 직파벼 3엽기 이후, 이앙벼에 대해서는 이앙 후 10일이 경과한 후 처리하는 것이 바람직 하였다. 또한 기존의 sulfonylurea계 제초제들과는 달리 특이적으로 3엽기까지의 피에 대한 방제효과가 우수하였다.
3. 야외 풋트 시험결과 3-5 g ai/ha로 5 DAT에 처리하였을 때 대상초종을 완전하게 방제하였으며, 포장시험에서는 3 g ai/ha를 이앙후 5, 10, 15 일에 처리하여도 잡초방제효과는 모두 90% 이상으로 우수하였다. 특히 피에 대한 방제효과는 100%로 나타났다.
4. HPLC를 이용한 K11451의 가수분해속도 측정결과 27°C, pH=5 조건에서 반감기는 6일 이었다. 이는 기존에 알려진 술폰닐우레아 제초제들과 비교할 때 매우 짧은 것이다. 반감기가 짧은 것은 잔류 약제의 후작물 영향이 문제되는 경우와 특히 국내 건답 또는 담수 직파재배 논에서 앵미와 피의 방제에 이용될수 있는 가능성이 높은 것으로 나타났다.
5. K11451 약제의 적용확대를 위하여 작물별 약해정도를 파악하고자 콩 외 18가지 작물에 대하여 시험하였다. 그 결과 밀과 보리에 안전하였고 목

화에 대해서도 안전하였다. 밀에 대하여는 100g/ha 에서도 약해가 없었다. 보리는 12.5g/ha에서 벼의 경엽처리에서는 6g/ha에서 약해가 없었다.

6. K11451의 급성 어독성 시험결과 동약제의 잉어에 대한 어독성은 48시간 LC₅₀ 값은 10mg/L 이하로 나타났다. 이는 어독성 전혀 없어 농약품목고시 시험기준에 적합한 것으로 나타났다. 경구 급성 독성시험 결과 K11451의 mouse에 대한 LD₅₀ 는 5000mg/kg 이상이었다.
7. 살모넬라균을 이용한 돌연변이 시험결과 salmonella typhimurium TA1535, TA1537, TA98 및 TA100의 4개 균주에 대하여 돌연변이원성이 없는 것으로 나타났다.

부록

벼에서 신규 sulfonylurea 계 제초제의
효능검정 결과보고서

위탁 연구 기관명 : 충남 대학교

위탁 연구 책임자 : 변종영

연구원 : 안병성

박준영

벼에서 신규 sulfonylurea 계 제초제의 효능검정 결과보고서

제 1 절. 연구개발의 필요성

1. 연구개발의 중요성

Sulfonylurea계 제초제는 저약량 고효성 제초제로서 대부분의 광엽 일년생 및 다년생 잡초와 일부 화본과 잡초를 방제하며, 벼, 옥수수, 맥류, 콩 등 많은 작물에서 널리 사용되고 있는 새로운 제초제 계통으로 각광을 받고 있다.

우리나라에서는 Bensulfuron-methyl, Pyrazosulfuron-ethyl, Cinosulfuron, TH 914 등 많은 종류의 제초제가 피 방제용 제초제와 혼합제로 상품화되어 가장 광범위하게 사용되고 있는 실정이다. 그러나 상기 Sulfonylurea계 제초제는 미국, 독일, 일본 등에서 원재를 수입하여 제품화하여 사용되고 있다.

한편, Sulfonylurea계 제초제의 합성 및 개발은 전세계에서 활발히 이루어지고 있으며 국내에서도 신규 Sulfonylurea계 제초제를 합성하려는 노력이 한국화학연구소를 비롯한 많은 연구소에서 이루어지고 있으며 일부 화합물은 살초성과 벼의 안전성면에서 비교적 우수한 연구결과를 나타내고 있는 실정이다.

따라서, 한국화학연구소 제초제합성 연구팀과 공동으로 연구를계속하여 보다 효능이 우수한 신규 합성 화합물에 대하여 온실과 논에서 약효 및 약해

검정을 실시하여 실용화단계를 촉진시킬 필요성이 절실히 요청되고 있다.

2. 문제점 및 전망

새로운 선택성 제초제의 개발은 약효와 약해간에 상반된 현상을 나타내므로 매우 어려운 연구과제라 생각된다. 그러나 한국화학연구소의 오랜 합성연구 경험과 기종년 실적을 고려할 때 몇 년간의 지속적인 연구를 통하여 논에서 사용될 수 있는 유망한 신규 Sulfonylurea계 제초제의 개발 및 실용화 단계를 전망할 수 있다고 사료된다.

제 2절. 연구개발의 목표 및 내용

1. 연구개발의 최종목표

한국화학연구소에서 개발하고 있는 제초제를 대상으로 1차년도에는 Growth chamber와 온실에서 유망한 제초제를 선발하며 2차년도에는 온실에서 실용적으로 농가에서 사용할 수 있는 벼에 안전하고 살초효과가 우수한 제초제를 선발하며 3차년도에는 농가 포장에서의 실증실험을 통해 효과가 뛰어난 제초제를 선발한다.

2. 연차별 연구개발 목표 및 내용

구 분	연구개발목표	연구개발내용 및 범위
제 1차년도 (1996)	수도용 선택성 Sulfonylurea계 제초제 선발	Growth chamber와 온실에서 약효 및 약해검정
제 2차년도 (1997)	수도용 선택성 Sulfonylurea계 제초제 선발	온실에서 제초제 효능검정
제 3차년도 (1998)	벼에서 신규 Sulfonylurea계 제초제 효능검정	농가 포장에서 실증 검정(1)
제 4차년도 (1999)	벼에서 신규 Sulfonylurea계 제초제 효능검정	농가 포장에서 실증 검정(2)

제 3절 온실에서 효능검정 실험

1. 연구방법

한국화학연구소에서 합성한 신규 Sulfonylurea계 제초제 K12701, K12603, K12539, K12684, K12751, K12766, K12688, K12712 등 신규 화합물을 제공받아 벼를 비롯한 일년생 및 다년생 잡초에 대한 약효, 약해 검정을 온실에서 실시하였다.

공시작물은 다산, 일년생 잡초는 피, 다년생 잡초는 가래와 올방개를 공시하여 21 × 16cm 4각 플라스틱 포트에 파종하였으며 이앙재배에서는 20일 묘를 이앙하였다. K12701, K12603, K12539, K12684, K12751, K12766은 이앙 및 직파 7일 후에 수면처리하였으며 K12688와 K12712는 27일 후에 경엽처리하였다. 약제처리량은 K12701, K12603, K12539, K12684는 300g/ha, K12751, K12766, K12688와 K12712는 100g/ha를 처리하였다.

시험구 배치는 완전임의배치법 3반복으로 하였으며 처리 후 14일에 수확하여 벼의 초장 및 생체중과 공시잡초의 초종별 생체중 및 생존보수를 조사하였다.

Table 1. KRICT Rice Herbicides

번호	Code No	처리 방법 (이앙 및 직파벼)	기준 처리량
1	K12701	수면처리	300g/ha
2	K12603	"	"
3	K12539	"	"
4	K12684	"	"
5	K12751	"	100g/ha
6	K12766	"	"
7	K12688	후기 경엽 처리	"
8	K12712	"	"

2. 연구결과

Table 2. K약제가 이앙벼의 생장에 미치는 영향

약제	처리방법	처리량	초장(cm)	생체중(g/plant)	저해률(%)
K12701	수면 7DAT	300g/ha	22.3	1.530	22.0
K12603	수면 7DAT	300g/ha	23.5	1.692	13.8
K12539	수면 7DAT	300g/ha	25.0	1.972	0.0
K12684	수면 7DAT	300g/ha	25.0	1.905	2.9
K12751	수면 7DAT	100g/ha	25.8	2.307	0.0
K12766	수면 7DAT	100g/ha	24.5	1.982	0.0
K12688	경엽 25DAT	100g/ha	23.2	1.788	8.9
K12712	경엽 25DAT	100g/ha	24.5	1.951	0.6
손제초	-	-	23.5	1.963	-

Table 3. K약제가 직파벼의 생장에 미치는 영향

약제	처리방법	처리량	초장(cm)	생체중(g/plant)	저해률(%)
K12701	수면 7DAT	300g/ha	18.0	0.114	30.1
K12603	수면 7DAT	300g/ha	20.0	0.124	23.9
K12539	수면 7DAT	300g/ha	19.5	0.179	0.0
K12684	수면 7DAT	300g/ha	18.0	0.109	33.1
K12751	수면 7DAT	100g/ha	19.6	0.128	21.5
K12766	수면 7DAT	100g/ha	18.4	0.118	27.6
K12688	경엽 25DAT	100g/ha	19.0	0.131	19.6
K12712	경엽 25DAT	100g/ha	18.0	0.106	35.3
손제초	-	-	20.5	0.163	-
무처리	-	-	18.3	0.092	43.4

Table 4. 이앙벼 재배에서 K약제의 피에 대한 방제효과

약제	처리방법	처리량	본수/pot	생체중(g/pot)	방제가(%)
K12701	수면 7DAT	300g/ha	126.3	14.743	12.9
K12603	수면 7DAT	300g/ha	10.7	0.261	98.5
K12539	수면 7DAT	300g/ha	18.3	0.486	97.1
K12684	수면 7DAT	300g/ha	57.7	2.194	87.0
K12751	수면 7DAT	100g/ha	10.3	0.495	97.1
K12766	수면 7DAT	100g/ha	88.3	9.694	42.7
K12688	경엽 25DAT	100g/ha	102.3	6.513	61.5
K12712	경엽 25DAT	100g/ha	89.3	8.695	48.6
무처리	-	-	127.7	16.917	-

Table 5. 직파벼에서 K약제의 피에 대한 방제효과

약제	처리방법	처리량	본수/pot	생체중(g/pot)	방제가(%)
K12701	수면 7DAT	300g/ha	119.7	15.271	37.2
K12603	수면 7DAT	300g/ha	0.0	0.000	100.0
K12539	수면 7DAT	300g/ha	9.0	0.455	98.1
K12684	수면 7DAT	300g/ha	22.3	1.248	94.9
K12751	수면 7DAT	100g/ha	0.0	0.000	100.0
K12766	수면 7DAT	100g/ha	89.3	13.677	43.7
K12688	경엽 25DAT	100g/ha	113.7	9.869	59.4
K12712	경엽 25DAT	100g/ha	101.0	12.008	50.6
무처리	-	-	147.7	24.307	-

Table 6. 이앙벼에서 K약제의 가래와 올방개에 대한 방제효과

약제	처리방법	처리량	가래		올방개	
			생체중 (g/pot)	방제율 (%)	생체중 (g/pot)	방제율 (%)
K12701	수면 7DAT	300g/ha	0.281	0.0	0.267	54.8
K12603	수면 7DAT	300g/ha	0.208	18.8	0.610	0.0
K12539	수면 7DAT	300g/ha	0.296	0.0	0.477	19.3
K12684	수면 7DAT	300g/ha	0.203	20.6	0.192	67.5
K12751	수면 7DAT	100g/ha	0.487	0.0	0.604	0.0
K12766	수면 7DAT	100g/ha	0.181	29.2	0.362	38.7
K12688	경엽 25DAT	100g/ha	0.228	10.8	0.261	55.8
K12712	경엽 25DAT	100g/ha	0.202	21.0	0.350	40.8
무처리	-	-	0.256	-	0.591	-

3. 결과 요약

가. K12603, K12751, K12539의 피에 대한 방제효과는 이앙벼와 직파벼재배에서 95%이상으로 나타나 아주 우수하였으며 그 다음으로는 K12684가 피에대한 방제효과가 높은 것으로 나타났다.

나. K12603은 피에 대한 방제효과가 높은 반면 이앙벼와 직파벼에서 벼에 대해 약간의 생장억제가 나타났으며 K12684와 K12751은 이앙재배에서는 벼에대한 생장억제가 없었으나 직파재배에서는 약간의 억제가 나타났다.

다. 경엽처리로서 K12688과 K12712는 피에 대한 방제가는 각각 60%, 50%로
서 방제효과가 높지 않은 것으로 나타났으며 K12701은 제초효과가 적
은 것으로 나타났다.

라. 다년생잡초에 대한 방제효과는 적은 것으로 나타났다.

마. 따라서 벼이앙재배에서 K12539, K12751, K12684약제, 벼직파재배에서
는 K12539약제는 피에 대한 방제효과가 우수하고 벼에 비교적 안전하
므로 새로운 제초제로 개발 가능성이 높다.

제 4절. 농가 포장에서 실증 시험(1차 년도)

1. 재료 및 방법

가. 온실에서의 생물검정

1) 처리내용

처리번호	약제 code	약 량
1	K-1	30mg
2	K-2	30mg
3	K-37	30mg
4	K-4	30mg
5	K-5	30mg
6	NC-311(LG)	30mg
7	Azimsulfuron	30mg

- 2) 처리방법: 이앙 후 10일
- 3) 처리농도: 7.5, 15, 30kg/ha, 3반복

나. 포장실험

1) 처리내용

번호	약제명	수 량	처리기준량	처리시기
1	K-1 단제 0.14%	300g	3kg/10a	21DAT
2	K-1 0.05% + Molinate 5%	300g	3kg/10a	12DAT
3	K-1 0.05% + Oxadiargyl 0.23%	300g	3kg/10a	12DAT
4	노난매(대조약제)		3kg/10a	12DAT

2) 이앙일: 5월 22일

3) 구당면적: 6m²

2. 결 과

Table 1. Weed control efficacy of K series compounds in paddy field 20 days after treatment.

Treatment No.	Ec	Mv	Sh	Ak	Lp	Cs	Pd	Ek	St
	----- % control -----								
1	80	90	100	80	80	100	60	70	80
2	90	60	100	90	80	100	60	60	70
3	80	100	100	80	100	100	80	70	90
4	90	100	100	90	80	100	70	80	90

Ec: *Echinochlor crussgalli* Mv: *Monochoria vaginalis*
 Sh: *Scirpus hotarui* Ak: *Aneilema keisak*
 Lp: *Ludwigia prostrata* Cs: *Cyperus serotinus*
 Pd: *Potamogeton distinctus* Ek: *Eleocharis kuroguwai*
 St: *Sagittaria trifolia*

Table 2. Effect of K series compounds on the growth and phytotoxicity of rice.

Herbicide	Rate (g/ha)	Plant height (cm)	No. of tiller (No./plant)	Phytotoxicity (0~9)	
				20DAT	45DAT
K-1	7.5	65	13	0	0
	15	62	13	0	0
	30	65	15	0	0
K-2	7.5	66	14	0	0
	15	66	14	0	0
	30	65	12	1	0
K-3	7.5	67	13	1	0
	15	65	10	2	1
	30	66	11	3	1
K-4	7.5	65	14	0	0
	15	69	15	0	0
	30	72	14	0	0
K-5	7.5	67	16	0	0
	15	64	15	0	0
	30	66	16	0	0
NC-311	7.5	64	16	0	0
	15	68	17	0	0
	30	64	16	0	0
Azimsulfuron	7.5	63	12	0	0
	15	65	13	0	0
	30	65	13	0	0
Hand weeding	-	65	15	0	0
Control	-	59	8	0	0

Table 3. Weed control efficacy of K series compounds 45 days after treatment

Herbicide	Rate (g/ha)	Ec	Cs	St	Pd	Ek	Sj	
			----- % control -----					
K-1	7.5	0	84	79	100	100	100	
	15	60	88	97	100	100	100	
	30	70	100	100	100	100	100	
K-2	7.5	15	87	30	74	57	70	
	15	45	100	47	76	48	92	
	30	75	100	70	92	78	100	
K-3	7.5	67	95	51	86	77	89	
	15	96	99	47	100	90	100	
	30	98	100	93	100	84	100	
K-4	7.5	0	76	78	81	94	91	
	15	38	93	92	100	100	100	
	30	53	98	100	100	100	100	
K-5	7.5	0	100	100	100	100	100	
	15	25	100	100	100	100	100	
	30	78	100	100	100	100	100	
NC-311	7.5	29	99	99	97	100	100	
	15	67	100	100	100	100	100	
	30	89	100	100	100	100	100	
Azimsulfuron	7.5	40	100	100	100	100	100	
	15	94	100	100	100	100	100	
	30	81	100	100	100	100	100	
Hand weeding		100	100	100	100	100	100	

Ec: *Echinochlor crussgalli*

Cs: *Cyperus serotinus*

St: *Sagittari trifolia*

Pd: *Potamogeton distinctus*

Ek: *Eleocharis kuroguwai*

Sj: *Scirpus juncooides*

3. 적 요

- 가. 벼에 대한 약해는 처리 20일 후 K-3 약제는 15g/ha 이상에서 다소 심한 약해를 나타냈으며 K-2 약제는 30g/ha에서 경미한 약해를 보였으나 45일 후에는 회복되어 K-3 약제 15, 30g/ha에서 경미한 약해 증상을 보였다.
- 나. 공시된 K약제중 벼의 초장은 손제초구의 경우와 대등하였으나 약해를 나타낸 K-3 약제는 분얼이 약간 억제되었다.
- 다. 피에 대한 효과는 전반적으로 낮았으나 K-3은 15, 30g/ha에서 높은 살초효과를 나타냈으며 올챙이고랭이에 대한 효과는 모두 우수하였다.
- 라. 너도방동사니에 대한 방제효과는 모두 우수하였으며 벼풀에 대한 효과는 K-2와 K-3에서 다소 불량하였으나 그 이외 처리에서는 모두 양호하였다. 가래와 올방개에 대한 방제효과는 K-2 약제 이외의 모든 처리에서 매우 우수하였다.
- 마. 포장실험에서 피에 대한 방제효과는 K-1 단제와 K-1 + Oxadiagryl 합제에서 다소 낮은 경향이었으며, 물달개비에 대한 효과는 K-1 + Molinate 합제를 제외한 모든 처리에서 우수하였다. 올챙이고랭이에 대한 방제효과는 매우 우수하였으며 사마귀풀과 여뀌바늘에 대한 효과도 전반적으로 양호하였다.
- 바. 포장실험에서 너도방동사니에 대한 방제효과는 매우 우수하였으나 가래와 올방개에 대한 방제효과는 불량하였고 벼풀에 대한 효과는 K-1 + Molinate 합제에서는 불량하였고 그이외의 처리에서는 양호하였다.

제 5절. 농가포장에서 실증시험(2차년도)

1. 시험목적 : 효능이 우수한 신규 합성 화합물에 대하여 온실과 논에서 약효 및 약해 검정을 실시하여 실용화하고자 함.

2. 시험방법

가. 공시작물(품종) : 벼(대신벼)

나. 대상잡초 : 풋트시험--피, 올방개, 가래.

포장시험--일년생잡초 (피, 물달개비, 사마귀, 여뀌바늘, 발뚨외풀)

다년생잡초 (올방개, 가래, 너방, 벧풀, 올챙고랭이)

다. 재배개요 :

이앙시기 (월.일)	재식거리 (cm)	시비량(kg/10a) (N-P-K)
5월 20일	30×14	12-7-8

라. 시험배치

1) 포장시험 배치 및 면적 : 난괴법 3반복

구 분	처리수	반복수	총구수	구당 면적	시험구 면적	총면적
약 효	8	3	24	20㎡	480㎡	480㎡

2) 풋트시험

약효 및 약해시험: 완전임의배치 3반복

마. 이앙당시 묘소질

초 장 (cm)	엽 수 (개)
14.5	4.5

바. 처리내용

시 험 약 제	약 효 시 험		약해시험(풋트)	
	Ha당 사용량	처리시기 및 방법	기준량	배량
K13374	15g	이앙후 15일	15g	30g
K13375	"	"	"	"
K13376	60g	"	60g	120g
K13377	30g	"	30g	60g
K13378	60g	"	60g	120g
벤설푸론메칠. 메페나셀입제(대조)	30000g	이앙후 12일		
손 제 초	-	이앙후 20일, 40일	-	-
무 처 리	-	-	-	-

사. 포장에서 약제처리 전후 기상상황 : 약효 약해에 영향을 미칠만한 기상특이 상황은 없었음.

3. 조사방법

구 분		조 사 항 목	조사횟수	조사방법
포장 시험	약효 시험	본수 및 건물중	1 (7.20)	시험구내의 잡초발생이 균일 한 지점을 선택하여 100cm× 100cm quadrat를 이용하여 초 종별 본수 및 건물중을 조사
		초기(중)생육	1 (6.29)	초장(cm), 분얼수 (개/포기)
		수량	1 (10.8)	농촌진흥청 조사기준에 준함
풋트 시험	약효 시험	잡초 본수 및 건물중	1 (제초제처리후 38일)	풋트내의 잡초를 초종별 본수 및 건물중을 조사
		약해 유무	3	달관평가(0~9)
		초기(중)생육	2 (6.17, 7.2)	초장(cm), 분얼수 (개/포기)

4. 시험성적

가. 약효시험

1) 약제처리 41일후 잡초 본수, 건물중 및 방제가

(본수: 본/㎡, 건물중: g/㎡, 방제가: %)

시험약제	일 년 생 잡 초														
	피			물달개비			사마귀풀			발톱외풀			여뀌바늘		
	본수	건물중	방제가	본수	건물중	방제가	본수	건물중	방제가	본수	건물중	방제가	본수	건물중	방제가
K13374	18.0	5.49	97.7	54.0	1.87	82.5	12.0	0.70	82.1	16.0	0.26	1.0	0.0	0.0	100
K13375	12.0	4.01	98.3	8.0	0.25	97.6	10.0	0.34	91.4	4.0	0.06	77.2	0.0	0.0	100
K13376	60.0	34.7	85.4	4.0	0.09	99.2	12.0	1.07	72.7	0.0	0.0	100	0.0	0.0	100
K13377	4.0	2.60	98.9	0.0	0.0	100	4.0	0.42	89.3	0.0	0.0	100	0.0	0.0	100
K13378	60.0	65.5	72.5	14.0	0.84	92.1	8.0	0.95	75.7	2.0	0.05	81.7	0.0	0.0	100
벤살푸론메칠 메테나셀입제 (대조)	2.7	2.34	99.0	1.3	0.04	99.7	0.0	0.0	100	0.0	0.0	100	0.0	0.0	100
손 제 초	2.7	0.27	99.9	0.0	0.0	100	0.0	0.0	100	0.0	0.0	100	0.0	0.0	100
무 처 리	277	238	0.0	138	10.69	0.0	30.7	3.91	0.0	16.0	0.26	0.0	28.0	4.57	0.0

시험약제	다 년 생 잡 초														
	올 방 개			너도방동사니			가 래			벗 풀			올챙고랭이		
	본수	건물중	방제가	본수	건물중	방제가	본수	건물중	방제가	본수	건물중	방제가	본수	건물중	방제가
K13374	37.6	8.78	70.4	2.0	0.28	98.4	10.0	2.78	81.4	6.0	0.76	62.3	0.0	0.0	100
K13375	15.6	2.91	90.2	6.0	0.71	96.0	10.0	2.11	85.9	2.0	0.49	75.5	0.0	0.0	100
K13376	28.0	4.35	85.3	20.0	7.89	55.0	12.0	7.61	49.1	4.0	1.69	16.3	0.0	0.0	100
K13377	44.9	10.8	63.5	12.0	4.11	76.6	4.0	0.41	97.3	6.0	0.83	58.7	0.0	0.0	100
K13378	42.2	17.4	41.3	20.0	12.93	26.3	10.0	2.13	81.9	4.0	1.38	31.7	0.0	0.0	100
벤설푸론메칠. 메페나셀입제 (대조)	33.3	11.7	60.5	17.3	2.45	86.0	12.0	2.71	81.9	6.7	0.52	73.7	0.0	0.0	100
손 제 초	21.3	5.84	80.3	0.0	0.0	100	2.7	0.40	97.3	2.7	0.57	71.9	0.0	0.0	100
무 처 리	113	29.6	0.0	29.3	17.5	0.0	13.3	14.9	0.0	10.7	2.02	0.0	712	100.1	0.0

시 험 약 제	소 계							
	일년생잡초				다년생잡초			
	본 수	건물중	DMRT (0.05)	방제가	본 수	건물중	DMRT (0.05)	방제가
K13374	100.0	8.32	cd	96.8	55.6	12.60	cd	92.2
K13375	34.0	4.66	d	98.2	33.6	6.22	d	96.2
K13376	76.0	35.85	c	86.1	64.0	21.54	c	86.8
K13377	8.0	3.02	d	98.8	66.9	16.16	cd	90.2
K13378	84.0	67.35	b	73.8	76.2	33.84	b	79.4
벤설푸론메칠. 메페나셀입제 (대조)	4.0	2.37	c	99.1	69.3	17.39	cd	89.4
손 제 초	2.7	0.27	c	99.9	26.7	6.81	d	95.9
무 처 리	489.7	257.5	a	0.0	879.0	164.12	a	-

C.V(%) ----- (35.36) -----

(31.49)

2) 총 계

시 험 약 제	총 계			
	본 수	건 물 중	DMRT(0.05)	방 제 가
K13374	156.6	20.93	d	95.0
K13375	67.6	10.88	d	97.4
K13376	140.0	57.38	c	86.4
K13377	74.9	19.18	d	95.5
K13378	160.2	101.18	b	76.0
벤설푸론메칠. 메페나셀입제 (대조)	73.3	19.76	d	95.3
손 제 초	29.3	7.08	d	98.3
무 처 리	1,368.7	421.70	a	0.0

C.V(%) -----(21.14)

나. 생육조사(6월 29일)

시 험 약 제	처리량(g/ha)	처리시기	초장(cm)	분얼수(개)
K13374	15g	이양후 15일	56.6	26.8
K13375	"	"	53.6	25.6
K13376	60g	"	55.4	26.4
K13377	30g	"	54.2	24.4
K13378	60g	"	53.2	22.8
벤설푸론메칠. 메페나셀입제(대조)	30000	이양후 12일	55.0	27.0
손제초	-	이양후 20, 40일	55.0	29.0
무처리	-	-	51.0	14.0

다. 후기생육 및 수량조사

시험약제	생육상황			수량 (kg/10a)	DMRT(0.05)
	간장 (cm)	수장 (cm)	수수 (개/주)		
K13374	74.4	18.2	17.5	561	a
K13375	72.9	17.7	16.0	540	a
K13376	70.5	18.2	14.3	510	b
K13377	74.7	19.0	18.8	582	a
K13378	74.3	18.6	15.3	519	b
벤설푸론메칠. 메페나셀입제(대조)	75.9	19.1	18.8	544	a
손제초	73.4	18.0	20.0	575	a
무처리	78.6	17.3	10.2	362	c

C. V(%)------(10.32)

라. 풋트시험

1) 약효시험(제초제처리후 38일)

(본수: 본/풋트 건물중:

g/풋트 방제가: %)

시험약제	피			올방개			가래			총건 물중 (g)	총방 제가 (%)
	본수	건물중	방제가	본수	건물중	방제가	본수	건물중	방제가		
K13374	67.0	2.26	69.3	0.7	0.05	96.9	2.0	0.11	88.4	2.42	75.5
K13375	84.3	3.92	46.7	0.0	0.0	100	2.0	0.20	78.9	4.12	58.4
K13376	81.7	4.72	35.8	0.0	0.0	100	2.0	0.22	76.8	4.94	50.1
K13377	81.0	2.36	67.8	1.3	0.08	95.0	2.0	0.11	88.4	2.56	74.2
K13378	121.3	4.49	38.9	0.0	0.0	100	2.0	0.15	84.2	4.64	5.31
벤설푸론메칠. 메페나셀입제 (대조)	6.0	0.13	98.2	2.0	0.05	96.9	2.0	0.12	87.4	0.29	97.0
무처리	132.3	7.35	-	2.0	1.59	-	2.0	0.95	-	9.90	-

2) 벼생육조사(풋트)

시험약제	처리량 (g/ha)	지상부 건물중 (g/포기)	저해율 (%)	6월 17일		7월2일	
				초장 (cm)	분얼 (개/포기)	초장 (cm)	분얼 (개/포기)
K13374	15	2.35	11.7	41.5	3.0	63.3	5.0
"	30	1.99	24.8	36.3	2.2	53.7	4.5
K13375	15	2.44	8.0	41.0	3.0	63.7	4.8
"	30	2.10	20.9	37.2	2.0	59.0	4.3
K13376	60	2.22	16.2	42.8	2.2	63.8	3.8
"	120	2.21	16.7	43.2	3.0	59.3	3.5
K13377	30	2.23	15.8	43.2	2.0	65.0	4.5
"	60	2.16	18.8	41.7	2.5	61.5	4.0
K13378	60g	2.41	9.2	44.3	2.8	64.0	4.3
"	120	1.97	25.7	39.5	3.0	56.8	3.2
손 제 초	-	2.66	-	46.5	2.3	74.5	5.0

3) 약해 달관조사(풋트)

시 험 약 제	처리량 (g/ha)	처리후 10일	처리후 20일	처리후 30일
K13374	15	0	1	2
"	30	1	2	4
K13375	15	0	1	1
"	30	0	1	2
K13376	60	0	0	1
"	120	0	1	1
K13377	30	0	1	1
"	60	0	1	1
K13378	60g	0	1	2
"	120	0	2	3

5. 결과요약

가. 약효

- 포장실험에서 K13374, K13375, K13377의 총방제가는 95%이상으로 우수한 방제효과를 나타냈다. 그러나 K13376은 사마귀풀, 너도방동사니, 가래, 벚풀에 대한 제초효과가 낮았다. 그리고 K13378은 전반적으로 제초효과가 가장 낮으며 특히 피, 사마귀풀, 올방개, 너도방동사니, 벚풀에서 제초효과가 불량하였다. 풋트시험에서는 전반적으로 제초효과가 낮은 경향이었으나 K13374와 K13377이 우수한 방제효과를 나타냈다. 피에 대한 방제효과는 포장과 풋트에서 K13374, K13375, K13377약제에서 높게 나타났으며, 올방개 방제에는 K13375가 우수하였다.

나. 약해

- 풋트시험에서 K13374, K13375와 K13378약제가 2배농도에서 3-4정도의 약해가 나타났고, 기준량에서는 모든 약제에서 1-2정도의 약해를 보여 초장과 분얼수가 감소되었다.