

최 중
보고서

GOVP1200134247

633.18954
L2937

19

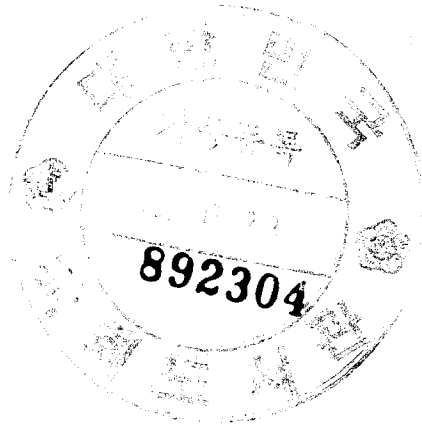
고 선택성 피 제초제 개발 연구

A Study on the Development of Highly Selective Herbicide for Rice

주 관 연 구 기 관

한 국 화 학 연 구 원

농 립 부



제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “고 선택성 피 제초제 개발 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2001 년 10 월 31 일

주관연구기관명 : 한국화학연구원

총괄연구책임자 : 김 범 태

세부연구책임자 : 김 범 태

연 구 원 : 이연수, 민용기, 박노균, 송영섭,
김우정, 홍경식, 이병희,

협동연구기관명 : 농업과학기술원

협동연구책임자 : 박 재 읍

연 구 원 : 이인용, 박태선, 문병철, 임순택,
임은상

위탁연구기관명 : 서울대학교 농업생명과학대

위탁연구책임자 : 권 용 응

연 구 원 : 박상원

여 백

요 약 문

I. 제목

고 선택성 피 제초제 개발 연구

II. 연구개발의 목적 및 필요성

인류는 식물을 이용한 유용물질의 생산을 위해서 재배방법, 육종, 조직배양 등 여러 가지 방법으로 생산성을 올리기 위해 노력해왔다. 21세기에는 인구증가와 농경지의 사막화, 생태학적 이상기후 등 인류의 식량사정을 악화시킬 수 있는 요소들에 의해 세계적으로 식량자급의 심각한 문제를 야기할 수 있다. 이러한 자연적인 재해뿐만 아니라, 식량작물의 생산성을 감소시키는 대표적인 문제로서 잡초, 작물을 숙주로 하는 병원균 그리고 작물의 잎, 줄기, 뿌리, 열매를 훼손하는 해충을 들 수 있다.

또한 전지구적으로 전반적인 산업화에 따라 전업농의 비율이 급격히 감소하고 있으며 이에 따라 제초제의 처리 방법도 일발처리에 의한 잡초제거가 요구되고 있다. 지구상에는 각각의 지역에 따라 밀, 보리, 콩, 옥수수, 벼 등 주곡의 대상 작물이 다양하다. 특히 우리나라를 비롯한 동남아 지역의 국가와 같이 쌀을 주곡으로 하는 나라에서는 논에 발생하는 일년생 및 다년생 주요 잡초가 문제시되며 이들 가운데 가장 방제가 어려운 잡초로서는 벼와 동일한 화본과 잡초인 피를 들 수 있다. 따라서 벼재배의 문제 잡초인 피의 방제 역시 농촌인구의 격감으로 인하여 일정규모의 이앙이 완료되는 시점인 이앙후 10-12일에 일괄적으로 제초제를 처리함으로써 대부분의 잡초를 제거할 수 있는 일발처리제를 요구하고 있다. 이와 같은 소비특성을 만족시키기 위해서는 다년생 잡초를 효과적으로 제어할 수 있으며 특히 2-3엽기에 다다른 피를 효과적으로 제거할 수 있는 제초제를 필요로 하고 있다. 결국 이러한 요구에 대응할 수 있는 선택성 및 지속성이 높은 제초제의 개발은 경제적 영농을 위한 필수 기술이다. 농작지의 잡초를 제거하는 일은 많은 노동력을 필요로 한다. 하지만 현실적으로 농촌인구의 노령화 및 감소로 인해 식량의 생산성을 위해 적은 노동력으로 큰 면적의 잡초를 제거할 수 있는 제초제를 필요로 하게 되었다. 국내 식량자원의 주를 이

루고 있는 농농사의 경우 많은 제초제가 이미 사용되고 있지만 제초활성이 낮아 많은 양의 제초제를 살포해 환경문제를 야기하고 있는 실정이다. 또한 이러한 제초제는 국내에서 자체 개발되지 못하고 외국에서 개발된 제품을 사용해야 하므로 농약원제의 수입에 따른 외화의 유출이 심화되고 있는 실정이다.

이와 같은 여건을 고려할 때 농농사의 문제 잡초인 피를 적은 약량으로 제거할 수 있는 고 선택성 피 제초제의 개발은 시급한 과제라고 사료된다.

III. 연구개발의 내용 및 범위

신규 제초제의 개발은 신물질 개발연구 중의 한가지 분야로서 신물질의 용도가 제초제로서 특정되어 있는 연구로 정의할 수 있다. 따라서 개발과정에 있어서의 방법, 내용, 범위 등은 신물질 창출연구의 모든 과정이 그대로 적용되며, 화합물의 설계, 합성, 효능검색, 포장시험, 독성 등 기본적인 연구과정은 물론 선도화합물이 선정된 이후로 전개해야할 작용기구, 구조활성관계, 이용성 연구 등 광범위한 연구개발 내용 및 범위에 포함된다.

신물질 개발 방법으로는 일반적으로 세가지 방법이 사용되고 있다. 첫째는 random screening에 의한 방법으로 이는 합성되었거나 이미 확보되어 있는 무작위의 화합물들을 목적에 맞는 생물검정방법으로 처리하여 얻어지는 결과를 토대로 활성화합물을 선발, 최적화합으로서 목표하는 신물질을 개발하는 방법이다. 이방법은 획기적인 화합물을 선발할 수 있다는 장점은 있으나 가능성은 낮으며 경비와 시간이 막대하게 소요된다는 단점을 지니고 있다. 둘째는 me too 방법으로 기존에 개발되었거나 개발가능성이 높은 화합물을 대상으로 기본골격을 그대로 유지하면서 새로운 치환기를 도입 활성을 극대화합으로서 목표하는 신물질을 개발하는 방법이다. 이방법은 기존의 화합물보다 우수한 화합물의 개발 가능성이 높으며 경비와 시간을 최소화 할 수 있다는 장점은 있으나 획기적인 화합물을 선발할 수 있다는 가능성은 낮으며 이미 막대한 수의 주변 화합물이 특허로 보호되어 있다는 문제점을 극복하기가 쉽지 않다는 단점을 지니고 있다. 셋째는 biorational method로서 화합물의 생체내에서 발현하는 활성을 토대로 대사, 수용체, 관련효소에 대한 정보를 바탕으로 생합리적인 방법을 추구함으로서 목표하는 신물질을 개발하는 방법이다. 이방법은 학문적 측면에서 매우

합리적인 방법이라는 매력은 있으나 화합물과 대응하는 대사, 수용체, 관련효소에 관한 정보가 확실치 않을 경우 우수한 화합물의 개발 가능성이 낮으며 in vitro와 in vivo의 차이에서 나타날 수 있는 여러 가지 문제점을 해결하기 어렵다는 단점을 지니고 있다.

본 연구에서는 상기한 방법 중 두 번째 방법을 적용하였다. 궁극적으로 피 선택적 고 활성 제초제를 개발을 목표로 특정의 대상화합물로부터 분자구조의 개변을 통한 화합물의 설계, 선도물질인 KH-series (V-series) 화합물을 기본골격으로 한 화합물의 합성 및 합성된 신규화합물의 활성검색을 통해 후보물질을 선별하기 위한 연구내용이 중점적으로 시도되었으며, 제초활성이 우수한 후보물질군을 대상으로 한 구조활성 상관관계, 특정 후보물질을 대상으로 한 작용기작, 제초제로써 기본 성질인 잔효지속성, 후작물 영향평가, 토양중 이동성 및 제반 효력변동요인 평가는 물론 포장시험을 통한 이용성 연구 및 급성독성시험을 수행함으로써 최적화 된 활성물질 개발을 위한 연구를 수행하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

본 연구는 쌀을 주곡으로 하는 우리나라의 논농사에 있어서 가장 문제시되는 벼와 동일한 화분과 잡초인 피를 선택적으로 방제할 수 있는 제초활성 물질의 도출을 위한 연구로서 본 연구를 통하여 얻어진 결과는 피 제초제 개발 연구에 활용될 수 있을 것으로 생각된다. 나아가 전세계적으로 쌀 이외의 주곡으로 활용되고 있는 밀, 옥수수, 콩 등을 대상으로 한 전문 제초제 개발연구에 있어서도 본 연구를 통하여 경험 하였던 연구개발 과정이 그대로 적용될 수 있을 것으로 판단된다. 특히, 이와 같은 신물질 연구분야에 있어서 활용 가능한 후보화합물의 도출 이후에 개발을 목표로 추진되어야할 합성공정, 아급성 및 만성독성 등의 독성시험, 제제 및 제형 등 여러 분야의 연구과정에 있어서의 막대한 연구투자비 및 최종성공에 대한 낮은 확률의 위험성 등이 연구결과의 활용적 측면에서 심도 있게 검토되어야할 것으로 판단된다. 신물질 개발연구에 있어서 성공적인 연구결과가 물질특허의 존속기간 동안 창출하는 막대한 부가가치라는 공통분모에 대하여는 서로가 인정하는 사실임에도 불구하고, 신물질 개발 건수 당 약 2-3억 달러의 연구투자비가 소요된다는 현실적인 측면과 연구투자환

경이 절대적으로 부족한 기업의 입장을 고려할 때 신물질 개발관련 인프라 분야에 대한 확충과 지원이 필요하다고 생각된다.

SUMMARY
(영문 요약문)

I. Title

A Study on the Development of Highly Selective Herbicide for Rice

II. Objectives and Significance of Research

Human has exerted all possible efforts to increase agricultural productivity through improving management strategy, plant breeding, and tissue culture technique. The population increase, farmland reduction, and ecosystem changes could cause serious worldwide food crisis in the 21st century. In addition to these environmental factors, agricultural pest such as weeds, fungi and insects have significantly threaten the agricultural productivity.

Due to global industrialization, the number of farmers have been dramatically decreased, and farmers definitely have needed one-shot herbicides for weed control in their crop lands. There are many crops including cereals, corn, bean, and rice. In these crops paddy-rice cultivation has traditionally dominated in the regions of Korea and the south-east Asia, and diverse annual/perennial weeds have been co-existed in the agricultural lands. One of the most serious weeds in those paddy fields is barnyardgrass, which is grouped by the *Graminae*, the same family name of rice. To control barnyardgrass more effectively, herbicides should be treated at 10 to 12 days after transplanting when the plants reach 2- to 3-leaf stage. One-shot herbicide being capable of controlling barnyardgrass at the stage of 2- to 3-leaf are required for both farmer and market. Many rice herbicides have been commercialized, but most of them are not satisfied in terms of weed control performance and environmental safety. Therefore developing more environmentally -sounded new rice herbicide

with excellent barnyardgrass control efficacy is urgent.

III. Research Scope and Contents

Searching new herbicides is defined by the exploration of new chemical compounds killing plants, and diverse research areas should be included and correlated. Those areas include not only fundamental processes of chemical design and synthesis, biological screening, field trials, and toxicity tests but also extended processes of mode of action, structural-activity relationship.

There are 3 approaches in developing new herbicides. Firstly, the random approach is finding a new herbicide by chance, and there is not any logic required in chemical synthesis and biological screening. This approach has more possibility in selecting a novel compound with very unique chemical structures, but it is not economic in terms of expense and time. Secondly, the me-too approach is using the known chemical structure as an initial skeleton for starting materials. Modifications and optimizations of the side chain with maintaining the mother structure are included in this approach. Advantages of this approach included higher possibility, less time and money consuming in finding a new structure, but it is difficult to find a striking chemical structure and to escape the patent-traps. Third one is the biorational approach based on understanding metabolism, characteristics of regulating enzymes in plants. This approach is very reliable and seems like logically the best; however, obtaining exact information on the metabolism and enzymes could be very difficult, and there are still mismatched results existed between *in vitro* and *in vivo* experiments.

In this study, we applied with the second approach, me-too method, to develop ultimately high performance rice herbicide possessing a good barnyardgrass control efficacy. The experiments consist of chemical structure

design, modification of the lead compound named KH-series, and biological screening for those chemical derivatives. After selecting several candidates, structural activity relationship, mode of action, carry-over problem, and leaching property into soil of those candidates were investigated to optimize the selected candidates.

IV. Results and Comments

This research was conducted to develop rice herbicide possessing barnyardgrass control efficacy for domestic rice cultivation, and the obtained results could be applied in diverse industrial areas such finding other potential rice herbicides and the better herbicides which is applicable in the other crops including corn, cereals, soybean.

For the development of new herbicide, the series of research on synthetic process, toxicology, formulation of active candidates require enormous research investment. In addition to this, risk of development shrink up commercial research on candidates. Therefore, positive supports and expansion of research infra will be necessary for the investigation of new compound under the insufficient situation of domestic companies.

CONTENTS

| | |
|---|-----|
| Chapter I Introduction | 12 |
| Chapter II Recent Trends and Prospects of Pesticide Market in the World . . | 16 |
| Chapter III Chemical Design and Synthesis | 22 |
| 1 Lead Compound Decision | 22 |
| 2 Synthesis and Optimization of the Lead Compound | 28 |
| Chapter IV Herbicide Screening | 171 |
| 1 Screening Methods and Results | 171 |
| 2 Quantitative Structure-Activity Relationships (QSAR) | 258 |
| Chapter V Physiological Characteristics and Mode of Action of the Candidate | 273 |
| 1 Behaviors in Soil | 275 |
| 2 Mode of Action | 319 |
| Chapter VI Applications of the Candidates | 344 |
| 1 Field Trial | 344 |
| 2 Carry-Over and Combination Effect | 359 |
| 3 Combination Trial | 370 |
| 4 Recommended Doses of the Mixture Candidate | 382 |
| 5 Location Trial of the Mixture Candidate | 391 |
| 6 Summary | 399 |
| Chapter VII Toxicology of the Candidate | 401 |
| 1 Acute Oral Toxicity | 401 |
| 2 Acute Dermal Toxicity | 407 |
| 3 Toxicity on Fishes | 413 |
| Chapter VIII Conclusion | 414 |
| Literature Cited | 416 |

목 차

| | |
|--|-----|
| 제 1 장 서론 | 12 |
| 제 2 장. 세계농약시장의 현황과 전망 | 16 |
| 제 3 장. 목적 화합물의 구조선정 및 합성 | 22 |
| 제 1 절. 목적 화합물의 구조선정 | 22 |
| 제 2 절. 목적 화합물의 합성방법 및 실험 | 28 |
| 제 4 장. 제초활성 검색 | 171 |
| 제 1 절 제초활성 검색방법 및 검색결과 | 171 |
| 제 2 절 화학구조와 제초활성과의 상관관계 (QSAR) | 258 |
| 제 5 장. 후보물질의 작용특성 및 작용기구 | 273 |
| 제 1 절 토양중 작용특성 | 275 |
| 제 2 절 작용 기구 및 특성 평가 | 319 |
| 제 6 장. 후보물질의 이용성 연구 | 344 |
| 제 1 절 단제 포장실험 | 344 |
| 제 2 절 후작물 영향실험 및 혼합제 생물시험 | 359 |
| 제 3 절 혼합제 생물시험 | 370 |
| 제 4 절 혼합제 함량시험 | 382 |
| 제 5 절 혼합제 지역 적응성 시험 | 391 |
| 제 6 절 적 요 | 399 |
| 제 7 장. 후보물질의 독성 연구 | 401 |
| 제 1 절 급성경구 독성 | 401 |
| 제 2 절 급성경피 독성 | 407 |
| 제 3 절 어독성 | 413 |
| 제 8 장. 결론 | 414 |
| 참고문헌 | 416 |

제 1 장 서론

인류를 비롯한 모든 동물의 존재는 식물의 물질생산능력에 전면적으로 의존하고 있다. 지구상의 인구는 급격히 증가하고 있으며 식량문제는 인류가 당면하고 있는 가장 큰 문제 가운데 하나이다. 인류의 식량문제의 해결은 물론 식물로부터 유용 물질의 생산성을 향상시키기 위하여 오래 전부터 육종, 조직배양, 농작법의 과학화, 신규 농약의 개발 등 여러 방법으로 노력하여 왔다. 이들 방법 가운데 농약의 사용은 농작물의 생육 및 결실에 절대적인 영향을 미치는 잡초, 병원균, 해충으로부터의 경쟁을 농약을 사용하여 제어함으로써 농작물의 생육 및 결실을 극대화, 농작물의 생산능력을 획기적으로 제고시킨 방법으로 평가되고 있다. 최근 환경에 대한 관심이 고조되면서 농약의 문제점이 지적되고 있기는 하지만 농약의 사용 없이 경작이 불가능하다는 것은 실제 농민의 경험 및 연구결과에 의해서도 입증되고 있다(표 1-1).

표 1-1. 무농약 무비료시 수량감소율¹⁾

(단위 : %)

| 처리명 | Without fertilizer | | | With fertilizer | | |
|------------------------------|--------------------|------|------|-----------------|------|------|
| | 1996 | 1997 | 1998 | 1996 | 1997 | 1998 |
| No fungicides | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| No insecticides | 4 | 1 | 3 | 15 | 11 | 0 |
| No herbicides | 33 | 56 | 89 | 30 | 47 | 93 |
| No fungicides & insecticides | 3 | 0 | 2 | 16 | 8 | 3 |
| No fungicides & herbicides | 35 | 54 | 90 | 41 | 47 | 95 |
| No insecticides & herbicides | 35 | 60 | 89 | 39 | 57 | 96 |
| No pesticides | 37 | 68 | 98 | 50 | 50 | 95 |

표 1-1에 나타낸 바와 같이 실제적으로 농약의 사용 없이 기대한 만큼의 수확을 창출하기는 어려운 상황이며, 특히 우리나라에 있어서 1970년대 이후 진행된 급속한 산업화에 의해 농업에 종사하는 인구가 전체인구의 10%이하로 전환된 최근의 실정을 고려할 때 농약이 농업에 차지하는 비중은 무엇보다도 크다고 할 수 있다. 농약은 제초제와 살충제, 살균제로 대별할 수 있는데 작물의 수량감소에 미치는 영향은

살균제와 살충제의 무처리시에 비하여 제초제를 사용하지 않았을 경우가 약 90-93%로 가장 크게 나타났다. 이는 제초제의 사용 없이 현재의 농법으로는 거의 수확을 기대할 수 없음을 일변하는 연구결과로 판단된다.

이와 같이 농약의 필요성이 증대되고 있으며, 농약의 원제가 대부분 수입되고 있다는 현실적인 문제점을 타파하기 위하여 우리나라에서도 1985년도 경부터 우리가 스스로 개발한 농약을 가져야 하겠다는 필요성이 공감대를 형성 신농약 개발과 관련된 연구가 시작되었다. 신농약이란 지구상에 없었던 새로운 물질 즉 신규 화합물을 합성 이들이 잡초, 병원균, 해충 등 농업에 있어서 유해한 생물에 대하여 나타내는 생리활성을 검정하고 우수한 활성이 인정될 경우 포장시험, 독성시험, 제제 및 제형 시험 등 일련의 연구과정을 통하여 창출되게 된다. 따라서 화학은 물론, 생물학, 생화학, 농학, 독성학, 화학공학, 물리학 등이 종합적으로 필요하게 되며 정밀화학의 꽃이라 할 수 있다. 우리나라가 신농약 개발에 관한 연구를 출범하려 할 때 농약개발과 관련된 다양한 분야의 전문가도 부족하였으며, 특히 1987년부터 물질특허제도가 국내에서 시행됨에 따라 신물질 관련 연구에 제도적 어려움이 가중되었다.

이와 같은 상황에서 출발한 신물질 관련 연구는 선도기술개발사업을 통하여 합성화학은 물론 스크리닝연구 및 안전성 연구분야가 확충되어 활성화 되었으나 4년 전 맞이한 IMF 구제금융과 함께 농약분야의 개방화가 가속화되어 국내의 농약업계의 일부가 국외의 다국적기업과 합병되는 등 더욱 어려운 현실로 전개되고 있다.

물질특허제도의 국내도입에 따라 특허기간이 만료되지 않은 외국에서 개발된 농약의 국내생산이 불가능하게 되었으며 이에 따라 농약원제의 수입이 매년 증가하고 있는 실정이다. 1998년도에 수입액이 감소한 이유는 IMF 구제금융의 여파로 생각된다. 국내의 농약 수출입 현황(표 1-2), 품목별 수입현황(표 1-3)을 알아보면 다음과 같다.

표 1-2. 연도별 국내의 농약 수출입 현황¹⁻²

| 구 분 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|------------|------|------|------|------|------|
| 수출액 (백만\$) | 58 | 57 | 55 | 43 | 51 |
| 수입액 (백만\$) | 305 | 332 | 328 | 247 | 318 |

표 1-3. 품목별 국내의 농약 수출입 현황¹⁻²

| 구 분 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|-----------|------|------|------|------|------|
| 살균제(백만\$) | 71 | 73 | 54 | 45 | 76 |
| 살충제(백만\$) | 90 | 96 | 106 | 73 | 93 |
| 제초제(백만\$) | 45 | 70 | 77 | 55 | 69 |

1960년대 까지만 해도 국내에서 사용되던 농약은 전량 수입에 의존했으나 1970년대에 들어서면서 국내 기술진에 의해 농약원제의 합성이 시도되었고, 1980년도에는 농약원제를 수출하는 회사도 다수 등장하였다. 1980년도에는 물질특허의 도입으로 신농약 연구가 시작되었고 그 결과 1990년도에는 이러한 농약공업의 노력 속에서 국내기술진에 의해 개발된 정보화학의 살충제인 선봉, LG화학의 피안커이다.

현재 세계적으로 사용되는 농약의 대부분은 미국, 일본, 서유럽 등 선진국에서 개발된 것으로 국내에서 사용되는 농약들도 국내기술진에 의해 개발된 농약은 미비하다. 국내에서 사용되는 농약들도 외국 제품의 복제 혹은 기술제휴에 의해 만들어진 것으로 선진국의 보호무역주의가 강화되고 국내에 물질특허제도가 시행되고 있는 현실에서 국내기술진에 의해 개발된 신농약을 창출하지 못할 경우 대외적인 경제여건의 약화와 국내농약공업의 발전을 저해하는 작용을 하게 될 것이다. 이러한 여건을 타파하기 위해서는 국내 기술진에 의해 신농약이 개발되어야 하며, 신농약 개발을 위한 체계적인 연구가 절실하게 필요하게 되었다.

신농약을 개발하기 위해서는 생리활성이 뛰어난 화합물의 합성뿐만 아니라 이들 화합물의 생리활성을 검정 할 수 있는 고도의 검정시설, 포장시험시설, 독성시험시설, 대량합성 및 공정, 작용기구 등 다방면의 연구체계가 확립되어야 한다. 신규 제초제의 개발을 위해서는 합성하고자 하는 화합물의 기본 구조 선정 및 분자설계 등을 검토하여 신규화합물을 합성하게 되며, 합성된 화합물의 생리활성을 검정하여 생리활성이 뛰어난 화합물을 선도물질로 하여 신규제초제 개발에 착수하게 된다. 따라서 신규농약의 개발을 위해서는 정밀화학산업, 농약산업, 생물산업이 밀거름이 되어야 한다. 특히 연구분야별로는 생리활성이 뛰어난 선도물질을 확보한 이후의 연구단계, 안전성연구, 대량합성의 공정연구, 등록 및 마케팅 등의 분야가 뒷받침되어야 할

분야이며 현실적으로 가장 미비한 실정이다.

농산물의 생산성을 감소시키는 주된 요인은 작물의 성장을 방해하는 잡초, 작물에 생기는 병원균, 작물을 갇아먹는 해충이다. 위의 표1-3에서 보는 바와 같이 수입되는 농약품목 중 제초제의 비중이 점점 커지고 있는 실정이다. 산업사회로의 발전함에 따라 농촌인구의 감소 및 노령화와 인건비의 상승에 따라 잡초제거문제가 필수적인 문제로 대두되고 있다. 특히 30억 아시아 인구의 주식이 되는 벼의 생산에 있어 주요 잡초인 피의 방제는 벼농사에서 필수적으로 해결해야 할 문제이다. 국내는 물론 벼의 재배에 가장 큰 문제잡초인 피는 벼와 동일한 화분과 식물로서 피에 선택적인 제초제의 개발 필요성은 제기되고 있으나 고도의 선택성을 나타내는 제초제는 없는 실정이다. 최근 농업인구의 감소, 경쟁력 확보를 위해 직파재배로의 전환이 대두되고 있으나 직파재배 시 필요한 벼에 안전한 고 선택성 제초제가 개발되어 있지 못한 형편이다. 주요 잡초인 피의 방제는 근래에 개발된 스폴닐우레아계 제초제로서도 방제가 곤란한 형편이다. 따라서 이러한 기존 제초제의 단점을 극복하고 농업 종사자의 작업 환경의 변화에 의해 요구되고 있는 일발처리제로서 피 선택성 제초제의 개발이 필요하다.

현재까지 개발되어 사용되고 있는 피 선택성 제초제는 주로 아미이드계, 카바메이트계의 화합물이 주종을 이루고 있으며 이외에도 quinclorac이 단제, 혼제로서 사용되고 있다. 이들 약제들은 벼에 대하여 약해를 동반한다든지, ha당 1-3kg으로 처리량이 많아 환경문제를 야기시키는 단점을 가지고 있어 최근 환경보존에의 관심이 높아지고 있는 현실을 고려할 때 기존의 제초제들은 농산물의 소비자는 물론 제초제의 사용자인 농민에게 있어서도 만족할 만한 제초제라고 할 수 없다. 따라서 본 연구는 기존의 피 제초제가 갖고 있는 문제점을 극복하고 제초효과를 극대화함으로써 처리약량을 최소화 할 수 있는 제초제, 특히 영농의 생력화를 위한 일발처리제로서 가능성이 있는 고 선택성 피 제초제의 개발을 연구목적으로 하였다.

제2장 세계 농약시장의 현황과 전망

'98년 세계 농약시장은 '97년 대비 0.9% 증가한 312.3억 달러이고(표2-1) 인플레이션을 감안한 실질 성장률은 0.2%라고 Allan Woodburn Associates는 밝혔다. 이 중 라틴 아메리카가 12.5%로 가장 크게 성장하였고 세계 시장의 13.5%를 차지했다. 세계 농약시장의 30%를 점하고 있는 북아메리카는 1.2% 증가하였으나 유럽은 '97년과 같은 수준을 유지하는데 그쳤다.

동남아 지역은 달러파동에 의한 영향과 일본 농약시장의 감소로 '97년 대비 10% 감소하였다. 일본 농약시장은 '97년 대비 10% 감소하였다. 일본 농약시장은 '97년 대비 금액은 5.6%, 수량은 9.1% 각각 감소했다. 판매금액 감소의 약 60%는 수도용 농약의 수요감소, 재고누중, 태풍에 의한 경지유실에 의한 것이며 무엇보다도 수도용 경지면적의 감소(2백 12억엔 감소에 해당)가 가장 큰 요인이 되었다. 그러나 '99년에는 수도용 경지면적의 추가 감소계획이 없었다.

Wood Mackenzie에 따르면, 세계시장은 1998년 0.1% 성장에 그친 반면, 1999년에는 0.5-1.0% 성장한 것으로 추정하고 있다. 특히, 동아시아를 비롯한 개발도상국 경제가 회복되고 있어 청신호가 되고 있다. 1998년도 세계 주요작물별 농약매출액 비율은 곡류로서 밀, 보리 등 맥류 15.6%, 옥수수 14.2%, 콩(대두) 10.9%, 벼 8.8%, 그리고 채소/원예작물 25.0%, 목화 7.9%, 기타 17.6%였다. '98년에는 살충제와 제초제 시장이 정체된 반면, 살균제는 성장을 유지한 것으로 나타났다.

북미 및 서유럽 날씨가 다습했고, 일본도 우기가 길어 채소, Cereal, 과일용 살균제 사용량이 많았기 때문이다. 이에 따라 BASF, Novartis, Zeneca 등은 신제품을 성공적으로 출시했다. 그러나 동아시아 및 구 소련 농약시장은 경제위기에 따라 침체됐고, 남반구 및 동유럽은 건조한 날씨로 사용량이 줄어들었거나 정체된 것으로 추정되고 있다.

살균제 시장은 일본, 북유럽, 남반구에서 매출이 감소했고, 북미도 Pyrethroid를 제외하고는 매출이 감소하는 추세를 보였다. 제초제도 항 제초성 곡물 재배가 늘어나 고전했다. 다만 Monsanto의 Glyphosate와 같은 Amino 저항성 옥수수

재배가 증가해 Chloro acetanilide 및 Sulfonylurea 제초제 수요는 증가했다. Glyphosate 저항성 대두 재배면적 증가도 Imidazolinone, Sulfonylurea, Dinitro, aniline, Chloro acetoaniline, Cyclo hexanedione, Aryloxypropionate 같은 제초제 수요를 증가시킨 요인이다. 항 제초성 목화 재배면적 증가는 Dinitroaniline, Pyridazinone, Triazine, Urea 제초제 매출 감소 요인으로 작용하고 있다. 반대로 브라질은 유전자 변형작물 재배와는 거리가 멀어 제초제 수요증가 요인이 되고 있다. 농약시장은 북미가 30%, 유럽이 25%, 아시아가 20%를 점유하고 있으며, M&A에 따라 시장점 유율이 변하고 있다. Wood Mackenzie에 따르면, AgEvo는 Cargil의 북미 종자 개발 및 유통사업을 인수했고, Monsanto는 Mycogen의 미국 유통사업을, Dow AgroSciences는 Mycogen의 나머지 사업을 인수했다.

경쟁력 향상을 위해 세계 농약회사간 합병에 따라 세계농약시장의 선두에 합류하기 위한 BASF의 전략으로 Syngenta AG, Aventis Crop Science, Monsanto에 이어 세계 네번째로 큰 농약회사가 될 전망이다. 위와 같은 합병들로 농약시장에 큰 변화를 몰고 올 것으로 예상되고 있다. 그러나 M&A가 농약 신제품 개발로 이어지지는 않고 있다.

향후, 세계 농약시장은 WTO체제나 외환 위기에 의해 당분간 성장에 영향을 받을 것으로 보이나 2000년도부터는 1996년도 세계농약시장 규모로 회복할 것으로 예상되며 그 후 시장은 안정적으로 증가하게 되어 2003년부터는 실질성장률이 3-4%수준을 유지하게 되고 총매출액 규모도 증가하여 2013년도에는 460억달러 규모의 시장이 형성될 것으로 예상되고 있다(표 2-2).¹¹⁻¹

세계 농약시장에 미칠 주된 요인으로 생물공학기법을 도입한 작물들의 보급으로 제초제를 중심으로 한 화학농약 및 복제품의 저가 농약 사용이 증가될 것으로 예상되며, 환경문제의 관심이 고조됨에 따라 환경 친화적인 생물농약의 개발이 가속화되어 화학농약 시장을 잠식 내지는 별도의 시장으로 확대될 것으로 예상된다. 또한 세계적으로 고품질의 식량에 대한 요구가 증가하게 되어 이에 필요한 농약의 사용이 꾸준히 증가될 것이고 각국의 농업여건 즉 미국의 농업법안 및 EU지역의 공동농업정책이 농약사용을 증가시킬 것으로 예상되며 동남아시아와 남미지역의 경제가 회복됨에 따라 농약시장은 꾸준히 증가될 것으로 예상된다.

또한 복제품을 주력으로 생산·판매해 온 회사인 Makhteshim Agan이 급신장하게 된 것을 보면 특허가 완료된 제품과 복사제품의 시장이 중요하다는 것을 예상할 수 있다. 복사제품이 '97년에 15% 정도이었던 것이 2005년에는 25% 정도, 특허가 만료된 독점제품이 50% 정도를 차지할 것으로 보여져 복사 제품의 시장 중요도를 알 수 있어 이 분야에도 노력을 기울여야 할 것으로 예상되고 있다.

표 2-1. 세계 농약 시장규모¹¹⁻¹

(단위 : 억\$, %)

| 구분 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 시장규모 | 252.0 | 252.8 | 278.3 | 302.7 | 312.8 | 302.0 | 312.5 |
| 성장률 | -6.0 | 0.3 | 10.1 | 8.8 | 3.3 | -3.4 | 3.5 |

표 2-2. 세계 농약시장 전망¹¹⁻¹

(단위 : 백만 \$)

| 구분 | 1997년 | 2000년 | 2003년 | 2008년 | 2013년 |
|--------|--------|---------|---------|---------|---------|
| 살균제 | 5,515 | 5,200 | 5,000 | 6,000 | 7,000 |
| 살충제 | 8,070 | 8,000 | 8,000 | 8,000 | 10,000 |
| 제초제 | 14,760 | 16,000 | 17,500 | 19,000 | 21,000 |
| 기타 | 1,185 | 1,500 | 2,500 | 3,600 | 5,600 |
| (생물농약) | (600) | (1,000) | (2,000) | (3,000) | (5,000) |
| 유전공학작물 | 670 | 2,000 | 6,000 | 10,000 | 15,000 |
| 합계 | 30,200 | 32,700 | 39,000 | 46,600 | 58,600 |

1944년 2,4-D가 제초제로 사용된 이후 15-17개의 계열로 분류되는 유기 화합물의 제초제가 개발되었다. 세계농약시장에서 제초제가 차지하는 비중은 44%가 되고 있으며, 국내농약시장의 경우는 작물별 사용분포를 보면 옥수수 (26.6%), 콩 (24.9%), 밀 (15.5%), 벼 (10.9%), 과수야채 (10.3%), 목화 (5.3%) 등으로 나타났다.

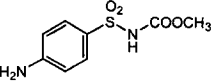
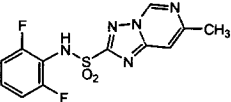
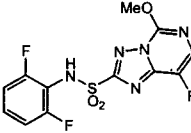
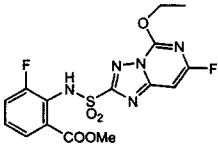
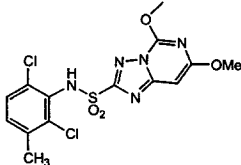
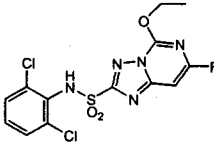
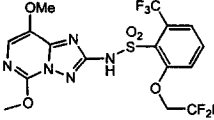
신규 제초제의 개발은 미국, 일본, 서유럽등의 선진공업국가에서 독점하고 있으며, 이들 국가에서 개발된 수많은 화합물은 특허로 보호받고 있어 신규제초제개발은 더욱더 어려워지고 있다. 이러한 상황에서 신규제초제 개발에 참여하게된 입장에서는 새로운 후보물질의 개발이 절실하며, 후보물질의 개발을 위해서는 screening 체계의 확립, 기존 제초제를 모델로 하는 분자설계 및 유도체와의 제초활성관계 등의 연구가 지속적으로 이루어져야 하겠다.

80-90년대에는 설폰닐 우레아가 신규 제초제로써 가장활발히 연구되어 왔으며 protoporphyrinogen oxidase 억제제인 benzoxazine유도체와 triazolopyrimidine sulphonamide유도체를 표2-3, 표2-4에 나타냈다

표 2-3. Benzoxazine 유도체¹¹⁻²

| Examples | Developers | Structure |
|--|--------------------|-----------|
| Flumioxazine | Sumitomo Valent | |
| Experimental soybean herbicide | Rohm & Haas | |
| QY 998 | Rohm & Haas | |
| Agrevo Experimental protox inhibitor | Aventis | |
| Thidiazine | Aventis | |

표 2-4. Triazolopyrimidine sulphonamide 유도체¹¹⁻³

| Examples | Developers | Structure |
|-----------------------------|-----------------|--|
| Asulam | Aventis |  |
| Flumetsulam (20-100g/ha) | Dow Agroscience |  |
| Florasulam (5-10g/ha) | Dow Agroscience |  |
| Cloransulam (35-45g/ha) | Dow Agroscience |  |
| Metosulam (5-30g/ha) | Dow Agroscience |  |
| Diclosulam (20-35g/ha) | Dow Agroscience |  |
| Penoxsulam | Dow Agroscience |  |

제3장 신규 화합물의 구조선정 및 합성

제 1 절 화합물의 구조선정

1. 제초제의 화학구조와 작용특성

고 선택성 피 제초제 후보물질을 확보하기 위해서는 지금까지 제초제로서 개발되어 사용되고 있는 다양한 화합물들의 화학구조와 특성 등에 대한 검토가 필요하다. 표 3-1에서 언급한 바와 같이 현재까지 개발되어 사용되고 있는 제초제는 구조와 특성 등을 고려할 때 대단히 다양함을 알 수 있다.

표 3-1에 나타난 바와 같이 지금까지 개발되어 사용되고 있는 제초제들의 작용점 및 작용기구가 매우 다양할 뿐만 아니라 동일한 작용점에 대하여 대부분 복수의 화합물들이 제초제로 개발되었다는 결과로부터 화합물의 분자구조의 변화에 따른 제초활성의 변화, 선택성의 차이 등 제초제의 특성에 있어서 화합물의 분자구조가 대단히 큰 영향을 미치고 있음을 거꾸로 추론할 수 있다. 전세계적으로 1940년대에 2,4-D를 비롯한 합성 제초제가 최초로 사용된 이래 지금까지 약 700여종의 화합물이 제초제로 개발되었으며 우리나라의 경우 현재 사용되고 있는 제초제는 성분 즉 화합물 기준으로 약 100종이며 품목수로는 200여 품목에 이르고 있다. 이와 같이 다양한 화합물들이 실제로 제초제로서 사용되고 있음에도 불구하고 새로운 제초제가 요구되고 있는 이유는 크게 다음과 같이 해석할 수 있다.

우선 과거에 개발된 제초제들이 최근 전지구적으로 관심이 고조되고 있는 환경측면의 구비요건을 만족시키는데 미흡한 점과 점차 강화되고 있는 안전성 기준을 확보할 수 있는 환경친화적이고 저독성의 제초제가 요구되고 있기 때문이며, 농업이라는 산업적 측면의 환경변화 예를 들면, 경작방법의 변화, 농업인구의 변화, 농업생산성 향상 등 경제적 측면의 경쟁력 확보와 농업의 편의성 추구를 만족시킬 수 있는 소비수요의 증가가 원인으로 생각된다. 우리나라의 경우도 급속한 산업화의 결과 농업에 대한 산업으로서의 개념변화와 함께 농업인구의 고령화 및 전체인구 대비 10% 이하, 경작방법의 변화, 농업 종사자의 편의성 추구, 생산성 향상 등 농업관련 부분의 변화로 인하여 전반적으로 선진국의 농약수요 패턴으로 전환되고 있으며, 환경에

대한 관심고조에 따라 저독성, 환경친화적인 농약의 요구가 증대되고 있다.

표 3-1. 제초제의 작용기구와 작용점, 대표적인 상품화 제초제

| Physiological site | Molecular target | Representative herbicide |
|----------------------------------|-------------------------------------|--|
| Auxinic action | Auxin receptor(?) | 2,4-D, MCPA, dicamba, picloram, quinclorac, benazolin-ethyl |
| Photosynthesis | Qb site or D1 protein | atrazine, simazine, metribuzine, bromacil, diuron, propanil, bentazon, desmedipham |
| | Electron acception from PS I | paraquat, diquat |
| Photosynthetic pigment synthesis | ALA synthetase | gabaculin |
| | Protoporphyrinogen oxidase | oxyfluorfen, oxadiazon, carfentrazon, azafenidin, flumiclorac |
| | Prenyl transferase(?) | clomazon |
| | phytoene desaturase | fluridone, norflurazon, flurtamone, diflufenican |
| | 4-Hydroxyphenylpyruvate dioxygenase | sulcotrione, isoxaflutole, pyrazolate, pyrazoxyfen |
| Amino acid biosynthesis | Glutamine synthetase | bialaphos, glufosinate |
| | Acetolactate synthase | bensulfuron, pyrazosulfuron, flazasulfuron, imazathapyr, pyribenzoxym, flumetsulam |
| | EPSP synthase | glyphosate, sulfosate |
| | IGP dehydratase | triazole |
| Lipid synthesis | Acetyl-CoA carboxylase | sethoxydim, trialkoxydim, fenoxaprop, cyhalofop, quizalofop |
| | Acetyl-CoA elongase | molinate, thiobencarb, EPTC |
| Cell division | β -Tubulin | trifluralin, pendimethalin, oryzalin, dithiopyr |
| | (microtubule polymerization) | amiprofos-methyl |
| | Microtubule organizing center | chloropropham, alachlor, butachlor |
| | Unknown | mefenacet, fentrazamide, cinmethylin |
| Cell wall biosynthesis | Cellulose synthase | isoxaben, diclobenil |
| Membrane function | Uncoupling action | dinoseb |
| Vitamine synthesis | Dihydropteroate synthase | asulam |
| Others | Unknown | flupoxam, dymron, cafenstrol |

ALA : Aminolevulinic acid; IGP : Imidazole glycerol phosphate; EPSP : 5-Enolpyruvylshikimic acid-3'-phosphate

쌀을 주곡으로 하는 우리나라의 논에 주로 발생하며 벼와 동일한 화본과 식물인 피는 논에 발생하는 가장 중요한 문제 잡초이다. 따라서 피를 효율적으로 방제할 수 있는 제초제는 농약이 벼농사에 적용된 시점이래 계속적으로 요구되어졌다. 실제 10여종의 제초제들이 사용되고 있으나 이들 화합물들은 대부분 1970-1980년대에 개발되어 사용약량이 2-4 kg/ha로서 많은 편으로 최근 환경에 대한 인식이 전환되고 있는 상황을 고려할 때 적지 않은 문제점을 가지고 있다. 또한 작물인 벼와 잡초인 피간의 선택성의 폭이 작아 약해를 동반할 수 있다는 단점도 지니고 있다.

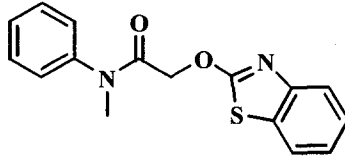
본 연구는 실제 벼농사 경작자의 소비수요를 만족시킬 수 있는 구비특성을 갖춘 고 선택성 피 제초제 후보물질 도출을 연구의 최종목표로 하고 있으며 후보물질의 성능을 표 3-2에 나타내었다.

표 3-2. 연구개발목표의 수준, 성능, 품질

| 항 목 (수준, 성능, 품질) | | 연구 개발목표 | 기 준 물 질 |
|-------------------------------|------------------------------------|------------|---------------------------|
| 피 제 초 효 과 (엽기, Leafstage) | | > 2.5 | > 2.5 (Mefenacet) |
| 피 방 제 효 과 (% Control) | | > 98% | > 98% (Mefenacet) |
| 약 량 (Use rate, g a.i/ha) | | < 500g | 1,200g (Mefenacet) |
| 선택성지수 (Crop Safety Margin) | | > 2X | < 2X (Mefenacet) |
| 약 해 (Max. Injury, 0 - 10) | | < 2 | 2.5(avg.) (Mefenacet) |
| 환 경 친 화 성 | 잔효지속성 (Residual) | + 30 days | + 30 days (Mefenacet) |
| | 후작물 영향 (Recrop Problems) | None | None (Quinclorac does) |
| | 비표적 생물 영향 (Off Target Problems) | None | None (Quinclorac does) |

2. 대상화합물의 선택

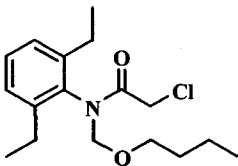
본 연구에서 선택한 대상화합물인 Mefenacet(그림 3-1)은 Bayer사가 1984년도에 개발한 아세트아미드계의 제초제로서 ha당 약 1.2kg의 약량으로 사용되고 있다.



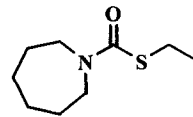
Mefenacet(1984)
Bayer
1.0-1.6kg/ha
Grass Weeds

그림 3-1 제초제 Mefenacet의 화학구조식

Mefenacet은 피를 비롯한 화본과 잡초의 전문 제초제로서 평가되고 있으며 우리나라에서는 아미드계의 Butachlor와 티오카바메이트계의 Molinate 등과 함께 피 제초제로서 가장 많이 사용되고 있는 화합물이다 (그림 3-2).



Butachlor(1970)
Monsanto
1.0-4.5kg/ha
Grass Weeds



Molinate(1967)
Zeneca(Stauffer)
2.0-3.0kg/ha
Grass Weeds

그림 3-2 제초제 Butachlor와 Molinate의 화학구조식

이외에도 아미드계와 티오카바메이트계의 는 제초제로서는 Novartis사 (현재 Singenta사)의 Pretilachlor, Kumiai사의 Thiobencarb, 가장 최근에 개발된 Bayer사

의 Flufenacet 등이 있다 (그림 3-3).

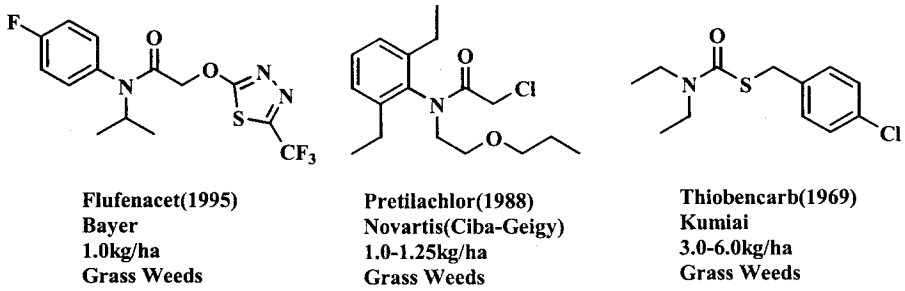


그림 3-3 제초제 Flufenacet, Pretilachlor, Thiobencarb의 화학구조식
분자구조의 개변 (분자설계)

대상화합물 Mefenacet을 중심으로 한 분자구조의 개변은 여러 가지 측면으로 생각할 수 있다. 가장 중요하게 고려되어야 할 사항은 Mefenacet이 이미 제초제로서 사용되고 있는 화합물로서 사용약량이 1.2Kg/ha로 토양에의 투여량이 많다는 점이 최근의 추세인 환경친화적인 측면에 단점이 있다는 사실이다. 이로부터 Mefenacet의 기본구조는 활성발현에 있어서 핵심이 된다는 사실로부터 Mefenacet의 화학구조를 최대한 활용하고 구조적 특징을 보다 극대화함으로써 보다 효과적인 제초활성과 친환경적인 요소를 확보할 수 있을 것으로 판단하였다. 이와 같은 가정 하에 그림 3-4에 도시한 바와 같은 화학구조의 개변이 가능하다. 즉, Mefenacet의 benzothiazole의 C-S bond를 절단하면 그림 3-4의 I과 같은 구조를 가상할 수 있으며, I의 구조를 보다 전자적 측면에서 고려할 경우 II와 같은 전자밀도가 매우 높은 치환기가 이중결합을 중심으로 도입되어 있는 구조를 설계할 수 있다.

Mefenacet으로부터 이러한 가상적 분자개변을 통하여 얻어지는 II의 구조를 기본으로 하여 이중결합에 도입할 치환기로서 전자밀도가 매우 높은 다양한 화합물을 상정할 수 있다. 예를 들면 F, CF₃, S, SO₂, CO₂R 등의 치환기를 우선 고려대상으로 할 수 있다. 따라서 이와 같은 치환기가 도입된 화합물들의 합성방법에 대한 구체적인 검토가 필요하다. 실제로 분자구조의 개변을 통하여 얻어지는 이상적인 화학구조의 화합물에 대한 합성은 이론상으로는 가능할지 모르나 실질적으로 적용가능한 합성법과 농약으로서 요구되는 개발과 관련된 여러 가지 사항 즉 합성용이성, 활성, 독성,

가격 등이 전체적으로 고려된 이상적인 화학구조는 결국 설계된 화합물의 구조들 가운데 매우 좁은 범위의 화합물들만이 대상이 될 수 있다.

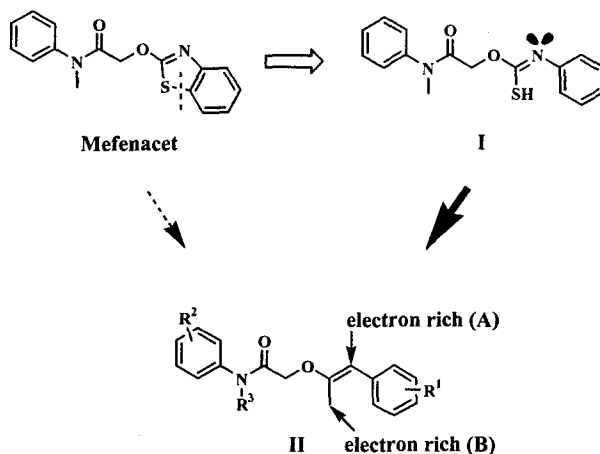


그림 3-4. Mefenacet의 화학구조개변을 통한 신규구조의 설계

또한 fluorine관능기가 높은 전기음성도, hydrophobicity, 강한 표면장력성질로 인하여 신의약, 신농약 연구에서 생물학적 생리활성을 높여준다는 많은 보고가 있다.

따라서 본 연구팀에서는 fluorine관련 연구를 수년간 실행한 결과를 기반으로 하여 그림 3-4의 II에서 A에 전자밀도가 높은 trifluoromethyl기를 B에 fluorine을 도입하여 그림 3-5에서 보여주는 구조가 제조활성이 우수하리라 예상하고 유도체의 합성을 시도하였다. 그외 여러 신규 유도체를 설계 및 합성시도하고 제조활성을 검증하였지만 합성방법의 용이성 및 그결과가 미비하여 본 보고서에서는 생략하기로 하였다.

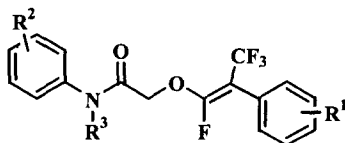
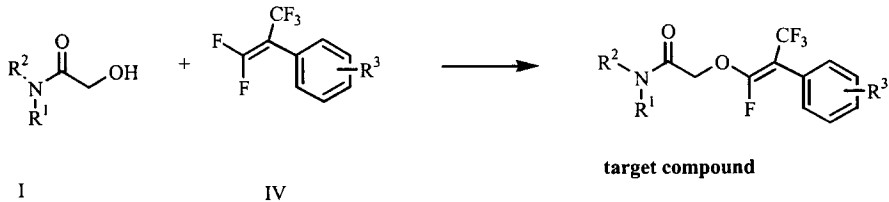


그림 3-5 target compound

제 2 절 화합물의 합성

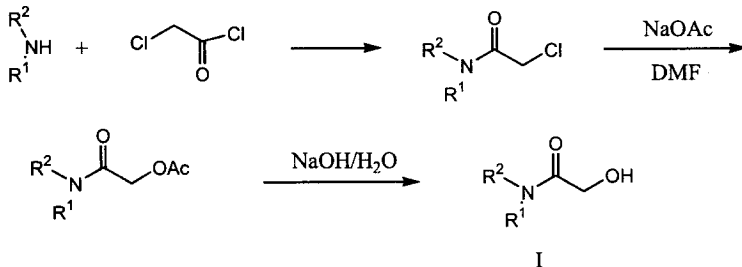
본 연구에서 목적으로 하는 베타에 대해 안전하고 피에 대해 선택적인 제초활성을 검색하고자 하는 목적 화합물을 합성하기 위해서 아래 scheme 1에서 보여주는 바와 같이 hydroxyacetamide(I)를 pentafluoro-2-aryl-propene(IV)에 addition, elimination 반응을 계획하였다. 따라서 본 절에서는 목적화합물의 출발물질이 되는 hydroxyacetamide(I)과 pentafluoro-2-aryl-propene(IV)의 합성방법을 논하고 합성 결과를 나타냈다.



scheme 1

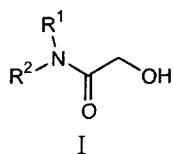
1. *N,N*-disubstituted hydroxyacetamide 유도체(I-series)의 합성^{111-1.2.3}

제 1 중간체가 되는 hydroxyacetamide유도체는 아래 scheme 2에서 보여주는 바와 같이 알려진방법에 의해서 합성할 수 있었다. 2차아민과 chloroacetyl chloride을 반응시켜 chloroacetamide를 합성한후 sodium acetate로 치환반응시켜 acetoxyacetamide를 합성하였다. 합성된 acetoxyacetamide를 sodium hydroxide를 이용하여 가수분해하여 표 3-3에 보여주는 바와 같이 중간체인 hydroxyacetamide유도체 (I)를 얻었다.



Scheme 2.

표 3-3. 합성한 hydroxy acetamide유도체 (I-series)



| 화합물 | R ¹ | R ² |
|-----|--|---|
| I-1 | -(CH ₂) ₅ - | |
| 2 | -CH(CH ₃)(CH ₂) ₄ - | |
| 3 | -CH(CH ₂ CH ₃)(CH ₂) ₄ - | |
| 4 | -CH(CH ₃)(CH ₂) ₃ CH(CH ₃)- | |
| 5 | -(CH ₂) ₂ CH=CHCH ₂ - | |
| 6 | -(CH ₂) ₂ O(CH ₂) ₂ - | |
| 7 | -(CH ₂) ₃ C(C ₄ H ₄)C- | |
| 8 | -(CH ₂) ₆ - | |
| 9 | C ₂ H ₅ | C ₂ H ₅ |
| 10 | <i>n</i> -C ₃ H ₇ | <i>n</i> -C ₃ H ₇ |
| 11 | <i>i</i> -C ₃ H ₇ | <i>i</i> -C ₃ H ₇ |
| 12 | CH ₂ =CHCH ₂ | CH ₂ =CHCH ₂ |
| 13 | <i>n</i> -C ₄ H ₉ | <i>n</i> -C ₄ H ₉ |
| 14 | <i>i</i> -C ₄ H ₉ | <i>i</i> -C ₄ H ₉ |
| 15 | CH ₂ CH ₃ | <i>i</i> -C ₃ H ₇ |
| 16 | CH ₃ | <i>n</i> -C ₄ H ₉ |
| 17 | CH ₃ | C ₆ H ₅ CH ₂ |

| 화합물 | R ¹ | R ² |
|------|---|---|
| I-18 | C ₆ H ₅ - | CH ₃ - |
| 19 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₅ - | CH ₃ - |
| 20 | 4-F-C ₆ H ₅ - | CH ₃ - |
| 21 | 4-Cl-C ₆ H ₅ - | CH ₃ - |
| 22 | 2, 4-F ₂ -C ₆ H ₅ - | CH ₃ - |
| 23 | 2, 4-Cl ₂ -C ₆ H ₅ - | CH ₃ - |
| 24 | C ₆ H ₅ - | C ₂ H ₅ |
| 25 | 4-CH ₃ -C ₆ H ₅ | C ₂ H ₅ |
| 26 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₅ - | C ₂ H ₅ |
| 27 | 3-CF ₃ -C ₆ H ₅ | C ₂ H ₅ |
| 28 | 2-Cl-C ₆ H ₅ - | C ₂ H ₅ |
| 29 | 3-Cl-C ₆ H ₅ - | C ₂ H ₅ |
| 30 | 4-Cl-C ₆ H ₅ - | C ₂ H ₅ |
| 31 | C ₆ H ₅ - | <i>n</i> -C ₃ H ₇ - |
| 32 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₅ | <i>n</i> -C ₃ H ₇ - |
| 33 | C ₆ H ₅ - | <i>i</i> -C ₃ H ₇ - |
| 34 | 2-CH ₃ -C ₆ H ₅ | <i>i</i> -C ₃ H ₇ - |
| 35 | 3-CH ₃ -C ₆ H ₅ | <i>i</i> -C ₃ H ₇ - |
| 36 | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₅ | <i>i</i> -C ₃ H ₇ - |
| 37 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₅ | <i>i</i> -C ₃ H ₇ - |

| 화합물 | R ¹ | R ² |
|------|--|---|
| I-38 | 3-CF ₃ -C ₆ H ₅ - | <i>i</i> -C ₃ H ₇ - |
| 39 | 4-F-C ₆ H ₅ - | <i>i</i> -C ₃ H ₇ - |
| 40 | 2-Cl-C ₆ H ₅ - | <i>i</i> -C ₃ H ₇ - |
| 41 | 3-Cl-C ₆ H ₅ - | <i>i</i> -C ₃ H ₇ - |
| 42 | 2-Cl-4-F-C ₆ H ₄ - | <i>i</i> -C ₃ H ₇ - |
| 43 | 3,4-Cl ₂ -C ₆ H ₄ - | <i>i</i> -C ₃ H ₇ - |
| 44 | 3-CH ₃ -C ₆ H ₅ | CH ₃ |
| 45 | 4-CH ₃ -C ₆ H ₅ | CH ₃ |
| 46 | 3,4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₅ | CH ₃ |
| 47 | 3-Cl-C ₆ H ₅ | CH ₃ |
| 48 | 3,4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₅ | <i>i</i> -C ₃ H ₇ |

N,N-disubstituted hydroxyactamide 유도체(I-series)의 합성실험

본 실험에 사용한 NMR은 Varian Gemini: 200 (200 MHz)를 사용하였고 MS는 Shimadzu GC/MS-QP1000을 사용하였으며, Melting Point 측정기로는 Thomas Hoover의 Capillary Melting Point Apparatus를 사용하였으며 보정하지 않았다.

합성에서 사용한 시약은 Fluorochem사, Aldrich사, Tokyo Kasei사의 시약을 사용하였고 일반 사용되는 용매는 국산 (덕산화학, 진케미칼)을 사용하였으며 anhydrous THF는 국산 THF를 sodium/benzophenone으로 수분을 제거하고 증류하여 사용하였다.

대표적인 hydroxy acetamide (I-series)의 합성 실험 방법

20% NaOH수용액 (10 ml)과 secondary amine (50 mmol)/MC (200 ml) 혼합액을 -10 °C로 한후 chloroacetyl chloride (12 mmol)를 적가한다. 반응액을 -10 °C에서 1 시간 교반한후 물 (100 ml)을 가하고 유기층을 분리하고 물 (30 ml)로 2번 세척한다. 유기층을 magnesium sulfate로 건조시킨후 진공증발시켜 잔류물을 얻는다.

여기서 얻은 물질을 DMF (100 ml)에 녹이고 sodium acetate (75 mmol)를 가하고 1 시간 환류시켜 반응을 종결시킨다. TLC로 반응종결을 확인후 EA (100 ml), 물 (100 ml)를 가하여 유기층을 분리후 물 (30 ml)로 2번 세척한다. 유기층을 magnesium sulfate로 건조후 진공증발시켜 잔류물을 얻는다. 여기서 얻은 물질을 methanol (100 ml)에 녹이고 sodium hydroxide (75 mmol)를 가하고 상온에서 2시간 교반하여 반응이 종결을 TLC로 확인한다. methanol을 진공증발시킨 잔류물에 EA (100 ml)와 물 (100 ml)을 가하고 유기층을 분리한 후 magnesium sulfate로 건조시킨다. 잔류물을 column chromatography하여 hydroxy acetamide를 얻는다

2-Hydroxy-1-piperidinyl-ethanone의 합성 (I-1)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: =oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 4.08 (d, 2H), 3.97 (t, 1H), 3.67-3.02 (m, 4H), 1.75-1.15 (m, 6H)

MS (m/e): 143 (35), 112 (86), 69 (77), 43 (100).

2-Hydroxy-1-(2-methylpiperidinyl)-ethanone의 합성 (I-2)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 4.12 (d, 2H), 3.85 (t, 1H), 3.46-2.67 (m, 3H), 1.94-1.46 (m, 6H), 1.23(d, 3H)

MS (m/e): 157 (37), 126 (72), 84 (100), 55 (66).

2-Hydroxy-2-(2-ethylpiperidinyl)-ethanone의 합성 (I-3)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 4.13 (d, 2H), 4.08 (t, 1H), 3.45-2.64 (m, 3H), 1.85-1.38 (m, 8H), 0.86 (t, 3H)

MS (m/e): 171 (16), 142 (38), 84 (100), 55 (48).

2-Hydroxy-1-(2,6-dimethylpiperidinyl)-ethanone의 합성 (I-4)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 4.71 (b, 1H), 4.15 (d, 2H), 3.98-3.54 (m, 2H), 1.97-1.46 (m, 6H), 1.25 (d, 6H)

MS (m/e): 171 (28), 98 (97), 55 (99), 41 (100).

2-Hydroxy-1-(1,2,3,5-tetrahydropyridinyl)-ethanone의 합성 (I-5)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 77~78 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 5.86-5.69 (m, 2H), 4.16 (d, 2H), 4.15 (t, 1H), 3.75-3.64 (m, 2H), 3.30 (t, 2H), 2.27-2.05 (m, 2H)

MS (m/e): 141 (39), 82 (57), 67 (86), 54 (83), 41 (100).

2-Hydroxy-1-morphorinyethanone의 합성 (I-6)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 52~53 °C

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 4.13 (d, 2H), 3.80-3.48 (m, 8H), 3.41 (t, 1H)
MS (m/e): 145 (75), 100 (67), 86 (55), 42 (100).

2-Hydroxy-1-(1,2,3,4-tetrahydroquinolyl)ethanone의 합성 (I-7)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp : 78~79 °C

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.28-7.03 (m, 4H), 4.18 (d, 2H), 3.80 (t, 1H), 3.78-3.54 (m, 2H), 2.75 (t, 2H), 1.98 (t, 2H)

MS (m/e): 191 (36), 132 (100), 117 (30), 77 (49).

2-Hydroxy-1-azepanylethanone의 합성 (I-8)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 4.15 (d, 2H), 3.84 (t, 1H), 3.78-3.12 (m, 4H), 1.98-1.28 (m, 2H)

MS (m/e): 157 (11), 126 (72), 84 (100), 47 (79).

2-Hydroxy-*N,N*-diethylacetamide의 합성 (I-9)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 4.05 (d, 2H), 3.78 (t, 1H), 3.48 (q, 2H), 3.23 (q, 2H), 1.15 (t, 6H)

MS (m/e): 131 (25), 100 (71), 72 (100), 44 (86).

2-Hydroxy-*N,N*-dipropylacetamide의 합성 (I-10)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 4.06 (d, 2H), 3.80 (t, 1H), 3.42 (q, 2H), 3.15 (q, 2H), 1.85-1.15 (m, 4H), 0.97 (t, 6H)

MS (m/e): 159 (23), 86 (29), 72 (100), 43 (94).

2-Hydroxy-*N,N*-diisopropylhydroxyacetamide의 합성 (I-11)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 63~64 °C

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 4.08 (d, 2H), 3.95 (t, 1H), 3.84-3.35 (m, 2H), 1.42 (d, 6H), 1.28 (d, 6H)

MS (m/e): 159 (45), 128 (36), 86 (94), 43 (100).

2-Hydroxy-*N,N*-diallylacetamide의 합성 (I-12)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 6.12-5.02 (m, 6H), 4.12 (d, 2H), 4.01-3.94 (m, 4H), 3.65 (t, 1H)

MS (m/e): 155 (36), 124 (27), 56 (37), 41 (100).

2-Hydroxy-*N,N*-dibutylacetamide의 합성 (I-13)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 4.14 (d, 2H), 3.72 (t, 1H), 3.36 (t, 4H), 1.64-1.19

(m, 8H), 0.96 (t, 6H)

MS (m/e): 187 (21), 86 (45), 57 (100), 44 (58).

2-Hydroxy-*N,N*-diisobutylacetamide의 합성 (I-14)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 4.12 (d, 2H), 3.74 (t, 1H), 3.24 (d, 4H), 2.13-1.78 (m, 2H), 0.87 (d, 12H)

MS (m/e): 187 (44), 144 (31), 86 (100), 57 (69).

2-Hydroxy-*N*-ethyl-*N*-isopropylacetamide의 합성 (I-15)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 4.14 (d, 2H), 3.81 (t, 1H), 3.75-3.56 (m, 1H), 3.27 (q, 2H), 1.18 (d, 6H), 1.15 (t, 3H)

MS (m/e): 145 (11), 86 (38), 72 (97), 43 (100).

2-Hydroxy-*N*-butyl-*N*-methylacetamide의 합성 (I-16)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 4.08 (d, 2H), 3.79 (t, 1H), 3.45 (t, 2H), 2.85 (s, 3H), 1.78-1.08 (m, 4H), 0.98 (t, 3H)

MS (m/e): 145 (12), 114 (21), 57 (41), 44 (100).

2-Hydroxy-*N*-benzyl-*N*-methylacetamide의 합성 (I-17)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.25-7.09 (m, 5H), 5.45 (t, 1H), 4.58 (s, 2H), 4.38 (d, 2H), 2.98 (s, 3H)

MS (m/e): 179 (48), 120 (87), 59 (100).

2-Hydroxy-*N*-methyl-*N*-phenylacetamide의 합성 (I-18)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 41-42°C.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.54-7.15 (m, 5H), 3.82 (d, 2H), 3.38 (t, 1H) 3.32 (s, 3H)

MS (m/e): 165 (34), 134 (41), 106 (100), 77 (81)

2-Hydroxy-*N*-(4-methoxyphenyl)-*N*-methylacetamide의 합성 (I-19)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 78-79°C.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.38-6.88 (m, 4H), 3.95 (s, 3H), 3.90 (d, 2H) 3.62 (t, 1H), 3.45 (s, 3H)

MS (m/e): 195 (42), 136 (100), 122 (58)

2-Hydroxy-*N*-(4-fluorophenyl)-*N*-methylacetamide의 합성 (I-20)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 105-106°C.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.36-7.04 (m, 4H), 3.80 (d, 2H), 3.40 (t, 1H) 3.31

(s, 3H)

MS (m/e): 183 (31), 152 (45), 125 (100), 95(28).

2-Hydroxy-N-(4-chlorophenyl)-N-methylacetamide의 합성 (I-21)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 80-81°C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.54-7.05 (m, 4H), 3.84 (d, 2H), 3.53 (t, 1H) 3.52 (s, 3H)

MS (m/e): 199 (41), 168 (39), 140 (100), 45(54).

2-Hydroxy-N-(2,4-difluorophenyl)-N-methylacetamide의 합성 (I-22)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 117-118°C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.12-6.78 (m, 3H), 4.35 (b, 1H), 3.82 (s, 2H) 3.29 (s, 3H)

MS (m/e): 201 (46), 170 (42), 142 (100), 59(82).

2-Hydroxy-N-(2,4-dichlorophenyl)-N-methylacetamide의 합성 (I-23)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 58-59°C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.67-7.08 (m, 3H), 3.65 (d, 2H), 3.49 (t, 1H) 3.38 (s, 3H)

MS (m/e): 233 (23), 198 (100), 174 (79).

2-Hydroxy-N-ethyl N-phenylacetamide의 합성 (I-24)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 38-39°C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.56-7.02 (m, 5H), 3.88 (q, 2H), 3.83 (d, 2H) 3.42 (t, 1H), 1.20 (t, 3H)

MS (m/e): 179 (21), 120 (100), 106 (73), 77(87)

2-Hydroxy-N-ethyl N-(4-methylphenyl)acetamide의 합성 (I-25)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 63-64°C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.28-6.96 (m, 4H), 3.78 (t, 2H), 3.72 (d, 2H) 3.42 (t, 1H), 2.36 (s, 3H), 1.12 (t, 3H)

MS (m/e): 195 (47), 162 (37), 134 (100), 120 (68), 91 (50)

2-Hydroxy-N-ethyl N-(4-methoxyphenyl)acetamide의 합성 (I-26)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 53-54°C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.38-6.78 (m, 4H), 3.86 (s, 3H), 3.84 (q, 2H) 3.83 (d, 2H), 3.50 (t, 1H), 1.18 (t, 3H)

MS (m/e): 209 (77), 150 (100), 136 (78)

2-Hydroxy-N-ethyl N-(3-trifluoromethylphenyl)acetamide의 합성 (I-27)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.95-7.20 (m, 4H), 3.95 (q, 2H), 3.80 (d, 2H) 3.51

(t, 1H), 1.18 (t, 3H)

MS (m/e): 247 (31), 188 (100), 174 (92), 145 (47)

2-Hydroxy-N-ethyl N-(2-chlorophenyl)acetamide의 합성 (I-28)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 47-48°C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.75-7.05 (m, 4H), 4.48 (q, 1H), 3.95 (q, 1H) 3.76 (d, 2H), 3.48 (t, 1H), 1.20 (t, 3H)

MS (m/e): 213 (26), 178 (100), 154 (42), 140 (42)

2-Hydroxy-N-Ethyl N-(3-chlorophenyl)acetamide의 합성 (I-29)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.51-6.95 (m, 4H), 3.86 (q, 2H), 3.83 (d, 2H) 3.53 (t, 1H), 1.20 (t, 3H)

MS (m/e): 213 (38), 182 (57), 154 (100), 140 (79)

2-Hydroxy-N-Ethyl N-(4-chlorophenyl)acetamide의 합성 (I-30)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 111-112°C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.62-7.00 (m, 4H), 3.86 (q, 2H), 3.84 (q, 2H) 3.55 (t, 1H), 1.23 (t, 3H)

MS (m/e): 213 (36), 154 (100), 140 (84)

2-Hydroxy-N-phenyl N-propylacetamide의 합성 (I-31)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 58-59°C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.62-6.98 (m, 5H), 4.15 (t, 2H), 3.80 (d, 2H) 3.45 (t, 1H), 1.85-1.20 (m, 2H), 1.20 (t, 3H)

MS (m/e): 193 (23), 151 (44), 106 (100), 77 (53)

2-Hydroxy-N-(4-methoxyphenyl) N-propylacetamide의 합성 (I-32)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 40-41°C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.16-6.85 (m, 4H), 3.84 (s, 3H), 3.71 (d, 1H) 3.65 (t, 2H), 3.46 (t, 1H), 1.63-1.46 (m, 2H), 0.90 (t, 3H)

MS (m/e): 233 (63), 150 (40), 136 (100), 43 (47)

2-Hydroxy-N-phenyl-N-isopropylacetamide의 합성 (I-33)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 42-43°C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.48-6.88 (m, 5H), 5.05-4.65 (m, 1H), 3.53 (d, 2H) 3.52 (t, 1H), 1.02 (d, 6H)

MS (m/e): 193 (24), 120 (100), 77 (52), 43 (100)

2-Hydroxy-N-(2-methylphenyl)-N-isopropylacetamide의 합성 (I-34)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.48-6.98 (m, 4H), 5.12-4.64 (m, 1H),

3.52 (d, 2H) 3.34 (t, 1H), 2.27 (s, 3H), 1.28 (d, 3H), 1.00 (d, 3H)

MS (m/e): 207 (47), 134 (100), 45 (89)

2-Hydroxy-*N*-(3-methylphenyl)-*N*-isopropylacetamide의 합성 (I-35)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 51-52 °C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.49-6.85 (m, 4H), 5.15-4.72 (m, 1H),

3.72 (d, 2H) 3.55 (t, 1H), 2.48 (s, 3H), 1.08 (d, 6H)

MS (m/e): 207 (48), 134 (94), 91 (72), 45 (100)

2-Hydroxy-*N*-(3-methoxyphenyl)-*N*-isopropylacetamide의 합성 (I-36)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.41-6.61 (m, 4H), 5.08-4.84 (m, 1H),

3.84 (s, 3H) 3.69 (d, 2H), 3.57 (t, 1H), 1.08 (d, 6H)

MS (m/e): 233 (18), 150 (100), 84 (26), 45 (38)

2-Hydroxy-*N*-(4-methoxyphenyl)-*N*-isopropylacetamide의 합성 (I-37)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 96-97 °C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.32-6.78 (m, 4H), 5.25-4.76 (m, 1H),

3.86 (s, 3H) 3.68 (d, 2H), 3.51 (t, 1H), 1.10 (d, 6H)

MS (m/e): 223 (27), 181 (47), 150 (100), 123 (79), 107 (65), 45 (54)

2-Hydroxy-*N*-isopropyl-*N*-(4-trifluoromethylphenyl)acetamide의 합성 (I-38)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 48-49 °C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.87-7.21 (m, 4H), 5.18-4.86 (m, 1H), 3.76 (d, 2H) 3.51 (t, 1H), 1.08 (d, 6H)

MS (m/e): 261 (26), 188 (63), 43 (100)

2-Hydroxy-N-isopropyl-N-(4-fluorophenyl)acetamide의 합성 (I-39)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 52-53 °C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.21-7.03 (m, 4H), 5.08-4.86 (m, 1H), 3.61 (d, 2H) 3.45 (t, 1H), 1.07 (d, 6H)

MS (m/e): 211 (20), 138 (100), 95 (33), 43 (86)

2-Hydroxy-N-isopropyl-N-(2-chlorophenyl)acetamide의 합성 (I-40)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 67-68 °C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.78-7.23 (m, 4H), 5.16-4.85 (m, 1H), 3.78 (d, 2H) 3.50 (t, 1H), 1.35 (d, 3H), 1.20 (d, 3H)

MS (m/e): 227 (8), 192 (69), 154 (83), 45 (100)

2-Hydroxy-N-isopropyl-N-(3-chlorophenyl)acetamide의 합성 (I-41)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 62-63 °C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.58-6.95 (m, 4H), 5.15-4.85 (m, 1H),

3.80 (d, 2H) 3.54 (t, 1H), 1.08 (d, 6H)

MS (m/e): 227 (27), 154 (100), 43 (76)

2-Hydroxy-N-isopropyl-N-(2-chloro-4-fluorophenyl)acetamide의 합성 (I-42)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 51-52 °C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.51-7.15 (m, 3H), 5.14-4.87 (m, 1H),

3.78 (d, 2H) 3.48 (t, 1H), 1.32 (d, 3H), 1.15 (d, 3H)

MS (m/e): 245 (19), 210 (24), 172 (28), 43 (100)

2-Hydroxy-N-isopropyl-N-(3,4-dichloro)acetamide의 합성 (I-43)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 67-68 °C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.72-6.97 (m, 3H), 5.12-4.84 (m, 1H),

3.75 (d, 2H) 3.46 (t, 1H), 1.16 (d, 6H)

MS (m/e): 261 (36), 188 (28), 45 (100)

2-Hydroxy-N-(3-methylphenyl)-N-methylacetamide의 합성 (I-44)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.42-6.84 (m, 4H), 3.82(d, 2H), 3.41 (t, 1H) 3.32

(s, 3H), 2.37 (s, 3H)

MS (m/e): 179 (61), 120 (100), 59 (67)

2-Hydroxy-N-(4-methylphenyl)-N-methylacetamide의 합성 (I-45)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 58 °C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.38-6.87 (m, 4H), 3.81(d, 2H), 3.38 (t, 1H) 3.31 (s, 3H), 2.35 (s, 3H)

MS (m/e): 179 (47), 120 (100), 59 (86)

2-Hydroxy-N-(3,4-dimethylphenyl)-N-methylacetamide의 합성 (I-46)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 80 °C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.37-6.84 (m, 3H), 3.82(d, 2H), 3.36 (t, 1H) 3.33 (s, 3H), 2.25 (s, 6H)

MS (m/e): 193 (57), 134 (100)

2-Hydroxy-N-(3-chlorophenyl)-N-methylacetamide의 합성 (I-47)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 66 °C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.67-7.01 (m, 4H), 3.84(d, 2H), 3.53 (t, 1H) 3.36 (s, 3H)

MS (m/e): 199 (58), 140 (100), 75 (82)

2-Hydroxy-N-(3,4-dimethylphenyl)-N-isopropylacetamide의 합성 (I-48)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.43-6.85 (m, 3H), 5.32-4.84(m, 1H),

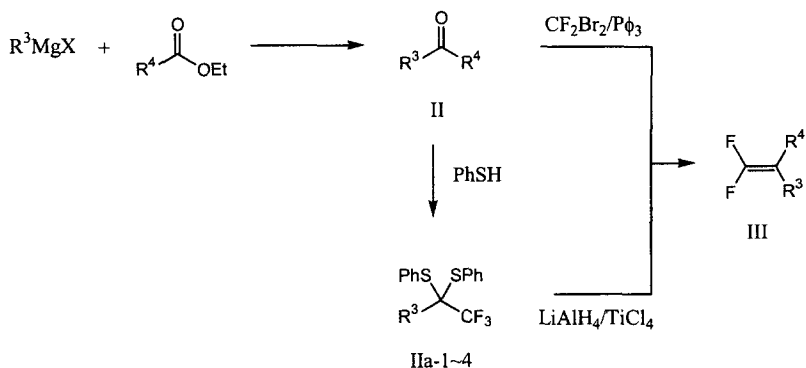
3.70 (d, 2H) 3.31 (t, 1H), 2.34 (s, 6H), 1.18 (d, 6H)

MS (m/e): 221 (61), 162 (100), 59 (48)

2. perfluoroalkyl aryl ketones(II) 및 vinylfluorides (III)의 합성^{111-4,5}

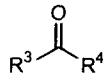
제 2 출발물질인 vinyl fluoride (III-series)를 합성하기 위하여 Scheme 3에서 보여주듯이 perfluoroalkylarylketone (II-series)을 dibromo difluoromethane과 Wittig 반응하여 합성하였다. perfluoroalkylaryl ketone은 ethyl perfluoroalkanoic acid ester를 aryl Grignard시약과 반응시켜 aryl perfluoro ketone유도체 (II)를 합성하였다. aryl perfluoro ketone유도체 (II)를 2당량의 thiol과 반응시키면 dithioketal(IIa-1~4)이 합성되며 이 dithioketal을 LiAlH₄/TiCl₄로 탈리반응시켜 difluorovinylthio ether(III-19~22)를 합성하였다.

perfluoroalkylarylketone (II-series)의 합성결과를 표 3-4에 나타냈으며, vinyl fluoride (III-series)의 합성결과를 표 3-5에 나타냈다.



Scheme 3

표 3-4 perfluoroalkylarylketone (II-series)의 합성



II

| 화합물 | R ³ | R ⁴ |
|------|---------------------------------|---|
| II-1 | CF ₃ | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ - |
| 2 | CF ₃ | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 3 | CF ₃ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 4 | CF ₃ | 4-C ₂ H ₅ -C ₆ H ₄ - |
| 5 | CF ₃ | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ - |
| 6 | CF ₃ | 3, 5-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ - |
| 7 | CF ₃ | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ - |
| 8 | CF ₃ | C ₆ H ₅ - |
| 9 | CF ₃ | 3, 4-OCH ₂ O-C ₆ H ₃ - |
| 10 | CF ₃ | 3-CF ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 11 | CF ₃ | 3-F-C ₆ H ₄ - |
| 12 | CF ₃ | 4-F-C ₆ H ₄ - |
| 13 | CF ₃ | 3-Cl-C ₆ H ₄ - |
| 14 | CF ₃ | 4-Cl-C ₆ H ₄ - |
| 15 | CF ₃ | 3, 5-Cl ₂ -C ₆ H ₃ |
| 16 | CF ₃ | C ₄ H ₃ S-2-yl |
| 17 | CF ₃ | 4-CH ₂ CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 18 | CF ₂ CF ₃ | C ₆ H ₅ - |

대표적인 ketone (II-series)의 합성방법

질소기류하에서 100 °C oven에서 24시간 저장한 magnesium turning (100 mmol)/THF (20 ml)혼합액을 환류시키면서 치환체를 갖는 bromobenzene (100 mmol)/anhydrous THF (300 ml)을 적가시키면서 개시반응이 일어난 것을 확인후 반응액이 환류를 유지할수 있는 정도로 조절하면서 적가한다. magnesium turning이 없어지는 것을 확인후 반응액을 -10 °C로 유지하면서 ethyl trifluoroacetate (혹은 ethyl pentafluoropropionate) (110 mmol)을 1시간에 걸쳐 적가한다. 반응액을 1 시간 상온에서 교반하고 EA (300 ml)와 물 (100 ml)를 가하여 유기층을 분리후 물(100 ml)로 2번 세척후 magnesium sulfate로 건조시킨다. 유기용매를 진공증발시켜 제거한 후 진공증류하여 ketone을 얻는다.

4-Methoxyphenyl trifluoromethyl ketone (II-1)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

bp: 72-73 °C/20mmHg

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.62-6.81 (m, 4H), 3.86 (s, 3H)

MS (m/e): 204 (56), 135(100), 107 (86), 92 (66), 77(92)

3-Methylphenyl trifluoromethyl ketone (II-2)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

bp: 70-71 °C/20mmHg

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.52-6.92 (m, 4H), 2.25 (s, 3H)

MS (m/e): 188 (16), 135 (45), 119 (96), 91 (100), 65 (45)

4-Methylphenyl trifluoromethyl ketone (II-3)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성

은 아래와 같다.

bp: 65-66 °C/8mmHg

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.42-6.92(m, 4H), 2.25 (s, 3H)

MS (m/e): 188 (12), 119 (100), 91 (96), 65 (45)

4-Ethylphenyl trifluoromethyl ketone (II-4)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.46-7.19 (m, 4H), 2.68 (q, 2H), 1.23 (t, 3H)

MS (m/e): 202 (40), 133 (91), 105 (100), 76 (64)

3,4-Dimethylphenyl trifluoromethyl ketone (II-5)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.52-6.69(m, 3H), 2.23 (s, 3H), 2.20 (s, 3H)

MS (m/e): 202 (43), 133 (98), 69 (100)

3,5-Dimethylphenyl trifluoromethyl ketone (II-6)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.31-7.01(m, 3H), 2.25 (s, 6H)

MS (m/e): 202 (24), 133 (100), 69 (24).

3-Methoxyphenyl trifluoromethyl ketone (II-7)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

bp: 64-65 °C/20mmHg

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.41-6.79(m, 4H), 3.79 (s, 3H),
MS (m/e): 204 (36), 135 (100), 107 (56), 77 (94)

Phenyl trifluoromethyl ketone (II-8)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

bp: 64-65 °C/33mmHg

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.52-7.12 (m, 5H),

MS (m/e): 174 (21), 105 (100), 77 (82), 69 (54)

1,3-benzodioxol-5-yl trifluoromethyl ketone (II-9)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.92-7.43 (m, 3H), 6.25-6.01 (s, 2H)

MS (m/e): 218 (42), 149 (100), 65 (49)

Trifluoromethylphenyl trifluoromethyl ketone (II-10)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 8.60-7.61 (m, 4H)

MS (m/e): 242 (10), 149 (100), 65 (49)

3-Fluorophenyl trifluoromethyl ketone (II-11)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

bp: 59-60 °C/30mmHg

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.56-6.89 (m, 4H)

MS (m/e): 192 (25), 123 (100), 95 (78), 75 (31)

4-Fluorophenyl trifluoromethyl ketone (II-12)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

bp: 66-67 °C/34mmHg

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.76-6.92 (m, 4H)

MS (m/e): 192 (16), 169 (54), 123 (100), 95 (91), 75 (76)

3-Chlorophenyl trifluoromethyl ketone (II-13)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

bp: 58-59 °C (10)

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 8.38-7.45 (m, 4H)

MS (m/e): 208 (10), 139 (93), 111 (100), 75 (64)

4-Chlorophenyl trifluoromethyl ketone (II-14)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

bp: 83-83 °C/24mmHg

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.51-7.41 (m, 4H)

MS (m/e): 208 (100), 173 (92), 97 (54), 69 (24)

3,5-dichlorophenyl trifluoromethyl ketone (II-15)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

수율 : 45%

bp: 75-76 °C/4mmHg

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 8.12-7.86 (m, 3H)

MS (m/e): 242 (55), 173 (100), 145 (64), 109 (32)

2-Thenyl trifluoromethyl ketone (II-16)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 8.28-7.28 (m, 3H)

MS (m/e): 180 (23), 111(45), 84 (100)

4-Ethoxyphenyl trifluoromethyl ketone (II-17)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.54-6.76 (m, 4H), 4.09 (q, 2H), 1.32 (t, 3H)

MS (m/e): 218 (16), 149 (88), 121 (62), 76 (100)

Pentafluoroethyl Phenyl ketone (II-18)

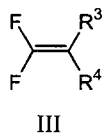
상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

bp: 62-63 °C/22mmHg

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.48-7.02 (m, 5H)

MS (m/e): 224 (48), 205 (100), 119 (75)

표 3-5 Vinylfluoride(III-series)의 합성



| 화합물 | R ³ | R ⁴ |
|-------|---------------------------------------|---|
| III-1 | CF ₃ | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ - |
| 2 | CF ₃ | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 3 | CF ₃ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 4 | CF ₃ | 4-C ₂ H ₅ -C ₆ H ₄ - |
| 5 | CF ₃ | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ - |
| 6 | CF ₃ | 3, 5-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ - |
| 7 | CF ₃ | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ - |
| 8 | CF ₃ | C ₆ H ₅ - |
| 9 | CF ₃ | 3, 4-OCH ₂ O-C ₆ H ₃ - |
| 10 | CF ₃ | 3-CF ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 11 | CF ₃ | 3-F-C ₆ H ₄ - |
| 12 | CF ₃ | 4-F-C ₆ H ₄ - |
| 13 | CF ₃ | 3-Cl-C ₆ H ₄ - |
| 14 | CF ₃ | 4-Cl-C ₆ H ₄ - |
| 15 | CF ₃ | 3, 5-Cl ₂ -C ₆ H ₃ |
| 16 | CF ₃ | C ₄ H ₉ S-2-yl |
| 17 | CF ₃ | 4-CH ₂ CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 18 | CF ₂ CF ₃ | C ₆ H ₅ - |
| 19 | C ₆ H ₅ S- | C ₆ H ₅ - |
| 20 | CH ₃ CH ₂ S- | C ₆ H ₅ - |
| 21 | 4-Cl-C ₆ H ₄ S- | C ₆ H ₅ - |
| 22 | C ₆ H ₅ S- | CH ₃ - |

대표적인 Vinylfluoride (III-series)의 합성방법

질소기류하에서 ketone (III-series) (100 mmol) / dibromodifluoro methane (120 mmol) / triphenyl phosphine (300 mmol / anhydrous THF (100 ml)혼합액을 72 시간 환류한다. 반응액을 진공증류하여 THF와 vinylfluoride 혼합액을 얻은후 다시 상압 증류하여 vinylfluoride화합물(III-series)을 얻는다.

2-(4-Methoxyphenyl)-pentafluoropropene (III-1)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

bp: 72-74 °C/10mmHg

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.48-6.79 (m, 3H), 3.79 (s, 3H)

MS (m/e): 238 (69), 195(14), 145 (35), 74 (33), 59 (100)

2-(3-Methylphenyl)-pentafluoropropene (III-2)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.46-6.98 (m, 4H), 2.43 (s, 3H)

MS (m/e): 222 (20), 203(70), 134 (100)

2-(4-Methylphenyl)-pentafluoropropene (III-3)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.32-7.18 (m, 4H), 2.45 (s, 3H)

MS (m/e): 222 (64), 203(23), 134 (100)

2-(4-Ethylphenyl)-pentafluoropropene (III-4)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성

은 아래와 같다.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.38-7.25 (m, 4H), 2.68 (q, 2H), 1.19 (t, 3H)

MS (m/e): 236 (20), 145 (100), 90 (54)

2-(3,4-Dimethylphenyl)-pentafluoropropene (III-5)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.28-7.02 (m, 3H), 2.38 (s, 3H), 2.32 (s, 3H)

MS (m/e): 236 (18), 84 (33), 45 (100)

2-(3,5-Dimethylphenyl)-pentafluoropropene (III-6)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.32-7.12 (m, 3H), 2.41 (s, 6H)

MS (m/e): 236 (29), 217 (68), 148 (100), 45 (92)

2-(3-Methoxyphenyl)-pentafluoropropene (III-7)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

bp: 75 °C/10mmHg

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.48-6.87 (m, 4H), 3.81 (s, 3H)

MS (m/e): 238 (42), 207 (45), 188 (37), 139 (100), 69 (94)

2-(Phenyl)-pentafluoropropene (III-8)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.59-7.31 (m, 5H)

MS (m/e): 208 (48), 84 (83), 43 (100)

2-(1,3-benzodioxol-5-yl)-pentafluoropropene (III-9)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.01-9.79 (m, 3H), 6.01 (s, 2H)

MS (m/e): 252 (46), 233 (63), 164 (82), 69 (100)

2-(3-trifluoromethylphenyl)-pentafluoropropene (III-10)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.82-7.18 (m, 4H)

MS (m/e): 276 (52), 257 (92), 188 (100)

2-(3-Fluorophenyl)-pentafluoropropene (III-11)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.53-6.96 (m, 4H)

MS (m/e): 226 (52), 207(25), 84 (100)

2-(4-Fluorophenyl)-pentafluoropropene (III-12)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.52-6.83 (m, 4H)

MS (m/e): 226 (20), 84(100)

2-(3-Chlorophenyl)-pentafluoropropene (III-13)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.54-7.23 (m, 4H)

MS (m/e): 242 (26), 223(72), 188 (49), 69 (100)

2-(4-Chlorophenyl)-pentafluoropropene (III-14)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

bp: 58 °C/10mmHg

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.56-7.21 (m, 4H)

MS (m/e): 242 (35), 207(25), 174 (70), 139 (100), 60 (79)

2-(3,5-Dichlorophenyl)-pentafluoropropene (III-15)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

bp: 85 °C/10mmHg

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.57-7.19 (m, 3H)

MS (m/e): 276 (100), 24 (45)

2-(2-Thienyl)-pentafluoropropene (III-16)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.67-6.92 (m, 3H)

MS (m/e): 214 (42), 195 (92), 126 (100), 47 (86)

2-(4-Ethoxyphenyl)-pentafluoropropene (III-17)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.51-6.85 (m, 4H), 4.12 (q, 2H), 1.29 (t, 3H)

MS (m/e): 252 (47), 233 (100), 84 (64)

2-Phenyl-Heptafluorobutene (III-18)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

bp: 138-139 °C/10mmHg

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.57-6.89 (m, 5H)

MS (m/e): 246 (67), 227 (57), 127 (100), 119 (35)

2,2-Difluoro-1-phenylvinyl phenylthioether (III-19)

제 1 단계: 2,2,2-트리플루오르-1,1-비스페닐티오에틸벤젠 (IIa-1)의 제조

질소기류 하에서 건조된 디클로로메탄(CH₂Cl₂, 250ml)과 티오펜(C₆H₅SH, 22.04g, 0.2mol), 2,2,2-트리플루오르메틸페닐케톤(17.4g, 0.1mol)을 플라스크에 가하고 반응온도를 -78°C로 냉각 교반시키며 무수 삼염화알루미늄(AlCl₃, 13.3g, 0.1mol)을 서서히 가하고 24시간 반응시켰다. 반응액을 얼음물에 가하고 진한염산으로 산성화하고 디클로로메탄으로 추출하였다. 유기층을 무수 황산마그네슘으로 건조시킨 후 감압 농축하였다. 얻어진 고상의 생성물을 *n*-헥산에서 재결정하여 용점 74~75°C의 무색 결정인 2,2,2-트리플루오르-1,1-비스페닐티오에틸벤젠 (VII) 34.6g을 얻었다(수율 92%).

¹H-NMR(CDCl₃, TMS) δ (ppm): 7.78-7.12(m, 15H)

MS(m/e): 376(M⁺, 28), 267(100), 165(44), 77(40)

제 2 단계: III-19의 제조

질소기류 하에서 건조된 아세톤(500ml)과 상기 제 2 단계에서 생성된 2,2,2-트리플루오르-1,1-비스페닐티오에틸벤젠 (VII) (18.8g, 0.05mol)을 플라스크에 가하고 활성화시킨 라니니켈(Raney Ni, 29.4g, 0.5mol)을 부가한 후 2~3시간 가열 환류하였다. 반응액을 냉각하여 여과한 다음 용매를 감압 하에 제거하고 실리카겔 칼럼크로마토그래피(용리제: *n*-헥산)로 정제하여 무색 액상의 2,2-디플루오르-1-페닐티오스티렌 (III) 9.42g을 얻었다(수율 76%).

¹H-NMR(CDCl₃, TMS) δ (ppm): 7.78-7.17(m, 10H)

MS(m/e): 248(M⁺, 31), 186(52), 21(100)

2,2-Difluoro-1-phenylvinyl ethylthioether (III-20)

제 1 단계: 2,2,2-트리플루오르-1,1-비스페닐티오에틸벤젠 (IIa-2)의 제조

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

¹H-NMR(CDCl₃, TMS) δ (ppm): 7.71-7.08(m, 5H), 3.17(q, 4H), 1.52(t, 6H)

MS(m/e): 280(47), 219(100), 158(67), 122(61)

제 2 단계: III-20의 제조

¹H-NMR(CDCl₃, TMS) δ (ppm): 7.61-7.13(m, 5H), 2.48(q, 2H), 1.23(t, 3H)

MS(m/e): 200(100), 149(32), 121(94)

2,2-Difluoro-1-phenylvinyl 4-chlorophenylthioether (III-21)

제 1 단계: 2,2,2-트리플루오르-1,1-비스페닐티오에틸벤젠 (IIa-3)의 제조

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

¹H-NMR(CDCl₃, TMS) δ (ppm): 7.73-7.12(m, 13H)

MS(m/e): 444(36), 301(100), 233(43), 197(47)

제 2 단계: III-21의 제조

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

¹H-NMR(CDCl₃, TMS) δ (ppm): 7.69-7.08(m, 9H)

MS(m/e): 282(48), 247(63), 139(100)

2,2-Difluoro-1-methylvinyl phenylthioether (III-22)

제 1 단계: 2,2,2-트리플루오르-1,1-비스페닐티오에틸벤젠 (IIa-4)의 제조

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

$^1\text{H-NMR}(\text{CDCl}_3, \text{TMS}) \delta (\text{ppm}): 7.66-7.24(\text{m}, 10\text{H}), 1.37(\text{s}, 3\text{H})$

$\text{MS}(\text{m/e}): 314(27), 205(100), 165(48), 109(45)$

제 2 단계: III-22의 제조

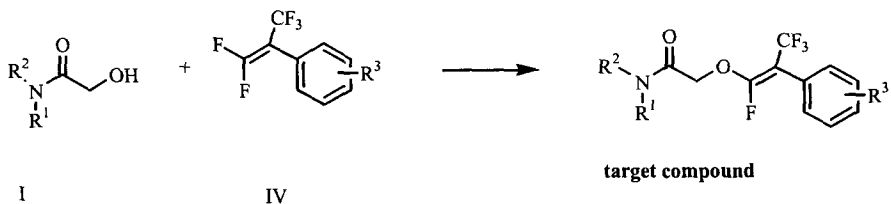
상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

$^1\text{H-NMR}(\text{CDCl}_3, \text{TMS}) \delta (\text{ppm}): 7.51-7.02(\text{m}, 5\text{H}), 1.81(\text{dd}, 3\text{H})$

$\text{MS}(\text{m/e}): 186(43), 109(100), 77(76)$

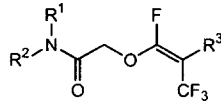
3. 목적화합물인 perfluorovinyl oxyacetamide (VI-series) 유도체의 합성

scheme 1에서 보여주는 바와 같이 hydroxyacetamide(I-series)와 vinyl fluoride (IV-series)를 addition, elimination 반응시켜 목적 화합물인 perfluorovinyl oxyacetamide (VI-series) 유도체를 합성하고 그결과를 표 3-6에 나타냈다.



scheme 1

표3-6. 목적화합물인 perfluorovinyloxyacetamide (VI-series) 유도체의 합성



IV

| 화합물 | R ¹ | R ² | R ³ |
|----------------|--|----------------|---|
| IV-1(KH-16550) | -(CH ₂) ₅ - | | C ₆ H ₅ - |
| 2 | -(CH ₂) ₅ - | | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 3 (KH-17584) | -(CH ₂) ₅ - | | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 4 (KH-17600) | -(CH ₂) ₅ - | | 4-C ₂ H ₅ -C ₆ H ₄ - |
| 5 | -(CH ₂) ₅ - | | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ - |
| 6 | -(CH ₂) ₅ - | | 3, 5-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ - |
| 7 (KH-15084) | -(CH ₂) ₅ - | | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ - |
| 8 (KH-16538) | -(CH ₂) ₅ - | | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ - |
| 9 | -(CH ₂) ₅ - | | 3, 4-OCH ₂ O-C ₆ H ₃ - |
| 10 | -(CH ₂) ₅ - | | 3-CF ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 11 (KH-16609) | -(CH ₂) ₅ - | | 3-F-C ₆ H ₄ - |
| 12 (KH-16547) | -(CH ₂) ₅ - | | 4-F-C ₆ H ₄ - |
| 13 (KH-17601) | -(CH ₂) ₅ - | | 3-Cl-C ₆ H ₄ - |
| 14 | -(CH ₂) ₅ - | | 3-Cl-C ₆ H ₄ - |
| 15 | -(CH ₂) ₅ - | | 3, 5-Cl ₂ -C ₆ H ₃ - |
| 16 | -(CH ₂) ₅ - | | C ₄ H ₃ S-2-y1 |
| 17 | -CH(CH ₃)(CH ₂) ₄ - | | C ₆ H ₅ - |
| 18 | -CH(CH ₃)(CH ₂) ₄ - | | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 19 | -CH(CH ₃)(CH ₂) ₄ - | | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 20 | -CH(CH ₃)(CH ₂) ₄ - | | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ - |

| 화합물 | R ¹ | R ² | R ³ |
|---------------|--|----------------|---|
| IV-21 | -CH(CH ₃)(CH ₂) ₄ - | | 3, 5-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ - |
| 22 | -CH(CH ₃)(CH ₂) ₄ - | | 4-C ₂ H ₅ -C ₆ H ₄ - |
| 23 | -CH(CH ₃)(CH ₂) ₄ - | | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ - |
| 24 (KH-16527) | -CH(CH ₃)(CH ₂) ₄ - | | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ - |
| 25 | -CH(CH ₃)(CH ₂) ₄ - | | 3, 4-OCH ₂ O-C ₆ H ₃ - |
| 26 (KH-17604) | -CH(CH ₃)(CH ₂) ₄ - | | 3-CF ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 27 | -CH(CH ₃)(CH ₂) ₄ - | | 3-F-C ₆ H ₄ - |
| 28 | -CH(CH ₃)(CH ₂) ₄ - | | 4-F-C ₆ H ₄ - |
| 29 | -CH(CH ₃)(CH ₂) ₄ - | | 3-Cl-C ₆ H ₄ - |
| 30 | -CH(CH ₃)(CH ₂) ₄ - | | 4-Cl-C ₆ H ₄ - |
| 31 | -CH(CH ₃)(CH ₂) ₄ - | | 3, 5-Cl ₂ -C ₆ H ₃ - |
| 32 | -CH(CH ₃)(CH ₂) ₄ - | | C ₄ H ₃ S-2-yl |
| 33 | -CH(CH ₂ CH ₃)(CH ₂) ₄ - | | C ₆ H ₅ - |
| 34 | -CH(CH ₂ CH ₃)(CH ₂) ₄ - | | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 35 | -CH(CH ₂ CH ₃)(CH ₂) ₄ - | | 3-Cl-C ₆ H ₄ - |
| 36 | -CH(CH ₃)(CH ₂) ₃ CH(CH ₃)- | | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 37 | -CH(CH ₃)(CH ₂) ₃ CH(CH ₃)- | | 3-Cl-C ₆ H ₄ - |
| 38 | -CH(CH ₃)(CH ₂) ₃ CH(CH ₃)- | | 3, 5-Cl ₂ -C ₆ H ₃ - |
| 39 | -(CH ₂) ₂ CH=CHCH ₂ - | | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 40 | -(CH ₂) ₂ O(CH ₂) ₂ - | | C ₆ H ₅ - |

| 화합물 | R ¹ | R ² | R ³ |
|---------------|--|---------------------------------|---|
| IV-41 | -(CH ₂) ₂ O(CH ₂) ₂ - | | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 42 | -(CH ₂) ₃ C(C ₄ H ₄)C- | | C ₆ H ₅ - |
| 43 | -(CH ₂) ₆ - | | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 44 | -(CH ₂) ₆ - | | C ₆ H ₅ - |
| 45 (KH-17585) | -(CH ₂) ₆ - | | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 46 (KH-17591) | -(CH ₂) ₆ - | | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 47 | -(CH ₂) ₆ - | | 4-CH ₂ CH ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 48 (KH-17586) | -(CH ₂) ₆ - | | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₄ - |
| 49 (KH-17587) | -(CH ₂) ₆ - | | 3, 5-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₄ - |
| 50 (KH-17589) | -(CH ₂) ₆ - | | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ - |
| 51 | -(CH ₂) ₆ - | | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ - |
| 52 (KH-16557) | -(CH ₂) ₆ - | | 3, 4-OCH ₂ O-C ₆ H ₃ - |
| 53 (KH-17595) | -(CH ₂) ₆ - | | 3-F-C ₆ H ₄ - |
| 54 (KH-17596) | -(CH ₂) ₆ - | | 4-F-C ₆ H ₄ - |
| 55 (KH-17592) | -(CH ₂) ₆ - | | 3-Cl-C ₆ H ₄ - |
| 56 (KH-17593) | -(CH ₂) ₆ - | | 4-Cl-C ₆ H ₄ - |
| 57 | -(CH ₂) ₆ - | | 3, 5-Cl ₂ -C ₆ H ₃ - |
| 58 | -(CH ₂) ₆ - | | C ₄ H ₃ S-2-yl |
| 59 | C ₂ H ₅ - | C ₂ H ₅ - | C ₆ H ₅ - |
| 60 | C ₂ H ₅ - | C ₂ H ₅ - | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ - |

| 화합물 | R ¹ | R ² | R ³ |
|---------------|---|---|--|
| IV-61 | <i>n</i> -C ₃ H ₇ - | <i>n</i> -C ₃ H ₇ - | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 62 | <i>i</i> -C ₃ H ₇ - | <i>i</i> -C ₃ H ₇ - | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 63 (KH-14484) | CH ₂ =CHCH ₂ - | CH ₂ =CHCH ₂ - | C ₆ H ₅ - |
| 64 | CH ₂ =CHCH ₂ - | CH ₂ =CHCH ₂ - | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 65 | CH ₂ =CHCH ₂ - | CH ₂ =CHCH ₂ - | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ - |
| 66 | CH ₂ =CHCH ₂ - | CH ₂ =CHCH ₂ - | 4-CF ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 67 | CH ₂ =CHCH ₂ - | CH ₂ =CHCH ₂ - | C ₄ H ₃ S-2-γ1 |
| 68 | <i>n</i> -C ₄ H ₉ - | <i>n</i> -C ₄ H ₉ - | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 69 | <i>i</i> -C ₄ H ₉ - | <i>i</i> -C ₄ H ₉ - | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 70 | C ₂ H ₅ - | <i>i</i> -C ₃ H ₇ - | C ₆ H ₅ - |
| 71 | CH ₃ - | <i>n</i> -C ₄ H ₉ - | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 72 | C ₂ H ₅ - | <i>n</i> -C ₄ H ₉ - | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 73 | CH ₃ - | C ₆ H ₅ CH ₂ - | C ₆ H ₅ - |
| 74 | CH ₃ - | C ₆ H ₅ CH ₂ - | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ - |
| 75 (KH-17641) | C ₆ H ₅ - | CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 76 (KH-17570) | C ₆ H ₅ | CH ₃ | C ₆ H ₅ (<i>E</i>) |
| 77 (KH-17571) | C ₆ H ₅ | CH ₃ | C ₆ H ₅ (<i>Z</i>) |
| 78 | C ₆ H ₅ | CH ₃ | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 79 | C ₆ H ₅ | CH ₃ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 80 (KH-16549) | C ₆ H ₅ | CH ₃ | 4-CH ₂ CH ₃ -C ₆ H ₄ |

| 화합물 | R ¹ | R ² | R ³ |
|---------------|---|-----------------|---|
| IV-81 | C ₆ H ₅ | CH ₃ | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ |
| 82 | C ₆ H ₅ | CH ₃ | 3, 5-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ |
| 83 | C ₆ H ₅ | CH ₃ | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 84 | C ₆ H ₅ | CH ₃ | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 85 (KH-16510) | C ₆ H ₅ | CH ₃ | 4-CH ₂ CH ₃ O-C ₆ H ₃ |
| 86 (KH-16554) | C ₆ H ₅ | CH ₃ | 3, 4-OCH ₂ O-C ₆ H ₃ |
| 87 | C ₆ H ₅ | CH ₃ | 4-CF ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 88 (KH-16548) | C ₆ H ₅ | CH ₃ | 3-F-C ₆ H ₄ |
| 89 | C ₆ H ₅ | CH ₃ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 90 | C ₆ H ₅ | CH ₃ | 3-Cl-C ₆ H ₄ |
| 91 | C ₆ H ₅ | CH ₃ | 4-Cl-C ₆ H ₄ |
| 92 | C ₆ H ₅ | CH ₃ | 3, 5-Cl ₂ -C ₆ H ₃ |
| 93 | C ₆ H ₅ | CH ₃ | C ₄ H ₃ S-2-y1 |
| 94 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 95 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 96 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 97 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ |
| 98 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3, 5-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ |
| 99 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 100 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3, 4-OCH ₂ O-C ₆ H ₃ |

| 화합물 | R ¹ | R ² | R ³ |
|----------------|---|---------------------------------|---|
| IV-101 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3-Cl-C ₆ H ₄ |
| 102 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-Cl-C ₆ H ₄ |
| 103 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3, 5-Cl ₂ -C ₆ H ₃ |
| 104 (KH-17572) | 4-F-C ₆ H ₄ | CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 105 (KH-17579) | 4-F-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 106 (KH-17573) | 4-F-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 107 | 4-F-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3, 5-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ |
| 108 (KH-17580) | 4-F-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 109 | 4-F-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 110 (KH-17582) | 4-F-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3-F-C ₆ H ₄ |
| 111 (KH-17576) | 4-F-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 112 | 4-F-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3-Cl-C ₆ H ₄ |
| 113 | 4-F-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-Cl-C ₆ H ₄ |
| 114 | 4-F-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3, 5-Cl ₂ -C ₆ H ₃ |
| 115 | 4-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3, 5-Cl ₂ -C ₆ H ₃ |
| 116 | 2, 4-F ₂ -C ₆ H ₃ | CH ₃ | 3-Cl-C ₆ H ₄ |
| 117 | 2, 4-Cl ₂ -C ₆ H ₃ | CH ₃ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 118 (KH-14492) | C ₆ H ₅ | CH ₂ CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 119 | C ₆ H ₅ | CH ₂ CH ₃ | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 120 | C ₆ H ₅ | CH ₂ CH ₃ | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |

| 화합물 | R ¹ | R ² | R ³ |
|----------------|---|---|---|
| IV-121 | C ₆ H ₅ | CH ₂ CH ₃ | 4-CH ₂ CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 122 | C ₆ H ₅ | CH ₂ CH ₃ | 3-CF ₃ -C ₆ H ₄ |
| 123 (KH-16618) | C ₆ H ₅ | CH ₂ CH ₃ | 3-F-C ₆ H ₄ |
| 124 (KH-16556) | C ₆ H ₅ | CH ₂ CH ₃ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 125 | C ₆ H ₅ | CH ₂ CH ₃ | 4-Cl-C ₆ H ₄ |
| 126 | C ₆ H ₅ | CH ₂ CH ₃ | C ₄ H ₃ S-2-yl |
| 127 | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH ₂ CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 128 (KH-16623) | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH ₂ CH ₃ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 129 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH ₂ CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 130 (KH-16611) | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH ₂ CH ₃ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 131 | 3-CF ₃ -C ₆ H ₄ | CH ₂ CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 132 | 3-CF ₃ -C ₆ H ₄ | CH ₂ CH ₃ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 133 | 3-CF ₃ -C ₆ H ₄ | CH ₂ CH ₃ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 134 | 2-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₂ CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 135 | 2-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₂ CH ₃ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 136 | 3-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₂ CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 137 | 4-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₂ CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 138 | 4-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₂ CH ₃ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 139 | C ₆ H ₅ | CH ₂ CH ₂ CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 140 | C ₆ H ₅ | CH ₂ CH ₂ CH ₃ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |

| 화합물 | R ¹ | R ² | R ³ |
|----------------|---|---|---|
| IV-141 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH ₂ CH ₂ CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 142 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH ₂ CH ₂ CH ₃ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 143 (KH-14499) | C ₆ H ₅ | CH(CH ₃) ₂ | C ₆ H ₅ |
| 144 | C ₆ H ₅ | CH(CH ₃) ₂ | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 145 | C ₆ H ₅ | CH(CH ₃) ₂ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 146 | C ₆ H ₅ | CH(CH ₃) ₂ | 3, 5-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ |
| 147 | C ₆ H ₅ | CH(CH ₃) ₂ | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 148 | C ₆ H ₅ | CH(CH ₃) ₂ | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 149 | C ₆ H ₅ | CH(CH ₃) ₂ | 4-CH ₃ CH ₂ O-C ₆ H ₄ |
| 150 | C ₆ H ₅ | CH(CH ₃) ₂ | 3, 4-OCH ₂ O-C ₆ H ₃ |
| 151 (KH-16558) | C ₆ H ₅ | CH(CH ₃) ₂ | 3-F-C ₆ H ₄ |
| 152 | C ₆ H ₅ | CH(CH ₃) ₂ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 153 | C ₆ H ₅ | CH(CH ₃) ₂ | 3-Cl-C ₆ H ₄ |
| 154 | C ₆ H ₅ | CH(CH ₃) ₂ | 4-Cl-C ₆ H ₄ |
| 155 | C ₆ H ₅ | CH(CH ₃) ₂ | C ₄ H ₃ S-2-y1 |
| 156 | 2-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | C ₆ H ₅ |
| 157 | 2-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 158 | 2-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ |
| 159 | 2-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3, 5-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ |
| 160 | 2-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |

| 화합물 | R ¹ | R ² | R ³ |
|----------------|---|-----------------------------------|---|
| IV-161 | 2-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 162 | 2-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3-F-C ₆ H ₄ |
| 163 | 2-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 164 | 2-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3-Cl-C ₆ H ₄ |
| 165 | 2-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-Cl-C ₆ H ₄ |
| 166 | 2-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-Cl-C ₆ H ₄ |
| 167 (KH-17509) | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | C ₆ H ₅ |
| 168 | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 169 | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 170 | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-CH ₃ CH ₂ -C ₆ H ₄ |
| 171 | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ |
| 172 | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3, 5-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ |
| 173 | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 174 | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 175 | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3-F-C ₆ H ₄ |
| 176 | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 177 | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3-Cl-C ₆ H ₄ |
| 178 | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-Cl-C ₆ H ₄ |
| 179 | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3, 5-Cl ₂ -C ₆ H ₃ |
| 180 | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | C ₆ H ₅ |

| 화합물 | R ¹ | R ² | R ³ |
|--------|---|-----------------------------------|---|
| IV-181 | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 182 | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 183 | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3-Cl-C ₆ H ₄ |
| 184 | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-Cl-C ₆ H ₄ |
| 185 | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3, 5-Cl ₂ -C ₆ H ₄ |
| 186 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | C ₆ H ₅ |
| 187 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 188 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 189 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 190 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 191 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3-Cl-C ₆ H ₄ |
| 192 | 3-CF ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | C ₆ H ₅ |
| 193 | 3-CF ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3, 4-OCH ₂ O-C ₆ H ₃ |
| 194 | 3-CF ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 195 | 4-CF ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3-Cl-C ₆ H ₄ |
| 196 | 4-CF ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | C ₆ H ₅ |
| 197 | 4-CF ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 198 | 4-CF ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 199 | 4-CF ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3-CF ₃ -C ₆ H ₃ |
| 200 | 4-CF ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-F-C ₆ H ₄ |

| 화합물 | R ¹ | R ² | R ³ |
|----------------|--|-----------------------------------|---|
| IV-201 | 4-CF ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3-Cl-C ₆ H ₄ |
| 202 | 4-CF ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | C ₄ H ₉ S-2-y1 |
| 203 | 2-Cl-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | C ₆ H ₅ |
| 204 | 2-Cl-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 205 | 2-Cl-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 206 | 2-Cl-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-CH ₂ CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 207 | 2-Cl-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ |
| 208 | 2-Cl-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3, 5-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ |
| 209 | 2-Cl-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 210 | 2-Cl-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 211 | 2-Cl-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3-F-C ₆ H ₄ |
| 212 | 2-Cl-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 213 | 2-Cl-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3-Cl-C ₆ H ₄ |
| 214 | 2-Cl-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-Cl-C ₆ H ₄ |
| 215 | 2-Cl-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3, 5-Cl ₂ -C ₆ H ₄ |
| 216 | 3-Cl-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | C ₆ H ₅ |
| 217 (KH-15077) | 3-Cl-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 218 (KH-16622) | 3-Cl-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 219 | 3-Cl-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | 3-Cl-C ₆ H ₄ |
| 220 | 2-Cl-4-F-C ₆ H ₃ | CH(CH ₃) ₂ | C ₆ H ₅ |

| 화합물 | R ¹ | R ² | R ³ |
|----------------|---|-----------------------------------|---|
| IV-221 | 2-Cl-4-F-C ₆ H ₃ | CH(CH ₃) ₂ | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 222 | 2-Cl-4-F-C ₆ H ₃ | CH(CH ₃) ₂ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 223 | 2-Cl-4-F-C ₆ H ₃ | CH(CH ₃) ₂ | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ |
| 224 | 2-Cl-4-F-C ₆ H ₃ | CH(CH ₃) ₂ | 3, 5-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ |
| 225 | 2-Cl-4-F-C ₆ H ₃ | CH(CH ₃) ₂ | 3-F-C ₆ H ₄ |
| 226 | 2-Cl-4-F-C ₆ H ₃ | CH(CH ₃) ₂ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 227 | 2-Cl-4-F-C ₆ H ₃ | CH(CH ₃) ₂ | 3-Cl-C ₆ H ₄ |
| 228 | 2-Cl-4-F-C ₆ H ₃ | CH(CH ₃) ₂ | 4-Cl-C ₆ H ₄ |
| 229 | 2-Cl-4-F-C ₆ H ₃ | CH(CH ₃) ₂ | 3, 5-Cl ₂ -C ₆ H ₄ |
| 230 | 3, 4-Cl ₂ -C ₆ H ₃ | CH(CH ₃) ₂ | C ₆ H ₅ |
| 231 | 3, 4-Cl ₂ -C ₆ H ₃ | CH(CH ₃) ₂ | 3-F-C ₆ H ₄ |
| 232 | 3, 4-Cl ₂ -C ₆ H ₃ | CH(CH ₃) ₂ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 233 | 3, 4-Cl ₂ -C ₆ H ₃ | CH(CH ₃) ₂ | 3-Cl-C ₆ H ₄ |
| 234 | 3, 4-Cl ₂ -C ₆ H ₃ | CH(CH ₃) ₂ | 4-Cl-C ₆ H ₄ |
| 235 | 3, 4-Cl ₂ -C ₆ H ₃ | CH(CH ₃) ₂ | 3, 5-Cl ₂ -C ₆ H ₄ |
| 236 (KH-18604) | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 237 (KH-18605) | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 238 (KH-18610) | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 239 (KH-18609) | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 240 | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3-CF ₃ -C ₆ H ₄ |

| 화합물 | R ¹ | R ² | R ³ |
|----------------|---|-----------------------------------|---|
| IV-241 | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-Cl-C ₆ H ₄ |
| 242 (KH-18582) | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 243 (KH-18583) | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 244 (KH-18584) | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 245 (KH-18585) | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 246 (KH-18535) | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 247 | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3-Cl-C ₆ H ₄ |
| 248 | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3, 5-Cl ₂ -C ₆ H ₄ |
| 249 | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-C ₆ H ₅ O-C ₆ H ₄ |
| 250 (KH-18620) | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3, 4-OCH ₂ O-C ₆ H ₃ |
| 251 (KH-18594) | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ | CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 252 | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ | CH ₃ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 253 | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ | CH ₃ | 3, 5-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ |
| 254 | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ | CH ₃ | 4-CH ₂ CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 255 | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ | CH ₃ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 256 | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ | CH ₃ | 4-CF ₃ -C ₆ H ₄ |
| 257 | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ | CH ₃ | 3-Cl-C ₆ H ₄ |
| 258 | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ | CH ₃ | 4-C ₆ H ₅ O-C ₆ H ₄ |
| 259 | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ | CH(CH ₃) ₂ | C ₆ H ₅ |
| 260 | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ | CH(CH ₃) ₂ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |

| 화합물 | R ¹ | R ² | R ³ |
|----------------|---|-----------------------------------|---|
| IV-261 | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ | CH(CH ₃) ₂ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 262 | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ | CH(CH ₃) ₂ | 4-Cl-C ₆ H ₄ |
| 263 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 264 (KH-18640) | 3-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 265 | 3-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 266 | 3-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ |
| 267 | 3-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-CH ₂ CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 268 | 3-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-t-C ₄ H ₉ -C ₆ H ₄ |
| 269 | 3-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 270 | 3-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3-F-C ₆ H ₄ |
| 271 (KH-18641) | 3-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 272 | 3-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-Cl-C ₆ H ₄ |
| 273 (KH-18527) | 4-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 274 | 4-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 275 | 4-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 276 | 4-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ |
| 277 | 4-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-CH ₂ CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 278 | 4-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 279 | 4-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 280 | 4-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3-F-C ₆ H ₄ |

| 화합물 | R ¹ | R ² | R ³ |
|--------|---|---|--------------------------------------|
| IV-281 | 4-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 282 | 4-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3-Cl-C ₆ H ₄ |
| 283 | 4-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-Cl-C ₆ H ₄ |
| 284 | 4-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | C ₄ H ₃ S-2-y1 |
| 285 | C ₆ H ₅ | CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 286 | C ₆ H ₅ | CH ₂ CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 287 | C ₆ H ₅ | CH ₂ CH ₂ CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 288 | C ₆ H ₅ | CH(CH ₃) ₂ | C ₆ H ₅ |
| 289 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH ₂ CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 290 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH ₂ CH ₂ CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 291 | 3-CF ₃ -C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | C ₆ H ₅ |
| 292 | 4-F-C ₆ H ₄ | CH(CH ₃) ₂ | C ₆ H ₅ |
| 293 | 4-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₂ CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 294 | 2, 4-Cl ₂ -C ₆ H ₄ | CH ₃ | C ₆ H ₅ |

대표적인 perfluorovinylxyactamide (IV-series)의 합성방법

앞에서 합성한 pentafluoropropenes (1 mmol)/hydroxyacetamide (1 mmol)/THF (10 ml) 혼합액에 상온에서 40% sodium hydroxide 수용액 (0.1 ml)을 가하고 2시간 교반한다. 반응종결후 EA (10 ml)와 물 (10 ml)를 가하고 유기층을 분리하고 물로 세척하여 column chromatography로 분리하여 얻는다.

1-Piperidin-1-yl-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-2-propenyloxy)ethanone (IV-1=KH16550)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 78-79 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.58-7.17 (m, 5H), 4.79 (E) 4.67 (Z) (s, 2H), 3.71-3.05 (m, 4H), 1.78-1.35 (m, 6H)

MS (m/e): 331 (40), 126 (85), 98 (76), 84 (100)

1-Piperidin-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methylphenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-2)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.31-7.04 (m, 4H), 4.78 (E) 4.66 (Z) (s, 2H), 3.64-3.01 (m, 4H), 2.37 (s, 3H), 1.74-1.38 (m, 6H)

MS (m/e): 345 (26), 126 (72), 98 (70), 84 (100).

1-Piperidin-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-3)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성

은 아래와 같다.

mp: oil

7.43-7.02 (m, 4H), 4.79 (E) 4.67(z) (s, 2H), 3.64-3.01 (m, 4H), 2.43 (s, 3H), 1.98-1.17 (m, 6H)

MS (m/e): 345 (23), 326 (18), 126 (34), 98 (100), 84 (94).

1-Piperidin-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-ethylphenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-4)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.41-7.13 (m, 4H), 4.77 (E) 4.68 (Z) (s, 2H), 3.61-3.06 (m, 4H), 2.64 (q, 2H), 1.72-1.38 (m, 6H), 1.25 (t, 3H)

MS (m/e): 359 (11), 126 (100), 98 (51), 84 (61)

1-Piperidin-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,4-dimethylphenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-5)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.21-7.00 (m, 3H), 4.79 (E) 4.67 (Z) (s, 2H), 3.60-3.03 (m, 4H), 2.23 (s, 6H), 1.70-1.37 (m, 6H)

MS (m/e): 359 (36), 126 (85), 98 (41), 84 (100), 42 (30)

1-Piperidin-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dimethylphenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-6)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.03-6.87 (m, 3H), 4.78 (E) 4.66 (Z) (s, 2H),
3.59-3.01 (m, 4H), 2.26 (s, 6H), 1.69-1.34 (m, 6H)

MS (m/e): 359 (40), 126 (55), 98 (63), 84 (100), 42 (57)

1-Piperidin-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methoxyphenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-7)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.48-6.72 (m, 4H), 4.78 (E) 4.66 (Z) (s, 2H),
3.82 (s, 3H), 3.78-2.98 (m, 4H), 1.82-1.43 (m, 4H)

MS (m/e): 361 (23), 126 (33), 98 (83), 84 (100)

1-Piperidin-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methoxyphenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-8)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.52-6.75 (m, 4H), 4.79 (E) 4.66 (Z) (s, 2H),
3.84 (s, 3H), 3.78-3.01 (m, 4H), 1.84-1.36 (m, 6H)

MS (m/e): 361 (50), 157 (44), 126 (100), 98 (92), 84 (78), 55 (69)

1-Piperidin-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(1,3-benzodioxol-5-yl)-propenyloxy]ethanone (IV-9)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 6.94-6.75 (m, 3H), 5.94 (s, 2H), 4.78 (E)4.65 (Z) (s, 2H), 3.63-3.00 (m, 4H), 1.70-1.44 (m, 6H)

MS (m/e): 375 (50), 126 (53), 98 (60), 84 (100), 43 (90)

1-Piperidin-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(1,3-benzodioxol-5-yl)-propenyloxy]ethanone (IV-10)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.72-7.32 (m, 4H), 4.79 (E) 4.65 (Z) (s, 2H), 3.74-3.02 (m, 4H), 1.97-1.18 (m, 6H)

MS (m/e): 399 (87), 212 (47), 127 (100)

1-Piperidin-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-trifluoromethylphenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-11)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.62-6.89 (m, 4H), 4.80 (E) 4.68 (Z) (s, 2H), 3.75-3.04 (m, 4H), 1.78-0.94 (m, 6H)

MS (m/e): 349 (47), 126 (64), 98 (100), 84 (78)

1-Piperidin-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-trifluoromethylphenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-12)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.51-6.95 (m, 4H), 4.79 (E) 4.67 (Z) (s, 2H),

3.62-3.12 (m, 4H), 1.73-1.45 (m, 6H)

MS (m/e): 349 (60), 126 (66), 98 (56), 84 (100), 42 (55)

1-Piperidin-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-chlorophenyl)-propenyloxy]ethane (IV-13)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.49-7.17 (m, 4H), 4.80 (E) 4.67 (Z) (s, 2H), 3.61-3.07 (m, 4H), 1.72-1.42 (m, 6H)

MS (m/e): 365 (35), 126 (32), 98 (20), 84 (100), 42 (38)

1-Piperidin-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-chlorophenyl)-propenyloxy]ethane (IV-14)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.78-7.34 (m, 4H), 4.79 (E) 4.66 (Z) (s, 2H), 3.85-3.02 (m, 4H), 1.83-1.42 (m, 6H)

MS (m/e): 365 (20), 126 (57), 98 (41), 84 (100), 45 (69)

1-Piperidin-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dichlorophenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-15)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 54-55 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.39-7.15 (m, 3H), 4.81 (E) 4.70 (Z) (s, 2H), 3.60-3.08 (m, 4H), 1.78-1.36 (m, 6H)

MS (m/e): 399 (41), 26 (60), 98 (42), 84 (100)

1-Piperidin-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(2-thienyl)-propenyloxy]ethanone

(IV-16)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.47-6.94 (m, 3H), 4.80 (E) 4.70 (Z) (s, 2H), 3.82-3.07 (m, 4H), 1.83-1.42 (m, 6H)

MS (m/e): 337 (10), 126(100), 98 (74), 84 (80)

1-(2-Methylpiperidin-1-yl)-2-(2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propenyloxy)ethanone

(IV-17)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.63-7.18 (m, 5H), 4.83 (E) 4.74 (Z) (s, 2H), 3.25-2.76 (m, 3H), 1.95-1.48 (m, 6H), 1.26 (d, 3H)

MS (m/e): 345 (46), 140 (52), 98 (100), 84 (46), 55 (63)

1-(2-Methylpiperidin-1-yl)-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methylphenyl)-propenyloxy]ethanone

(IV-18)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.44-6.92 (m, 4H), 4.82 (E) 4.66 (Z) (s, 2H), 3.18-2.72 (m, 3H), 1.95-1.46 (m, 6H), 1.29 (d, 3H)

MS (m/e): 359 (65), 242 (40), 98 (78), 84 (92), 56 (100)

1-(2-Methylpiperidin-1-yl)-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propenyl oxy]ethanone (IV-19)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.44-7.03 (m, 4H), 4.80 (E) 4.74 (Z) (s, 2H), 3.82-2.45 (m, 3H), 1.86-1.42 (m, 6H), 1.12 (d, 3H)

MS (m/e): 359 (15), 140 (66), 98 (100)

1-(2-Methylpiperidin-1-yl)-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,4-dimethylphenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-20)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.31-7.03 (m, 3H), 4.81 (E) 4.74 (Z) (s, 2H), 3.24-2.75 (m, 3H), 2.28 (s, 6H), 1.96-1.45 (m, 6H), 1.28 (d, 3H)

MS (m/e): 373 (30), 140 (86), 98 (100), 55 (75)

1-(2-Methylpiperidin-1-yl)-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dimethylphenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-21)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.28-6.83 (m, 3H), 4.80 (E) 4.75 (Z) (s, 2H), 3.25-2.74 (m, 3H), 2.29 (s, 6H), 1.96-1.44 (m, 6H), 1.26 (d, 3H)

MS (m/e): 373 (24), 140 (89), 98 (100), 55 (76)

1-(2-Methylpiperidin-1-yl)-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-ethylphenyl)-propenyl]oxy]ethanone (IV-22)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.52-7.05 (m, 4H), 4.81 (E) 4.76 (Z) (s, 2H), 3.24-2.85 (m, 3H), 2.71 (q, 2H), 1.95-1.45 (m, 6H), 1.28 (t, 3H), 1.15 (d, 3H)

MS (m/e): 373 (45), 140 (43), 98 (100), 55 (43)

1-(2-Methylpiperidin-1-yl)-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methoxyphenyl)-propenyl]oxy]ethanone (IV-23)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.47-6.74 (m, 4H), 4.79 (E) 4.74 (Z) (s, 2H), 3.78 (s, 3H), 3.24-2.73 (m, 3H), 1.95-1.43 (m, 6H), 1.24 (d, 3H)

MS (m/e): 375 (20), 140 (97), 98 (100), 55 (84)

1-(2-Methylpiperidin-1-yl)-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methoxyphenyl)-propenyl]oxy]ethanone (IV-24)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.54-6.79 (m, 4H), 4.80 (E) 4.76 (Z) (s, 2H), 3.87 (s, 3H), 3.22-2.91 (m, 3H), 1.97-1.48 (m, 6H), 1.33 (d, 3H)

MS (m/e): 375 (20), 140 (56), 98 (100), 56 (32)

1-(2-Methylpiperidin-1-yl)-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(1,3-benzodioxol-5-yl)-pr

openyloxy]ethanone (IV-25)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.20-6.62 (m, 3H), 6.01 (s, 2H), 4.79 (E) 4.75 (Z) (s, 2H), 3.23-2.74 (m, 3H), 1.97-1.49 (m, 6H), 1.29 (d, 3H)

MS (m/e): 389 (19), 219 (40), 140 (87), 112 (74), 98 (100), 55 (77)

1-(2-Methylpiperidin-1-yl)-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-trifluoromethylphenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-26)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.76-7.37 (m, 4H), 4.78 (E) 4.73 (Z) (s, 2H), 3.25-2.72 (m, 3H), 1.96-1.42 (m, 6H), 1.23 (d, 3H)

MS (m/e): 413 (51), 140 (29), 98 (62), 84 (69), 43 (100)

1-(2-Methylpiperidin-1-yl)-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-fluorophenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-27)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.53-6.78 (m, 4H), 4.79 (E) 4.74 (Z) (s, 2H), 3.24-2.75 (m, 3H), 1.96-1.46 (m, 6H), 1.25 (d, 3H)

MS (m/e): 363 (38), 140 (38), 98 (100), 55 (45).

1-(2-Methylpiperidin-1-yl)-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-28)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.65-6.82 (m, 4H), 4.81 (*E*) 4.75 (*Z*) (s, 2H), 3.28-2.65 (m, 3H), 1.95-1.34 (m, 6H), 1.16 (d, 3H)

MS (m/e): 363 (50), 140 (78), 112 (46), 98 (100), 55 (57)

1-(2-Methylpiperidin-1-yl)-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-chlorophenyl)-propenyl oxy]ethanone (IV-29)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.58-7.28 (m, 4H), 4.80 (*E*) 4.75 (*Z*) (s, 2H), 3.21-2.94 (m, 3H), 1.98-1.49 (m, 6H), 1.32 (d, 3H)

MS (m/e): 379 (72), 140 (44), 98 (100), 56 (57)

1-(2-Methylpiperidin-1-yl)-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-chlorophenyl)-propenyl oxy]ethanone (IV-30)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.57-7.18 (m, 4H), 4.81 (*E*) 4.74 (*Z*) (s, 2H), 3.18-2.74 (m, 3H), 1.75-1.35 (m, 6H), 1.15 (d, 3H)

MS (m/e): 379 (35), 140 (70), 98 (100), 55 (47).

1-(2-Methylpiperidin-1-yl)-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dichlorophenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-31)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성

은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.64-7.18 (m, 3H), 4.80 (E) 4.75 (Z) (s, 2H), 3.24-2.75 (m, 3H), 1.95-1.44 (m, 6H), 1.23 (d, 3H)

MS (m/e): 413 (35), 140 (49), 98 (100), 55 (57)

1-(2-Methylpiperidin-1-yl)-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(2-thienyl)-propenyloxy]ethanone (IV-32)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.45-6.91 (m, 3H), 4.79 (E) 4.74 (Z) (s, 2H), 3.26-2.73 (m, 3H), 1.97-1.41 (m, 6H), 1.24 (d, 3H)

MS (m/e): 351 (20), 140 (65), 98 (100), 55 (66), 41 (47)

1-(2-Ethylpiperidin-1-yl)-2-(2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propenyloxy)ethanone (IV-33)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.48-7.22 (m, 5H), 4.80 (E) 4.75 (Z) (s, 2H), 3.58-2.62 (m, 3H), 1.81-1.21 (m, 8H), 0.83 (t, 3H)

MS (m/e): 359 (18), 154 (100), 126 (58), 112 (98)

1-(2-Ethylpiperidin-1-yl)-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-34)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.43-7.02 (m, 4H), 4.81 (E) 4.76 (Z) (s, 2H), 4.01-2.52 (m, 3H), 2.41 (s, 3H), 1.98-1.12 (m, 8H), 0.92 (t, 3H)

MS (m/e): 373 (30), 354 (15), 154 (43), 112 (100)

1-(2-Ethylpiperidin-1-yl)-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-chlorophenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-35)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.59-7.15 (m, 4H), 4.80 (E) 4.75 (Z) (s, 2H), 4.54-3.91 (m, 2H), 3.43-3.12 (m, 3H), 1.95-1.23 (m, 6H), 1.04 (t, 3H)

MS (m/e): 393 (71), 154 (41), 112 (100), 97 (38), 55 (61)

1-(2-Ethylpiperidin-1-yl)-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-36)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.49-7.01 (m, 4H), 4.80 (E) 4.74 (Z) (s, 2H), 4.54-3.96 (m, 2H), 2.42 (s, 3H), 1.98-1.51 (m, 6H), 1.42 (d, 6H)

MS (m/e): 373 (49), 354 (21), 217 (100), 153 (48), 69 (21)

1-(2-Ethylpiperidin-1-yl)-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-chlorophenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-37)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 58-59 °C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.62-7.18 (m, 4H), 4.81 (E) 4.75 (Z) (s, 2H), 3.75-2.76 (m, 2H), 1.98-1.48 (m, 6H), 1.42 (d, 6H)
MS (m/e): 393 (60), 154 (30), 112 (100), 69 (54), 55 (62)

1-(2-Ethylpiperidin-1-yl)-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dichlorophenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-38)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 98-99 °C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.45-7.21 (m, 3H), 4.80 (E) 4.76 (Z) (s, 2H), 3.78-3.54 (m, 2H), 1.98-1.47 (m, 6H), 1.28 (d, 6H)
MS (m/e): 427 (20), 154 (60), 112 (100), 69 (64), 55 (80)

1-(1,2,3,6-Tetrahydropyridyl)-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-39)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.51-7.10 (m, 4H), 5.92-5.62 (m, 6H), 4.81 (E) 4.74 (Z) (s, 2H), 4.18-3.32 (m, 4H), 2.43 (s, 3H), 2.42-1.91 (m, 2H)
MS (m/e): 343 (10), 324 (48), 124 (74), 96 (42), 82 (100)

1-Morphonyl-2-(2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propenyloxy)ethanone (IV-40)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.42-7.23 (m, 5H), 4.80 (E) 4.75 (Z) (s, 2H), 3.72-3.10 (m, 8H)

MS (m/e): 333 (10), 129 (69), 102 (100), 87(30).

1-Morphonyl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propenyloxy]ethanone
(IV-41)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 75-76 °C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.43-7.02 (m, 4H), 4.81 (*E*) 4.76 (*Z*) (s, 2H), 4.02-3.10 (m, 8H), 2.41 (s, 3H)

MS (m/e): 347 (15), 128 (48), 100 (100)

1-(1-Tetrahydroquinolyl)-2-(2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propenyloxy)ethanone
(IV-42)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 72-73 °C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.45-7.10 (m, 9H), 4.80 (*E*) 4.74 (*Z*) (s, 2H), 3.79 (t, 2H), 2.70 (t, 2H), 2.06-1.87 (m, 2H)

MS (m/e): 379 (14), 360 (15), 174 (70), 146 (70), 118 (100)

1-Tetrahydroquinol-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-43)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.49-7.02 (m, 8H), 4.81 (*E*) 4.76 (*Z*) (s, 2H), 3.78 (t, 2H), 2.71 (t, 2H), 2.42 (s, 3H), 2.05-1.86 (m, 2H)

MS (m/e): 393 (38), 374 (28), 174 (89), 146 (96), 118 (100)

1-Azepan-1-yl-2-(2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propenyloxy)ethanone (IV-44)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.50-7.25 (m, 5H), 4.80 (E) 4.75 (Z) (s, 2H), 3.60-3.10 (m, 4H), 1.81-1.45 (m, 8H)

MS (m/e): 345 (16), 147 (100), 112 (46), 99 (26)

1-Azepan-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methylphenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-45)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.38-7.08 (m, 4H), 4.81 (E) 4.76 (Z) (s, 2H), 3.60-3.13 (m, 4H), 2.31 (s, 3H), 1.78-1.38 (m, 8H)

MS (m/e): 395 (15), 140 (44), 98 (100), 43 (63)

1-Azepan-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-46)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.40-7.10 (m, 4H), 4.80 (E) 4.75 (Z) (s, 2H), 3.61-3.17(m, 4H), 2.38 (s, 3H), 1.81-1.48 (m, 8H)

MS (m/e): 359 (13), 140 (56), 97 (53), 55 (53), 43 (100)

1-Azepan-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-ethylphenyl)-propenyloxy]ethanone

(IV-47)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.40-7.12 (m, 4H), 4.81 (E) 4.75 (Z) (s, 2H), 3.60-3.15 (m, 4H), 2.65 (q, 2H), 1.85-1.48 (m, 8H), 1.26 (t, 3H)

MS (m/e): 373 (23), 140 (100), 98 (54)

1-Azepan-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,4-dimethylphenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-48)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.24-7.02 (m, 3H), 4.79 (E) 4.74 (Z) (s, 2H), 3.58-3.11 (m, 4H), 2.32 (s, 6H), 1.77-1.41 (m, 8H)

MS (m/e): 373 (71), 140 (51), 98 (100)

1-Azepan-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dimethylphenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-49)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.06-6.91 (m, 3H), 4.80 (E) 4.75 (Z) (s, 2H), 3.60-3.12 (m, 4H), 2.30 (s, 6H), 1.80-1.44 (m, 8H)

MS (m/e): 373 (31), 140 (39), 98 (100), 42 (39)

1-Azepan-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methoxyphenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-50)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.29-6.76 (m, 4H), 4.80 (E) 4.75 (Z) (s, 2H), 3.74 (s, 3H), 3.54-3.10 (m, 4H), 1.78-1.42 (m, 8H)

MS (m/e): 375 (53), 140 (55), 98 (100), 43 (56)

1-Azepan-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methoxyphenyl)-propenyloxy]ethanone
(IV-51)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.38-6.80 (m, 4H), 4.79 (E) 4.74 (Z) (s, 2H), 3.76(s, 3H), 3.58-3.12 (m, 4H), 1.81-1.46 (m, 8H)

MS (m/e): 375 (21), 140 (29), 98 (44), 59 (38), 43 (100)

1-Azepan-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(1,3-benzodioxol-5-yl)-propenyloxy]ethanone
(IV-52)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.15-6.78 (m, 3H), 5.97 (s, 2H), 4.80 (E) 4.75 (Z) (s, 2H), 3.75-3.14 (m, 4H), 1.98-1.32(m, 8H)

MS (m/e): 389 (13), 140 (70), 98 (100)

1-Azepan-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-fluorophenyl)-propenyloxy]ethanone
(IV-53)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성

은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.40-6.98 (m, 4H), 4.79 (E) 4.74 (Z) (s, 2H), 3.61-3.16 (m, 4H), 1.81-1.48 (m, 8H)

MS (m/e): 363 (51), 140 (42), 98 (100), 55 (54), 42 (65)

1-Azepan-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propenyloxy]ethanone
(IV-54)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.50-6.98 (m, 4H), 4.80 (E) 4.75 (Z) (s, 2H), 3.60-3.15 (m, 4H), 1.81-1.46 (m, 8H)

MS (m/e): 363 (51), 140 (45), 98 (96), 55 (58), 42 (100)

1-Azepan-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-chlorophenyl)-propenyloxy]ethanone
(IV-55)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.49-7.18 (m, 4H), 4.81 (E) 4.74 (Z) (s, 2H), 3.62-3.20 (m, 4H), 1.82-1.50 (m, 8H)

MS (m/e): 379 (55), 140 (52), 98 (93), 55 (73), 42 (100)

1-Azepan-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-chlorophenyl)-propenyloxy]ethanone
(IV-56)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.50-7.15 (m, 4H), 4.80(*E*) 4.75 (*Z*) (s, 2H), 3.61-3.17 (m, 4H), 1.83-1.43 (m, 8H)

MS (m/e): 379 (56), 140 (51), 98 (82), 55 (70), 42 (100)

1-Azepan-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dichlorophenyl)-propenyloxy]ethanone (IV-57)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.43-7.16 (m, 3H), 4.80 (*E*) 4.76 (*Z*) (s, 2H), 3.63-3.18 (m, 4H), 1.86-1.47 (m, 8H)

MS (m/e): 413 (45), 140 (48), 98 (100), 42 (53)

1-Azepan-1-yl-2-[2-1,3,3,3-tetrafluoro-2-(2-thienyl)-propenyloxy]ethanone (IV-58)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.40-6.94 (m, 3H), 4.79 (*E*) 4.75 (*Z*) (s, 2H), 3.61-3.13 (m, 4H), 1.82-1.43 (m, 8H)

MS (m/e): 351 (11), 140 (50), 98 (100), 55 (31), 42 (41)

N,N-Diethyl-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenylpropen-1-oxy)-acetamide (IV-59)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.50-7.21 (m, 5H), 4.77 (*E*) 4.64 (*Z*) (s, 2H), 3.45

(q, 4H), 1.15 (t, 6H)

MS (m/e): 319 (28), 114 (88), 86 (62), 72 (100)

N,N-Diethyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide

(IV-60)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.45-6.98 (m, 4H), 4.78 (E) 4.65 (Z) (s, 2H), 3.45 (q, 4H), 2.38 (s, 3H), 1.10 (t, 6H)

MS (m/e): 333 (39), 314 (75), 219 (100), 72 (82)

N,N-Dipropyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide

(IV-61)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.46-6.97 (m, 4H), 4.77 (E) 4.65 (Z) (s, 2H), 3.21(t, 4H), 2.37 (s, 3H), 1.98-1.23 (m, 4H), 0.91 (t, 6H)

MS (m/e): 361 (43), 342 (52), 261 (100), 100 (23), 69 (58)

N,N-Diisopropyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide

(IV-62)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.45-6.98 (m, 4H), 4.78 (E) 4.66 (Z) (s, 2H), 3.82-3.32 (m, 2H), 2.38 (s, 3H), 1.38 (d, 12H)

MS (m/e): 361 (52), 342 (40), 261 (100), 158 (49)

N,N-Diallyl-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-63)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.49-7.19 (m, 5H), 5.86-5.59 (m, 2H), 5.30-5.02 (m, 4H), 4.79 (*E*) 4.66 (*Z*) (s, 2H), 4.10-3.62 (m, 4H)

MS (m/e): 343 (19), 138 (92), 110 (63), 55 (100)

N,N-Diallyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-64)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.51-6.97 (m, 4H), 5.89-5.42 (m, 2H), 5.39-4.98 (m, 4H), 4.77 (*E*) 4.65 (*Z*) (s, 2H), 4.18-3.48 (m, 4H), 2.38 (s, 3H)

MS (m/e): 357 (40), 138 (54), 55 (100)

N,N-Diallyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methoxyphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-65)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.51-6.81 (m, 4H), 6.10-5.51 (m, 2H), 5.49-4.98 (m, 4H), 4.79 (*E*) 4.66 (*Z*) (s, 2H), 4.10-3.62 (m, 4H), 3.82 (s, 3H)

MS (m/e): 373 (66), 354 (23), 138 (41), 56 (100)

N,N-Diallyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-trifluoromethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-66)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.89-7.21 (m, 4H), 5.94-5.42 (m, 2H), 5.39-4.96 (m, 4H), 4.79 (*E*) 4.65 (*Z*) (s, 2H), 4.18-3.48 (m, 4H)

MS (m/e): 411 (69), 195 (100), 138 (80), 110 (51)

N,N-Diallyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(2-thienyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-67)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.50-6.91 (m, 3H), 6.11-5.50 (m, 2H), 5.50-4.97 (m, 4H), 4.78 (*E*) 4.66 (*Z*) (s, 2H), 4.12-3.61 (m, 4H)

MS (m/e): 349 (13), 138 (30), 138 (100), 133 (48)

N,N-Dibutyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-68)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.48-6.97 (m, 4H), 4.79 (*E*) 4.66 (*Z*) (s, 2H), 3.21(t, 3H), 2.38 (s, 3H), 1.82-1.10 (m, 8H), 0.94 (t, 6H)

MS (m/e): 389 (42), 370 (21), 203 (100), 186 (72), 69 (48)

N,N-Diisobutyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamid

e (IV-69)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.45-6.98 (m, 4H), 4.79 (E) 4.65 (Z) (s, 2H), 2.83(d, 4H), 2.37 (s, 3H), 2.04-1.37 (m, 2H), 0.89 (d, 12H)

MS (m/e): 389 (14), 170 (17), 128 (100), 72 (34)

N-Ethyl-N-isobutyl-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-70)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.71-7.28 (m, 5H), 4.78 (E) 4.64 (Z) (s, 2H), 3.98-3.63 (m, 1H), 3.12 (q, 2H), 1.12 (t, 3H), 1.10 (d, 6H)

MS (m/e): 333 (12), 205 (40), 128 (62), 86 (100), 57 (71)

N-Butyl-N-methyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-71)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.44-6.97 (m, 4H), 4.79 (E) 4.64 (Z) (s, 2H), 3.35 (t, 2H), 2.82 (s, 3H), 2.28 (s, 3H), 1.45-1.30 (m, 4H), 0.98 (t, 3H)

MS (m/e): 347 (28), 328 (16), 203 (100), 144 (67), 69 (21)

N-Butyl-N-ethyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-72)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.45-6.96 (m, 4H), 4.79 (E) 4.65 (Z) (s, 2H), 3.40 (t, 2H), 3.21 (q, 2H), 2.28 (s, 3H), 1.46-1.31 (m, 4H), 1.10 (t, 3H), 0.97 (t, 3H)

MS (m/e): 361 (27), 342 (12), 203 (100), 158 (39), 69 (13)

N-Benzyl-*N*-methyl-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-73)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.49-7.01 (m, 10H), 4.80 (E) 4.66 (Z) (s, 2H), 4.41 (s, 2H), 2.82 (s, 3H)

MS (m/e): 367 (32), 164 (100), 93 (54), 47 (98)

N-Benzyl-*N*-methyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-74)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.48-6.98 (m, 9H), 4.81 (E) 4.67 (Z) (s, 2H), 4.43 (s, 2H), 2.84 (s, 3H), 2.42 (s, 3H)

MS (m/e): 381 (25), 162 (68), 91 (100), 44 (28)

E/Z mixture of *N*-methyl-*N*-phenyl-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-75)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.52-6.91 (m, 10H), 4.49 (E) 4.30 (Z)(s, 2H), 3.30 (s, 3H)

MS (m/e): 353 (12), 177 (42), 120 (100), 91 (72), 77 (96)

E form of N-methyl-N-phenyl-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-76)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 91-92°C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.54-6.90 (m, 10H), 4.49 (s, 2H), 3.31 (s, 3H)

MS (m/e): 353 (43), 177 (48), 120 (100), 91 (68), 77 (82)

Z form of N-methyl-N-phenyl-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-77)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.51-7.11 (m, 10H), 4.30 (s, 2H), 3.30 (s, 3H)

MS (m/e): 353 (57), 177 (40), 120 (100), 91 (70), 77 (97)

N-Methyl-N-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-78)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성

은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.51-6.98 (m, 9H), 4.48 (E) 4.31 (Z) (s, 2H), 3.31(s, 3H), 2.35 (s, 3H)

MS (m/e): 367 (45), 148 (100), 120 (54), 91 (37)

N-Methyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-79)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.54-6.89 (m, 9H), 4.49 (E) 4.31 (Z) (s, 2H), 3.32(s, 3H), 2.34 (s, 3H)

MS (m/e): 367 (28), 148 (100), 120 (68), 91 (52)

N-Methyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-ethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-80)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.57-7.01 (m, 9H), 4.48 (E) 4.30 (Z) (s, 2H), 3.30(s, 3H), 2.64 (q, 2H), 1.21 (t, 3H)

MS (m/e): 381 (68), 148 (100), 120 (75), 91 (74), 77 (76)

N-Methyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,4-dimethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-81)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.51-7.02 (m, 8H), 4.49 (E) 4.31 (Z) (s, 2H), 3.31(s, 3H), 2.30 (s, 6H)

MS (m/e): 381 (25), 148 (92), 120 (100), 91 (46), 77 (59)

N-Methyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dimethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-82)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.58-6.85 (m, 8H), 4.48 (E) 4.29 (Z) (s, 2H), 3.32(s, 3H), 2.31 (s, 6H)

MS (m/e): 381 (25), 148 (100), 120 (59), 91 (28)

N-Methyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methoxyphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-83)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.65-6.79 (m, 9H), 4.49 (E) 4.30 (Z) (s, 2H), 3.85(s, 3H), 3.33 (s, 3H)

MS (m/e): 383 (46), 364 (28), 148 (100), 120 (99)

N-Methyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methoxyphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-84)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.66-6.81 (m, 9H), 4.49 (E) 4.31 (Z) (s, 2H), 3.86(s, 3H), 3.32 (s, 3H)

MS (m/e): 383 (51), 207 (55), 148 (100), 120 (59)

N-Methyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-ethoxyphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-85)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.42-6.80 (m, 9H), 4.48 (E) 4.30 (Z) (s, 2H), 3.32 (q, 3H), 1.39 (t, 3H).

MS (m/e): 397 (49), 249 (30), 148 (100), 120 (81)

N-Methyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(1,3-benzoxol-5-yl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-86)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.68-6.82 (m, 8H), 5.92 (s, 2H), 4.49 (E) 4.30 (Z) (s, 2H), 3.33 (s, 3H).

MS (m/e): 397 (35), 148 (100), 120 (70), 77 (43)

N-Methyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-trifluoromethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-87)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.68-6.82 (m, 9H), 4.48 (E) 4.31 (Z) (s, 2H), 3.31

(s, 3H).

MS (m/e): 421 (35), 402 (19), 148 (100), 120 (99), 91 (54)

N-Methyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-88)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.62-6.99 (m, 9H), 4.49 (E) 4.31 (Z) (s, 2H), 3.32 (s, 3H).

MS (m/e): 371 (40), 148 (100), 120 (91), 96 (41), 77 (37)

N-Methyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-89)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.68-6.98 (m, 9H), 4.48 (E) 4.30 (Z) (s, 2H), 3.33 (s, 3H).

MS (m/e): 371 (30), 148 (100), 120 (78), 77 (42)

N-Methyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-90)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.72-7.01 (m, 9H), 4.49 (E) 4.30 (Z) (s, 2H), 3.34 (s, 3H).

MS (m/e): 387 (62), 148 (100), 120 (45), 77 (47)

N-Methyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-91)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.65-6.98 (m, 9H), 4.48 (E) 4.31 (Z) (s, 2H), 3.35 (s, 3H).

MS (m/e): 387 (59), 148 (100), 120 (95), 91 (46)

N-Methyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dichlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-92)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.52-7.09 (m, 8H), 4.49 (E) 4.32 (Z) (s, 2H), 3.31 (s, 3H).

MS (m/e): 421 (25), 148 (100), 120 (84), 77 (48)

N-Methyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(2-thienyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-93)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.62-6.95 (m, 8H), 4.49 (E) 4.32 (Z) (s, 2H), 3.32 (s, 3H).

MS (m/e): 359 (10), 148 (100), 120 (58), 77 (15)

N-Methyl-*N*-(4-methoxyphenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-94)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.52-6.87 (m, 9H), 4.49 (E) 4.31 (Z) (s, 2H), 3.85 (s, 3H) 3.32 (s, 3H).

MS (m/e): 383 (12), 178 (100), 144 (81), 121 (48)

N-Methyl-*N*-(4-methoxyphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-95)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.43-6.76 (m, 8H), 4.48 (E) 4.29 (Z) (s, 2H), 3.85 (s, 3H), 3.31 (s, 3H), 2.35 (s, 3H).

MS (m/e): 397 (47), 178 (100), 147 (40)

N-Methyl-*N*-(4-methoxyphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-96)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.49-6.79 (m, 8H), 4.48 (E) 4.28 (Z) (s, 2H), 3.84 (s, 3H), 3.31 (s, 3H), 2.35 (s, 3H).

MS (m/e): 397 (100), 372 (33), 178 (98) 150 (53)

N-Methyl-*N*-(4-methoxyphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(tetrahydroquinol-1-yl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-97)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 81-82°C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.55-6.79 (m, 7H), 4.49 (E) 4.29 (Z) (s, 2H), 3.85 (s, 3H), 3.33 (s, 3H), 2.31 (s, 6H).

MS (m/e): 411 (40), 178 (100), 147 (69)

N-Methyl-*N*-(4-methoxyphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dimethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-98)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.62-6.78 (m, 7H), 4.49 (E) 4.30 (Z) (s, 2H), 3.86 (s, 3H), 3.32 (s, 3H), 2.30 (s, 6H).

MS (m/e): 411 (51), 178 (100), 147 (47), 121 (36)

N-Methyl-*N*-(4-methoxyphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methoxyphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-99)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.56-6.72 (m, 8H), 4.49 (E) 4.32 (Z) (s, 2H), 3.87 (s, 3H), 3.85 (s, 3H), 3.30 (s, 3H).

MS (m/e): 413 (24), 178 (100), 147 (37)

N-Methyl-*N*-(4-methoxyphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(1,3-benzoxol-5-yl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-100)

n-1-oxy]-acetamide (IV-100)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.59-6.52 (m, 8H), 5.94 (s, 2H) 4.49 (E) 4.31 (Z) (s, 2H), 3.86 (s, 3H), 3.31 (s, 3H).

MS (m/e): 427 (41), 178 (100), 147 (25), 121 (24)

N-Methyl-N-(4-methoxyphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-101)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.56-6.85 (m, 8H), 4.49 (E) 4.30 (Z) (s, 2H), 3.86 (s, 3H), 3.34 (s, 3H).

MS (m/e): 417 (18), 178 (100), 147 (46), 121 (41)

N-Methyl-N-(4-methoxyphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-102)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 82-83°C.

NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.49-6.87 (m, 8H), 4.48 (E) 4.30 (Z) (s, 2H), 3.85 (s, 3H), 3.42 (s, 3H).

MS (m/e): 417 (20), 178 (100), 147 (88), 121 (58)

N-Methyl-N-(4-methoxyphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dichlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-103)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.71-6.98 (m, 7H), 4.49 (E) 4.31 (Z) (s, 2H), 3.85 (s, 3H), 3.32 (s, 3H).

MS (m/e): 451 (35), 178 (100), 147 (82), 121 (70)

N-(4-Fluorophenyl)-*N*-methyl-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-104)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.54-7.03 (m, 9H), 4.49 (E) 4.31 (Z) (s, 2H), 3.33 (s, 3H).

MS (m/e): 371 (41), 166 (100), 138 (84), 109 (78)

N-(4-Fluorophenyl)-*N*-methyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-105)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.32-7.02 (m, 8H), 4.49 (E) 4.30 (Z) (s, 2H), 3.30 (s, 3H), 2.35 (s, 3H).

MS (m/e): 385 (43), 166 (100), 138 (82), 109 (79), 95 (30)

N-(4-Fluorophenyl)-*N*-methyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-106)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성

은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.36-7.00 (m, 8H), 4.49 (E) 4.31 (Z) (s, 2H), 3.32 (s, 3H), 2.33 (s, 3H).

MS (m/e): 385 (21), 166 (100), 138 (94), 109 (80)

N-(4-Fluorophenyl)-*N*-methyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dimethylphenyl)-propen-1-oxyl]-acetamide (IV-107)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.30-6.93 (m, 7H), 4.49 (E) 4.30 (Z) (s, 2H), 3.31 (s, 3H), 2.32 (s, 6H).

MS (m/e): 399 (50), 166 (100), 138 (76), 109 (69)

N-(4-Fluorophenyl)-*N*-methyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methoxyphenyl)-propen-1-oxyl]-acetamide (IV-108)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.31-6.83 (m, 8H), 4.48 (E) 4.30 (Z) (s, 2H), 3.86 (s, 3H), 3.32 (s, 3H).

MS (m/e): 401 (57), 166 (100), 138 (67), 109 (45)

N-(4-Fluorophenyl)-*N*-methyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methoxyphenyl)-propen-1-oxyl]-acetamide (IV-109)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.35-6.78 (m, 8H), 4.49 (E) 4.30 (Z) (s, 2H), 3.84 (s, 3H), 3.33 (s, 3H).

MS (m/e): 401 (42), 166 (100), 138 (52), 109 (44)

N-(4-Fluorophenyl)-*N*-methyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-110)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.39-6.94 (m, 8H), 4.48 (E) 4.31 (Z) (s, 2H), 3.31 (s, 3H).

MS (m/e): 389 (41), 166 (89), 138 (100), 109 (80), 95 (30)

N-(4-Fluorophenyl)-*N*-methyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-111)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.46-6.94 (m, 8H), 4.49 (E) 4.31 (Z) (s, 2H), 3.32 (s, 3H).

MS (m/e): 389 (56), 166 (100), 138 (91), 109 (76), 95 (29)

N-(4-Fluorophenyl)-*N*-methyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-112)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.48-7.06 (m, 8H), 4.49 (E) 4.32 (Z) (s, 2H), 3.33 (s, 3H).

MS (m/e): 405 (26), 166 (60), 138 (42), 109 (39), 43 (100)

N-(4-Fluorophenyl)-*N*-methyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-113)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.45-7.05 (m, 8H), 4.48 (E) 4.30 (Z) (s, 2H), 3.32 (s, 3H).

MS (m/e): 405 (41), 166 (100), 138 (84), 109 (73), 95 (35)

N-(4-Fluorophenyl)-*N*-methyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dichlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-114)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.34-7.08 (m, 7H), 4.49 (E) 4.31 (Z) (s, 2H), 3.30 (s, 3H).

MS (m/e): 439 (46), 166 (100), 138 (89), 109 (90), 95 (38)

N-(4-Chlorophenyl)-*N*-methyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dichlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-115)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 136-137°C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.50-7.05 (m, 7H), 4.48 (E) 4.30 (Z) (s, 2H), 3.31

(s, 3H).

MS (m/e): 455 (31), 182 (56), 147 (100), 118 (35), 77 (24).

N-(2,4-Difluorophenyl)-*N*-methyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-116)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.45-6.85 (m, 7H), 4.49 (*E*) 4.30 (*Z*) (s, 2H), 3.31 (s, 3H).

MS (m/e): 423 (21), 184 (34), 156 (24), 127 (100).

N-(2,4-Difluorophenyl)-*N*-methyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-117)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.79-6.87 (m, 7H), 4.48 (*E*) 4.31 (*Z*) (s, 2H), 3.33 (s, 3H).

MS (m/e): 439 (34), 216 (57), 181 (100), 145 (50).

N-Ethyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy]-acetamide (IV-118)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.65-7.09 (m, 10H), 4.41 (*E*) 4.28 (*Z*) (s, 2H), 3.75 (q, 2H), 1.13 (t, 3H).

MS (m/e): 367 (12), 162 (100), 134 (79), 106 (57), 91(55).

N-Ethyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-119)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.49-7.01 (m, 9H), 4.42 (E) 4.29 (Z) (s, 2H), 3.76 (q, 2H), 2.39 (s, 3H), 1.13 (t, 3H).

MS (m/e): 381 (100), 363(10), 162 (56), 134 (64).

N-Ethyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methoxyphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-120)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.62-6.81 (m, 9H), 4.43 (E) 4.28 (Z) (s, 2H), 3.85 (s, 3H), 3.74(q, 2H), 1.14 (t, 3H).

MS (m/e): 397 (29), 378 (16), 162 (99), 134 (100), 106(78).

N-Ethyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methoxyphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-121)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.42-6.75 (m, 9H), 4.42 (E) 4.28 (Z) (s, 2H), 3.94 (q, 2H), 3.72 (q, 2H), 1.34 (t, 3H), 1.13 (t, 3H).

MS (m/e): 411 (25), 221 (54), 162 (100), 134 (72).

N-Ethyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-trifluoromethylphenyl)-propen-1-oxyl]-acetamide (IV-122)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.82-7.02 (m, 9H), 4.42 (*E*) 4.29 (*Z*) (s, 2H), 3.74 (q, 2H), 1.14 (t, 3H).

MS (m/e): 435 (16), 162 (100), 134 (89), 106 (46).

N-Ethyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-fluorophenyl)-propen-1-oxyl]-acetamide (IV-123)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.49-6.90 (m, 9H), 4.42 (*E*) 4.28 (*Z*) (s, 2H), 3.75 (q, 2H), 1.13 (t, 3H).

MS (m/e): 385 (30), 162 (100), 134 (71), 106 (43).

N-Ethyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propen-1-oxyl]-acetamide (IV-124)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.62-6.92 (m, 9H), 4.41 (*E*) 4.29 (*Z*) (s, 2H), 3.76 (q, 2H), 1.14 (t, 3H).

MS (m/e): 385 (39), 162 (100), 133 (80), 91 (53).

N-Ethyl-N-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-125)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.57-6.98 (m, 9H), 4.42 (E) 4.29 (Z) (s, 2H), 3.76 (q, 2H), 1.14 (t, 3H).

MS (m/e): 401 (40), 162 (100), 134 (56).

N-Ethyl-N-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(2-thienyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-126)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.68-6.93 (m, 8H), 4.42 (E) 4.28 (Z) (s, 2H), 3.75 (q, 2H), 1.16 (t, 3H).

MS (m/e): 373 (31), 162 (100), 134 (32).

N-Ethyl-N-(4-methylphenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-127)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.49-6.94 (m, 9H), 4.43 (E) 4.28 (Z) (s, 2H), 3.74 (q, 2H), 2.39 (s, 3H), 1.13 (t, 3H).

MS (m/e): 381 (55), 176 (100), 105 (44).

N-Ethyl-N-(4-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-128)

xy]-acetamide (IV-128)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.63-6.89 (m, 8H), 4.42 (E) 4.29 (Z) (s, 2H), 3.74 (q, 2H), 2.38 (s, 3H), 1.12 (t, 3H).

MS (m/e): 399 (55), 176 (100), 148 (55).

N-Ethyl-N-(4-methoxyphenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-129)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.49-6.85 (m, 9H), 4.41 (E) 4.27 (Z) (s, 2H), 3.81 (s, 3H), 3.72 (q, 2H), 1.13 (t, 3H).

MS (m/e): 397 (23), 378 (12), 193 (100), 165 (36).

N-Ethyl-N-(4-methoxyphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-130)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.48-6.84 (m, 8H), 4.42 (E) 4.28 (Z) (s, 2H), 3.82 (s, 3H), 3.75 (q, 2H), 1.12 (t, 3H).

MS (m/e): 415 (14), 192 (100), 164 (43), 121 (75).

N-Ethyl-N-(3-trifluoromethylphenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-131)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 52-53°C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.81-7.23 (m, 9H), 4.43 (E) 4.29 (Z) (s, 2H), 3.75 (q, 2H), 1.13 (t, 3H).

MS (m/e): 435 (26), 221 (100), 174 (61), 159 (69).

N-Ethyl-N-(3-trifluoromethylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-132)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 48-49°C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.86-7.02 (m, 8H), 4.41 (E) 4.28 (Z) (s, 2H), 3.72 (q, 2H), 2.38 (s, 3H), 1.12 (t, 3H).

MS (m/e): 449 (10), 230 (100), 202 (36), 174 (27).

N-Ethyl-N-(3-trifluoromethylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-133)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.89-6.85 (m, 8H), 4.41 (E) 4.29 (Z) (s, 2H), 3.73 (q, 2H), 1.14 (t, 3H).

MS (m/e): 453 (26), 231 (100), 201 (63).

N-Ethyl-N-(2-chlorophenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-134)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성

은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.60-7.12 (m, 9H), 4.40 (E) 4.28 (Z) (s, 2H), 4.02 (m, 1H), 3.48 (m, 1H), 1.12 (t, 3H).

MS (m/e): 401 (72), 382 (15), 196 (100), 168 (44), 146 (35).

N-Ethyl-N-(2-chloromethylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-135)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.62-7.02 (m, 8H), 4.40 (E) 4.28 (Z) (s, 2H), 4.06 (m, 1H), 3.49 (m, 1H), 2.39 (s, 3H), 1.14 (t, 3H).

MS (m/e): 415 (26), 196 (100), 118 (35).

N-Ethyl-N-(3-chlorophenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-136)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.49-6.94 (m, 9H), 4.41 (E) 4.28 (Z) (s, 2H), 3.73 (q, 2H), 1.13 (t, 3H).

MS (m/e): 401 (14), 196 (100), 168 (24), 146 (27).

N-Ethyl-N-(4-chlorophenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-137)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.50-6.90 (m, 9H), 4.40 (*E*) 4.28 (*Z*) (s, 2H), 3.74 (q, 2H), 1.1 (t, 3H).

MS (m/e): 401 (10), 196 (100), 146 (37), 118 (27).

N-Ethyl-*N*-(4-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxyl]-acetamide (IV-138)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 70-71 °C.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.62-6.95 (m, 8H), 4.40 (*E*) 4.29 (*Z*) (s, 2H), 3.76 (q, 2H), 2.39 (s, 3H), 1.14 (t, 3H).

MS (m/e): 415 (12), 196 (81), 161 (100), 118 (27).

N-Propyl-*N*-phenyl-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-139)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.50-7.02 (m, 10H), 4.40 (*E*) 4.25 (*Z*) (s, 2H), 3.65 (t, 2H), 1.68-1.41 (m, 2H), 0.91 (t, 3H).

MS (m/e): 381 (11), 176 (100), 134 (84), 106 (93), 77 (62).

N-Propyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-140)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.62-6.97 (m, 9H), 4.40 (*E*) 4.26 (*Z*) (s, 2H), 3.64 (t, 2H), 2.32 (s, 3H), 1.67-1.42 (m, 2H), 0.91 (t, 3H).

MS (m/e): 395 (20), 377 (13), 176 (100).

N-Propyl-*N*-(4-methoxyphenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-141)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.63-6.86 (m, 9H), 4.40 (*E*) 4.25 (*Z*) (s, 2H), 3.81 (s, 3H), 6.65 (t, 2H), 1.65-1.41 (m, 2H), 0.91 (t, 3H).

MS (m/e): 411 (24), 206 (100), 178 (35), 164 (48), 136 (42).

N-Propyl-*N*-(4-methoxyphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-142)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.62-6.79 (m, 8H), 4.39 (*E*) 4.25 (*Z*) (s, 2H), 3.83 (s, 3H), 3.65 (t, 2H), 2.32 (s, 3H), 1.68-1.42 (m, 2H), 0.92 (t, 3H).

MS (m/e): 425 (29), 406 (14), 203 (100).

N-Isopropyl-*N*-phenyl-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-143)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 54-55°C.

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.50-7.01 (m, 10H), 5.09-4.87 (m, 1H), 4.30 (*E*)

4.14 (Z) (s, 2H), 1.08 (d, 6H).

MS (m/e): 381 (12), 176 (59), 134 (100), 106 (97), 77 (89).

N-Isopropyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-144)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil.

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.62-6.82 (m, 9H), 5.10-4.89 (m, 1H), 4.29 (*E*) 4.16 (*Z*) (s, 2H), 2.39 (s, 3H), 1.09 (d, 6H).

MS (m/e): 395 (39), 176 (34), 134 (100), 106 (69).

N-Isopropyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-145)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 67-68 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.62-6.97 (m, 9H), 5.28-4.86 (m, 1H), 4.29 (*E*) 4.15 (*Z*) (s, 2H), 2.46 (s, 3H), 1.09 (D, 6H)

MS (m/e): 395 (65), 376 (49), 176 (100), 106 (76)

N-Isopropyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dimethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-146)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.64-6.85 (m, 8H), 5.20-4.88 (m, 1H), 4.30 (*E*) 4.16 (*Z*) (s, 2H), 2.38 (s, 6H), 1.09 (d, 6H)

MS (m/e): 409 (56), 134 (100), 106 (87), 77 (52)

N-Isopropyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methoxyphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-147)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.51-6.79 (m, 9H), 5.19-4.84 (m, 1H), 4.28 (E) 4.14 (Z) (s, 2H), 3.80 (s, 3H), 1.08 (d, 6H)

MS (m/e): 411 (30), 176 (39), 134 (100), 106 (50)

N-Isopropyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methoxyphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-148)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 48-49 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.71-6.95 (m, 9H), 5.21-4.85 (m, 1H), 4.29 (E) 4.15 (Z) (s, 2H), 3.81 (s, 3H), 1.09 (d, 6H)

MS (m/e): 411 (33), 176 (57), 134 (100), 106 (74)

N-Isopropyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-ethoxyphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-149)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.48-6.79 (m, 9H), 5.10-4.84 (m, 1H), 4.28 (E) 4.16 (Z) (s, 2H), 4.40 (q, 2H), 1.38 (t, 3H), 1.09 (d, 6H)

MS (m/e): 425 (70), 176 (63), 134 (100), 106 (69), 84 (55)

N-Isopropyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(1,3-benzodioxolan-5-yl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-150)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.59-6.75 (m, 8H), 5.96 (s, 2H), 5.11-4.86 (m, 1H), 4.29 (*E*) 4.16 (*Z*) (s, 2H), 1.08 (d, 6H)

MS (m/e): 425 (15), 219 (30), 134 (100), 106 (60)

N-Isopropyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-151)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.50-6.91 (m, 9H), 5.10-4.82 (m, 1H), 4.29 (*E*) 4.14 (*Z*) (s, 2H), 1.09 (d, 6H)

MS (m/e): 399 (40), 134 (100), 106 (70)

N-Isopropyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-152)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil. ¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.54-6.89 (m, 9H), 5.09-4.84 (m, 1H), 4.28 (*E*) 4.15 (*Z*) (s, 2H), 1.08 (d, 6H). MS (m/e): 399 (35), 176 (45), 134 (100), 106 (83)

N-Isopropyl-*N*-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-ac

etamide (IV-153)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.69-6.94 (m, 9H), 5.11-4.88 (m, 1H), 4.29 (E) 4.15 (Z) (s, 2H), 1.08 (d, 6H)

MS (m/e): 415 (45), 176 (31), 134 (100), 106 (65)

N-Isopropyl-N-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-154)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 72-73 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.87-6.87 (m, 9H), 5.21-4.87 (m, 1H), 4.28 (E) 4.14 (Z) (s, 2H), 1.09 (d, 6H)

MS (m/e): 415 (25), 176 (28), 134 (100), 106 (73), 78 (34)

N-Isopropyl-N-phenyl-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(2-thienyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-155)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 63-64 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.50-6.94 (m, 8H), 5.18-4.81 (m, 1H), 4.29 (E) 4.16 (Z) (s, 2H), 1.08 (d, 6H)

MS (m/e): 387 (22), 176 (31), 134 (100), 106 (85), 77 (41), 43 (46)

N-Isopropyl-N-(2-methylphenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-156)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.61-6.97 (m, 9H), 5.00-4.78 (m, 1H), 4.28 (E) 4.17 (Z) (dd, 2H), 2.32 (s, 3H), 1.27 (d, 3H), 1.02 (d, 3H)

MS (m/e): 395 (46), 148 (100), 120 (47), 45 (23)

N-Isopropyl-*N*-(2-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-157)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.48-6.95 (m, 8H), 4.95-4.75 (m, 1H), 4.29 (E) 4.15 (Z) (dd, 2H), 2.33 (s, 3H), 2.31 (s, 3H), 1.30 (d, 3H), 1.00 (d, 3H)

MS (m/e): 409 (9), 190 (34), 148 (100), 120 (80), 118 (30), 91 (30), 45 (42)

N-Isopropyl-*N*-(2-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,4-dimethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-158)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.42-7.00 (m, 7H), 4.96-4.76 (m, 1H), 4.28 (E) 4.15 (Z) (dd, 2H), 2.33 (s, 3H), 2.30 (s, 6H), 1.30 (d, 3H), 1.02 (d, 3H)

MS (m/e): 423 (15), 148 (100), 120 (49), 45 (22)

N-Isopropyl-*N*-(2-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dimethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-159)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은

은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.40-6.85 (m, 7H), 4.95-4.76 (m, 1H), 4.28 (E) 4.16 (Z) (dd, 2H), 2.33 (s, 3H), 2.31 (s, 6H), 1.31 (d, 3H), 1.01 (d, 3H)

MS (m/e): 423 (20), 148 (100), 120 (45), 45 (24)

N-Isopropyl-*N*-(2-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methoxyphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-160)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.46-6.75 (m, 8H), 4.90-4.72 (m, 1H), 4.28 (E) 4.16 (Z) (dd, 2H), 3.82 (s, 3H), 2.32 (s, 3H), 1.28 (d, 3H), 0.98 (d, 3H)

MS (m/e): 425 (8), 148 (100), 120 (82), 45 (39)

N-Isopropyl-*N*-(2-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methoxyphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-161)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.40-6.80 (m, 8H), 4.91-4.75 (m, 1H), 4.28 (E) 4.15 (Z) (dd, 2H), 3.81 (s, 3H), 2.31 (s, 3H), 1.29 (d, 3H), 0.99 (d, 3H)

MS (m/e): 425 (8), 148 (100), 120 (63), 45 (25)

N-Isopropyl-*N*-(2-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-162)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.38-6.87 (m, 8H), 4.91-4.72 (m, 1H), 4.28 (E) 4.16 (Z) (dd, 2H), 2.31 (s, 3H), 1.29 (d, 3H), 0.98 (d, 3H)

MS (m/e): 413 (54), 148 (100), 120 (68), 45 (39)

N-Isopropyl-*N*-(2-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-163)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.51-6.95 (m, 8H), 4.97-4.78 (m, 1H), 4.28 (E) 4.15 (Z) (dd, 2H), 2.30 (s, 3H), 1.25 (d, 3H), 1.01 (d, 3H)

MS (m/e): 413 (22), 190 (89), 148 (100), 120 (94), 91 (73)

N-Isopropyl-*N*-(2-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-164)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.54-7.00 (m, 8H), 4.96-4.74 (m, 1H), 4.27 (E) 4.16 (Z) (dd, 2H), 2.28 (s, 3H), 1.30 (d, 3H), 1.01 (d, 3H)

MS (m/e): 429 (16), 148 (100), 120 (51), 45 (23)

N-Isopropyl-*N*-(2-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-165)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.50-7.00 (m, 8H), 4.95-4.76 (m, 1H), 4.28 (E) 4.15 (Z) (dd, 2H), 2.29 (s, 3H), 1.28 (d, 3H), 1.00 (d, 3H)
MS (m/e): 429 (30), 148 (100), 120 (52), 84 (32), 45 (36)

N-Isopropyl-*N*-(2-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dichlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-166)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.52-7.00 (m, 7H), 4.95-4.75 (m, 1H), 4.27 (E) 4.15 (Z) (dd, 2H), 2.28 (s, 3H), 1.30 (d, 3H), 1.01 (d, 3H)
MS (m/e): 463 (16), 148 (100), 120 (73), 45 (45)

N-Isopropyl-*N*-(3-methylphenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-167)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 64-65 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.45-6.80 (m, 9H), 5.02-4.79 (m, 1H), 4.30 (E) 4.12 (Z) (s, 2H), 2.35 (s, 3H), 1.08 (d, 6H)
MS (m/e): 395 (14), 190 (56), 148 (100), 120 (95), 91 (35)

N-Isopropyl-*N*-(3-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-168)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.32-6.79 (m, 8H), 5.03-4.80 (m, 1H), 4.30 (E) 4.15

(Z) (s, 2H), 2.34 (s, 3H), 2.30 (s, 3H), 1.09 (d, 6H)

MS (m/e): 409 (11), 190 (28), 148 (100), 120 (51), 84 (39)

N-Isopropyl-*N*-(3-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-169)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 76-77 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.32-6.80 (m, 8H), 5.04-4.83 (m, 1H), 4.28 (E) 4.14 (Z) (s, 2H), 2.38 (s, 3H), 2.31 (s, 3H), 1.05 (d, 6H)

MS (m/e): 409 (36), 190 (60), 148 (100), 120 (54)

N-Isopropyl-*N*-(3-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-ethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-170)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 66-67 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.40-6.81 (m, 8H), 5.04-4.84 (m, 1H), 4.30 (E) 4.16 (Z) (s, 2H), 2.65 (q, 2H), 2.38 (s, 3H), 1.26 (t, 3H), 1.09 (d, 6H)

MS (m/e): 423 (41), 190 (47), 148 (100), 120 (60), 91 (21)

N-Isopropyl-*N*-(3-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,4-dimethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-171)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.48-6.81 (m, 7H), 5.03-4.85 (m, 1H), 4.31 (E) 4.17 (Z) (s, 2H), 2.39 (s, 3H), 2.25 (s, 6H), 1.08 (d, 6H)

MS (m/e): 423 (56), 190 (39), 148 (100), 120 (52), 91 (20)

N-Isopropyl-*N*-(3-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dimethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-172)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 60-61 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.38-6.80 (m, 7H), 5.05-4.85 (m, 1H), 4.29 (E) 4.15 (Z) (s, 2H), 2.35 (s, 3H), 2.29 (s, 6H), 1.07 (d, 6H)

MS (m/e): 423 (57), 190 (69), 148 (100), 120 (63), 91 (24)

N-Isopropyl-*N*-(3-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methoxyphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-173)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 46-47 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.41-6.82 (m, 8H), 5.06-4.86 (m, 1H), 4.30 (E) 4.16 (Z) (s, 2H), 3.80 (s, 3H), 2.35 (s, 6H), 1.10 (d, 6H)

MS (m/e): 425 (58), 190 (37), 148 (100), 120 (53)

N-Isopropyl-*N*-(3-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methoxyphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-174)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 68-69 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.37-6.79 (m, 8H), 5.01-4.80 (m, 1H), 4.30 (E) 4.15 (Z) (s, 2H), 3.82 (s, 3H), 2.34 (s, 6H), 1.07 (d, 6H)

MS (m/e): 425 (31), 190 (71), 148 (100), 120 (79), 91 (30)

N-Isopropyl-*N*-(3-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-175)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 42-43 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.35-6.81 (m, 8H), 5.01-4.78 (m, 1H), 4.30 (*E*) 4.14 (*Z*) (s, 2H), 2.35 (s, 3H), 1.09 (d, 6H)

MS (m/e): 413 (57), 190 (37), 148 (100), 120 (54)

N-Isopropyl-*N*-(3-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-176)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.50-6.85 (m, 8H), 5.04-4.85 (m, 1H), 4.30 (*E*) 4.16 (*Z*) (s, 2H), 2.39 (s, 3H), 1.09 (d, 6H)

MS (m/e): 413 (51), 148 (100), 120 (90)

N-Isopropyl-*N*-(3-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-177)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.48-6.78 (m, 8H), 5.04-4.85 (m, 1H), 4.31 (*E*) 4.14 (*Z*) (s, 2H), 2.38 (s, 3H), 1.08 (d, 6H)

MS (m/e): 429 (25), 148 (100), 120 (83)

N-Isopropyl-*N*-(3-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-178)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 56-57 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.40-6.62 (m, 8H), 5.02-4.85 (m, 1H), 4.30 (E) 4.15 (Z) (s, 2H), 2.38 (s, 3H), 1.08 (d, 6H)

MS (m/e): 429 (55), 190 (23), 148 (100), 120 (53)

N-Isopropyl-*N*-(3-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dichlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-179)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 58-59 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.35-6.80 (m, 7H), 5.00-4.80 (m, 1H), 4.31 (E) 4.17 (Z) (s, 2H), 2.35 (s, 3H), 1.07 (d, 6H)

MS (m/e): 463 (51), 148 (100), 120 (37)

N-Isopropyl-*N*-(3-methoxyphenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-180)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 80-81 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.50-6.58 (m, 9H), 5.08-4.85 (m, 1H), 4.29 (E) 4.14 (Z) (s, 2H), 3.82 (s, 3H), 1.09 (d, 6H)

MS (m/e): 411 (28), 208 (100), 165 (82), 137 (36)

N-Isopropyl-*N*-(3-methoxyphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-181)

n-1-oxy]-acetamide (IV-181)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 93-94 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.52-6.53 (m, 8H), 5.23-4.78 (m, 1H), 4.30 (E) 4.15 (Z) (s, 2H), 3.82 (s, 3H), 2.41 (s, 3H), 1.12 (d, 6H)

MS (m/e): 425 (38), 375 (100), 118 (78)

N-Isopropyl-N-(3-methoxyphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-182)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 50-51 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.45-6.55 (m, 8H), 5.02-4.85 (m, 1H), 4.31 (E) 4.16 (Z) (s, 2H), 3.80 (s, 3H), 1.09 (d, 6H)

MS (m/e): 429 (52), 206 (82), 164 (100), 136 (86), 45 (24)

N-Isopropyl-N-(3-methoxyphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-183)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.51-6.76 (m, 8H), 5.02-4.82 (m, 1H), 4.30 (E) 4.14 (Z) (s, 2H), 3.82 (s, 3H), 1.02 (d, 6H)

MS (m/e): 445 (50), 206 (50), 164 (100), 136 (68), 45 (54)

N-Isopropyl-N-(3-methoxyphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-184)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 60-61 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.45-6.58 (m, 8H), 5.02-4.85 (m, 1H), 4.29 (E) 4.14 (Z) (s, 2H), 3.81 (s, 3H), 1.10 (d, 6H)

MS (m/e): 445 (24), 206 (66), 164 (100), 136 (92), 45 (37)

N-Isopropyl-*N*-(3-methoxyphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dichlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-185)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.41-6.61 (m, 7H), 5.00-4.84 (m, 1H), 4.30 (E) 4.15 (Z) (s, 2H), 3.81 (s, 3H), 1.09 (d, 6H)

MS (m/e): 479 (51), 206 (54), 164 (100), 137 (74), 45 (26)

N-Isopropyl-*N*-(4-methoxyphenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-186)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.49-6.81 (m, 9H), 5.04-4.82 (m, 1H), 4.29 (E) 4.13 (Z) (s, 2H), 3.81 (s, 3H), 1.04 (d, 6H)

MS (m/e): 411 (56), 206 (68), 164 (100), 136 (52), 121 (74)

N-Isopropyl-*N*-(4-methoxyphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-187)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성

은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.55-6.88 (m, 8H), 5.12-4.79 (m, 1H), 4.31 (E) 4.16 (Z) (s, 2H), 3.81 (s, 3H), 2.38 (s, 3H), 1.08 (d, 6H)

MS (m/e): 425 (26), 210 (81), 168 (100), 140 (53), 133 (49), 45 (51)

N-Isopropyl-*N*-(4-methoxyphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-188)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 87-88 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.62-6.98 (m, 8H), 5.21-4.82 (m, 1H), 4.29 (E) 4.14 (Z) (s, 2H), 3.82 (s, 3H), 2.35 (s, 3H), 1.08 (d, 6H)

MS (m/e): 425 (14), 406 (10), 203 (100), 69 (27)

N-Isopropyl-*N*-(4-methoxyphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methoxyphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-189)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.40-6.81 (m, 8H), 5.02-4.83 (m, 1H), 4.29 (E) 4.15 (Z) (s, 2H), 3.81 (s, 3H), 3.79 (s, 3H), 1.08 (d, 6H)

MS (m/e): 441 (30), 206 (76), 164 (100), 136 (42), 121 (47)

N-Isopropyl-*N*-(4-methoxyphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-180)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.49-6.86 (m, 8H), 5.03-4.84 (m, 1H), 4.30 (E) 4.15 (Z) (s, 2H), 3.82 (s, 3H), 1.10 (d, 6H)

MS (m/e): 429 (57), 206 (36), 164 (100), 136 (52)

N-Isopropyl-*N*-(4-methoxyphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-191)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.49-6.88 (m, 8H), 5.03-4.85 (m, 1H), 4.29 (E) 4.17 (Z) (s, 2H), 3.82 (s, 3H), 1.10 (d, 6H)

MS (m/e): 445 (62), 164 (100), 121 (42)

N-Isopropyl-*N*-(3-trifluoromethylphenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-192)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.80-7.23 (m, 9H), 5.12-4.89 (m, 1H), 4.30 (E) 4.15 (Z) (s, 2H), 1.02 (d, 6H)

MS (m/e): 449 (36), 430 (19), 244 (100), 174 (40)

N-Isopropyl-*N*-(3-trifluoromethylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(1,3-benzodioxolan-5-yl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-193)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.95-6.72 (m, 7H), 5.95 (s, 2H), 5.28-4.84 (m, 1H), 4.29 (*E*) 4.14 (*Z*) (s, 2H), 1.09 (d, 6H)
MS (m/e): 493 (35), 244 (21), 202 (100)

N-Isopropyl-*N*-(3-trifluoromethylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-194)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.81-6.98 (m, 8H), 5.05-4.92 (m, 1H), 4.29 (*E*) 4.16 (*Z*) (s, 2H), 1.12 (d, 6H)
MS (m/e): 467 (30), 244 (35), 203 (100), 174 (78), 145 (65)

N-Isopropyl-*N*-(3-trifluoromethylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-195)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.79-7.18 (m, 8H), 5.09-4.89 (m, 1H), 4.30 (*E*) 4.14 (*Z*) (s, 2H), 1.10 (d, 6H)
MS (m/e): 483 (24), 202 (100), 174 (31)

N-Isopropyl-*N*-(4-fluorophenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-196)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 75-76 °C

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.51-6.91 (m, 9H), 5.15-4.67 (m, 1H), 4.29 (*E*) 4.14

(Z) (s, 2H), 1.02 (d, 6H)

MS (m/e): 399 (70), 380 (26), 194 (100), 152 (94), 123 (91), 109 (36)

N-Isopropyl-N-(4-fluorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-197)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 68-69 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.46-6.98 (m, 8H), 5.21-4.78 (m, 1H), 4.30 (E) 4.15 (Z) (s, 2H), 2.46 (s, 3H), 1.07 (d, 6H)

MS (m/e): 413 (45), 394 (100), 118 (36)

N-Isopropyl-N-(4-fluorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methoxyphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-198)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.51-6.91 (m, 8H), 5.51-4.67 (m, 1H), 4.29 (E) 4.17 (Z) (s, 2H), 3.85 (s, 3H), 1.02 (d, 6H)

MS (m/e): 429 (22), 410 (15), 194 (47), 152 (100), 124 (41)

N-Isopropyl-N-(4-fluorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-trifluoromethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-199)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.79-7.05 (m, 8H), 5.23-4.82 (m, 1H), 4.30 (E) 4.14 (Z) (s, 2H), 1.08 (d, 6H)

MS (m/e): 467 (15), 194 (51), 152 (100), 124 (36)

N-Isopropyl-*N*-(4-fluorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-200)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.49-6.98 (m, 8H), 5.06-4.87 (m, 1H), 4.29 (*E*) 4.16 (*Z*) (s, 2H), 1.11 (d, 6H)

MS (m/e): 417 (36), 194 (92), 152 (100), 122 (86)

N-Isopropyl-*N*-(4-fluorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-201)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.41-7.01 (m, 8H), 5.02-4.85 (m, 1H), 4.30 (*E*) 4.14 (*Z*) (s, 2H), 1.02 (d, 6H)

MS (m/e): 433 (45), 152 (100), 124 (41)

N-Isopropyl-*N*-(4-fluorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(2-thienyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-202)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.46-6.97 (m, 7H), 5.21-4.75 (m, 1H), 4.29 (*E*) 4.15 (*Z*) (s, 2H), 1.09 (d, 6H)

MS (m/e): 405 (31), 194 (36), 152 (100), 122 (21), 109 (24)

N-Isopropyl-*N*-(2-chlorophenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-203)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.58-7.02 (m, 9H), 4.98-4.79 (m, 1H), 4.29 (E) 4.15 (Z) (dd, 2H), 1.24 (d, 3H), 1.02 (d, 3H)

MS (m/e): 415 (25), 168 (100), 140 (64), 45 (57)

N-Isopropyl-*N*-(2-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-204)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.61-7.02 (m, 8H), 5.03-4.79 (m, 1H), 4.31 (E) 4.14 (Z) (dd, 2H), 2.35 (s, 3H), 1.24 (d, 3H), 1.02 (d, 3H)

MS (m/e): 429 (60), 168 (100), 140 (53)

N-Isopropyl-*N*-(2-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-205)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.61-7.08 (m, 8H), 4.98-4.79 (m, 1H), 4.30 (E) 4.15 (Z) (dd, 2H), 2.35 (s, 3H), 1.25 (d, 3H), 1.02 (d, 3H)

MS (m/e): 429 (15), 168 (100), 140 (44)

N-Isopropyl-*N*-(2-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-ethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-206)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.60-7.08 (m, 8H), 4.98-4.78 (m, 1H), 4.33 (E) 4.14 (Z) (dd, 2H), 2.65 (q, 2H), 1.32 (t, 3H), 1.25 (d, 3H), 1.03 (d, 3H)

MS (m/e): 443 (17), 210 (59), 168 (100), 133 (86), 45 (78)

N-Isopropyl-*N*-(2-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,4-dimethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-207)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.59-7.02 (m, 7H), 4.98-4.79 (m, 1H), 4.29 (E) 4.16 (Z) (dd, 2H), 2.26 (s, 6H), 1.23 (d, 3H), 1.02 (d, 3H)

MS (m/e): 443 (20), 170 (59), 168 (100), 140 (59)

N-Isopropyl-*N*-(2-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dimethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-208)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 64-65 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.58-6.89 (m, 7H), 5.02-4.78 (m, 1H), 4.30 (E) 4.15 (Z) (dd, 2H), 2.28 (s, 6H), 1.23 (d, 3H), 1.00 (d, 3H)

MS (m/e): 443 (30), 168 (100), 140 (44)

N-Isopropyl-*N*-(2-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methoxyphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-209)

n-1-oxy]-acetamide (IV-209)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.60-6.80 (m, 8H), 5.00-4.80 (m, 1H), 4.29 (E) 4.17 (Z) (dd, 2H), 3.79 (s, 6H), 1.27 (d, 3H), 1.01 (d, 3H)

MS (m/e): 445 (30), 210 (25), 168 (100), 140 (68), 133 (56), 45 (36)

N-Isopropyl-N-(2-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methoxyphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-210)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.59-6.87 (m, 8H), 4.99-4.78 (m, 1H), 4.32 (E) 4.13 (Z) (dd, 2H), 3.79 (s, 6H), 1.25 (d, 3H), 1.03 (d, 3H)

MS (m/e): 445 (25), 168 (100), 140 (49), 45 (78)

N-Isopropyl-N-(2-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-211)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.61-6.91 (m, 8H), 5.01-4.78 (m, 1H), 4.30 (E) 4.18 (Z) (dd, 2H), 1.28 (d, 3H), 1.02 (d, 3H)

MS (m/e): 433 (25), 210 (57), 168 (100), 140 (81), 133 (56)

N-Isopropyl-N-(2-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-212)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.60-6.98 (m, 8H), 5.02-4.79 (m, 1H), 4.32 (E) 4.19 (Z) (dd, 2H), 1.29 (d, 3H), 1.03 (d, 3H)

MS (m/e): 433 (30), 168 (100), 140 (67), 133 (47)

N-Isopropyl-*N*-(2-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-213)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.39-7.04 (m, 8H), 4.99-4.78 (m, 1H), 4.33 (E) 4.16 (Z) (dd, 2H), 1.25 (d, 3H), 1.02 (d, 3H)

MS (m/e): 449 (20), 168 (100), 140 (64), 45 (75)

N-Isopropyl-*N*-(2-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-214)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.62-7.15 (m, 8H), 5.00-4.75 (m, 1H), 4.30 (E) 4.17 (Z) (dd, 2H), 1.29 (d, 3H), 1.02 (d, 3H)

MS (m/e): 449 (15), 168 (100), 140 (49), 133 (37), 45 (34)

N-Isopropyl-*N*-(2-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dichlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-215)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은

은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.57-7.01 (m, 7H), 4.97-4.79 (m, 1H), 4.30 (E) 4.22 (Z) (dd, 2H), 1.23 (d, 3H), 1.02 (d, 3H)

MS (m/e): 483 (25), 168 (100), 140 (77), 133 (63)

N-Isopropyl-*N*-(3-chlorophenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-216)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.65-6.98 (m, 9H), 5.09-4.84 (m, 1H), 4.30 (E) 4.15 (Z) (s, 2H), 1.09 (d, 6H)

MS (m/e): 415 (10), 211 (45), 169 (100), 87 (35)

N-Isopropyl-*N*-(3-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-217)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 79-80 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.52-6.53 (m, 8H), 5.24-4.72 (m, 1H), 4.29 (E) 4.17 (Z) (s, 2H), 2.34 (s, 3H), 1.21 (d, 6H)

MS (m/e): 429 (15), 210 (42), 168 (100), 140 (53), 133 (41)

N-Isopropyl-*N*-(3-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-218)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.51-6.90 (m, 8H), 5.03-4.83 (m, 1H), 4.30 (E) 4.16 (Z) (s, 2H), 1.08 (d, 6H)

MS (m/e): 433 (45), 210 (42), 168 (100), 140 (80), 133 (52)

N-Isopropyl-*N*-(3-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-219)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.69-6.95 (m, 8H), 5.09-4.85 (m, 1H), 4.31 (E) 4.18 (Z) (s, 2H), 1.10 (d, 6H)

MS (m/e): 449 (35), 168 (100), 140 (60), 45 (98)

N-Isopropyl-*N*-(2-chloro-4-fluorophenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-220)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.45-6.92 (m, 8H), 5.00-4.77 (m, 1H), 4.32 (E) 4.19 (Z) (dd, 2H), 1.29 (d, 3H), 1.03 (d, 3H)

MS (m/e): 433 (56), 193 (54), 168 (65), 151 (100), 45 (46)

N-Isopropyl-*N*-(2-chloro-4-fluorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-221)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.34-6.98 (m, 7H), 5.00-4.77 (m, 1H), 4.32 (E) 4.17 (Z) (dd, 2H), 2.32 (s, 3H), 1.27 (d, 3H), 1.01 (d, 3H)

MS (m/e): 447 (35), 186 (33), 84 (100), 45 (49)

N-Isopropyl-*N*-(2-chloro-4-fluorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-222)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.41-6.99 (m, 7H), 5.01-4.76 (m, 1H), 4.30 (E) 4.16 (Z) (dd, 2H), 2.33 (s, 3H), 1.26 (d, 3H), 1.04 (d, 3H)

MS (m/e): 447 (55), 193 (67), 186 (78), 151 (100), 45 (35)

N-Isopropyl-*N*-(2-chloro-4-fluorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,4-dimethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-223)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.35-6.97 (m, 6H), 5.01-4.78 (m, 1H), 4.30 (E) 4.19 (Z) (dd, 2H), 2.33 (s, 6H), 1.26 (d, 3H), 1.02 (d, 3H)

MS (m/e): 461 (56), 198 (66), 186 (88), 151 (100), 45 (49)

N-Isopropyl-*N*-(2-chloro-4-fluorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dimethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-224)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 70-71 °C

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.38-6.82 (m, 6H), 5.00-4.76 (m, 1H), 4.31 (E) 4.16

(Z) (dd, 2H), 2.30 (s, 6H), 1.27 (d, 3H), 1.00(d, 3H)

MS (m/e): 461 (31), 193 (64), 186 (85), 151 (100), 45 (54)

N-Isopropyl-*N*-(2-chloro-4-fluorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-225)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.40-6.95 (m, 7H), 5.00-4.79 (m, 1H), 4.31 (E) 4.17 (Z) (dd, 2H), 1.27 (d, 3H), 1.03 (d, 3H)

MS (m/e): 451 (40), 193 (61), 186 (66), 151 (100), 45 (48)

N-Isopropyl-*N*-(2-chloro-4-fluorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-226)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.47-6.94 (m, 7H), 5.00-4.78 (m, 1H), 4.32 (E) 4.16 (Z) (dd, 2H), 1.26 (d, 3H), 1.02 (d, 3H)

MS (m/e): 451 (22), 193 (52), 186 (73), 151 (100), 45 (53)

N-Isopropyl-*N*-(2-chloro-4-fluorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-227)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.45-6.98 (m, 7H), 5.00-4.79 (m, 1H), 4.32 (E) 4.16 (Z) (dd, 2H), 1.28 (d, 3H), 1.04 (d, 3H)

MS (m/e): 467 (39), 193 (69), 186 (74), 151 (100), 45 (53)

N-Isopropyl-*N*-(2-chloro-4-fluorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-228)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.44-6.98 (m, 7H), 4.98-4.75 (m, 1H), 4.30 (*E*) 4.17 (*Z*) (dd, 2H), 1.27 (d, 3H), 1.03 (d, 3H)

MS (m/e): 467 (35), 193 (71), 186 (72), 151 (100), 45 (60)

N-Isopropyl-*N*-(2-chloro-4-fluorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dichlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-229)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.45-7.01 (m, 6H), 5.00-4.78 (m, 1H), 4.32 (*E*) 4.15 (*Z*) (dd, 2H), 1.27 (d, 3H), 1.03 (d, 3H)

MS (m/e): 501 (41), 193 (71), 186 (76), 151 (100), 45 (68)

N-Isopropyl-*N*-(3,4-dichlorophenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-230)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 96-97 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.60-6.87 (m, 8H), 5.04-4.84 (m, 1H), 4.30 (*E*) 4.15 (*Z*) (s, 2H), 1.07 (d, 6H)

MS (m/e): 449 (30), 244 (31), 202 (100), 167 (83), 45 (65)

N-Isopropyl-*N*-(3,4-dichlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-fluorophenyl)-propan-1-yl]-acetamide (IV-231)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 74-75 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.61-6.95 (m, 7H), 5.05-4.85 (m, 1H), 4.29 (*E*) 4.14 (*Z*) (s, 2H), 1.12 (d, 6H)

MS (m/e): 467 (36), 244 (31), 202 (100), 174 (51), 167 (82), 45 (68)

N-Isopropyl-*N*-(3,4-dichlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propan-1-yl]-acetamide (IV-232)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.59-6.87 (m, 7H), 5.03-4.84 (m, 1H), 4.30 (*E*) 4.16 (*Z*) (s, 2H), 1.09 (d, 6H)

MS (m/e): 467 (20), 202 (98), 167 (100)

N-Isopropyl-*N*-(3,4-dichlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-chlorophenyl)-propan-1-yl]-acetamide (IV-233)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.60-6.92 (m, 7H), 5.02-4.82 (m, 1H), 4.31 (*E*) 4.15 (*Z*) (s, 2H), 1.08 (d, 6H)

MS (m/e): 483 (42), 244 (65), 204 (100), 167 (72)

N-Isopropyl-*N*-(3,4-dichlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-234)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 44-45 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.70-6.90 (m, 7H), 5.02-4.85 (m, 1H), 4.30 (E) 4.15 (Z) (s, 2H), 1.07 (d, 6H)

MS (m/e): 483 (12), 244 (39), 202 (100), 167 (54), 45 (48)

N-Isopropyl-*N*-(3,4-dichlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dichlorophenyl)propen-1-oxy]-acetamide (IV-235)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 80-81 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.61-6.95 (m, 6H), 5.05-4.86 (m, 1H), 4.28 (E) 4.14 (Z) (s, 2H), 1.09 (d, 6H)

MS (m/e): 517 (8), 202 (99), 167 (89), 45 (100)

N-Methyl-*N*-(3-methylphenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-236)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.45-6.90 (m, 9H), 4.41 (s, 2H), 3.27 (s, 3H), 2.36 (s, 3H)

MS (m/e): 367 (15), 162 (100), 147 (34), 91 (32)

N-Methyl-*N*-(3-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-

oxy]-acetamide (IV-237)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 54 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.32-6.90 (m, 8H), 4.39 (s, 2H), 3.26 (s, 3H), 2.36 (s, 3H), 2.34 (s, 3H)

MS (m/e): 381 (13), 162 (100), 147 (37), 91 (34)

N-Methyl-N-(3-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methoxyphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-238)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 69 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.48-6.79 (m, 8H), 4.43 (s, 2H), 3.82 (s, 3H), 3.48 (s, 3H), 2.64 (s, 3H)

MS (m/e): 397 (15), 162 (100), 134 (42), 91 (42), 43 (39)

N-Methyl-N-(3-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-239)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.44-6.93 (m, 8H), 4.41 (s, 2H), 3.27 (s, 3H), 2.38 (s, 3H)

MS (m/e): 385 (16), 162 (100), 147 (60), 134 (74), 91 (65)

N-Methyl-N-(4-methylphenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-240)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.82-6.98 (m, 8H), 4.49 (s, 2H), 3.28 (s, 3H), 3.39 (s, 3H)

MS (m/e): 435 (25), 162 (100), 147 (69), 134 (64), 91 (69)

N-Methyl-*N*-(3-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-241)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.40-6.97 (m, 8H), 4.42 (s, 2H), 3.28 (s, 3H), 2.39 (s, 3H)

MS (m/e): 401 (12), 162 (100), 147 (50), 134 (56), 91 (48)

N-Methyl-*N*-(4-methylphenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-242)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 90 °C

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.44-6.99 (m, 9H), 4.40 (s, 2H), 3.26 (s, 3H), 2.38 (s, 3H)

MS (m/e): 367 (15), 162 (100), 147 (48), 134 (46), 91 (47)

N-Methyl-*N*-(4-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-243)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성

은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.30-6.99 (m, 8H), 4.41 (s, 2H), 3.27 (s, 3H), 2.39 (s, 3H), 2.36 (s, 3H)

MS (m/e): 381 (14), 162 (100), 147 (46), 134 (36), 91 (32)

N-Methyl-*N*-(4-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-244)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 108 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.33-6.99 (m, 8H), 4.39 (s, 2H), 3.28 (s, 3H), 2.38 (s, 3H), 2.35 (s, 3H)

MS (m/e): 381 (13), 162 (100), 147 (41), 134 (36), 91 (27)

N-Methyl-*N*-(4-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methoxyphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-245)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 83 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.36-6.90 (m, 8H), 4.38 (s, 2H), 3.80 (s, 3H), 3.28 (s, 3H), 2.37 (s, 3H)

MS (m/e): 397 (25), 162 (100), 147 (42), 134 (44), 91 (43)

N-Methyl-*N*-(4-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-246)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 71 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.44-6.99 (m, 8H), 4.40 (s, 2H), 3.27 (s, 3H), 2.38 (s, 3H)

MS (m/e): 385 (23), 162 (100), 134 (46), 91 (26)

N-Methyl-*N*-(4-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-247)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.43-7.02 (m, 8H), 4.42 (s, 2H), 3.27 (s, 3H), 2.38 (s, 3H)

MS (m/e): 401 (11), 162 (100), 147 (48), 134 (38), 91 (36)

N-Methyl-*N*-(4-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dichlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-248)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.35-7.04 (m, 7H), 4.45 (s, 2H), 3.28 (s, 3H), 2.39 (s, 3H)

MS (m/e): 435 (15), 162 (100), 147 (54), 134 (50)

N-Methyl-*N*-(4-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(phenoxyphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-249)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 80 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.40-6.94 (m, 13H), 4.35 (s, 2H), 3.27 (s, 3H), 2.39 (s, 3H)

MS (m/e): 459 (15), 162 (100), 147 (33), 134 (28)

N-Methyl-*N*-(4-methylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(1,3-dioxolan-5-yl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-250)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 68 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.26-6.77 (m, 7H), 5.95 (s, 2H), 4.40 (s, 2H), 3.27 (s, 3H), 2.38 (s, 3H)

MS (m/e): 411 (15), 162 (100), 147 (39), 134 (32)

N-Methyl-*N*-(3,4-dimethylphenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-251)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.45-6.89 (m, 8H), 4.42 (s, 2H), 3.27 (s, 3H), 2.28 (s, 3H), 2.27 (s, 3H)

MS (m/e): 381 (13), 161 (33), 86 (72), 84 (100)

N-Methyl-*N*-(3,4-dimethylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-252)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.34-6.90 (m, 7H), 4.41 (s, 2H), 3.25 (s, 3H), 2.30

(s, 3H), 2.28 (s, 3H), 2.26 (s, 3H)

MS (m/e): 395 (12), 176 (100), 161 (96), 43 (49)

N-Methyl-*N*-(3,4-dimethylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,5-dimethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-253)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.24-6.86 (m, 6H), 4.37 (s, 2H), 3.22 (s, 3H), 2.28 (s, 6H), 2.25 (s, 3H), 2.31 (s, 3H)

MS (m/e): 409 (19), 176 (100), 161 (65)

N-Methyl-*N*-(3,4-dimethylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-ethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-254)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.37-6.88 (m, 7H), 4.41 (s, 2H), 3.26 (s, 3H), 2.65 (q, 2H), 2.30 (s, 3H), 2.28 (s, 3H), 1.26 (t, 3H)

MS (m/e): 409 (24), 176 (100), 161 (58)

N-Methyl-*N*-(3,4-dimethylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-255)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.43-6.83 (m, 7H), 4.41 (s, 2H), 3.25 (s, 3H), 2.26 (s, 6H)

MS (m/e): 399 (18), 176 (100), 161 (99), 132 (22)

N-Methyl-*N*-(3,4-dimethylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-trifluoromethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-256)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.69-6.86 (m, 7H), 4.39 (s, 2H), 3.27 (s, 3H), 2.89 (s, 3H), 2.27 (s, 3H)

MS (m/e): 449 (61), 176 (100), 161 (84)

N-Methyl-*N*-(3,4-dimethylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-257)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.32-6.81 (m, 7H), 4.42 (s, 2H), 3.26 (s, 3H), 2.29 (s, 3H), 2.28 (s, 3H)

MS (m/e): 415 (12), 176 (97), 161 (100), 84 (42)

N-Methyl-*N*-(3,4-dimethylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-phenoxyphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-258)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.40-6.85 (m, 12H), 4.42 (s, 2H), 3.26 (s, 3H), 2.28 (s, 3H), 2.27 (s, 3H)

MS (m/e): 473 (25), 176 (100), 161 (76)

N-Isopropyl-*N*-(3,4-dimethylphenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-259)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 65 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.46-6.78 (m, 8H), 4.96 (m, 1H), 4.30 (s, 2H), 2.31 (s, 3H), 2.29 (s, 3H), 1.06 (d, 6H)

MS (m/e): 409 (36), 204 (41), 162 (100), 134 (40)

N-Isopropyl-*N*-(3,4-dimethylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-260)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.27-6.77 (m, 7H), 4.95 (m, 1H), 4.24 (s, 2H), 2.35 (s, 3H), 2.29 (s, 3H), 2.27 (s, 3H), 1.05 (d, 6H)

MS (m/e): 423 (48), 204 (51), 162 (100), 134 (33)

N-Isopropyl-*N*-(3,4-dimethylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-261)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 52 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.45-6.78 (m, 7H), 4.93 (m, 1H), 4.25 (s, 2H), 2.28 (s, 3H), 2.26 (s, 3H), 1.06 (d, 6H)

MS (m/e): 427 (14), 204 (37), 162 (100), 134 (34)

N-Isopropyl-*N*-(3,4-dimethylphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-262)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 58 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.43-6.79 (m, 7H), 4.94 (m, 1H), 4.26 (s, 2H), 2.29 (s, 3H), 2.27 (s, 3H), 1.06 (d, 6H)

MS (m/e): 443 (18), 204 (33), 162 (100), 134 (35)

N-Methyl-*N*-(4-methoxyphenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-263)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.44-6.90 (m, 8H), 4.39 (s, 2H), 3.82 (s, 3H), 3.25 (s, 3H)

MS (m/e): 401 (18), 178 (100), 147 (66), 121 (53)

N-Methyl-*N*-(3-chlorophenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-264)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.42-7.03 (m, 9H), 4.41 (s, 2H), 3.29 (s, 3H)

MS (m/e): 387 (14), 182 (51), 147 (100), 118 (20)

N-Methyl-*N*-(3-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-265)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.43-7.16 (m, 8H), 4.34 (s, 2H), 3.27 (s, 3H), 2.35 (s, 3H)

MS (m/e): 401 (14), 182 (47), 147 (100), 118 (20)

N-Methyl-N-(3-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,4-dimethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-266)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.41-7.01 (m, 7H), 4.39 (s, 2H), 3.27 (s, 3H), 2.25 (s, 6H)

MS (m/e): 415 (17), 182 (64), 147 (100)

N-Methyl-N-(3-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-ethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-267)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.42-7.02 (m, 8H), 4.40 (s, 2H), 3.26 (s, 3H), 2.64 (q, 2H), 1.26 (t, 3H)

MS (m/e): 415 (21), 182 (99), 147 (100)

N-Methyl-N-(3-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-*t*-butylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-268)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은

은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.42-7.02 (m, 8H), 4.41 (s, 2H), 3.28 (s, 3H), 1.31 (s, 9H)

MS (m/e): 443 (18), 182 (72), 147 (100)

N-Methyl-*N*-(3-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methoxyphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-269)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.43-6.87 (m, 8H), 4.40 (s, 2H), 3.81 (s, 3H), 3.29 (s, 3H)

MS (m/e): 417(15), 182 (52), 147 (100), 78 (19)

N-Methyl-*N*-(3-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-270)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.43-7.02 (m, 8H), 4.44 (s, 2H), 3.30 (s, 3H)

MS (m/e): 405 (17), 182 (38), 147 (100)

N-Methyl-*N*-(3-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-271)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.43-7.00 (m, 8H), 4.36 (s, 2H), 3.29 (s, 3H)

MS (m/e): 405 (30), 147 (46), 85 (60), 84 (100), 43 (51)

N-Methyl-*N*-(3-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-272)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.42-7.06 (m, 8H), 4.43 (s, 2H), 3.28 (s, 3H)

MS (m/e): 421 (13), 182 (40), 147 (100), 43 (26)

N-Methyl-*N*-(4-chlorophenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-273)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 95 °C

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.46-7.09 (m, 9H), 4.39 (s, 2H), 3.29 (s, 3H)

MS (m/e): 387 (10), 181 (28), 147 (100)

N-Methyl-*N*-(4-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-274)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 74 °C

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.47-7.05 (m, 8H), 4.39 (s, 2H), 3.25 (s, 3H), 2.35 (s, 3H)

MS (m/e): 401 (19), 182 (48), 147 (100)

N-Methyl-N-(4-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-275)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 99 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.48-7.06 (m, 8H), 4.38 (s, 2H), 3.26 (s, 3H), 2.34 (s, 3H)

MS (m/e): 401 (18), 147 (71), 84 (100), 47 (83)

N-Methyl-N-(4-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3,4-dimethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-276)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 76 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.43-7.02 (m, 7H), 4.35 (s, 2H), 3.24 (s, 3H), 2.22 (s, 6H)

MS (m/e): 415 (15), 182 (59), 147 (100)

N-Methyl-N-(4-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-ethylphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-277)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 85 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.46-7.04 (m, 8H), 4.38 (s, 2H), 3.25 (s, 3H), 2.64 (q, 2H), 1.22 (t, 3H)

MS (m/e): 415 (14), 182 (47), 147 (100), 118 (24)

N-Methyl-N-(4-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-methoxyphenyl)-propen-1-

-oxy]-acetamide (IV-278)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDC13, ppm) 7.43-6.85 (m, 8H), 4.40 (s, 2H), 3.81 (s, 3H), 3.26 (s, 3H)

MS (m/e): 417 (19), 182 (23), 147 (100)

N-Methyl-N-(4-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-methoxyphenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-279)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 90 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDC13, ppm) 7.43-6.86 (m, 8H), 4.31 (s, 2H), 3.80 (s, 3H), 3.26 (s, 3H)

MS (m/e): 417 (16), 182 (47), 147 (100)

N-Methyl-N-(4-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-280)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDC13, ppm) 7.47-7.01 (m, 8H), 4.42 (s, 2H), 3.28 (s, 3H)

MS (m/e): 405 (17), 182 (42), 147 (100)

N-Methyl-N-(4-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-fluorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-281)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성

은 아래와 같다.

mp: 72 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDC13, ppm) 7.48-7.00 (m, 8H), 4.40 (s, 2H), 3.26 (s, 3H)

MS (m/e): 405 (18), 182 (77), 147 (100)

N-Methyl-*N*-(4-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(3-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-282)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDC13, ppm) 7.47-7.09 (m, 8H), 4.41 (s, 2H), 3.27 (s, 3H)

MS (m/e): 421 (15), 182 (45), 147 (100)

N-Methyl-*N*-(4-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(4-chlorophenyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-283)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: 66 °C

¹H-NMR (200 MHz, CDC13, ppm) 7.47-7.09 (m, 8H), 4.41 (s, 2H), 3.28 (s, 3H)

MS (m/e): 421 (18), 182 (29), 147 (100), 118 (29)

N-Methyl-*N*-(4-chlorophenyl)-2-[1,3,3,3-tetrafluoro-2-(2-thienyl)-propen-1-oxy]-acetamide (IV-284)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDC13, ppm) 7.47-6.99 (m, 7H), 4.45 (s, 2H), 3.28 (s, 3H)

MS (m/e): 393 (24), 182 (62), 147 (100)

N-Methyl-N-phenyl-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide

(IV-285)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.51-7.04 (m, 10H), 4.32 (s, 2H), 3.28 (s, 3H)

MS (m/e): 403 (23), 147 (100), 120 (94), 91 (40)

N-Ethyl-N-phenyl-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide

(IV-286)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.49-7.01 (m, 10H), 4.28 (s, 2H), 3.75 (q, 2H), 1.10 (t, 3H)

MS (m/e): 417 (24), 162 (100), 134 (94), 106 (71), 91 (62), 77 (57)

N-Propyl-N-phenyl-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide

(IV-287)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.50-7.02 (m, 10H), 4.21 (s, 2H), 3.67 (t, 2H), 1.67-1.45 (m, 2H), 0.91 (t, 3H)

MS (m/e): 431 (63), 180 (65), 133 (60), 106 (100)

N-Isopropyl-N-phenyl-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide

(IV-288)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.51-7.00 (m, 10H), 4.98 (m, 1H), 4.10 (s, 2H), 1.09 (d, 6H)

MS (m/e): 431 (24), 176 (62), 133 (100), 120 (49)

N-Ethyl-*N*-(4-Methoxyphenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-289)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.46-6.84 (m, 9H), 4.19 (s, 2H), 3.81 (s, 3H), 3.71 (q, 2H), 1.11 (t, 3H)

MS (m/e): 447 (55), 324 (53), 239 (52), 149 (100), 135 (55), 120 (41)

N-Propyl-*N*-(4-Methoxyphenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-290)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDCl₃, ppm) 7.47-6.87 (m, 9H), 4.26 (s, 2H), 3.82 (s, 3H), 3.65 (t, 2H), 1.67-1.45 (m, 2H), 0.90 (t, 3H)

MS (m/e): 461 (43), 206 (100), 136 (37), 121 (54)

N-Isopropyl-*N*-(3-trifluoromethylphenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-291)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDC13, ppm) 7.76-7.16 (m, 9H), 4.94 (m, 1H), 4.08 (s, 2H), 1.08 (d, 6H)

MS (m/e): 499 (50), 244 (46), 202 (100), 174 (66), 145 (26), 43 (74)

N-Isopropyl-*N*-(4-fluorophenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-292)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDC13, ppm) 7.46-6.97 (m, 9H), 4.97 (m, 1H), 4.15 (s, 2H), 1.02 (d, 6H)

MS (m/e): 449 (21), 194 (33), 152 (100), 124 (45)

N-Ethyl-*N*-(4-chlorophenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-293)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성은 아래와 같다.

mp: oil

¹H-NMR (200 MHz, CDC13, ppm) 7.49-7.01 (m, 9H), 4.20 (s, 2H), 3.74 (q, 2H), 1.10 (t, 3H)

MS (m/e): 451 (57), 324 (47), 219 (52), 182 (78), 154 (100), 139 (42)

N-Methyl-*N*-(2,4-dichlorophenyl)-2-(1,3,3,3-tetrafluoro-2-phenyl-propen-1-oxy)-acetamide (IV-294)

상기의 대표적인 합성방법으로 원하는 화합물을 합성하였으며 화합물의 물성

은 아래와 같다.

mp: oil

$^1\text{H-NMR}$ (200 MHz, CDCl_3 , ppm) 7.54-7.01 (m, 8H), 4.20 (s, 2H), 3.21 (s, 3H)

MS (m/e): 471 (41), 436 (73), 181 (100)

제4장 제초활성검색

제 1 절 제초활성 검색방법 및 검색결과

논조건(담수조건)에서의 제초활성 검정시험

논토양에 적당량의 비료를 혼합하고 물을 부어 혼합한 후, 이를 표면적 140cm²의 스크리닝용 사각포트에 일정량씩 담는다. 실험용 잡초종자로서 일년생 잡초인 피, 올챙이고랭이, 물달개비의 종자를 일정량씩 파종하고, 타년생잡초인 너도방동사니와 올미의 괴경을 1~2개씩 심고(1차 실험, 2차실험 : 벼(3엽기표, 최아종자), 피, 올챙이고랭이, 물달개비, 너도방동산이, 올미 : 3차 실험 : 1차 실험 잡초종외, 사마귀풀, 마디꽃 발톱외풀, 알방동산이, 올방개, 벼풀, 가래)작물로서 직파벼는 최아범씨를 5립씩 파종하고, 이앙벼는 2.5~3.0엽기의 모를 2본씩 약 2cm의 깊이로 심는다. 준비된 포트는 온실로 옮겨 약 3cm의 깊이로 담수한다. 파종 2일후에 실시예의 시험화합물들을 칭량하여 트윈(Tween)-2001 0.1%가 첨가된 50%의 아세톤에 녹인 후 담수표면에 포트당 4ml씩 점적처리한다. 약량은 1차 스크리닝(PRS)은 ha당 4kg의 수준이 되도록, 그리고 2차 스크리닝(Secondary)은 ha당 4, 1, 0.25, 0.0625, 0.0156kg의 수준이 되도록 조제하여 처리한다. 약제를 처리한 후 온실내에서 2-3주간 키운 다음 잡초에 대한 제초효과와 벼에 대한 약해를 아래에 나타낸 표 4-1의 제초효력 검정 기준^{IV-1.2}에 의하여 달관으로 평가하였다.

표 4-1제초효력 검정 기준표

| 일반기술 | | 작물 | 잡초 |
|--------|---------------------|--|--|
| 무 0 | | 전혀 약해가 없습 | 전혀 방제하지 못함 |
| 약 | 약, 중, 강 10 20 30 | 눈에 확인되는 외관적인 약해증상이 있으나 최종 수확량에는 영향이 없을 것으로 판단됨 | 약간의 억제 효과가 외관적으로 관찰되지만 방제효과는 기대할 수 없다 |
| 중 | 약, 중, 강 40 50 60 | 상당히 심한 약해를 입어도 회복하기는 하나 최종 수확량은 손실을 면치 못 할 것으로 판단된다. | 억제효과가 인정되지만 충분한 방제효과는 기대할 수 없다. |
| 강 | 약, 중, 강 70 80 90 | 심한 피해로 회복되지 못 할 것으로 판단되며 80이상에서는 거의 모든 개체가 사멸한다 | 실용적 방제효과가 인정되며 80 이상에서는 거의 모든 개체가 사멸한다 |
| 완전 100 | | 완전히 사멸 | 완전히 방제 |

1. 1차 제초활성 검색결과

합성한 화합물에 대해서 벼농사에 문제가 되고있는 피, 올챙이고랭이, 물달개비, 너도방동산이 및 올미등에 제초활성과 이앙벼에 대한 안전성검색 결과를 아래 표 4-2에 나타냈다. 화합물 번호는 편의상 IV-series로 나타냈으며 여러 생물실험에서 사용되는 번호는 KH-series번호로도 나타냈다. 그중 자주 사용되는 번호는 KH-15077(IV-217), KH-15084(IV-7), KH-16550(IV-1), KH-17641(IV-75)이다.

표 4-2 fluorovonyloxyacetamide(IV-series)의 제초활성

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-1 | 1.0000 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 |
| (KH-16550) | 0.2500 | 0 | 100 | 100 | 90 | 100 | 80 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 60 | 90 | 100 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 95 | 20 | 60 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-2 | 1.0000 | 80 | 100 | 100 | 100 | - | 70 |
| | 0.2500 | 70 | 100 | 100 | 100 | - | 60 |
| | 0.0625 | 20 | 100 | 40 | 90 | - | 30 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 10 | 80 | - | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 30 | 0 | 40 | - | 0 |
| IV-3 | 4.0000 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 |
| (KH-17584) | 1.0000 | 60 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 20 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 50 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 30 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| IV-4 | 1.0000 | 0 | 100 | 100 | 90 | - | 50 |
| (KH-18583) | 0.2500 | 0 | 100 | 60 | 90 | - | 10 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 10 | 80 | - | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 40 | 0 | 50 | - | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0 |
| IV-5 | 1.0000 | 30 | 100 | 100 | 90 | - | 50 |
| | 0.2500 | 30 | 100 | 100 | 90 | 80 | 20 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 20 | 80 | 80 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 50 | 70 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|--------------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|-----|
| IV-6 | 1.0000 | 70 | 100 | 100 | 90 | - | 60 |
| | 0.2500 | 40 | 100 | 100 | 80 | 90 | 30 |
| | 0.0625 | 0 | 85 | 30 | 80 | 40 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 50 | 10 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| IV-7 (KH-15084) | 4.0000 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 |
| | 1.0000 | 50 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 |
| | 0.2500 | 30 | 100 | 100 | 90 | 0 | 100 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 100 | 90 | 0 | 40 |
| | 0.0156 | 0 | 90 | 40 | 70 | 0 | 0 |
| IV-8 (KH-16538) | 1.0000 | 40 | 100 | 100 | 100 | 100 | 60 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 70 | 90 | 100 | 40 |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 0 | 50 | 0 | 10 |
| | 0.0156 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-9 | 1.0000 | 65 | 100 | 100 | 100 | - | 70 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 90 | 90 | - | 50 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 30 | 70 | - | 20 |
| | 0.0156 | 0 | 30 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| IV-10 | 4.0000 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 |
| | 1.0000 | 60 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 20 | 100 | 40 | 90 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 20 | 100 | 0 | 80 | 20 | 0 |
| | 0.0156 | 20 | 90 | 0 | 50 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랭이 | 물달 개비 | 너도밤 동산이 | 올미 |
|------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|-----|
| IV-11 | 4.0000 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| (KH-16609) | 1.0000 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 0.2500 | 70 | 100 | 100 | 100 | 100 | 60 |
| | 0.6250 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 30 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 40 | 60 | 0 | 0 |
| IV-12 | 1.0000 | 65 | 100 | 100 | 100 | - | 50 |
| (KH-16547) | 0.2500 | 30 | 100 | 100 | 90 | - | 50 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 100 | 90 | - | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 90 | 50 | 80 | 50 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 70 | 10 | 50 | 0 | 0 |
| IV-13 | 1.0000 | 65 | 100 | 100 | 90 | - | 80 |
| (KH-17601) | 0.2500 | 20 | 100 | 50 | 90 | 60 | 50 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 10 | 70 | - | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 80 | 0 | 70 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| IV-14 | 1.0000 | 60 | 100 | 100 | 100 | 100 | 70 |
| | 0.2500 | 20 | 100 | 100 | 100 | 100 | 50 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 60 | 100 | 100 | 20 |
| | 0.0156 | 0 | 80 | 10 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-15 | 1.0000 | 0 | 100 | 30 | 100 | 100 | 50 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 90 | 20 | 20 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 30 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도밤 동산이 | 올미 |
|-----------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|-----|
| IV-16 | 4.0000 | 60 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 1.0000 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 0.2500 | 30 | 100 | 60 | 100 | 0 | 100 |
| | 0.0625 | 10 | 80 | 40 | 60 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| IV-17 | 1.0000 | 60 | 100 | 100 | 100 | 100 | 70 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 100 | 100 | 100 | 50 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 40 | 100 | 100 | 30 |
| | 0.0156 | 0 | 95 | 0 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 60 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| IV-18 | 1.0000 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 0.2500 | 20 | 100 | 80 | 100 | 90 | 60 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 30 | 60 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-19 | 4.0000 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 50 |
| | 1.0000 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 30 |
| | 0.2500 | 20 | 100 | 30 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 20 | 60 | 20 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 20 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| IV-20 | 1.0000 | 10 | 100 | 60 | 100 | 100 | 60 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 30 | 90 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 0 | 70 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랭이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|---------------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-21 | 1.0000 | 10 | 100 | 40 | 90 | 100 | 60 |
| | 0.2500 | 0 | 95 | 10 | 90 | 10 | 10 |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 0 | 90 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-22 | 1.0000 | 20 | 100 | 60 | 100 | 100 | 60 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 0 | 100 | 80 | 40 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 0 | 40 | 0 | 10 |
| | 0.0156 | 0 | 50 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-23 | 1.0000 | 40 | 100 | 100 | 90 | 100 | 50 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 90 | 90 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 10 | 90 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 90 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-24 (KH-16527) | 1.0000 | 20 | 100 | 60 | 100 | 70 | 90 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 40 | 50 | 50 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 30 | 40 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-25 | 1.0000 | 20 | 100 | 100 | 90 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 100 | 90 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 30 | 70 | 80 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|---------------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-26 (KH-17604) | 1.0000 | 50 | 100 | 100 | 100 | - | 60 |
| | 0.2500 | 30 | 100 | 50 | 90 | - | 60 |
| | 0.0625 | 10 | 95 | 0 | 80 | 80 | 30 |
| | 0.0156 | 0 | 40 | 0 | 40 | - | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 10 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| IV-27 | 1.0000 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 80 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 70 | 90 | 100 | 40 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 40 | 70 | 0 | 10 |
| | 0.0156 | 0 | 80 | 10 | 40 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 60 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| IV-28 | 1.0000 | 70 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 100 | 90 | 90 | 40 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 50 | 90 | 80 | 20 |
| | 0.0156 | 0 | 95 | 20 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 80 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| IV-29 | 1.0000 | 20 | 100 | 100 | 100 | 100 | 40 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 50 | 100 | 30 | 30 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 50 | 100 | 0 | 30 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 50 | 50 | 0 | 30 |
| | 0.0040 | 0 | 50 | 50 | 50 | 0 | 0 |
| IV-30 | 1.0000 | 10 | 100 | 100 | 100 | 100 | 40 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 40 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 50 | 80 | 100 | 20 |
| | 0.0156 | 0 | 50 | 30 | 50 | 0 | 10 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|-----------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|-----|
| IV-31 | 1.0000 | 10 | 100 | 70 | 90 | 100 | 20 |
| | 0.2500 | 0 | 90 | 50 | 90 | 100 | 60 |
| | 0.0625 | 0 | 60 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-32 | 1.0000 | 20 | 100 | 100 | 100 | - | 20 |
| | 0.2500 | 20 | 90 | 70 | 90 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 10 | 80 | 20 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| IV-33 | 4.0000 | 70 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 1.0000 | 40 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 30 | 80 | 100 | 50 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 70 | 30 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| IV-34 | 4.0000 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 1.0000 | 40 | 100 | 80 | 100 | 100 | 100 |
| | 0.2500 | 20 | 100 | 50 | 90 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-35 | 1.0000 | 20 | 100 | 50 | 100 | 100 | 60 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 20 | 90 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 0 | 70 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 40 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 회합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랭이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|-----------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|-----|
| IV-36 | 4.0000 | 60 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 50 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 60 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-37 | 1.0000 | 0 | 100 | 40 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 20 | 90 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 40 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-38 | 1.0000 | 10 | 95 | 10 | 90 | 0 | 10 |
| | 0.2500 | 0 | 80 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 70 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-39 | 4.0000 | 70 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 |
| | 1.0000 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 60 |
| | 0.2500 | 20 | 90 | 40 | 70 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-40 | 4.0000 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 1.0000 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 80 |
| | 0.2500 | 50 | 100 | 90 | 100 | 100 | 50 |
| | 0.0625 | 20 | 100 | 40 | 70 | 40 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도밤 동산이 | 올미 |
|---------------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|-----|
| IV-41 | 4.0000 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 |
| | 1.0000 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 20 | 90 | 90 | 60 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 70 | 30 | 20 | 100 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-42 | 4.0000 | 0 | 100 | 0 | 100 | 50 | 50 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 100 | 20 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 90 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 60 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-43 | 4.0000 | 0 | 100 | 20 | 100 | 100 | 50 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 100 | 50 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 80 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| IV-44 | 4.0000 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 1.0000 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 |
| | 0.2500 | 60 | 100 | 100 | 90 | 50 | 80 |
| | 0.0625 | 10 | 100 | 100 | 90 | 30 | 30 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 20 | 70 | 0 | 0 |
| IV-45 (KH-17585) | 1.0000 | 50 | 100 | 100 | 100 | - | 80 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 60 | 90 | - | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 10 | 90 | - | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 80 | 0 | 70 | - | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 20 | 0 | 60 | - | 0 |

| 회합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랭이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 울미 |
|------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-46 | 1.0000 | 100 | 100 | 100 | 100 | - | 90 |
| (KH-17591) | 0.2500 | 0 | 100 | 90 | 90 | - | 60 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 20 | 90 | 90 | 20 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 10 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 30 | 0 | 60 | 0 | 0 |
| IV-47 | 1.0000 | 10 | 100 | 50 | 90 | - | 80 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 40 | 80 | - | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 30 | 80 | 70 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-48 | 1.0000 | 40 | 100 | 100 | 90 | - | 60 |
| (KH-18586) | 0.2500 | 0 | 100 | 90 | 90 | - | 40 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 10 | 80 | 60 | 30 |
| | 0.0156 | 0 | 65 | 0 | 70 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 20 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| IV-49 | 1.0000 | 70 | 100 | 90 | 100 | - | 80 |
| (KH-17587) | 0.2500 | 10 | 100 | 30 | 90 | - | 50 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 80 | - | 10 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 0 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| IV-50 | 1.0000 | 90 | 100 | 100 | 100 | - | 80 |
| (KH-17589) | 0.2500 | 50 | 100 | 30 | 90 | - | 50 |
| | 0.0625 | 30 | 100 | 20 | 90 | - | 10 |
| | 0.0156 | 10 | 70 | 10 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 20 | 10 | 60 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 을미 |
|------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|-----|
| IV-51 | 1.0000 | 10 | 100 | 90 | 90 | - | 80 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 50 | 80 | - | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 10 | 70 | 60 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 0 | 60 | - | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| IV-52 | 1.0000 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 60 |
| (KH-16557) | 0.2500 | 0 | 100 | 30 | 80 | 20 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 70 | 20 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-53 | 1.0000 | 50 | 100 | 100 | 100 | - | 90 |
| (KH-17595) | 0.2500 | 20 | 100 | 100 | 90 | - | 70 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 30 | 90 | 60 | 20 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 20 | 80 | 30 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 30 | 0 | 30 | 30 | 0 |
| IV-54 | 1.0000 | 60 | 100 | 100 | 100 | - | 100 |
| (KH-17596) | 0.2500 | 0 | 100 | 100 | 100 | - | 90 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 30 | 90 | - | 40 |
| | 0.0156 | 0 | 80 | 30 | 80 | 80 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 60 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| IV-55 | 1.0000 | 20 | 100 | 100 | 100 | - | 70 |
| (KH-17592) | 0.2500 | 0 | 100 | 50 | 90 | - | 50 |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 10 | 80 | 50 | 10 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랭이 | 물달 개비 | 너도밤 동산이 | 올미 |
|------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|-----|
| IV-56 | 1.0000 | 20 | 100 | 70 | 100 | - | 70 |
| (KH-17593) | 0.2500 | 0 | 100 | 30 | 90 | - | 20 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 20 | 80 | - | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 75 | 0 | 50 | - | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 20 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| IV-57 | 1.0000 | 20 | 100 | 10 | 100 | 0 | 50 |
| | 0.2500 | 0 | 95 | 0 | 90 | 0 | 10 |
| | 0.0625 | 0 | 30 | 0 | 70 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 30 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-58 | 1.0000 | 0 | 100 | 90 | 90 | 50 | 50 |
| | 0.2500 | 0 | 90 | 70 | 90 | - | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 75 | 10 | 70 | - | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 50 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 10 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| IV-59 | 4.0000 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 1.0000 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 70 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 90 | 80 | 100 | 50 |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 70 | 70 | 40 | 30 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| IV-60 | 4.0000 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 60 |
| | 1.0000 | 40 | 100 | 100 | 90 | 100 | 50 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 100 | 90 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 30 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|---------------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|-----|
| IV-61 | 4.0000 | 40 | 100 | 100 | 100 | 70 | 0 |
| | 1.0000 | 20 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 90 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-62 | 4.0000 | 0 | 100 | 40 | 90 | 0 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-63 | 4.0000 | 70 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 |
| | 1.0000 | 30 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 50 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 0 | 90 | 100 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 90 | 0 | 20 | 10 | 0 |
| IV-64 (KH-14484) | 4.0000 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 |
| | 1.0000 | 40 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 0 | 80 | 100 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-65 | 4.0000 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 1.0000 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 0.2500 | 40 | 100 | 90 | 90 | 100 | 100 |
| | 0.0625 | 30 | 100 | 60 | 80 | 60 | 60 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 50 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 등산이 | 올미 |
|-----------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|-----|
| IV-66 | 4.0000 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 |
| | 1.0000 | 40 | 100 | 40 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 20 | 100 | 30 | 90 | 90 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 20 | 80 | 20 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 50 | 10 | 0 |
| IV-67 | 4.0000 | 60 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 1.0000 | 40 | 100 | 80 | 100 | 100 | 100 |
| | 0.2500 | 30 | 100 | 40 | 100 | 50 | 100 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 30 | 60 | 30 | 100 |
| | 0.0156 | 0 | 80 | 0 | 0 | 30 | 0 |
| IV-68 | 4.0000 | 50 | 100 | 40 | 90 | 50 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-69 | 4.0000 | 0 | 80 | 0 | 40 | 100 | 60 |
| | 1.0000 | | | | | | |
| | 0.2500 | | | | | | |
| | 0.0625 | | | | | | |
| | 0.0156 | | | | | | |
| IV-70 | 4.0000 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 80 |
| | 1.0000 | 40 | 100 | 100 | 100 | 100 | 80 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 100 | 100 | 100 | 50 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 50 | 70 | 40 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 0 | 20 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 울챙이 고랭이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|---------------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|-----|
| IV-71 | 4.0000 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 |
| | 1.0000 | 40 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 0 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 80 | 100 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-72 | 4.0000 | 60 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 |
| | 1.0000 | 30 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-73 | 4.0000 | 70 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 100 | 100 | 30 | 90 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 100 | 100 | 30 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 80 | 20 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 50 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| IV-74 | 4.0000 | 50 | 100 | 90 | 100 | 100 | 40 |
| | 1.0000 | 20 | 100 | 60 | 100 | 20 | - |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 30 | 80 | 0 | - |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 0 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 70 | 0 | 0 |
| IV-75 (KH-17641) | 4.0000 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 1.0000 | 60 | 100 | 100 | 100 | 100 | 50 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 10 | 90 | 40 | 50 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 80 | 40 | 20 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 40 | 10 | 0 |

| 회합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랭이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 을미 |
|------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-76 | 4.0000 | 90 | 100 | 100 | 100 | - | 70 |
| (KH-17570) | 1.0000 | 40 | 100 | 70 | 90 | - | 60 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 40 | 90 | - | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 20 | 90 | - | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 75 | 0 | 60 | - | 0 |
| IV-77 | 1.0000 | 80 | 100 | 100 | 100 | - | 70 |
| (KH-17571) | 0.2500 | 10 | 100 | 90 | 100 | - | 50 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 70 | 80 | - | 20 |
| | 0.0156 | 0 | 100 | 20 | 60 | - | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 60 | 0 | 20 | - | 0 |
| IV-78 | 1.0000 | 70 | 100 | 70 | 100 | 100 | 20 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 70 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 70 | 100 | 80 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 100 | 50 | 100 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-79 | 1.0000 | 20 | 100 | 100 | 100 | 100 | 60 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 30 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 95 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-80 | 1.0000 | 20 | 100 | 100 | 100 | 100 | 60 |
| (KH-16549) | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 90 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|---------------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|-----|
| IV-81 | 1.0000 | 10 | 100 | 100 | 100 | - | 30 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 100 | 100 | - | 30 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 30 | 70 | - | 10 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 40 | - | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0 |
| IV-82 | 1.0000 | 0 | 100 | 20 | 90 | 30 | 70 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 90 | 30 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 30 | 10 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-83 | 4.0000 | 80 | 100 | 100 | 100 | 0 | 100 |
| | 1.0000 | 50 | 100 | 60 | 100 | 0 | 60 |
| | 0.2500 | 30 | 100 | 0 | 100 | 0 | 40 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| IV-84 | 1.0000 | 20 | 100 | 100 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 40 | 70 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 30 | 10 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-85 (KH-16610) | 4.0000 | 60 | 100 | 100 | 100 | 100 | 80 |
| | 1.0000 | 10 | 100 | 100 | 100 | 100 | 50 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 30 | 90 | 100 | 10 |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 10 | 60 | 100 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랭이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|-----|
| IV-86 | 1.0000 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 50 |
| (KH-16554) | 0.2500 | 0 | 100 | 10 | 90 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 60 | 10 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-87 | 4.0000 | 40 | 100 | 70 | 100 | 0 | 100 |
| | 1.0000 | 30 | 100 | 40 | 100 | 0 | 100 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 100 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 80 | 0 | 100 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| IV-88 | 1.0000 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 70 |
| (KH-16548) | 0.2500 | 10 | 100 | 40 | 100 | 100 | 20 |
| | 0.0625 | 0 | 105 | 20 | 90 | 50 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 80 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-89 | 1.0000 | 60 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 30 | 100 | 100 | 30 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 90 | 100 | 20 |
| | 0.0156 | 0 | 90 | 0 | 30 | 20 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-90 | 1.0000 | 30 | 100 | 100 | 100 | 100 | 50 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 50 | 100 | 50 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 50 | 100 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|-----------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|-----|
| IV-91 | 1.0000 | 30 | 100 | 20 | 100 | 100 | 20 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 0 | 100 | 100 | 20 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 100 | 100 | 20 |
| | 0.0156 | 0 | 90 | 0 | 100 | 40 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-92 | 4.0000 | 0 | 100 | 30 | 90 | 50 | 20 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 70 | 90 | 0 | - |
| | 0.2500 | 0 | 70 | 40 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-93 | 4.0000 | 50 | 100 | 100 | 100 | - | 100 |
| | 1.0000 | 40 | 100 | 100 | 100 | - | 100 |
| | 0.2500 | 40 | 100 | 70 | 100 | - | 0 |
| | 0.0625 | 20 | 95 | - | 100 | - | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 0 | 40 | - | 0 |
| IV-94 | 4.0000 | 60 | 100 | 100 | 100 | 100 | 70 |
| | 1.0000 | 30 | 100 | 100 | 100 | 100 | 50 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 10 | 90 | 30 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 80 | 20 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| IV-95 | 1.0000 | 45 | 100 | 80 | 100 | 100 | 10 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 40 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 10 | 60 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|-----------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-96 | 4.0000 | 20 | 100 | 50 | 100 | 100 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 30 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 30 | 90 | 20 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 30 | 60 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| IV-97 | 1.0000 | 30 | 100 | 0 | 90 | 60 | 70 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 90 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-98 | 1.0000 | 30 | 100 | 40 | 90 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 20 | 90 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-99 | 1.0000 | 10 | 100 | 40 | 90 | 100 | 50 |
| | 0.2500 | 0 | 90 | 0 | 90 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 0 | 30 | 100 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-100 | 1.0000 | 40 | 100 | 50 | 90 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 40 | 90 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 30 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도밤 동산이 | 올미 |
|------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|-----|
| IV-101 | 1.0000 | 20 | 100 | 20 | 100 | 100 | 10 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 0 | 90 | 50 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 0 | 30 | 30 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-102 | 1.0000 | 20 | 100 | 10 | 100 | 100 | 30 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-104 | 1.0000 | 60 | 100 | 100 | 100 | - | 100 |
| (KH-17572) | 0.2500 | 50 | 100 | 100 | 100 | - | 60 |
| | 0.0625 | 40 | 100 | 30 | 90 | - | 50 |
| | 0.0156 | 0 | 80 | 10 | 70 | - | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 50 | 0 | 20 | - | 0 |
| IV-105 | 1.0000 | 40 | 100 | 80 | 100 | - | 30 |
| (KH-17579) | 0.2500 | 20 | 100 | 50 | 90 | - | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 80 | - | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 0 | 50 | - | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 10 | 0 | 0 | - | 0 |
| IV-106 | 1.0000 | 40 | 100 | 100 | 100 | - | 40 |
| (KH-17573) | 0.2500 | 30 | 100 | 100 | 100 | - | 20 |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 20 | 80 | - | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 20 | - | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 20 | 0 | 0 | - | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고령이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|----------------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-107 | 1.0000 | 20 | 100 | 50 | 100 | - | 30 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 30 | 80 | - | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 0 | 70 | - | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 40 | 0 | 20 | - | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0 |
| IV-108 (KH-17580) | 1.0000 | 20 | 100 | 100 | 100 | - | 20 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 80 | 100 | - | 10 |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 10 | 70 | - | 10 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 0 | 50 | - | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0 |
| IV-109 | 1.0000 | 20 | 100 | 100 | 100 | - | 50 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 50 | 90 | - | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 30 | 70 | - | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 50 | 0 | 50 | - | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 10 | 0 | 20 | - | 0 |
| IV-110 (KH-17582) | 1.0000 | 40 | 100 | 100 | 100 | - | 60 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 20 | 90 | - | 60 |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 10 | 80 | - | 20 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 50 | - | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 20 | 0 | 20 | - | 0 |
| IV-111 (KH-17576) | 1.0000 | 70 | 100 | 100 | 100 | - | 70 |
| | 0.2500 | 20 | 100 | 100 | 100 | - | 50 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 50 | 90 | - | 30 |
| | 0.0156 | 0 | 80 | 40 | 80 | - | 30 |
| | 0.0040 | 0 | 50 | 20 | 40 | - | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 울챙이 고랭이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 울미 |
|-----------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-112 | 1.0000 | 20 | 100 | 70 | 100 | - | 30 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 60 | 100 | - | 30 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 30 | 80 | - | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 20 | 0 | 40 | - | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0 |
| IV-113 | 1.0000 | 10 | 100 | 70 | 100 | - | 10 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 10 | 100 | - | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 0 | 70 | - | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 50 | 0 | 50 | - | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 50 | 0 | 20 | - | 0 |
| IV-114 | 1.0000 | 0 | 80 | 30 | 100 | - | 10 |
| | 0.2500 | 0 | 70 | 30 | 100 | - | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 30 | 0 | 30 | - | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 30 | - | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | 0 |
| IV-116 | 1.0000 | 0 | 100 | 30 | 100 | 30 | 20 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 30 | 100 | 30 | 20 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 0 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 80 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-117 | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 90 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 80 | 30 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 40 | 10 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랭이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|----------------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|-----|
| IV-118 (KH-14492) | 4.0000 | 70 | 100 | 90 | 100 | 100 | 100 |
| | 1.0000 | 60 | 100 | 50 | 100 | 100 | 100 |
| | 0.2500 | 40 | 100 | 30 | 100 | 100 | 100 |
| | 0.0625 | 20 | 100 | 0 | 70 | 80 | 50 |
| | 0.0156 | 0 | 100 | 0 | 60 | 30 | 0 |
| IV-119 | 4.0000 | 50 | 100 | 70 | 100 | 100 | 100 |
| | 1.0000 | 40 | 100 | 40 | 100 | 100 | 100 |
| | 0.2500 | 30 | 100 | 0 | 90 | 100 | 100 |
| | 0.0625 | 20 | 100 | 0 | 60 | 50 | 30 |
| | 0.0156 | 0 | 100 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| IV-120 | 4.0000 | 60 | 100 | 60 | 100 | 90 | 0 |
| | 1.0000 | 20 | 100 | 50 | 100 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 50 | 90 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 30 | 70 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 90 | 0 | 70 | 0 | 0 |
| IV-119 | 1.0000 | 10 | 100 | 30 | 90 | 90 | 50 |
| | 0.2500 | 0 | 95 | 10 | 70 | 90 | 30 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-122 | 4.0000 | 40 | 100 | 50 | 100 | 100 | 80 |
| | 1.0000 | 30 | 100 | 40 | 90 | 60 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 90 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 30 | 0 | 20 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도밤 동산이 | 올미 |
|------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-123 | 4.0000 | 90 | 100 | 100 | 100 | 0 | 50 |
| (KH-16618) | 1.0000 | 40 | 100 | 80 | 100 | 0 | 30 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 70 | 100 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 40 | 100 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 95 | 20 | 50 | 0 | 0 |
| IV-124 | 1.0000 | 30 | 100 | 70 | 100 | 100 | 20 |
| (KH-16556) | 0.2500 | 20 | 100 | 10 | 90 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 60 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 95 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-125 | 1.0000 | 20 | 100 | 30 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 10 | 50 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-126 | 4.0000 | 30 | 100 | 100 | 100 | - | 50 |
| | 1.0000 | 20 | 100 | 50 | 100 | - | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 90 | 40 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 70 | 0 | 50 | 30 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 0 | 0 | 30 | 0 |
| IV-127 | 4.0000 | 20 | 100 | 30 | 100 | 100 | 30 |
| | 1.0000 | 10 | 100 | 0 | 90 | 70 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 80 | 50 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 40 | 0 | 30 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 등산이 | 올미 |
|------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|-----|
| IV-128 | 4.0000 | 60 | 100 | 100 | 100 | - | 20 |
| (KH-16623) | 1.0000 | 0 | 100 | 30 | 100 | - | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 20 | 70 | - | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 70 | - | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 75 | 0 | 0 | - | 0 |
| IV-129 | 4.0000 | 40 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 |
| | 1.0000 | 10 | 100 | 0 | 100 | 100 | 40 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 80 | 20 | 20 |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 0 | 50 | 10 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-130 | 4.0000 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 70 |
| (KH-16611) | 1.0000 | 10 | 100 | 10 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 10 | 90 | 50 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 10 | 70 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| IV-131 | 4.0000 | 0 | 100 | 0 | 100 | 100 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 90 | 40 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 80 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-132 | 4.0000 | 0 | 100 | 0 | 80 | 100 | 100 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 70 | 100 | 100 |
| | 0.2500 | 0 | 95 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|-----------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-133 | 1.0000 | 0 | 100 | 20 | 40 | 100 | 10 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 10 | 50 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-134 | 4.0000 | 40 | 100 | 0 | 100 | 50 | 60 |
| | 1.0000 | 10 | 100 | 0 | 100 | 50 | 20 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 70 | 30 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-135 | 4.0000 | 20 | 100 | 40 | 100 | 0 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-136 | 4.0000 | 30 | 100 | 100 | 100 | 100 | 80 |
| | 1.0000 | 10 | 100 | 0 | 90 | 60 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 70 | 30 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-137 | 4.0000 | 20 | 100 | 0 | 100 | 100 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 100 | 80 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 80 | 40 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 회합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 을미 |
|-----------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-138 | 4.0000 | 50 | 100 | 0 | 100 | 100 | 30 |
| | 1.0000 | 20 | 100 | 0 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 70 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 70 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 30 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| IV-139 | 4.0000 | 10 | 100 | 30 | 100 | 0 | 30 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 10 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 60 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-140 | 4.0000 | 0 | 100 | 30 | 100 | 40 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 20 | 90 | 40 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 70 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-141 | 4.0000 | 10 | 100 | 40 | 100 | 30 | 70 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 100 | 20 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 70 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-142 | 4.0000 | 0 | 100 | 40 | 100 | 80 | 20 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 20 | 90 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 70 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 60 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|-----|
| IV-143 | 4.0000 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 30 |
| (KH-14499) | 1.0000 | 10 | 100 | 100 | 100 | 20 | 20 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-144 | 1.0000 | 20 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 20 | 70 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 70 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-145 | 4.0000 | 20 | 100 | 50 | 100 | 100 | 50 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 20 | 90 | 100 | 20 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 80 | 50 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-146 | 1.0000 | 0 | 100 | 30 | 60 | 0 | 70 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 50 | 0 | 20 |
| | 0.0625 | 0 | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-147 | 1.0000 | 0 | 100 | 30 | 90 | 50 | 20 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 60 | 30 | 10 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|----------------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-148 | 1.0000 | 20 | 100 | 0 | 100 | 100 | 70 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 40 | 40 | 40 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 20 | 20 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-149 | 1.0000 | 0 | 100 | 50 | 90 | 50 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 30 | 80 | 20 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 85 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-150 | 1.0000 | 0 | 100 | 20 | 90 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 70 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-151 (KH-16558) | 4.0000 | 80 | 100 | 30 | 100 | 100 | 20 |
| | 1.0000 | 2 | 100 | 30 | 100 | 100 | 10 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 100 | 80 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 100 | 70 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 95 | 0 | 0 | 40 | 0 |
| IV-152 | 1.0000 | 10 | 100 | 100 | 100 | 100 | 60 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 30 | 80 | 20 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 70 | 20 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 80 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도밤 동산이 | 올미 |
|-----------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-153 | 1.0000 | 20 | 100 | 10 | 100 | 50 | 0 |
| | 0.2500 | 10 | 95 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 85 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-154 | 1.0000 | 20 | 100 | 0 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 0 | 40 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-155 | 1.0000 | 30 | 100 | 30 | 100 | 70 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 90 | 30 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 85 | 20 | 60 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 50 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| IV-156 | 1.0000 | 0 | 100 | 20 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-157 | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 둥산이 | 올미 |
|-----------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-160 | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0000 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-161 | 1.0000 | 10 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.250 | 0 | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-162 | 1.0000 | 10 | 100 | 0 | 70 | 80 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-163 | 4.0000 | 10 | 100 | 10 | 90 | 0 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-164 | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랭이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|----------------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-165 | 1.0000 | 20 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-167 (KH-17509) | 1.0000 | 20 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 0 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 80 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-168 | 1.0000 | 20 | 100 | 0 | 100 | 0 | 40 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-169 | 1.0000 | 10 | 100 | 0 | 90 | 40 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 70 | 30 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-170 | 1.0000 | 0 | 100 | 10 | 100 | 50 | 20 |
| | 0.2500 | 0 | 95 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 30 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랭이 | 물달 개비 | 너도방 등산이 | 올미 |
|-----------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-171 | 1.0000 | 30 | 100 | 20 | 80 | 0 | 20 |
| | 0.2500 | 20 | 100 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 10 | 90 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 80 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-173 | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 90 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 70 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 85 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 10 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-174 | 1.0000 | 20 | 100 | 70 | 100 | 100 | 10 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 0 | 40 | 90 | 0 |
| | 0.0625 | 10 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 10 | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-175 | 1.0000 | 20 | 100 | 0 | 90 | 100 | 20 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 80 | 90 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-176 | 1.0000 | 10 | 100 | 30 | 90 | 30 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 10 | 60 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 회합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|-----------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-177 | 1.0000 | 0 | 100 | 10 | 70 | 0 | 10 |
| | 0.2500 | 0 | 80 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0158 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-180 | 4.0000 | 0 | 100 | 0 | 100 | 30 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-181 | 4.0000 | 20 | 100 | 30 | 90 | 100 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 30 | 80 | 30 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 70 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 30 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| IV-182 | 1.0000 | 0 | 100 | 30 | 90 | 80 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 90 | 50 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 70 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 75 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-183 | 4.0000 | 20 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 95 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 등산이 | 올미 |
|-----------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-186 | 1.0000 | 0 | 100 | 50 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 10 | 70 | 80 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 40 | 40 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-187 | 1.0000 | 0 | 100 | 50 | 90 | 0 | 10 |
| | 0.2500 | 0 | 70 | 20 | 70 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 40 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-188 | 4.0000 | 30 | 100 | 0 | 100 | 90 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 90 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 70 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-189 | 1.0000 | 0 | 100 | 20 | 90 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 95 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-190 | 1.0000 | 0 | 100 | 60 | 100 | 30 | 20 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 10 | 60 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 85 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|-----------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-191 | 1.0000 | 0 | 100 | 10 | 100 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 90 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-192 | 4.0000 | 0 | 100 | 0 | 80 | 100 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 40 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 80 | 0 | 10 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 50 | 0 | 0 | 40 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-194 | 4.0000 | 10 | 100 | 20 | 60 | 0 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-195 | 4.0000 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 50 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 40 | 95 | 100 | 30 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 90 | 100 | 30 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 70 | 100 | 30 |
| | 0.0156 | 0 | 95 | 0 | 30 | 50 | 30 |
| IV-196 | 4.0000 | 30 | 100 | 10 | 100 | 100 | 60 |
| | 1.0000 | 20 | 100 | 0 | 100 | 60 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 90 | 0 | 40 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|-----------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|-----|
| IV-197 | 4.0000 | 40 | 100 | 40 | 100 | 50 | 40 |
| | 1.0000 | 30 | 100 | 40 | 100 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 30 | 100 | 30 | 100 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 60 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| IV-198 | 4.0000 | 10 | 100 | 50 | 100 | 100 | 100 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 40 | 90 | 100 | 100 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 80 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 60 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 20 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| IV-199 | 1.0000 | 0 | 100 | 40 | 100 | 0 | 20 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 20 | 70 | 0 | 10 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 20 | 60 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| IV-200 | 4.0000 | 30 | 100 | 10 | 100 | 0 | 80 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 90 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 95 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-201 | 4.0000 | 0 | 100 | 50 | 100 | - | - |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 20 | 100 | 0 | - |
| | 0.2500 | 0 | 95 | 0 | 70 | 0 | - |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 30 | 0 | - |
| | 0.0156 | 0 | 70 | 0 | 0 | 0 | - |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 울챙이 고랭이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|----------------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-202 | 1.0000 | 0 | 100 | 10 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-212 | 1.0000 | 10 | 100 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 90 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 50 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-216 | 4.0000 | 0 | 100 | 0 | 100 | 30 | 80 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 90 | 30 | 30 |
| | 0.2500 | 0 | 90 | 0 | 40 | 20 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 70 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-217 (KH-15077) | 4.0000 | 0 | 100 | 0 | 100 | 60 | 60 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 90 | 0 | 30 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 70 | 0 | 30 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 50 | 0 | 20 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| IV-218 (KH-16622) | 4.0000 | 30 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 등산이 | 올미 |
|-----------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-219 | 1.0000 | 0 | 90 | 0 | 70 | 50 | 20 |
| | 0.2500 | 0 | 80 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-220 | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 70 | 40 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-221 | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 0 | 20 | 30 |
| | 0.2500 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-222 | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 10 | 0 | 20 |
| | 0.2500 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-225 | 1.0000 | 10 | 100 | 30 | 0 | 30 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 95 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 등산이 | 올미 |
|----------------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-226 | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 70 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 70 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-227 | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 30 | 20 | 10 |
| | 0.2500 | 0 | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-230 | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 60 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 70 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0040 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-236 (KH-18604) | 4.0000 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| | 1.0000 | 20 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 100 | 80 | 0 | |
| | 0.0157 | | | | | | |
| IV-237 (KH-18605) | 4.0000 | 60 | 100 | 70 | 100 | | |
| | 1.0000 | 40 | 100 | 100 | 100 | | |
| | 0.2500 | 40 | 100 | 100 | 100 | | |
| | 0.0625 | 10 | 100 | 0 | 70 | | |
| | 0.0157 | 0 | 95 | 0 | 0 | | |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-238 | 4.0000 | 60 | 100 | 100 | 100 | | |
| (KH-18610) | 1.0000 | 50 | 100 | 30 | 100 | | |
| | 0.2500 | 20 | 100 | 0 | 100 | | |
| | 0.0625 | 10 | 100 | 0 | 50 | | |
| | 0.0157 | 10 | 70 | 0 | 20 | | |
| IV-239 | 4.0000 | 100 | 100 | 100 | 100 | | |
| (KH-18609) | 1.0000 | 60 | 100 | 90 | 100 | | |
| | 0.2500 | 40 | 100 | 50 | 100 | | |
| | 0.0625 | 20 | 100 | 50 | 100 | | |
| | 0.0157 | 0 | 100 | 0 | 30 | | |
| IV-240 | 4.0000 | 40 | 100 | 20 | 100 | | |
| | 1.0000 | 30 | 100 | 0 | 100 | | |
| | 0.2500 | 20 | 100 | 0 | 70 | | |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 0 | 50 | | |
| | 0.0157 | 0 | 80 | 0 | 0 | | |
| IV-241 | 4.0000 | 50 | 100 | 100 | 100 | | |
| | 1.0000 | 50 | 100 | 0 | 100 | | |
| | 0.2500 | 40 | 100 | 0 | 100 | | |
| | 0.0625 | 30 | 100 | 0 | 80 | | |
| | 0.0157 | 20 | 100 | 0 | 60 | | |
| IV-242 | 4.0000 | 60 | 100 | 100 | 100 | 100 | 30 |
| (KH-18582) | 1.0000 | 20 | 100 | 100 | 100 | 100 | 30 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 90 | 90 | 70 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 80 | 90 | 20 | 0 |
| | 0.0157 | 0 | 70 | 0 | 50 | 0 | 0 |

| 회합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 울챙이 고랭이 | 물달 개비 | 너도방 등산이 | 올미 |
|------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-243 | 4.0000 | 40 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| (KH-18583) | 1.0000 | 0 | 100 | 90 | 95 | 100 | |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 90 | 100 | |
| | 0.0625 | 0 | 99 | 0 | 50 | 100 | |
| | 0.0157 | 0 | 80 | 0 | 30 | 100 | |
| IV-244 | 4.0000 | 10 | 100 | 0 | 100 | 100 | |
| (KH-18584) | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 90 | 100 | |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 90 | 70 | |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 60 | 0 | |
| | 0.0157 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | |
| IV-245 | 4.0000 | 10 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| (KH-18585) | 1.0000 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 70 | 70 | 40 | |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 50 | 30 | 0 | |
| | 0.0157 | 0 | 75 | 0 | 0 | 0 | |
| IV-246 | 4.0000 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 50 |
| (KH-18535) | 1.0000 | 20 | 100 | 60 | 100 | 100 | 30 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 40 | 90 | 50 | 20 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 30 | 80 | 50 | 0 |
| | 0.0157 | 0 | 100 | 30 | 60 | 0 | 0 |
| IV-247 | 4.0000 | 30 | 100 | 70 | 100 | 100 | |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 100 | 100 | |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 70 | 0 | |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 60 | 0 | |
| | 0.0157 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 울챙이 고랭이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 울미 |
|----------------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-248 | 4.0000 | 0 | 100 | 10 | 100 | 100 | |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 100 | 100 | |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 70 | 100 | |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | |
| | 0.0157 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| IV-249 | 4.0000 | 40 | 90 | 10 | 100 | 100 | 20 |
| | 1.0000 | 30 | 90 | 0 | 70 | 0 | 10 |
| | 0.2500 | 30 | 90 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 10 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0157 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-250 (KH-18620) | 4.0000 | 50 | 100 | 30 | 100 | | |
| | 1.0000 | 30 | 100 | 0 | 100 | | |
| | 0.2500 | 20 | 100 | 0 | 100 | | |
| | 0.0625 | 20 | 100 | 0 | 60 | | |
| | 0.0157 | 0 | 100 | 0 | 30 | | |
| IV-251 (KH-18594) | 4.0000 | 30 | 100 | 80 | 100 | 100 | |
| | 1.0000 | 10 | 100 | 80 | 100 | 100 | |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 60 | 100 | 100 | |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 30 | 70 | 0 | |
| | 0.0157 | 0 | 60 | 30 | 0 | 0 | |
| IV-252 | 4.0000 | 30 | 100 | 50 | 100 | 100 | |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 50 | 100 | 100 | |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 30 | 90 | 100 | |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 30 | 0 | 0 | |
| | 0.0157 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|-----------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-253 | 4.0000 | 0 | 100 | 30 | 100 | 100 | |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 30 | 80 | 100 | |
| | 0.2500 | 0 | 60 | 0 | 20 | 100 | |
| | 0.0625 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | |
| | 0.0157 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| IV-254 | 4.0000 | 20 | 100 | 30 | 100 | 100 | |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 20 | 100 | 100 | |
| | 0.2500 | 0 | 90 | 20 | 50 | 100 | |
| | 0.0625 | 0 | 20 | 0 | 0 | 100 | |
| | 0.0157 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| IV-255 | 4.0000 | 10 | 100 | 0 | 100 | 100 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 98 | 0 | 90 | 90 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 0 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.0157 | 0 | 60 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| IV-257 | 4.0000 | 30 | 100 | 20 | 100 | 70 | |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 20 | 100 | | |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 10 | 100 | | |
| | 0.0625 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | |
| | 0.0157 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| IV-259 | 4.0000 | 10 | 100 | 10 | 100 | | |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 100 | | |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 100 | | |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 0 | 0 | | |
| | 0.0157 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 을미 |
|----------------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-260 | 4.0000 | 10 | 100 | 0 | 95 | | |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 30 | | |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 0 | | |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 0 | | |
| | 0.0157 | 0 | 10 | 0 | 0 | | |
| IV-261 | 4.0000 | 30 | 100 | 20 | 90 | | |
| | 1.0000 | 20 | 100 | 0 | 60 | | |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 0 | 0 | | |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 0 | 0 | | |
| | 0.0157 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| IV-263 | 4.0000 | 80 | 100 | 100 | 100 | | |
| | 1.0000 | 40 | 100 | 100 | 100 | | |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 100 | 100 | | |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 100 | | |
| | 0.0157 | 0 | 100 | 0 | 40 | | |
| IV-264 (KH-18640) | 4.0000 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| | 1.0000 | 20 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 60 | 100 | 100 | |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 90 | 100 | |
| | 0.0157 | 0 | 100 | 0 | 90 | 0 | |
| IV-265 | 4.0000 | 40 | 100 | 70 | 100 | 100 | |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 50 | 95 | 100 | |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 30 | 80 | 100 | |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 0 | 80 | 100 | |
| | 0.0157 | 0 | 85 | 0 | 0 | 0 | |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|-----------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-266 | 4.0000 | 10 | 100 | 60 | 100 | 100 | |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 50 | 100 | 100 | |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 30 | 100 | 0 | |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 20 | 20 | 0 | |
| | 0.0157 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | |
| IV-267 | 4.0000 | 20 | 100 | 10 | 100 | | |
| | 1.0000 | 20 | 100 | 0 | 100 | | |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 100 | | |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 30 | | |
| | 0.0157 | 0 | 10 | 0 | 0 | | |
| IV-268 | 4.0000 | 20 | 100 | 0 | 100 | | |
| | 1.0000 | 10 | 100 | 0 | 100 | | |
| | 0.2500 | 10 | 79 | 0 | 20 | | |
| | 0.0625 | 0 | 30 | 0 | 0 | | |
| | 0.0157 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| IV-269 | 4.0000 | 40 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| | 1.0000 | 20 | 100 | 60 | 100 | 100 | |
| | 0.2500 | 20 | 100 | 0 | 70 | 100 | |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 0 | 0 | 50 | |
| | 0.0157 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | |
| IV-270 | 4.0000 | 40 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| | 1.0000 | 30 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| | 0.2500 | 20 | 100 | 20 | 100 | 100 | |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 10 | 40 | 100 | |
| | 0.0157 | 0 | 60 | 0 | 20 | 0 | |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랭이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|------------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-271 | 4.0000 | 50 | 100 | 50 | 100 | | |
| (KH-18641) | 1.0000 | 40 | 100 | 30 | 100 | | |
| | 0.2500 | 30 | 100 | 20 | 100 | | |
| | 0.0625 | 20 | 100 | 0 | 70 | | |
| | 0.0157 | 0 | 100 | 0 | 50 | | |
| IV-272 | 4.0000 | 0 | 100 | 40 | 100 | 100 | |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 40 | 100 | 100 | |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 40 | 100 | 0 | |
| | 0.0625 | 0 | 60 | 0 | 10 | 0 | |
| | 0.0157 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | |
| IV-273 | 4.0000 | 20 | 100 | 100 | 100 | 100 | 40 |
| (KH-18527) | 1.0000 | 0 | 100 | 50 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 50 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 70 | 30 | 80 | 20 | 0 |
| | 0.0157 | 0 | 50 | 30 | 30 | 0 | 0 |
| IV-274 | 4.0000 | 0 | 100 | 0 | 100 | 100 | 60 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 90 | 50 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 70 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0157 | 0 | 50 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| IV-275 | 4.0000 | 0 | 100 | 30 | 100 | 100 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 80 | 0 | 80 | 40 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 70 | 0 | 60 | 40 | 0 |
| | 0.0157 | 0 | 60 | 0 | 40 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랭이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|-----------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-276 | 4.0000 | 20 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 100 | 100 | |
| | 0.2500 | 0 | 80 | 0 | 60 | 100 | |
| | 0.0625 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | |
| | 0.0157 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| IV-277 | 4.0000 | 30 | 100 | 0 | 100 | 100 | 20 |
| | 1.0000 | 20 | 100 | 0 | 95 | 50 | 0 |
| | 0.2500 | 10 | 75 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 10 | 30 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0157 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-278 | 4.0000 | 20 | 100 | 40 | 100 | 100 | 20 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 40 | 90 | 100 | 10 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 30 | 90 | 100 | 10 |
| | 0.0625 | 0 | 85 | 30 | 70 | 30 | 0 |
| | 0.0157 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-279 | 4.0000 | 30 | 100 | 50 | 100 | 100 | 20 |
| | 1.0000 | 30 | 100 | 0 | 95 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 30 | 100 | 0 | 80 | 50 | 0 |
| | 0.0625 | 20 | 80 | 0 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.0157 | 10 | 40 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| IV-280 | 4.0000 | 20 | 100 | 40 | 100 | 100 | 30 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 30 | 90 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 10 | 90 | 70 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 10 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.0157 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 회합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랭이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|-----------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-281 | 4.0000 | 0 | 100 | 20 | 100 | 100 | 30 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 10 | 100 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 0 | 90 | 100 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 0 | 90 | 0 | 0 |
| | 0.0157 | 0 | 60 | 0 | 50 | 0 | 0 |
| IV-282 | 4.0000 | 10 | 100 | 20 | 100 | 100 | 20 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 20 | 90 | 30 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 70 | 10 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 60 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| | 0.0157 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-283 | 4.0000 | 0 | 100 | 10 | 100 | 50 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 10 | 100 | 50 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 70 | 0 | 70 | 50 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 50 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| | 0.0157 | 0 | 50 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| IV-284 | 4.0000 | 30 | 100 | 100 | 100 | | |
| | 1.0000 | 20 | 100 | 100 | 100 | | |
| | 0.2500 | 10 | 80 | 100 | 95 | | |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 0 | 30 | | |
| | 0.0157 | 0 | 0 | 0 | 30 | | |
| IV-285 | 4.0000 | 0 | 90 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0157 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도방 동산이 | 올미 |
|-----------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-286 | 4.0000 | 40 | 100 | 40 | 100 | 100 | 0 |
| | 1.0000 | 20 | 100 | 40 | 90 | 100 | 0 |
| | 0.2500 | 10 | 100 | 30 | 70 | 70 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 95 | 20 | 20 | 70 | 0 |
| | 0.0157 | 0 | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-287 | 4.0000 | 0 | 100 | 30 | 80 | 30 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 20 | 70 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 90 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0157 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-288 | 4.0000 | 0 | 100 | 10 | 100 | 0 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 0 | 90 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 95 | 0 | 40 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0157 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-290 | 4.0000 | 0 | 100 | 40 | 50 | 0 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 60 | 10 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0157 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-292 | 4.0000 | 10 | 100 | 40 | 100 | 0 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 100 | 20 | 80 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 10 | 70 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 0 | 30 | 0 | 0 |
| | 0.0157 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| 화합물 번호 | 약량 (kg/ha) | 벼 (3엽기) | 피 | 올챙이 고랑이 | 물달 개비 | 너도밤 동산이 | 올미 |
|-----------|---------------|------------|-----|------------|----------|------------|----|
| IV-293 | 4.0000 | 0 | 100 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| | 1.0000 | 0 | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0157 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| IV-294 | 4.0000 | 0 | 100 | 80 | 100 | 100 | 60 |
| | 1.0000 | 0 | 95 | 0 | 0 | 90 | 0 |
| | 0.2500 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0157 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

2. 피 2엽기 처리시의 약효와 약해

가. 서언

우리나라의 논잡초 방제체계는 현재 피 2엽기 전후에 한번만 제초제를 처리하는 일발처리가 주종을 이루고 있으므로, 이에 적용할 수 있는 화합물을 선별하고자, 논제초제의 2차 스크리닝 결과 이양후 2일 처리시에 63g/ha의 약량에서 피를 90% 이상 방제하는 화합물을 대상으로 피 2엽기 처리시의 피에 대한 약효와 이양벼에 대한 약해를 평가하고자 하였다.

나. 재료 및 방법

표면적 150 cm²의 스크리닝용 사각 포트에 비료가 섞인 논흙을 담고 피종자를 파종하고 2~3엽기의 동진벼를 이양하였다. 약 3 cm 깊이로 담수하여 온실에서 생육시켰다. 피가 2엽기의 상태로 자랐을 때 검정하고자 하는 화합물을 50% 아세톤 + 0.1% Tween-20 용액으로 조제하여 수면에 점적처리하였다. 농도마다 2반복 이상으로 처리하였으며 실험기간 동안 수심은 3~4 cm을 유지하였다. 피에 대한 약효와 벼에 대한 약해의 평가는 계절에 따라 약제처리 후 2주(여름)부터 3주(겨울)까지의 사이에 달관(0~100)으로 조사^{IV-2,3,4}하였다.

다. 결과 및 고찰

5년 동안에 2차 스크리닝을 통과하여 피 2엽기 처리시의 약효와 약해 평가가 수행된 화합물은 모두 108개이었다(표 4-3~12). 그 동안의 실험결과로부터 피에 대한 약효가 90 이상인 최저 약량과 벼에 대한 약해가 30 이하인 최고 약량을 구하여 정리한 결과는 표 4-3와 같다. 대조약제인 mefenacet에 대한 실험을 12회 수행한 결과, 피에 대한 유효약량은 250~1000 g/ha로 평균 약 400 g/ha이었으며 이양벼에 대한 약해는 1000g/ha에서도 경미하였다. 한편 합성화합물 중에서 가장 약효가 강하였던 것은 KH-16550으로 13회의 실험을 수행한 결과, 피에 대한 유효약량은 16~125 g/ha로 평균 약 50 g/ha이었으며, 이양벼에 대한 허용약량은 63~250 g/ha로 평균 약 130 g/ha이었다. 따라서 후보 화합물 KH-16550은 대조약제인 mefenacet보다 피에 대한 약효가 8배 정도 강한 것으로 나타났으나, 이양벼에 대한 선택성은 다소 낮아서 조건에 따라서는 벼에 대한 약해의 유발 가능성이 있는 것으로 나타났다.

표 4-3. 연구기간 동안 피 2엽기에 처리된 108개 화합물의 약효와 약해의 종합 결과

| 약효약량 (g/ha) | 이앙벼 약해 회피 약량 (g/ha) | | | | |
|----------------|---|---|--|---|-------------------------------|
| | 1000 이상 | 500 | 250 | 125 | 63 |
| 16 | | | | | <u>16550.</u> <u>16550</u> |
| 31 | | | <u>16550</u> | <u>16550</u> | |
| 63 | <u>18604, 18609,</u> <u>18640, 18640</u> | <u>14479,</u> <u>18647</u> | <u>16550, 16550,</u> <u>16550, 16609,</u> <u>17571, 17595</u> | <u>14484, 16550,</u> <u>16550, 16550,</u> <u>16550, 17596,</u> <u>18646, 18647</u> | <u>17602,</u> <u>16550</u> |
| 125 | <u>18604,</u> <u>18641,</u> <u>18641</u> | <u>14479,</u> <u>16547,</u> <u>17576,</u> <u>17585</u> | <u>14479, 14484,</u> <u>16609, 17570,</u> <u>17571, 17589,</u> <u>17591</u> | <u>16550,</u> <u>17602,</u> <u>18642</u> | |
| 250 | 16538, 16556, 16557, 16558, 16606, 16611, 16619, 16623, 17573, 17579, 17582, 17592, 17593, 17600, 17601, 18583, 18584, 18587, 18589, 18594, <u>18604,</u> 18605, 18610, 18620, <u>18640, mef., mef.,</u> <u>mef., mef., mef.</u> | <u>14484, 14492,</u> <u>16527, 16548,</u> <u>16618, 17572,</u> <u>17584, 17595,</u> <u>17595, 18535,</u> <u>18582, 18646,</u> <u>18647, 18647,</u> <u>mef.</u> | <u>14479, 15084,</u> <u>16605, 16609,</u> <u>17590, 17596,</u> <u>17596, 17602,</u> <u>18539</u> | | |
| 500 | 14499, 16536, 16549, 16554, 16610, 16622, 17509, 17580, 17586, 17604, 18527, 18540, 18585, 18608, <u>18640,</u> <u>18641, mef., mef.,</u> <u>mef., mef.</u> | 17571, 17587 | 18561, <u>18646</u> | | |

* 밑줄은 2회 이상 실험한 약제를 나타냄. mef:mefenacet

표 4-4. 12개 화합물의 피 2엽기 처리시 약효와 약해

| CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | ORYSA | | ECHOR | CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | ORYSA | | ECHOR |
|---------------|-----------------|-------|-----|-------|---------------|-----------------|-------|----|-------|
| | | TR | DR | | | | TR | DR | |
| 16606 | 4.0000 | 85 | 100 | 100 | 16619 | 4.0000 | 60 | 80 | 100 |
| | 1.0000 | 25 | 85 | 100 | | 1.0000 | 25 | 75 | 100 |
| | 0.2500 | 15 | 35 | 99 | | 0.2500 | 5 | 45 | 100 |
| | 0.0625 | 5 | 5 | 65 | | 0.0625 | 0 | 20 | 65 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 20 | | 0.0156 | 0 | 0 | 15 |
| 16608 | 4.0000 | 0 | 0 | 80 | 16621 | 4.0000 | 25 | 30 | 100 |
| | 1.0000 | 0 | 0 | 50 | | 1.0000 | 15 | 30 | 97 |
| | 0.2500 | 0 | 0 | 10 | | 0.2500 | 0 | 10 | 63 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 0 | | 0.0625 | 0 | 0 | 30 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | | 0.0156 | 0 | 0 | 10 |
| 16609 | 4.0000 | 85 | 100 | 100 | 16622 | 2.0000 | 30 | 40 | 100 |
| | 1.0000 | 75 | 90 | 100 | | 0.5000 | 10 | 25 | 94 |
| | 0.2500 | 15 | 75 | 100 | | 0.1250 | 0 | 5 | 55 |
| | 0.0625 | 5 | 30 | 98 | | 0.0313 | 0 | 0 | 35 |
| | 0.0156 | 0 | 5 | 45 | | 0.0078 | 0 | 0 | 10 |
| 16610 | 4.0000 | 30 | 70 | 100 | 16623 | 4.0000 | 40 | 65 | 100 |
| | 1.0000 | 5 | 35 | 100 | | 1.0000 | 10 | 50 | 100 |
| | 0.2500 | 0 | 5 | 80 | | 0.2500 | 5 | 20 | 88 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 25 | | 0.0625 | 0 | 0 | 55 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 5 | | 0.0156 | 0 | 0 | 35 |
| 16611 | 4.0000 | 35 | 65 | 100 | 16550 | 4.0000 | 90 | 95 | 100 |
| | 1.0000 | 10 | 60 | 100 | | 1.0000 | 80 | 90 | 100 |
| | 0.2500 | 0 | 35 | 90 | | 0.2500 | 50 | 80 | 100 |
| | 0.0625 | 0 | 5 | 50 | | 0.0625 | 5 | 55 | 99 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 15 | | 0.0156 | 0 | 25 | 60 |
| 16615 | 4.0000 | 30 | 35 | 65 | mefenacet | 4.0000 | 40 | 85 | 100 |
| | 1.0000 | 10 | 20 | 55 | | 1.0000 | 20 | 55 | 100 |
| | 0.2500 | 0 | 0 | 35 | | 0.2500 | 0 | 50 | 99 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 15 | | 0.0625 | 0 | 30 | 58 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | | 0.0156 | 0 | 0 | 20 |
| 16618 | 4.0000 | 60 | 100 | 100 | | | | | |
| | 1.0000 | 40 | 85 | 100 | | | | | |
| | 0.2500 | 15 | 55 | 99 | | | | | |
| | 0.0625 | 0 | 20 | 60 | | | | | |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 35 | | | | | |

표 4-5. 11개 화합물의 피 2엽기 처리시 약효와 약해

| CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | ORYSA | | ECHOR | CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | ORYSA | | ECHOR |
|---------------|-----------------|-------|----|-------|---------------|-----------------|-------|----|-------|
| | | TR | DR | | | | TR | DR | |
| 16588 | 4.0000 | 30 | 65 | 100 | 14492 | 4.0000 | 75 | 90 | 100 |
| | 1.0000 | 5 | 40 | 95 | | 1.0000 | 40 | 80 | 100 |
| | 0.2500 | 0 | 5 | 65 | | 0.2500 | 5 | 60 | 93 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 20 | | 0.0625 | 0 | 25 | 60 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | | 0.0156 | 0 | 0 | 15 |
| 16598 | 4.0000 | 30 | 75 | 100 | 14499 | 4.0000 | 65 | 90 | 100 |
| | 1.0000 | 10 | 30 | 100 | | 1.0000 | 30 | 78 | 100 |
| | 0.2500 | 0 | 0 | 70 | | 0.2500 | 0 | 20 | 85 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 15 | | 0.0625 | 0 | 0 | 45 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | | 0.0156 | 0 | 0 | 15 |
| 16602 | 4.0000 | 25 | 70 | 100 | 14501 | 4.0000 | 40 | 40 | 100 |
| | 1.0000 | 10 | 45 | 100 | | 1.0000 | 20 | 20 | 88 |
| | 0.2500 | 0 | 0 | 70 | | 0.2500 | 10 | 10 | 55 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 20 | | 0.0625 | 0 | 0 | 15 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | | 0.0156 | 0 | 0 | 0 |
| 16605 | 4.0000 | 80 | 90 | 100 | 15084 | 4.0000 | 85 | 90 | 100 |
| | 1.0000 | 75 | 85 | 100 | | 1.0000 | 75 | 80 | 100 |
| | 0.2500 | 30 | 78 | 99 | | 0.2500 | 20 | 73 | 98 |
| | 0.0625 | 5 | 15 | 70 | | 0.0625 | 0 | 30 | 65 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 20 | | 0.0156 | 0 | 0 | 30 |
| 14479 | 4.0000 | 80 | 90 | 100 | 16550 | 4.0000 | 90 | 95 | 100 |
| | 1.0000 | 65 | 80 | 100 | | 1.0000 | 80 | 90 | 100 |
| | 0.2500 | 15 | 70 | 99 | | 0.2500 | 50 | 80 | 98 |
| | 0.0625 | 0 | 20 | 80 | | 0.0625 | 10 | 55 | 93 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 30 | | 0.0156 | 0 | 10 | 30 |
| 14484 | 4.0000 | 90 | 90 | 100 | | | | | |
| | 1.0000 | 80 | 85 | 100 | | | | | |
| | 0.2500 | 35 | 78 | 99 | | | | | |
| | 0.0625 | 5 | 15 | 88 | | | | | |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 30 | | | | | |

표 4-6. 5개 화합물의 피 2엽기 처리시 약효와 약해

| CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | ORYSA | | ECHOR | CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | ORYSA | | ECHOR |
|---------------|-----------------|-------|----|-------|---------------|-----------------|-------|----|-------|
| | | TR | DR | | | | TR | DR | |
| 17509 | 4.0000 | 25 | 65 | 100 | 17515 | 4.0000 | 15 | 30 | 92 |
| | 1.0000 | 10 | 35 | 95 | | 1.0000 | 5 | 15 | 80 |
| | 0.2500 | 0 | 10 | 85 | | 0.2500 | 0 | 0 | 55 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 15 | | 0.0625 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | | 0.0156 | 0 | 0 | 0 |
| 17510 | 4.0000 | 10 | 25 | 99 | 16550 | 4.0000 | 90 | 90 | 100 |
| | 1.0000 | 0 | 15 | 93 | | 1.0000 | 80 | 90 | 100 |
| | 0.2500 | 0 | 5 | 65 | | 0.2500 | 55 | 85 | 97 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 10 | | 0.0625 | 5 | 55 | 97 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | | 0.0156 | 0 | 10 | 58 |
| 17514 | 4.0000 | 10 | 15 | 55 | mefenacet | 4.0000 | 30 | 90 | 100 |
| | 1.0000 | 10 | 10 | 40 | | 1.0000 | 5 | 15 | 97 |
| | 0.2500 | 0 | 0 | 20 | | 0.2500 | 0 | 0 | 88 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 0 | | 0.0625 | 0 | 0 | 15 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | | 0.0156 | 0 | 0 | 0 |

표 4-7. 12개 화합물의 피 2엽기 처리시 약효와 약해

| CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | ORYSA | | ECHOR | CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | ORYSA | | ECHOR |
|---------------|-----------------|-------|-----|-------|---------------|-----------------|-------|-----|-------|
| | | TR | DR | | | | TR | DR | |
| 17570 | 4.0000 | 90 | 90 | 100 | 17582 | 4.0000 | 53 | 85 | 100 |
| | 1.0000 | 68 | 85 | 100 | | 1.0000 | 15 | 60 | 100 |
| | 0.2500 | 25 | 70 | 99 | | 0.2500 | 0 | 15 | 94 |
| | 0.0625 | 5 | 5 | 85 | | 0.0625 | 0 | 0 | 53 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 45 | | 0.0156 | 0 | 0 | 0 |
| 17571 | 4.0000 | 90 | 95 | 100 | 17584 | 4.0000 | 90 | 100 | 100 |
| | 1.0000 | 80 | 90 | 100 | | 1.0000 | 73 | 90 | 100 |
| | 0.2500 | 30 | 75 | 98 | | 0.2500 | 10 | 75 | 98 |
| | 0.0625 | 5 | 5 | 88 | | 0.0625 | 0 | 0 | 68 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 58 | | 0.0156 | 0 | 0 | 5 |
| 17572 | 4.0000 | 80 | 100 | 100 | 17540 | 4.0000 | 0 | 5 | 93 |
| | 1.0000 | 45 | 73 | 100 | | 1.0000 | 0 | 0 | 78 |
| | 0.2500 | 10 | 5 | 100 | | 0.2500 | 0 | 0 | 55 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 73 | | 0.0625 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 20 | | 0.0156 | 0 | 0 | 0 |
| 17573 | 4.0000 | 10 | 45 | 100 | 17545 | 4.0000 | 10 | 10 | 100 |
| | 1.0000 | 0 | 30 | 100 | | 1.0000 | 0 | 0 | 99 |
| | 0.2500 | 0 | 0 | 97 | | 0.2500 | 0 | 0 | 75 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 60 | | 0.0625 | 0 | 0 | 10 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 10 | | 0.0156 | 0 | 0 | 0 |
| 17576 | 4.0000 | 63 | 90 | 100 | 16550 | 4.0000 | 90 | 100 | 100 |
| | 1.0000 | 35 | 78 | 100 | | 1.0000 | 80 | 90 | 100 |
| | 0.2500 | 10 | 40 | 99 | | 0.2500 | 20 | 80 | 100 |
| | 0.0625 | 0 | 10 | 80 | | 0.0625 | 5 | 25 | 100 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 20 | | 0.0156 | 0 | 0 | 65 |
| 17579 | 4.0000 | 53 | 78 | 100 | mefenacet | 4.0000 | 53 | 95 | 100 |
| | 1.0000 | 15 | 70 | 100 | | 1.0000 | 10 | 65 | 100 |
| | 0.2500 | 0 | 35 | 95 | | 0.2500 | 0 | 10 | 100 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 58 | | 0.0625 | 0 | 0 | 68 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 20 | | 0.0156 | 0 | 0 | 65 |
| 17580 | 4.0000 | 50 | 85 | 100 | | | | | |
| | 1.0000 | 10 | 68 | 98 | | | | | |
| | 0.2500 | 0 | 25 | 83 | | | | | |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 15 | | | | | |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | | | | | |

표 4-8. 13개 화합물의 피 2엽기 처리시 약효와 약해

| CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | ORYSA | | ECHOR | CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | ORYSA | | ECHOR |
|---------------|-----------------|-------|----|-------|---------------|-----------------|-------|----|-------|
| | | TR | DR | | | | TR | DR | |
| 17585 | 4.0000 | 80 | 90 | 100 | 17593 | 4.0000 | 68 | 80 | 100 |
| | 1.0000 | 50 | 85 | 100 | | 1.0000 | 15 | 75 | 100 |
| | 0.2500 | 10 | 45 | 95 | | 0.2500 | 0 | 30 | 95 |
| | 0.0625 | 0 | 10 | 83 | | 0.0625 | 0 | 10 | 55 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 15 | | 0.0156 | 0 | 0 | 0 |
| 17586 | 4.0000 | 73 | 90 | 100 | 17596 | 4.0000 | 90 | 93 | 100 |
| | 1.0000 | 15 | 75 | 95 | | 1.0000 | 73 | 90 | 100 |
| | 0.2500 | 0 | 50 | 83 | | 0.2500 | 40 | 70 | 95 |
| | 0.0625 | 0 | 20 | 35 | | 0.0625 | 5 | 35 | 90 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | | 0.0156 | 0 | 0 | 55 |
| 17587 | 4.0000 | 75 | 95 | 100 | 17600 | 4.0000 | 73 | 98 | 100 |
| | 1.0000 | 50 | 83 | 100 | | 1.0000 | 20 | 80 | 100 |
| | 0.2500 | 10 | 65 | 80 | | 0.2500 | 5 | 45 | 95 |
| | 0.0625 | 0 | 10 | 20 | | 0.0625 | 0 | 30 | 58 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | | 0.0156 | 0 | 0 | 0 |
| 17588 | 4.0000 | 55 | 75 | 100 | 17601 | 4.0000 | 83 | 90 | 100 |
| | 1.0000 | 10 | 60 | 93 | | 1.0000 | 30 | 78 | 100 |
| | 0.2500 | 0 | 30 | 80 | | 0.2500 | 0 | 45 | 100 |
| | 0.0625 | 0 | 10 | 45 | | 0.0625 | 0 | 20 | 63 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | | 0.0156 | 0 | 0 | 0 |
| 17589 | 4.0000 | 85 | 90 | 100 | 17602 | 4.0000 | 85 | 98 | 100 |
| | 1.0000 | 73 | 90 | 100 | | 1.0000 | 73 | 90 | 98 |
| | 0.2500 | 25 | 73 | 90 | | 0.2500 | 60 | 90 | 90 |
| | 0.0625 | 10 | 45 | 80 | | 0.0625 | 40 | 65 | 90 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | | 0.0156 | 10 | 40 | 68 |
| 17591 | 4.0000 | 85 | 95 | 100 | 16550 | 4.0000 | 90 | 90 | 100 |
| | 1.0000 | 63 | 93 | 100 | | 1.0000 | 83 | 90 | 98 |
| | 0.2500 | 10 | 70 | 93 | | 0.2500 | 60 | 90 | 90 |
| | 0.0625 | 0 | 30 | 78 | | 0.0625 | 50 | 70 | 90 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | | 0.0156 | 30 | 40 | 73 |
| 17592 | 4.0000 | 73 | 90 | 100 | mefenacet | 4.0000 | 30 | 65 | 100 |
| | 1.0000 | 5 | 70 | 100 | | 1.0000 | 30 | 45 | 93 |
| | 0.2500 | 5 | 25 | 95 | | 0.2500 | 35 | 35 | 90 |
| | 0.0625 | 0 | 20 | 60 | | 0.0625 | 15 | 10 | 20 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | | 0.0156 | 15 | 0 | 0 |

표 4-9. 8개 화합물의 피 2엽기 처리시 약효와 약해

| CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | ORYSA | | ECHOR | CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | ORYSA | | ECHOR |
|---------------|-----------------|-------|----|-------|---------------|-----------------|-------|----|-------|
| | | TR | DR | | | | TR | DR | |
| 17590 | 4.0000 | 85 | 90 | 99 | 18504 | 4.0000 | 80 | 90 | 98 |
| | 1.0000 | 40 | 73 | 95 | | 1.0000 | 58 | 80 | 97 |
| | 0.2500 | 0 | 10 | 95 | | 0.2500 | 10 | 45 | 68 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 80 | | 0.0625 | 10 | 10 | 30 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 25 | | 0.0156 | 0 | 0 | 0 |
| 17595 | 4.0000 | 90 | 98 | 100 | 18505 | 4.0000 | 68 | 90 | 99 |
| | 1.0000 | 73 | 90 | 100 | | 1.0000 | 25 | 65 | 90 |
| | 0.2500 | 5 | 50 | 99 | | 0.2500 | 0 | 10 | 40 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 88 | | 0.0625 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 35 | | 0.0156 | 0 | 0 | 0 |
| 17604 | 4.0000 | 80 | 90 | 100 | 16550 | 4.0000 | 90 | 93 | 100 |
| | 1.0000 | 20 | 55 | 100 | | 1.0000 | 83 | 85 | 99 |
| | 0.2500 | 10 | 20 | 80 | | 0.2500 | 60 | 75 | 97 |
| | 0.0625 | 0 | 10 | 40 | | 0.0625 | 25 | 35 | 97 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | | 0.0156 | 0 | 10 | 90 |
| 17629 | 4.0000 | 58 | 85 | 100 | mefenacet | 4.0000 | 35 | 75 | 100 |
| | 1.0000 | 15 | 15 | 85 | | 1.0000 | 0 | 10 | 99 |
| | 0.2500 | 0 | 0 | 20 | | 0.2500 | 0 | 0 | 98 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 0 | | 0.0625 | 0 | 0 | 50 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | | 0.0156 | 0 | 0 | 0 |
| 18501 | 4.0000 | 70 | 85 | 97 | | | | | |
| | 1.0000 | 35 | 70 | 65 | | | | | |
| | 0.2500 | 5 | 10 | 0 | | | | | |
| | 0.0625 | 0 | 5 | 0 | | | | | |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | | | | | |

표 4-10. 4개 화합물의 피 2엽기 처리시 약효와 약해

| CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | ORYSA | | ECHOR | CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | ORYSA | | ECHOR |
|---------------|-----------------|-------|----|-------|---------------|-----------------|-------|----|-------|
| | | TR | DR | | | | TR | DR | |
| 17623 | 4.0000 | 0 | 0 | 45 | 16550 | 4.0000 | 90 | 90 | 100 |
| | 1.0000 | 0 | 0 | 5 | | 1.0000 | 80 | 80 | 99 |
| | 0.2500 | 0 | 0 | 0 | | 0.2500 | 45 | 80 | 99 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 0 | | 0.0625 | 10 | 30 | 97 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | | 0.0156 | 0 | 0 | 80 |
| 18521 | 4.0000 | 80 | 90 | 100 | mefenacet | 4.0000 | 30 | 65 | 100 |
| | 1.0000 | 40 | 65 | 95 | | 1.0000 | 20 | 10 | 100 |
| | 0.2500 | 0 | 30 | 65 | | 0.2500 | 5 | 0 | 83 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 30 | | 0.0625 | 0 | 0 | 35 |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | | 0.0156 | 0 | 0 | 0 |
| 18522 | 4.0000 | 55 | 80 | 99 | | | | | |
| | 1.0000 | 30 | 45 | 75 | | | | | |
| | 0.2500 | 0 | 20 | 25 | | | | | |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| | 0.0156 | 0 | 0 | 0 | | | | | |

표 4-11. 13개 화합물의 피 2엽기 처리시 약효와 약해

| CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | ORYSA (TR) | ECHOR | CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | ORYSA (TR) | ECHOR |
|------------|--------------|------------|-------|------------|--------------|------------|-------|
| 14479 | 1.0000 | 50 | 93 | 18604 | 1.0000 | 23 | 95 |
| | 0.5000 | 27 | 100 | | 0.5000 | 23 | 98 |
| | 0.2500 | 7 | 87 | | 0.2500 | 17 | 95 |
| | 0.1250 | 3 | 80 | | 0.1250 | 17 | 77 |
| | 0.0625 | 0 | 60 | | 0.0625 | 13 | 60 |
| 14484 | 1.0000 | 63 | 97 | 18640 | 1.0000 | 20 | 93 |
| | 0.5000 | 33 | 93 | | 0.5000 | 27 | 95 |
| | 0.2500 | 10 | 97 | | 0.2500 | 10 | 85 |
| | 0.1250 | 3 | 80 | | 0.1250 | 7 | 70 |
| | 0.0625 | 0 | 50 | | 0.0625 | 7 | 50 |
| 16609 | 1.0000 | 77 | 97 | 18641 | 1.0000 | 20 | 100 |
| | 0.5000 | 37 | 97 | | 0.5000 | 13 | 93 |
| | 0.2500 | 10 | 90 | | 0.2500 | 7 | 83 |
| | 0.1250 | 3 | 88 | | 0.1250 | 10 | 67 |
| | 0.0625 | 0 | 60 | | 0.0625 | 3 | 47 |
| 17571 | 1.0000 | 80 | 97 | 18646 | 1.0000 | 70 | 95 |
| | 0.5000 | 37 | 95 | | 0.5000 | 27 | 97 |
| | 0.2500 | 20 | 97 | | 0.2500 | 17 | 100 |
| | 0.1250 | 3 | 90 | | 0.1250 | 13 | 88 |
| | 0.0625 | 0 | 70 | | 0.0625 | 3 | 67 |
| 17595 | 1.0000 | 43 | 98 | 18647 | 1.0000 | 43 | 100 |
| | 0.5000 | 20 | 97 | | 0.5000 | 20 | 100 |
| | 0.2500 | 7 | 95 | | 0.2500 | 13 | 90 |
| | 0.1250 | 3 | 70 | | 0.1250 | 0 | 83 |
| | 0.0625 | 0 | 57 | | 0.0625 | 0 | 63 |
| 17596 | 1.0000 | 67 | 97 | 16550 | 1.0000 | 73 | 98 |
| | 0.5000 | 40 | 98 | | 0.5000 | 60 | 97 |
| | 0.2500 | 20 | 93 | | 0.2500 | 37 | 95 |
| | 0.1250 | 7 | 83 | | 0.1250 | 20 | 88 |
| | 0.0625 | 7 | 63 | | 0.0625 | 10 | 73 |
| 17602 | 1.0000 | 70 | 93 | mefenacet | 4.0000 | 17 | 93 |
| | 0.5000 | 57 | 93 | | 2.0000 | 10 | 93 |
| | 0.2500 | 33 | 90 | | 1.0000 | 10 | 93 |
| | 0.1250 | 7 | 90 | | 0.5000 | 7 | 70 |
| | 0.0625 | 0 | 70 | | 0.2500 | 3 | 47 |

표 4-12. 6개 화합물의 피 2엽기 처리시 약효와 약해

| CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | ORYSA (TR) | ECHOR | RiceFW (g/pot) | CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | ORYSA (TR) | ECHOR | RiceFW (g/pot) |
|------------|--------------|------------|-------|----------------|------------|--------------|------------|-------|----------------|
| 14479 | 1.0000 | 40 | 100 | 5.00 | 18647 | 1.0000 | 37 | 97 | 4.99 |
| | 0.5000 | 10 | 97 | 5.54 | | 0.5000 | 7 | 98 | 6.10 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 6.10 | | 0.2500 | 0 | 97 | 5.75 |
| | 0.1250 | 0 | 93 | 6.09 | | 0.1250 | 0 | 95 | 5.68 |
| | 0.0625 | 0 | 97 | 5.63 | | 0.0625 | 0 | 90 | 5.46 |
| | 0.0313 | 0 | 87 | 5.18 | | 0.0313 | 0 | 83 | 5.23 |
| | 0.0156 | 0 | 77 | 5.15 | | 0.0156 | 0 | 30 | 5.89 |
| 18604 | 2.0000 | 33 | 100 | 5.05 | 16550 | 1.0000 | 70 | 97 | 2.59 |
| | 1.0000 | 7 | 97 | 5.18 | | 0.5000 | 50 | 100 | 4.18 |
| | 0.5000 | 0 | 97 | 5.69 | | 0.2500 | 13 | 98 | 5.21 |
| | 0.2500 | 0 | 98 | 6.55 | | 0.1250 | 0 | 93 | 5.97 |
| | 0.1250 | 0 | 95 | 5.39 | | 0.0625 | 0 | 95 | 5.49 |
| | 0.0625 | 0 | 85 | 5.05 | | 0.0313 | 0 | 92 | 5.41 |
| | 0.0313 | 0 | 80 | 5.58 | | 0.0156 | 0 | 83 | 5.19 |
| 18640 | 2.0000 | 40 | 93 | 4.87 | mefenacet | 4.0000 | 7 | 100 | 6.10 |
| | 1.0000 | 7 | 98 | 5.54 | | 2.0000 | 0 | 95 | 6.12 |
| | 0.5000 | 0 | 100 | 5.62 | | 1.0000 | 0 | 98 | 5.57 |
| | 0.2500 | 0 | 95 | 5.56 | | 0.5000 | 0 | 97 | 5.37 |
| | 0.1250 | 0 | 95 | 5.41 | | 0.2500 | 0 | 100 | 4.93 |
| | 0.0625 | 0 | 90 | 6.00 | | 0.1250 | 0 | 87 | 4.92 |
| | 0.0313 | 0 | 77 | 5.47 | | 0.0625 | 0 | 50 | 5.40 |
| 18641 | 2.0000 | 13 | 95 | 5.91 | control | | | | 5.26 |
| | 1.0000 | 20 | 97 | 5.88 | | | | | |
| | 0.5000 | 0 | 97 | 6.56 | | | | | |
| | 0.2500 | 0 | 97 | 6.31 | | | | | |
| | 0.1250 | 0 | 92 | 5.89 | | | | | |
| | 0.0625 | 0 | 77 | 5.58 | | | | | |
| | 0.0313 | 0 | 30 | 6.29 | | | | | |

3. 피 2엽기 처리에서의 주요 일년생잡초에 대한 제초활성 비교 실험

가. 서언

그동안 스크리닝되었던 화합물들 중에서 비교적 피에 대한 방제효과가 높았던 화합물들에 대하여 주요 일년생잡초에 대하여 동시에 실험함으로써 상대적인 약효와 약해를 비교하고자 하였다.

나. 재료 및 방법

1). 공시초종 :

동진벼 : 이앙벼, 직파벼

잡초종 : 피, 올챙이고랭이, 물달개비, 사마귀풀

2). 약제명 : KH-14479 등 11 약제 (대조약제 mefenacet)

3). 약제처리시기 : 피 2엽기 (파종후 9일)

4). 약제처리방법 : 원제를 용매에 희석하여 수면처리

5). 시험구 : 표면적 150cm² 사각포트, 2반복

6). 조사 : 약제처리 20일후 약효와 약해 달관조사, 이앙벼의 초장 측정

다. 결과 및 고찰

표 4-13에 나타난 바와 같이, 공시 약제 모두 일년생 논잡초 중에서 피와 사마귀풀에 대한 약효가 가장 뛰어났고, 물달개비에 대한 효과는 다소 미흡하였으며, 올챙이고랭이에 대한 효과는 약하였다. 한편 피에 대한 약효는 강한 약제부터 KH-16550, -14479 > -14484, -17602, -17596, -18647, -18640, -17595 > -17571, -18646, -16609 > mefenacet, -18604의 순이었다. 표 4-14과 같이 이앙벼의 초장에 대한 약해가 적은 약제로는 KH-14484, -18640, -18604, -14479, -17595 등이었다. 따라서 약효와 약해를 동시에 고려할 때 KH-14479, -14484, -17595, -18640, -18647 등이 KH-16550과 함께 면밀한 비교가 이루어져야 할 것으로 판단되었다.

표 4-13. 약효와 약해의 달관조사

| CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | ORYSA | | Annual weeds | | | |
|---------------|-----------------|-------|----|--------------|-------|-------|-------|
| | | TR | DR | ECHOR | SCPJU | MOOVA | ANEKE |
| 14479 | 0.5000 | 25 | 85 | 100 | 60 | 70 | 100 |
| | 0.2500 | 10 | 70 | 99 | 40 | 50 | 100 |
| | 0.1250 | 0 | 40 | 90 | 35 | 40 | 100 |
| | 0.0625 | 0 | 20 | 65 | 15 | 0 | 25 |
| | 0.0313 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 |
| 14484 | 0.5000 | 40 | 90 | 100 | 50 | 70 | 85 |
| | 0.2500 | 25 | 80 | 100 | 40 | 50 | 50 |
| | 0.1250 | 25 | 50 | 85 | 30 | 40 | 45 |
| | 0.0625 | 0 | 15 | 65 | 10 | 0 | 30 |
| | 0.0313 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| 16609 | 0.5000 | 40 | 85 | 100 | 55 | 65 | 85 |
| | 0.2500 | 35 | 70 | 80 | 40 | 60 | 50 |
| | 0.1250 | 5 | 40 | 60 | 40 | 35 | 30 |
| | 0.0625 | 0 | 15 | 35 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0313 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 |
| 17571 | 0.5000 | 25 | 90 | 100 | 40 | 75 | 100 |
| | 0.2500 | 25 | 70 | 85 | 40 | 50 | 100 |
| | 0.1250 | 15 | 40 | 80 | 15 | 40 | 60x |
| | 0.0625 | 5 | 15 | 50 | 10x | 10 | x |
| | 0.0313 | 0 | 0 | 25 | 0 | 0 | 0 |
| 17595 | 0.5000 | 25 | 75 | 100 | 50 | 50x | 70x |
| | 0.2500 | 15 | 35 | 90 | 35 | 40 | 30x |
| | 0.1250 | 10 | 15 | 40 | 10 | 40 | 30x |
| | 0.0625 | 0 | 5 | 25 | 0 | 0 | x |
| | 0.0313 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17596 | 0.5000 | 40 | 80 | 100 | 40 | 75 | 100 |
| | 0.2500 | 15 | 65 | 100 | 30 | 50 | 70x |
| | 0.1250 | 15 | 45 | 70 | 15 | 0 | 30 |
| | 0.0625 | 0 | 10 | 50x | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0313 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 |
| 17602 | 0.5000 | 50 | 90 | 100 | 40 | 80 | 100 |
| | 0.2500 | 20 | 80 | 100 | 40 | 55 | 60 |
| | 0.1250 | 15 | 65 | 80 | 30 | 5 | 60x |
| | 0.0625 | 15 | 20 | 65 | 25 | 0 | 50 |
| | 0.0313 | 0 | 0 | 35 | 0 | 0 | 0 |

계속

| CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | ORYSA | | Annual weeds | | | |
|---------------|-----------------|-------|----|--------------|-------|-------|-------|
| | | TR | DR | ECHOR | SCPJU | MOOVA | ANEKE |
| 18604 | 0.5000 | 15 | 70 | 85 | 30 | 45 | 95 |
| | 0.2500 | 5 | 40 | x | 15 | 5 | 90 |
| | 0.1250 | 0 | 10 | 70 | 0 | 0 | 50 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 50x | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0313 | 0 | 0 | 35 | 0 | 0 | 0 |
| 18640 | 0.5000 | 10 | 55 | 100 | 20 | 50 | 100 |
| | 0.2500 | 5 | 10 | 95 | 10 | 15 | 100 |
| | 0.1250 | 0 | 5 | 60 | 0 | 0 | x |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0313 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | x |
| 18646 | 0.5000 | 45 | 90 | 100 | 45 | 95 | 85 |
| | 0.2500 | 20 | 55 | 80 | 40 | 80 | 85 |
| | 0.1250 | 15 | 40 | 70x | 35 | 25 | 40x |
| | 0.0625 | 0 | 10 | 40 | 5 | 0 | 0 |
| | 0.0313 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | x |
| 18647 | 0.5000 | 25 | 75 | 100 | 40x | 90 | 100 |
| | 0.2500 | 20 | 55 | 100 | 25 | 50 | 50x |
| | 0.1250 | 15 | 20 | 40x | 20 | 55 | x |
| | 0.0625 | 5 | 0 | 30x | 0 | 0 | 0 |
| | 0.0313 | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 0 |
| 16550 | 0.5000 | 55 | 90 | 100 | 40 | 80 | 85 |
| | 0.2500 | 40 | 80 | 100 | 40 | 50 | 85 |
| | 0.1250 | 10 | 65 | 90 | 30 | 45 | 40 |
| | 0.0625 | 5 | 50 | 60 | 35 | 15 | 30 |
| | 0.0313 | 0 | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 |
| mefenacet | 2.0000 | 5 | 10 | 100 | 40 | 80 | 100 |
| | 1.0000 | 5 | 0 | 100 | 25 | 50 | x |
| | 0.5000 | 0 | 0 | 95 | 10 | 50 | x |
| | 0.2500 | 0 | 0 | 65 | 0 | 10 | 30x |
| | 0.1250 | 0 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 |

표 4-14. 상위 2개 농도에서 이앙벼의 초장 비교

| CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | Plant height (cm) | RATE (kg/ha) | Plant height (cm) |
|---------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| 14479 | 0.500 | 46.3 bcdefgh | 0.250 | 55.8 a |
| 14484 | 0.500 | 51.5 abcd | 0.250 | 48.3 bcdef |
| 16609 | 0.500 | 45.0 defgh | 0.250 | 45.4 cdefgh |
| 17571 | 0.500 | 43.5 fghi | 0.250 | 41.3 ghij |
| 17595 | 0.500 | 45.8 bcdefgh | 0.250 | 48.3 bcdef |
| 17596 | 0.500 | 38.0 ij | 0.250 | 48.8 bcdef |
| 17602 | 0.500 | 36.8 j | 0.250 | 47.5 bcdefg |
| 18604 | 0.500 | 49.0 bcdef | 0.250 | 51.8 abc |
| 18640 | 0.500 | 49.8 abcdef | 0.250 | 51.3 abcde |
| 18646 | 0.500 | 40.5 hi | 0.250 | 47.5 bcdefg |
| 18647 | 0.500 | 45.5 cdefgh | 0.250 | 51.0 abcde |
| 16550 | 0.500 | 35.5 j | 0.250 | 45.0 defgh |
| mefenacet | 2.000 | 44.8 efgh | 1.000 | 48.5 bcdef |
| control | | 52.3 ab | | |
| F-value | | 4.6811** | | |
| LSD _{0.05} | | 6.63 | | |

4. 일년생 논잡초종에 대한 제초활성

가. 서언

피에 대한 방제효과가 높은 후보화합물 KH-16550의 논에서 많이 발생하는 일년생 잡초종에 대한 약효를 평가함으로써 초종 스펙트럼에 대한 정보를 얻고자 하였다.

나. 재료 및 방법

1). 공시초종 :

동진벼 : 이앙벼

잡초종 : 피, 올챙이고랭이, 물달개비, 사마귀풀, 여뀌바늘,
마디꽃, 알방동산이, 발톱외풀

2). 약제명 : KH-16550, -14479 (대조약제 mefenacet)

3). 약제처리시기 : 피 2엽기 (파종후 9일)

4). 약제처리방법 : 원제를 용매에 희석하여 수면처리

5). 시험구 : 표면적 500 cm² 사각포트, 2반복

6). 조사 : 약제처리 14일후 약효와 약해 달관조사

다. 결과 및 고찰

표 4-15에 나타난 바와 같이, 세 약제 모두 공시한 최저 약량에서도 일년생 논잡초 중에서 피와 사마귀풀, 알방동산이 및 물달개비를 90 이상 방제하였다. KH-16550과 -14479는 여뀌바늘, 마디꽃, 발톱외풀 등에 대한 효과는 mefenacet과 대등하거나 다소 양호하였으며, 특히 올챙이고랭이에 대한 효과는 mefenacet보다 매우 양호한 것으로 나타났다. 그러나 이앙벼에 대한 약해는 mefenacet이 2kg/ha에서도 20 정도로 경미한데 반하여 KH-16550은 0.1 kg/ha, KH-14479는 0.2 kg/ha 이하에서만 동일한 안전성을 확보할 수 있었다.

표 4-15. 일년생 논잡초종에 대한 제초활성

| 약제명 | 약량 (kg/ha) | 초 종 | | | | | | | | |
|-----------|---------------|-------------|-----|----------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------|-----------------------|------------------|
| | | 이 양 벼 | 피 | 울 챙 이 고 랭 이 | 물 달 개 비 | 사 마 귀 풀 | 여 귀 바 늘 | 마 디 꽃 | 알 방 동 산 이 | 발 뚝 외 풀 |
| 16550 | 0.500 | 73 | 100 | 95 | 100 | 100 | 90 | 90 | 98 | 95 |
| | 0.250 | 55 | 100 | 95 | 100 | 100 | 90 | 90 | 98 | 90 |
| | 0.200 | 45 | 100 | 95 | 99 | 100 | 90 | 90 | 98 | 85 |
| | 0.150 | 40 | 100 | 95 | 99 | 100 | 85 | 90 | 98 | 90 |
| | 0.100 | 25 | 100 | 95 | 98 | 100 | 80 | 90 | 98 | 80 |
| | 0.050 | 5 | 100 | 95 | 97 | 100 | 80 | 85 | 98 | 70 |
| 14479 | 1.000 | 68 | 100 | 95 | 100 | 100 | 99 | 95 | 99 | 100 |
| | 0.500 | 50 | 100 | 95 | 99 | 100 | 98 | 90 | 99 | 100 |
| | 0.400 | 55 | 100 | 95 | 99 | 100 | 98 | 90 | 99 | 100 |
| | 0.300 | 45 | 100 | 83 | 99 | 100 | 97 | 93 | 99 | 95 |
| | 0.200 | 20 | 100 | 95 | 97 | 100 | 90 | 90 | 100 | 85 |
| | 0.100 | 0 | 100 | 80 | 93 | 100 | 85 | 90 | 99 | 85 |
| mefenacet | 2.000 | 20 | 100 | 95 | 100 | 100 | 95 | 93 | 99 | 98 |
| | 1.000 | 0 | 100 | 75 | 97 | 100 | 85 | 90 | 98 | 80 |
| | 0.800 | 10 | 100 | 83 | 95 | 100 | 85 | 90 | 98 | 75 |
| | 0.600 | 5 | 100 | 85 | 98 | 100 | 80 | 88 | 98 | 65 |
| | 0.400 | 0 | 95 | 80 | 98 | 100 | 75 | 80 | 98 | 63 |
| | 0.200 | 0 | 100 | 70 | 90 | 100 | 80 | 80 | 98 | 60 |

5. KH-16550의 토양중 이동성 시험

가. 서언

제초제는 처리방법에 관계없이 토양표면을 통하여 토양계로 들어가며, 이에 따라 여러 요인에 의하여 제초효과 또는 작물에 대한 약해가 변동된다. 토양처리형 제초제는 토양표면에 처리층을 형성하며 이는 주로 작물과 잡초 간에 물리적 선택성을 제공하는 요인으로 알려져 있다^{IV-5}. 따라서 처리된 제초제가 어느 범위까지 이동하는가는 제초제의 살초효과 및 약해에 큰 영향을 줄 뿐만 아니라 잔효기간의 장단에도 관여하므로 작용특성 파악에 있어 중요한 요소이다. 이에 후보 화합물 KH-16550의 토양중 수직이동성의 정도를 파악하고자 하였다.

나. 재료 및 방법

토양컬럼크로마토그래피 장치^{IV-6}를 조립하여 스크리닝용 논흙을 채운 후 담수상태로 하루동안 토양이 평형이 되도록 정치하였다. 후보약제인 KH-16550을 ha당 500g 및 250g의 약량이 되도록 처리하였고, 대조약제인 mefenacet는 1,000g/ha가 되도록 처리하였다. 다시 하루동안 정치한 후 누수량이 5 cm/day가 되도록 1회 누수시켰다. 토양컬럼크로마토그래피 장치를 해체하고 토양을 1 cm 간격으로 분할 채토한 후 피종자를 10립씩 파종하여 15일간 생육시킨 후 생물검정하였다.

다. 결과 요약

토양컬럼크로마토그래피 방법에 의한 mefenacet의 토양중 수직이동은 1 cm의 이동폭을 나타내었고, 후보 화합물인 KH-16550은 2 cm의 이동폭을 나타내어 토양표층에 처리층을 잘 형성하는 것으로 나타났으므로 누수에의 한 약효의 감소와 약해의 증가 우려는 비교적 적을 것으로 판단되었다.

6. KH-16550과 sulfonylurea계 화합물들과의 혼합처리시 이앙비에 대한 영향

가. 서언

후보화합물 KH-16550은 일년생 논잡초를 방제할 수 있는 약제로서 실제로 논에서 사용되는 제초제들은 한번에 처리함으로써 일년생잡초와 다년생잡초를 도이에 방제하는 체제로 개발되기 때문에 대부분은 두 종류 이상의 약제가 혼합된 합제의 형태로 개발되어 사용되고 있다. 따라서 포장에서 사용하기 위하여는 KH-16550도 다년생잡초를 방제할 수 있는 주요 약제인 sulfonylurea계 약제와의 혼합처리를 고려하여야 하는데, 이때 약효의 감소보다는 약해가 어떻게 변화될 지가 중요하기 때문에, 혼합처리시의 이앙비에 대한 약해의 정도를 비교하고자 하였다.

나. 재료 및 방법

가. 공시작물 : 동진벼 이앙 (풋트당 4본)

가. 합제대상약제 : azimsulfuron, bensulfuron-methyl, cinosulfuron
ethoxysulfuron, imzasulfuron, pyrazosulfuron-ethyl

나. KH-16550 : 1.0000, 0.2500, 0.0625, 0.0156 kg/ha

다. 약제처리 : 이앙후 14일 (이앙벼 약 5엽기), 수면처리

라. 표면적 150 cm² 사각풋트, 2반복

마. 조사 : 약제 처리 후 24일에 약해의 정도를 달관으로 조사
이앙벼의 초장과 생체중을 측정

다. 결과 및 고찰

합제 우선 순위

bensulfuron, imzasulfuron > pyrazosulfuron > cinosulfuron, ethoxysulfuron > azimsulfuron

표 4-16. 여러 가지 sulfonylure계 약제와 KH-16550의 혼합처리시 이앙벼의 약해 (0-100)

| 약 제 명 | 처리량 (kg/ha) | KH-16550 (kg/ha) | | | | |
|----------------------|-------------|------------------|--------|--------|--------|----|
| | | 1.0000 | 0.2500 | 0.0625 | 0.0156 | 0 |
| azimsulfuron | 0.0300 | 90 | 60 | 33 | 20 | 15 |
| | 0.0150 | 90 | 50 | 15 | 0 | 0 |
| | 0.0075 | 90 | 60 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 80 | 55 | 5 | 0 | 0 |
| bensulfuron-methyl | 0.0800 | 88 | 58 | 8 | 0 | 0 |
| | 0.0400 | 90 | 60 | 8 | 0 | 0 |
| | 0.0200 | 90 | 65 | 8 | 0 | 0 |
| | 0 | 80 | 55 | 5 | 0 | 0 |
| cinosulfuron | 0.0500 | 90 | 65 | 20 | 5 | 0 |
| | 0.0250 | 90 | 50 | 8 | 0 | 0 |
| | 0.0125 | 83 | 58 | 5 | 0 | 0 |
| | 0 | 80 | 55 | 5 | 0 | 0 |
| ethoxysulfuron | 0.0400 | 85 | 68 | 8 | 0 | 0 |
| | 0.0200 | 85 | 58 | 15 | 0 | 0 |
| | 0.0100 | 90 | 45 | 13 | 0 | 0 |
| | 0 | 80 | 55 | 5 | 0 | 0 |
| imazosulfuron | 0.1500 | 85 | 65 | 10 | 0 | 0 |
| | 0.0750 | 90 | 63 | 8 | 0 | 0 |
| | 0.0375 | 90 | 65 | 8 | 0 | 0 |
| | 0 | 80 | 55 | 5 | 0 | 0 |
| pyrazosulfuron-ethyl | 0.0400 | 90 | 70 | 15 | 0 | 0 |
| | 0.0200 | 83 | 65 | 3 | 0 | 0 |
| | 0.0100 | 90 | 65 | 8 | 0 | 0 |
| | 0 | 80 | 55 | 5 | 0 | 0 |

표 4-17. KH-16550과 azimsulfuron과의 혼합처리시 이앙벼의 생육

| Rating | 16550 (kg/ha) | azimsulfuron (kg/ha) | | | |
|-------------------------|------------------|----------------------|--------|--------|------|
| | | 0.0300 | 0.0150 | 0.0075 | 0 |
| Plant height (cm) | 1.0000 | 28.8 | 31.5 | 30.0 | 35.7 |
| | 0.2500 | 41.9 | 43.2 | 39.3 | 42.1 |
| | 0.0625 | 43.9 | 52.4 | 58.2 | 57.9 |
| | 0.0156 | 47.6 | 55.4 | 58.3 | 57.8 |
| | 0 | 49.6 | 59.2 | 59.2 | 57.7 |
| Fresh weight (g/pot) | 1.0000 | 2.3 | 2.5 | 2.5 | 3.2 |
| | 0.2500 | 7.9 | 9.1 | 8.7 | 7.0 |
| | 0.0625 | 9.0 | 13.2 | 14.5 | 10.9 |
| | 0.0156 | 9.3 | 11.8 | 11.3 | 9.7 |
| | 0 | 13.4 | 15.0 | 14.0 | 11.9 |

표 4-18. KH-16550과 bensulfuron-methyl과의 혼합처리시 이앙벼의 생육

| Rating | 16550 (kg/ha) | bensulfuron-methyl (kg/ha) | | | |
|-------------------------|------------------|----------------------------|--------|--------|------|
| | | 0.0800 | 0.0400 | 0.0200 | 0 |
| Plant height (cm) | 1.0000 | 30.7 | 34.0 | 28.8 | 35.7 |
| | 0.2500 | 42.2 | 40.2 | 38.4 | 42.1 |
| | 0.0625 | 57.3 | 55.9 | 55.2 | 57.9 |
| | 0.0156 | 60.5 | 54.8 | 59.5 | 57.8 |
| | 0 | 57.3 | 55.4 | 58.3 | 57.7 |
| Fresh weight (g/pot) | 1.0000 | 2.7 | 2.2 | 2.8 | 3.2 |
| | 0.2500 | 9.5 | 7.8 | 6.1 | 7.0 |
| | 0.0625 | 11.6 | 11.2 | 10.7 | 10.9 |
| | 0.0156 | 12.8 | 9.7 | 12.6 | 9.7 |
| | 0 | 14.7 | 10.2 | 12.2 | 11.9 |

표 4-19. KH-16550과 cinosulfuron과의 혼합처리시 이앙벼의 생육

| Rating | 16550 (kg/ha) | cinosulfuron (kg/ha) | | | |
|-------------------------|------------------|----------------------|--------|--------|------|
| | | 0.0500 | 0.0250 | 0.0125 | 0 |
| Plant height (cm) | 1.0000 | 30.7 | 31.9 | 33.2 | 35.7 |
| | 0.2500 | 41.5 | 44.7 | 40.7 | 42.1 |
| | 0.0625 | 48.7 | 57.1 | 55.2 | 57.9 |
| | 0.0156 | 56.4 | 57.3 | 59.9 | 57.8 |
| | 0 | 58.1 | 58.5 | 54.5 | 57.7 |
| Fresh weight (g/pot) | 1.0000 | 5.5 | 2.1 | 3.0 | 3.2 |
| | 0.2500 | 9.4 | 10.0 | 7.3 | 7.0 |
| | 0.0625 | 11.9 | 10.7 | 14.3 | 10.9 |
| | 0.0156 | 12.7 | 10.7 | 15.5 | 9.7 |
| | 0 | 12.2 | 12.7 | 10.4 | 11.9 |

표 4-20. KH-16550과 ethoxysulfuron과의 혼합처리시 이앙벼의 생육

| Rating | 16550 (kg/ha) | ethoxysulfuron (kg/ha) | | | |
|-------------------------|------------------|------------------------|--------|--------|------|
| | | 0.0400 | 0.0200 | 0.0100 | 0 |
| Plant height (cm) | 1.0000 | 34.6 | 35.5 | 29.9 | 35.7 |
| | 0.2500 | 40.7 | 40.6 | 43.3 | 42.1 |
| | 0.0625 | 57.2 | 52.8 | 54.2 | 57.9 |
| | 0.0156 | 59.6 | 60.4 | 59.5 | 57.8 |
| | 0 | 55.6 | 61.3 | 56.9 | 57.7 |
| Fresh weight (g/pot) | 1.0000 | 2.3 | 2.7 | 2.3 | 3.2 |
| | 0.2500 | 7.1 | 7.8 | 7.9 | 7.0 |
| | 0.0625 | 11.5 | 9.5 | 12.0 | 10.9 |
| | 0.0156 | 11.6 | 14.3 | 13.4 | 9.7 |
| | 0 | 9.5 | 13.8 | 13.3 | 11.9 |

표 4-21. KH-16550과 imazosulfuron과의 혼합처리시 이앙벼의 생육

| Rating | 16550 (kg/ha) | imazosulfuron (kg/ha) | | | |
|-------------------------|------------------|-----------------------|--------|--------|------|
| | | 0.1500 | 0.0750 | 0.0375 | 0 |
| Plant height (cm) | 1.0000 | 32.8 | 37.9 | 36.3 | 35.7 |
| | 0.2500 | 38.9 | 39.5 | 38.8 | 42.1 |
| | 0.0625 | 54.2 | 56.4 | 57.8 | 57.9 |
| | 0.0156 | 55.3 | 59.5 | 56.8 | 57.8 |
| | 0 | 56.2 | 58.4 | 60.0 | 57.7 |
| Fresh weight (g/pot) | 1.0000 | 2.2 | 2.5 | 2.5 | 3.2 |
| | 0.2500 | 7.9 | 7.7 | 8.5 | 7.0 |
| | 0.0625 | 11.8 | 10.7 | 10.8 | 10.9 |
| | 0.0156 | 13.6 | 11.8 | 13.8 | 9.7 |
| | 0 | 12.0 | 14.5 | 13.7 | 11.9 |

표 4-22. KH-16550과 pyrazosulfuron과의 혼합처리시 이앙벼의 생육

| Rating | 16550 (kg/ha) | pyrazosulfuron-ethyl (kg/ha) | | | |
|-------------------------|------------------|------------------------------|--------|--------|------|
| | | 0.0400 | 0.0200 | 0.0100 | 0 |
| Plant height (cm) | 1.0000 | 34.2 | 36.4 | 35.3 | 35.7 |
| | 0.2500 | 37.8 | 42.3 | 40.8 | 42.1 |
| | 0.0625 | 52.7 | 56.8 | 59.3 | 57.9 |
| | 0.0156 | 51.4 | 52.8 | 60.2 | 57.8 |
| | 0 | 54.9 | 60.4 | 63.5 | 57.7 |
| Fresh weight (g/pot) | 1.0000 | 1.8 | 3.6 | 2.6 | 3.2 |
| | 0.2500 | 6.2 | 9.5 | 6.2 | 7.0 |
| | 0.0625 | 9.9 | 12.2 | 10.7 | 10.9 |
| | 0.0156 | 10.8 | 9.4 | 11.1 | 9.7 |
| | 0 | 13.5 | 14.4 | 14.9 | 11.9 |

7. KH-16550 + halosulfuron 합제시의 약효와 약해

1. 서언

논에서 수면에 처리하는 약제의 대부분은 입제의 형태로 사용되며 그 사용량은 ha당 제품 30kg의 양으로 이용된다. 따라서 KH-16550과 다년생잡초를 방제할 수 있는 halosulfuron을 단제 또는 합제의 형태로 제제한 입제의 약효와 약해를 평가하고자 하였다.

가. 재료 및 방법

1). 공시초종

벼 : 이앙벼(동진벼, 4본/푼트)

일년생잡초종 : 피, 올챙이고랭이, 물달개비, 발독외풀,
마디꽃, 사마귀풀, 알방동산이

다년생잡초종 : 너도방동사니, 올미, 올방개, 벼풀, 가래

2). 약제명 및 함량 : KH-16550입제 (0.83% GR), halosulfuron 입제 (0.18% GR),

KH-16550 + halosulfuron 입제 (0.83+0.18% GR)

3). 약제처리량 : 60, 30, 15, 7.5 kg/ha

4). 처리시기 : 피 2엽기

5). 표면적 500 cm² 사각푼트. 3반복(벼와 잡초는 서로 다른 푼트를 이용함)

6). 조사 : 약제처리 48일 후 달관 및 이앙벼 생육

다. 결과 및 고찰 (표 4-23와 표 4-24 및 그림 4-1)

1) 제초효과

- 16550 처리에서 우수한 방제효과를 보였던 잡초는 강피, 마디꽃, 사마귀풀, 알방동산이 등으로 기준량의 1/4에서도 95% 이상 방제하였다. 기타 잡초 중에서 물달개비에 대해서는 기준량 이상에서 95% 이상 방제하였지만 벼풀, 가래, 올미 등에 대해서는 2배량에서도 방제효과가 약했다.

- Halosulfuron 처리에서는 물달개비, 발톱외풀, 마디꽃, 알방동산이, 너도방동사니, 올방개 등에 대한 방제효과가 우수하게 나타났다. 즉, 기준량의 1/4량에서도 90% 이상 방제하였는데, 강피, 사마귀풀, 가래 등에 대한 제초활성은 약하게 나타났다.
- 혼합처리결과 실험에 사용한 모든 잡초에 대하여 우수한 제초활성을 보였다. 즉, 16550은 halosulfuron이 방제하지 못하는 사마귀풀과 강피를 1/4에서도 95% 이상 방제하였고, halosulfuron은 16550이 방제하지 못하는 발톱외풀과 물달개비 및 다년생 잡초를 방제하였다. 또한 혼합처리에서 벼에 대하여 약해가 증가되지 않았고, 오히려 약해경감효과가 있는 것으로 보였다.
- 모든 실험 플롯에서 마디꽃의 발생을 찾아볼 수 없었다.

2) 약해

- 16550 배량 처리에서 30% 내외의 약해가 발생되었는데 혼합처리에서 약해가 감소되는 것으로 나타났다. 이는 한정된 양분과 면적에서 잡초방제 효과에 의한 경합감소에 의한 것일 수도 있다. 대표적인 약해증상은 분얼감소(손제초구 대비 약 40% 감소), 초장단축(손제초구 대비 약 20% 감소)이었다.
- Halosulfuron 배량 처리에서도 약해는 적게 나타났지만, 잎의 황화현상과 초장단축, 출수축진 효과가 있는 것으로 관찰되었다.

표 4-23. 입제의 처리에 의한 약효와 약해 (달관조사, 0-100)

| 처 리 약 제 | 처리량 (kg/ha) | 벼 | 일년생 잡초종 | | | | | | | 다년생 잡초종 | | | | |
|---|----------------|----|-------------|----|----------------------------|------------------|------------------|-------------|------------------|-----------------------|----------------------------|--------|-------------|--------|
| | | | 이 양 벼 | 피 | 올 챙 이 고 랭 이 | 물 달 개 비 | 발 뚝 외 풀 | 마 디 꽃 | 사 마 귀 풀 | 알 방 동 산 이 | 너 도 방 동 사 니 | 올 미 | 올 방 개 | 벗 풀 |
| 16550 (0.83% GR) | 60.0 | 33 | 100 | 80 | 100 | 86 | 100 | 100 | 100 | 85 | 60 | 58 | 72 | 65 |
| | 30.0 | 7 | 100 | 82 | 100 | 75 | 100 | 100 | 100 | 67 | 32 | 63 | 32 | 47 |
| | 15.0 | 3 | 100 | 70 | 78 | 57 | 100 | 100 | 100 | 42 | 17 | 58 | 7 | 35 |
| | 7.5 | 2 | 97 | 50 | 67 | 53 | 100 | 100 | 100 | 23 | 0 | 32 | 0 | 12 |
| Halosulfuron (0.18% GR) | 60.0 | 12 | 84 | 75 | 100 | 100 | 100 | 45 | 100 | 100 | 90 | 100 | 100 | 85 |
| | 30.0 | 2 | 68 | 79 | 100 | 100 | 100 | 8 | 100 | 100 | 87 | 100 | 94 | 73 |
| | 15.0 | 2 | 52 | 79 | 100 | 100 | 100 | 6 | 100 | 100 | 82 | 100 | 97 | 68 |
| | 7.5 | 7 | 37 | 79 | 100 | 100 | 100 | 5 | 100 | 84 | 72 | 92 | 88 | 62 |
| 16550+halosulfuron (0.83+0.18% GR) | 60.0 | 17 | 100 | 92 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 87 | 99 | 96 | 86 |
| | 30.0 | 7 | 100 | 89 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 83 | 99 | 92 | 86 |
| | 15.0 | 2 | 100 | 86 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 82 | 99 | 91 | 74 |
| | 7.5 | 0 | 98 | 84 | 98 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 75 | 98 | 84 | 68 |

표 4-24. 입제의 처리 후 이앙벼의 생육

| 처 리 약 제 | 처리량 (kg/ha) | 초 장 (cm) | 주당 경수 | 지상부 생체중 (g/주) |
|---------------------------------------|----------------|-------------|---------|------------------|
| KH16550 (0.83% GR) | 60.0 | 79.6 def | 8.58 b | 23.97 de |
| | 30.0 | 89.6 a | 8.67 b | 30.92 bc |
| | 15.0 | 84.3 abcde | 9.08 b | 30.76 bc |
| | 7.5 | 86.6 ab | 9.83 ab | 33.21 ab |
| Halosulfuron (0.18% GR) | 60.0 | 82.4 bcdef | 9.00 b | 29.24 bc |
| | 30.0 | 86.9 ab | 9.17 b | 31.30 bc |
| | 15.0 | 87.6 ab | 9.33 b | 31.09 bc |
| | 7.5 | 87.7 ab | 9.25 b | 29.20 bc |
| 16550+halosulfuron (0.83+0.18% GR) | 60.0 | 79.3 ef | 9.42 b | 27.34 cd |
| | 30.0 | 80.6 cdef | 9.75 ab | 29.02 bc |
| | 15.0 | 85.1 abcd | 9.08 b | 30.26 bc |
| | 7.5 | 86.2 ab | 9.33 b | 30.86 bc |
| Untreated check | | 78.6 f | 6.75 c | 20.24 e |
| Hand weeding | | 86.1 abc | 11.25 a | 36.83 a |

* 각 열의 영문자는 LSD 검정의 결과를 문자로 표시한 것임.

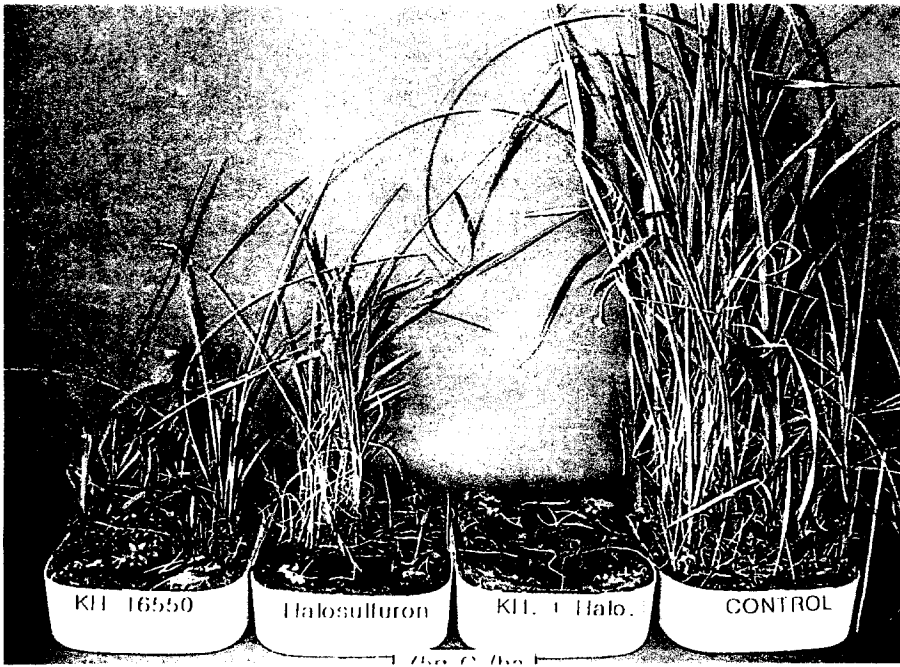


그림 4-1. KH-16550과 halosulfuron의 합제 효과

8. KH-16550의 처리시기에 따른 약효와 약해

가. 서언

제초제의 처리시기에 따라 잡초와 작물의 생육 정도가 다르기 때문에 나타나는 약효와 약해의 차이가 있기 때문에, 후보화합물 KH-16550의 처리시기에 따른 효력의 변동을 검토하고자 피의 엽기별 처리시험을 실시하였다.

나. 재료 및 방법

- 1) 공시초종 : 동진벼(이앙벼, 4본/풋트), 피종자
- 2) 공시약제 : KH-15084, -16550, -17596, mefenacet
- 3) 약제처리시기 : 피 1, 2, 3, 4엽기 (이앙후 7, 9, 12, 14일)
- 4) 약제처리방법 : 원제를 이용하여 유제형태로 수면에 점적 처리
- 5) 사각풋트 3반복 실험

1엽기와 2엽기는 표면적 150 cm²자리 풋트에서,

3엽기와 4엽기는 표면적 500 cm²자리 풋트에서 실험

- 6) 조사 : 1엽기처리하는 처리후 18일, 2엽기 처리는 처리후 19일,
3엽기와 4엽기 처리는 처리후 21일에
약효와 약해를 달관(0-100)으로 조사하고, 이앙벼의 생육을 조사

다. 결과 및 고찰

피 1 엽기처리 (표4-25), 피 2 엽기처리 (표4-26), 피 3 엽기처리 (표4-27), 피 4 엽기처리 (표4-28)에 나타난 바와 같이 모든 약제에서 처리시기가 늦어짐에 따라 약효가 감소하였고, 이앙벼에 대한 약해도 감소하는 경향을 나타내었다. 대조약제의 피에 대한 약효가 1엽기 처리시에는 125g, 2엽기에는 250g, 3엽기에는 700g, 4엽기에는 1kg 인데 반하여 후보약제인 KH-16550은 1엽기에는 31g, 2엽기에는 63g, 3엽기에는 125g, 4엽기에는 250g으로 대조약제보다 전시기에 걸쳐 약효가 4배 정도 강하였다. 그러나 KH-16550의 이앙벼에 대한 약해의 우려는 여전히 존재하고 있었다.

표 4-25. 피 1엽기 처리시의 약효와 약해

| CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | ORYSA (TR) | ECHOR | Growth of transplanted rice | | |
|-----------------|-----------------|---------------|-------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | | | | Plant height (cm) | Tillers (ea/4plants) | Fresh wt. (g/4palnts) |
| 15084 | 1.0000 | 80 | 100 | 26.9 | 2.7 | 2.6 |
| | 0.5000 | 40 | 100 | 43.3 | 11.7 | 13.6 |
| | 0.2500 | 17 | 100 | 48.1 | 13.3 | 14.8 |
| | 0.1250 | 7 | 100 | 49.5 | 16.0 | 15.8 |
| | 0.0625 | 0 | 87 | 47.8 | 17.7 | 16.9 |
| 16550 | 0.5000 | 72 | 100 | 31.0 | 6.3 | 5.1 |
| | 0.2500 | 37 | 100 | 45.3 | 12.7 | 14.0 |
| | 0.1250 | 7 | 100 | 52.9 | 13.7 | 19.3 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 53.5 | 15.3 | 16.1 |
| | 0.0313 | 0 | 98 | 51.4 | 17.7 | 18.1 |
| 17596 | 0.5000 | 55 | 100 | 38.2 | 9.0 | 8.9 |
| | 0.2500 | 30 | 100 | 50.2 | 13.7 | 16.5 |
| | 0.1250 | 7 | 100 | 55.8 | 15.7 | 19.5 |
| | 0.0625 | 0 | 100 | 52.6 | 15.7 | 17.2 |
| | 0.0313 | 0 | 85 | 52.1 | 17.3 | 20.0 |
| mefenacet | 1.0000 | 13 | 100 | 51.0 | 21.7 | 23.3 |
| | 0.5000 | 3 | 100 | 53.4 | 18.7 | 21.1 |
| | 0.2500 | 0 | 100 | 54.3 | 20.0 | 21.3 |
| | 0.1250 | 0 | 100 | 50.3 | 17.3 | 18.0 |
| | 0.0625 | 0 | 73 | 46.1 | 18.7 | 16.1 |
| Untreated check | | | | 48.1 | 17.0 | 12.8 |
| LSD 0.05 | | | | 2.95 | 2.23 | 2.58 |

표 4-26. 피 2엽기 처리시의 약효와 약해

| CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | ORYSA (TR) | ECHOR | Growth of transplanted rice | | |
|-----------------|-----------------|---------------|-------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | | | | Plant height (cm) | Tillers (ea/4plants) | Fresh wt. (g/4plants) |
| 15084 | 1.0000 | 77 | 100 | 30.1 | 4.0 | 5.4 |
| | 0.5000 | 43 | 100 | 41.5 | 12.3 | 14.3 |
| | 0.2500 | 17 | 100 | 49.3 | 16.3 | 19.2 |
| | 0.1250 | 0 | 97 | 51.1 | 18.0 | 18.1 |
| | 0.0625 | 0 | 80 | 48.4 | 19.0 | 19.1 |
| 16550 | 0.5000 | 67 | 100 | 34.3 | 10.0 | 9.8 |
| | 0.2500 | 48 | 100 | 46.3 | 12.0 | 17.4 |
| | 0.1250 | 7 | 100 | 52.2 | 16.3 | 20.7 |
| | 0.0625 | 0 | 98 | 54.0 | 17.7 | 20.8 |
| | 0.0313 | 0 | 87 | 48.8 | 18.3 | 19.1 |
| 17596 | 0.5000 | 40 | 100 | 45.4 | 11.7 | 16.0 |
| | 0.2500 | 13 | 100 | 50.8 | 14.0 | 19.8 |
| | 0.1250 | 0 | 100 | 55.6 | 17.7 | 21.8 |
| | 0.0625 | 0 | 97 | 56.1 | 16.7 | 19.6 |
| | 0.0313 | 0 | 68 | 51.3 | 18.0 | 19.0 |
| mefenacet | 1.0000 | 17 | 100 | 51.8 | 20.3 | 23.4 |
| | 0.5000 | 7 | 100 | 56.7 | 16.3 | 21.7 |
| | 0.2500 | 0 | 91 | 60.2 | 16.7 | 21.4 |
| | 0.1250 | 0 | 73 | 58.7 | 17.3 | 20.2 |
| | 0.0625 | 0 | 57 | 54.2 | 18.0 | 18.3 |
| Untreated check | | | | 49.2 | 18.0 | 16.1 |
| LSD 0.05 | | | | 3.43 | 2.93 | 2.63 |

표 4-27. 피 3엽기 처리시의 약효와 약해

| CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | ORYSA (TR) | ECHOR | Growth of transplanted rice | | |
|-----------------|-----------------|---------------|-------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | | | | Plant height (cm) | Tillers (ea/4plants) | Fresh wt. (g/4palnts) |
| 15084 | 1.0000 | 67 | 99 | 47.9 | 14.7 | 23.2 |
| | 0.5000 | 33 | 92 | 68.5 | 17.3 | 41.4 |
| | 0.2500 | 3 | 60 | 73.7 | 19.3 | 57.5 |
| | 0.1250 | 0 | 53 | 75.0 | 19.0 | 57.0 |
| | 0.0625 | 0 | 37 | 71.8 | 17.3 | 44.2 |
| 16550 | 0.5000 | 65 | 99 | 49.6 | 13.7 | 23.4 |
| | 0.2500 | 33 | 99 | 65.8 | 18.7 | 45.2 |
| | 0.1250 | 3 | 91 | 73.4 | 22.0 | 59.2 |
| | 0.0625 | 0 | 70 | 75.2 | 20.3 | 57.5 |
| | 0.0313 | 0 | 47 | 71.9 | 19.0 | 52.7 |
| 17596 | 0.5000 | 43 | 99 | 59.6 | 15.0 | 35.8 |
| | 0.2500 | 13 | 89 | 66.0 | 17.3 | 40.9 |
| | 0.1250 | 0 | 70 | 69.6 | 17.7 | 42.2 |
| | 0.0625 | 0 | 57 | 69.3 | 17.3 | 36.7 |
| | 0.0313 | 0 | 23 | 71.9 | 17.7 | 43.7 |
| mefenacet | 1.0000 | 3 | 98 | 70.5 | 19.7 | 48.1 |
| | 0.5000 | 0 | 87 | 72.5 | 17.7 | 44.5 |
| | 0.2500 | 0 | 68 | 73.4 | 17.3 | 44.5 |
| | 0.1250 | 0 | 20 | 75.5 | 17.3 | 37.8 |
| | 0.0625 | 0 | 0 | 74.4 | 17.0 | 37.6 |
| Untreated check | | | | 75.4 | 15.3 | 39.6 |
| LSD 0.05 | | | | 4.76 | 2.93 | 8.22 |

표 4-28. 피 4엽기 처리시의 약효와 약해

| CHEM. REF. | RATE (kg/ha) | ORYSA (TR) | ECHOR | Growth of transplanted rice | | |
|-----------------|-----------------|---------------|-------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | | | | Plant height (cm) | Tillers (ea/4plants) | Fresh wt. (g/4palnts) |
| 15084 | 1.0000 | 52 | 99 | 56.9 | 23.0 | 40.9 |
| | 0.5000 | 23 | 94 | 71.0 | 26.3 | 59.4 |
| | 0.2500 | 3 | 73 | 80.2 | 18.7 | 56.6 |
| | 0.1250 | 0 | 60 | 81.5 | 19.3 | 59.3 |
| | 0.0625 | 0 | 20 | 79.4 | 19.3 | 58.0 |
| 16550 | 0.5000 | 55 | 98 | 52.4 | 19.7 | 36.8 |
| | 0.2500 | 27 | 99 | 62.4 | 19.0 | 41.8 |
| | 0.1250 | 3 | 85 | 72.6 | 18.7 | 51.4 |
| | 0.0625 | 0 | 72 | 77.9 | 18.0 | 50.2 |
| | 0.0313 | 0 | 63 | 67.9 | 18.0 | 44.0 |
| 17596 | 0.5000 | 43 | 98 | 58.3 | 21.0 | 41.3 |
| | 0.2500 | 13 | 91 | 71.4 | 18.7 | 49.8 |
| | 0.1250 | 0 | 80 | 79.4 | 19.0 | 56.2 |
| | 0.0625 | 0 | 63 | 81.3 | 20.7 | 59.5 |
| | 0.0313 | 0 | 43 | 77.1 | 21.7 | 55.9 |
| mefenacet | 1.0000 | 10 | 90 | 71.9 | 22.0 | 49.6 |
| | 0.5000 | 0 | 82 | 78.0 | 19.7 | 54.6 |
| | 0.2500 | 0 | 62 | 71.4 | 16.7 | 41.7 |
| | 0.1250 | 0 | 30 | 71.8 | 15.3 | 39.3 |
| | 0.0625 | 0 | 20 | 71.2 | 16.0 | 38.1 |
| Untreated check | | | | 76.2 | 19.3 | 49.0 |
| LSD 0.05 | | | | 3.76 | 3.42 | 5.80 |

제 2 절 화학구조와 제초활성과의 상관관계 (QSAR)

Quantitative Structure-Activity Relationship(QSAR)^{IV-7~12}은 화합물의 물리, 화학적 성질로부터 생물학적 활성을 예측하고 활성이 강한 새로운 화합물을 디자인하는데 있어 강력한 방법중 하나이다. 일반적으로 QSAR을 함에 있어서 두가지 대표적인 분석방법이 있다. 화합물의 특성 또는 활성을 표현자(descriptor)들의 선형적으로 조합으로 나타내거나 비선형 방법인 인공신경망(Artificial Neural Network)^{IV-13,14}을 이용한 방법이 이용되고 있다. 인공신경망이란 포유동물의 뇌에서의 신호처리방법을 응용한 것이다.

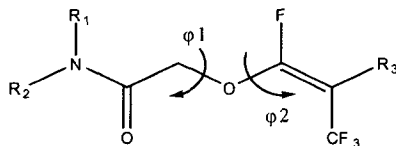
이 연구에서는 유전알고리즘(Genetic Algorithm)^{IV-15,16}을 이용하였다. 유전알고리즘은 자동적으로 최적의 표현자의 종류와 수를 선택할수 있으며 선형회귀분석방법을 이용한 수식을 만들 수 있다. 적은 수의 분자와 많은 수의 표현자들이 있을 때 유전알고리즘은 매우 유용한 방법이라 할 수 있다.

이 연구에서는 57개 화합물을 분석하여 활성을 예측할수 있는 QSAR수식^{IV-17~19}을 만들고 생리 활성을 측정하지 않은 화합물에 적용하여 활성을 예측할수 있도록 하는 것이다. 최종적으로 효과적인 QSAR 수식은 많은 가능한 화합물의 활성을 예측함으로써 합성하는 화합물의 수를 줄일 수 있다.

1. 계산 자료의 생성

57개의 fluorovinylxyacetamide계 화합물(표 4-29)이 QSAR연구에 사용되었다. 이 분자들은 E와 Z 이성질체로 존재하나 모두 E 이성질체 구조로 통일하여 사용하였다. ϕ_1 과 ϕ_2 이면각(torsional angle)을 30° 씩 증가시키는 grid search방법을 사용하여 최소 에너지 구조(ϕ_1 은 30-130° , ϕ_2 는 150-200° 각도 범위)를 얻었다. fluorovinylxyacetamide의 기본구조($R_1=CH_3$, $R_2=phenyl$, $R_3=phenyl$)를 가지고 Gaussian 94 프로그램의 4-31G basis set을 이용하여 구조 최적화를 실행하였다. 이렇게 최적화된 구조에 각각의 분자에 따른 작용기를 첨가하고 Merck Molecular Force Field(MMFF)를 이용한 분자역학(molecular mechanics)방법을 사용하여 최종적으로 분자들의 구조를 확정하였다.

表4-29. Structures of Fluorovinylacetamides in Training Set



| No. | R ¹ | R ² | R ³ |
|-----|--|---------------------------------|---|
| 1 | -(CH ₂) ₅ - | | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 2 | -(CH ₂) ₅ - | | 4-C ₂ H ₅ -C ₆ H ₄ |
| 3 | -(CH ₂) ₅ - | | 3, 5-Cl ₂ -C ₆ H ₃ |
| 4 | -CH(CH ₃)(CH ₂) ₄ - | | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 5 | -CH(C ₂ H ₅)(CH ₂) ₄ - | | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 6 | -CH(CH ₃)(CH ₂) ₃ CH(CH ₃)- | | 3-Cl-C ₆ H ₄ |
| 7 | -(CH ₂) ₆ - | | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 8 | -(CH ₂) ₆ - | | 4-C ₂ H ₅ -C ₆ H ₄ |
| 9 | -(CH ₂) ₆ - | | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ |
| 10 | -(CH ₂) ₆ - | | 3, 5-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ |
| 11 | -(CH ₂) ₆ - | | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 12 | -(CH ₂) ₆ - | | 4-Cl-C ₆ H ₄ |
| 13 | C ₂ H ₅ | n-C ₄ H ₉ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 14 | C ₆ H ₅ | CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 15 | C ₆ H ₅ | CH ₃ | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 16 | C ₆ H ₅ | CH ₃ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 17 | C ₆ H ₅ | CH ₃ | 4-C ₂ H ₅ -C ₆ H ₄ |

| No. | R ¹ | R ² | R ³ |
|-----|---|---------------------------------|---|
| 18 | C ₆ H ₅ | CH ₃ | 4-C ₂ H ₅ O-C ₆ H ₄ |
| 19 | C ₆ H ₅ | CH ₃ | 3-CF ₃ -C ₆ H ₄ |
| 20 | C ₆ H ₅ | CH ₃ | 3-F-C ₆ H ₄ |
| 21 | C ₆ H ₅ | CH ₃ | 4-Cl-C ₆ H ₄ |
| 22 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 23 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ |
| 24 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3, 4-OCH ₂ O-C ₆ H ₃ |
| 25 | 4-F-C ₆ H ₄ | CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 26 | 4-F-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 27 | 4-F-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 28 | 2, 4-F ₂ -C ₆ H ₃ | CH ₃ | 3-Cl-C ₆ H ₄ |
| 29 | 2, 4-Cl ₂ -C ₆ H ₃ | CH ₃ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 30 | C ₆ H ₅ | C ₂ H ₅ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 31 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | C ₂ H ₅ | C ₆ H ₅ |
| 32 | 3-CF ₃ -C ₆ H ₄ | C ₂ H ₅ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 33 | 4-Cl-C ₆ H ₄ | C ₂ H ₅ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 34 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | n-C ₃ H ₇ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 35 | C ₆ H ₅ | i-C ₃ H ₇ | 3, 5-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ |
| 36 | C ₆ H ₅ | i-C ₃ H ₇ | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 37 | C ₆ H ₅ | i-C ₃ H ₇ | 4-C ₂ H ₅ O-C ₆ H ₄ |

| No. | R ¹ | R ² | R ³ |
|-----|---|---------------------------------|---|
| 38 | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ | i-C ₃ H ₇ | C ₆ H ₅ |
| 39 | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ | i-C ₃ H ₇ | 4-C ₂ H ₅ -C ₆ H ₄ |
| 40 | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ | i-C ₃ H ₇ | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 41 | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ | i-C ₃ H ₇ | 3-F-C ₆ H ₄ |
| 42 | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | i-C ₃ H ₇ | C ₆ H ₅ |
| 43 | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | i-C ₃ H ₇ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 44 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | i-C ₃ H ₇ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 45 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | i-C ₃ H ₇ | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 46 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | i-C ₃ H ₇ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 47 | 4-F-C ₆ H ₄ | i-C ₃ H ₇ | 3-CF ₃ -C ₆ H ₄ |
| 48 | 4-F-C ₆ H ₄ | i-C ₃ H ₇ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 49 | 3-Cl-C ₆ H ₄ | i-C ₃ H ₇ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 50 | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ | CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 51 | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ | CH ₃ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 52 | 3-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3, 4-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ |
| 53 | 3-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-C ₂ H ₅ -C ₆ H ₄ |
| 54 | 3-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 55 | 4-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | C ₆ H ₅ |
| 56 | 4-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 57 | 4-Cl-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |

구조 최적화를 실행한 후에 모든 분자들을 같은 방향성을 갖도록 Maximum Common Sub Group(MCSG) 방법을 이용하여 정렬시켰다. 이 방법은 분자의 pattern을 인식하기 위해 분자를 점과 선으로 다룬다. MCSG방법은 선택된 기준 분자(여기서는 가장 큰 분자를 선택)에 다른 분자들을 그대로 중첩시키는 방법을 이용한다.

일반적으로 QSAR에 사용되는 활성 자료는 피(barnyard grass)를 50% 억제시키는 농도(EC₅₀)로써 나타낸다. 그러나 실험적인 활성 자료가 각각의 농도(1,000, 0.2500, 0.0625, 0.0156, 0.0040 kg/ha)에서 피의 억제율로 나타내어졌기 때문에 sigmoidal 형태의 함수(1)를 이용하여 EC₅₀값을 계산하여 사용하였다. 이렇게 계산된 실험적 활성값은 모두 -log 함수값으로 바꾸어 사용하였다.

$$y = \frac{A_1 - A_2}{1 + e^{(x - x_0)/dx}} + A_2 \quad (1)$$

2. 표현자의 선택과 생물학적 활성값의 표현

QSAR 수식을 만들기 위해서는 분자의 구조에 따라 계산되는 표현자 집합이 필요하다. 이 연구에서는 Cerius2^{IV-20,21} 프로그램을 이용하여 118개의 위상기하학적(topological), 공간적(spatial), 전기적(electrical), 양자역학적(quantum mechanical), 열역학적(thermodynamic) 표현자(표 4-30)들이 계산되었다. 이렇게 계산된 표현자들을 유전 알고리즘을 이용하여 여러 종류의 QSAR 수식을 만들어 내었다. 유전 알고리즘이 적용되는 단계는 다음과 같다. 57개의 분자들로부터 계산된 표현자들을 무작위로 선택하여 최초의 수직집합을 만든다. 이 수식들에 대해 적합도(fitness score)를 계산하여 적합도의 크기 순서대로 정렬시킨다. 정렬된 수식들을 이용하여 교차(crossover), 변이(mutation)을 실행하여 새로운 수식을 만들어 내고 다시 적합도를 계산하여 정렬시킨다. 이러한 과정을 반복하여 가장 좋은 적합도를 나타내는 수식값의 변화가 작으면 수렴이 되어 종료된다.

이 연구에서는 100개의 수식을 만들어 식 (2)로 계산되는 r² 값과 cross-validated r² 값을 적합도 함수로 사용하였다. 전체적으로 위와같은 과정을 10000번을 반복하여 최종적인 수식을 계산하였다.

$$r^2 = 1 - \frac{\sum (Y_{obs} - Y_{cal})^2}{\sum (Y_{obs} - Y_{mea})^2} \quad (2)$$

Y_{obs} : observed value
 Y_{cal} : calculated prediction value
 Y_{mea} : mean value

Table 4-30. List of Descriptors Used in This Study

| Abbreviation | Definition |
|------------------|---|
| Dipole-X, Y, Z | X, Y, Z component of the dipole moment |
| LUMO-MOPAC | The energy of Lowest Unoccupied Molecular Orbital(LUMO) by MOPAC CNDO/2 calculation |
| HOMO-MOPAC | The energy of Highest Occupied Molecular Orbital Energy(HOMO) by MOPAC CNDO/2 calculation |
| RadOfGyration | Radius of Gyration |
| PMI-X, Y, Z | X, Y, Z component of principle moment of inertia |
| logP | Log of the partition coefficient |
| V _m | Molecular volume |
| F _{oct} | Desolvation free energy of octanol |
| ShaperMS | RMS value to shape reference |
| Dipole-MOPAC | Dipole moment by MOPAC CNDO/2 calculation |
| Density | Density |
| MolRef | Molar refractivity by Ghose and Crippen calculation |

유전 알고리즘을 이용하여 표현자들을 선택하는 과정은 다음과 같다. 계산되어진 118개의 표현자들을 4-5개의 그룹으로 나누고 각각의 그룹에 대하여 위와같은 과정을 통하여 빈번히 선택되어지는 표현자들을 선택한다. 이런 과정을 반복함으로써 최종적으로 표 4-30와 같은 표현자들을 선택하였다. 이 표현자들은 생리학적 활성을 잘 설명할 수 있고 충분한 다양성을 가지고 있다. 모든 유전 알고리즘 계산은 100개의 수식을 가지고 시작하였으며 10000번을 반복 계산을 통하여 결과를 얻었다. 이렇게 얻어진 수식은 그것의 신뢰성을 확인하여야 한다. 수식이 높은 r^2 값을 보일 때 그 수식은 over fitting 또는 over estimation되었을 가능성이 있다. 이런 경우 그 수식은 처음에 사용되었던 구조가 아닐 경우 활성값을 예측할 수 없게된다.

cross-validated r^2 계산은 많은 경우에 수식의 신뢰성 확인에 사용된다. 이것은 분자집합에서 하나의 분자를 제외하고 r^2 값을 계산한 후에 그 수식으로 제외되었던 분자의 활성을 예측하는 방법이다. cross-validated r^2 계산은 식(3)과 같다.

$$cross - validated r^2 = 1 - \frac{PRESS}{SD} \quad (3)$$

SD : the sum of squared deviation of the dependent variable values from their mean.

PRESS (predicted sum of squares) : the sum, over all compounds, of the squared differences between the actual and the predicted values.

3. 결과 및 토의

57개의 fluorovinyloxyacetamide계 화합물과 이 분자들에 대하여 계산된 16개의 표현자들을 가지고 유전 알고리즘을 사용하여 최종적으로 3-4개의 표현자들로 구성된 QSAR 수식을 만들었다. thumb의 규칙¹⁴⁻²²에 의하면 좋은 수식은 사용된 분자 수가 선택된 표현자의 수보다 5배 내지 그 이상일 때 적절하다고 본다. 1개부터 4개까지의 표현자를 사용하여 만든 결과를 표4-31에 나타내었다. 수식의 중요성을 나타내는 p-value가 모두 0.001이하로 나타났음을 볼수 있다. p-value는 큰 F-test값이

나타났을 때 관찰되는 significance probability이다. 작은 p-value 값일수록 QSAR식의 중요성은 커진다. 낮은 p-value값과 큰 cross-validated r^2 값으로 미루어 보아 3개의 표현자로 이루어진 수식이 최적일 것이라 생각된다. fluorovinylxyacetamide계 화합물의 활성을 나타내는 최종 수식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{Activity} = & 5.365 \\ & - 0.350 (\text{Log P}) \\ & - 0.524 (\text{RadOfGyration}) \\ & + 0.0577 (\text{Dipole-Z}) \end{aligned} \quad (4)$$

($R^2=0.853$, Cross-validated $R^2=0.832$, $F=102.684$, $p\text{-value}=4.52E-22$)

표4-31. The best QSAR equation using 1-4 descriptors and their regression statistics.

R^2 : correlation coefficient, R^2_{cv} : cross-validated R^2 , SE : standard error, F : Fisher test value, p-value : significance level

| # of descriptor | Equation | R^2 | R^2_{cv} | SE | F | p-value |
|-----------------|---|-------|------------|-------|---------|----------|
| 1 | 5.415-0.0109(Vm) | 0.627 | 0.598 | 0.190 | 92.357 | 2.27E-13 |
| 2 | 5.477-0.355(logP) -0.545(RadOfGyration) | 0.810 | 0.789 | 0.137 | 115.021 | 3.41E-20 |
| 3 | 5.365-0.350(logP) -0.524(RadOfGyration) +0.0577(Dipole-Z) | 0.853 | 0.832 | 0.121 | 102.684 | 4.52E-22 |
| 4 | 5.600-0.341(logP) -0.560(RadOfGyration) +0.0581(Dipole-Z) -0.122(ShapeRMS) | 0.859 | 0.829 | 0.120 | 79.317 | 1.71E-21 |

이러한 방법으로 계산된 활성값과 $-\log EC_{50}$ 값 사이의 상관관계를 표 4-32와 그림 4-33에 나타내었다. 두 값의 차이는 0.003~0.284사이이며 평균값은 0.09095이다. 최종 수식의 활성 예측 능력을 시험하기 위하여 새로운 14개의 분자(표 4-31)에

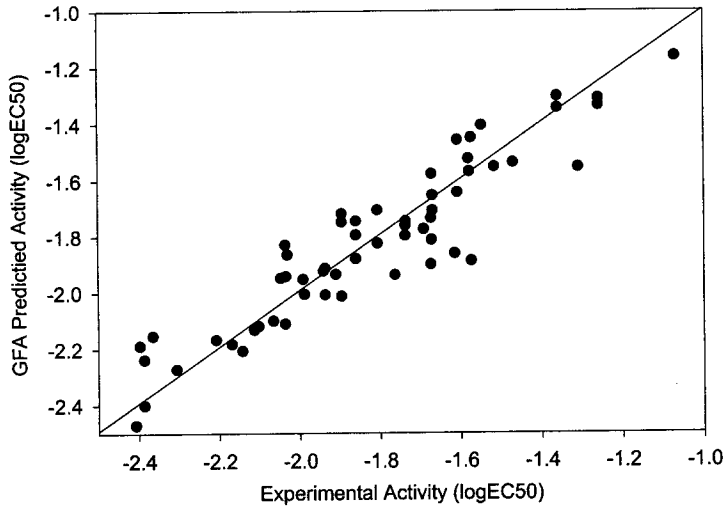
表4-32. Observed and GFA predicted $-\log EC_{50}$ for Training Set

| No | Observed Activity ($-\log EC_{50}$) | GFA prediction | GFA residual |
|----|--|-------------------|-----------------|
| 1 | 2.114 | 2.132 | -0.019 |
| 2 | 1.738 | 1.798 | -0.061 |
| 3 | 1.674 | 1.901 | -0.227 |
| 4 | 1.574 | 1.888 | -0.315 |
| 5 | 1.807 | 1.706 | 0.101 |
| 6 | 1.738 | 1.762 | -0.024 |
| 7 | 2.102 | 2.119 | -0.017 |
| 8 | 1.867 | 1.746 | 0.115 |
| 9 | 1.992 | 1.954 | 0.038 |
| 10 | 1.910 | 1.936 | 0.026 |
| 11 | 2.036 | 2.111 | -0.075 |
| 12 | 2.066 | 2.101 | -0.035 |
| 13 | 1.614 | 1.862 | -0.247 |
| 14 | 2.408 | 2.470 | -0.062 |
| 15 | 2.366 | 2.153 | 0.213 |
| 16 | 2.398 | 2.188 | 0.210 |
| 17 | 1.860 | 1.880 | -0.020 |
| 18 | 1.937 | 1.914 | 0.023 |
| 19 | 2.046 | 1.949 | 0.098 |
| 20 | 2.387 | 2.400 | -0.013 |
| 21 | 2.169 | 2.183 | -0.013 |
| 22 | 2.030 | 1.866 | 0.165 |
| 23 | 1.737 | 1.746 | -0.009 |
| 24 | 1.896 | 2.014 | -0.118 |
| 25 | 2.387 | 2.238 | 0.150 |
| 26 | 1.941 | 1.924 | 0.017 |
| 27 | 1.763 | 1.938 | -0.175 |
| 28 | 2.304 | 1.942 | 0.092 |

표4-32계속. Observed and GFA predicted $-\log EC_{50}$ for Training Set

| No | Obseved Activity ($-\log EC_{50}$) | GFA prediction | GFA residual |
|----|---|-------------------|-----------------|
| 29 | 1.896 | 1.719 | 0.176 |
| 30 | 2.209 | 2.167 | 0.042 |
| 31 | 1.937 | 2.009 | -0.072 |
| 32 | 1.259 | 1.311 | -0.052 |
| 33 | 1.517 | 1.552 | -0.035 |
| 34 | 1.360 | 1.345 | 0.015 |
| 35 | 1.309 | 1.553 | -0.244 |
| 36 | 1.860 | 1.796 | 0.065 |
| 37 | 1.608 | 1.457 | 0.151 |
| 38 | 2.036 | 1.830 | 0.205 |
| 39 | 1.070 | 1.164 | -0.093 |
| 40 | 1.470 | 1.537 | -0.067 |
| 41 | 1.673 | 1.735 | -0.062 |
| 42 | 1.806 | 1.925 | -0.019 |
| 43 | 1.581 | 1.524 | 0.057 |
| 44 | 1.574 | 1.449 | 0.125 |
| 45 | 1.259 | 1.336 | -0.078 |
| 46 | 1.618 | 1.643 | -0.035 |
| 47 | 1.360 | 1.304 | 0.056 |
| 48 | 1.896 | 1.749 | 0.147 |
| 49 | 1.672 | 1.577 | 0.095 |
| 50 | 2.143 | 2.207 | -0.063 |
| 51 | 1.672 | 1.813 | -0.141 |
| 52 | 1.579 | 1.569 | 0.010 |
| 53 | 1.548 | 1.406 | 0.142 |
| 54 | 1.670 | 1.708 | -0.038 |
| 55 | 1.988 | 2.006 | -0.018 |
| 56 | 1.691 | 1.774 | -0.083 |
| 57 | 1.670 | 1.653 | 0.017 |

그림4-2. Activity values predicted by GFA Model of Training Set



대하여 활성을 예측하고 그 결과를 그림 4-4와 표 4-32에 나타내었다. 결과적으로 작은 에러값을 보이는 것으로 보아 최종 수식의 활성 예측능력이 충분하다고 생각된다. 그림 4-5은 유전 알고리즘이 계산되면서 선택되어진 표현자의 선택 빈도수를 나타낸 것이다. logP 표현자가 특징적으로 많이 선택되어진 것으로 미루어 QSAR 수식에 중요한 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 이것은 logP 값이 화합물의 활성을 설명할 때 아주 중요한 역할을 하고 있음을 알 수 있다. 일반적으로 약물이 식물에 침투할때는 수용액상태에서 존재하기 때문에 logP 값은 수용액 상태에서의 용해도를 나타낸다고 할 수 있다. 또다른 표현자인 radius of gyration과 dipole-Z는 적은 수로 선택되어졌지만 화합물의 활성을 나타내는데 있어서 중요한 역할을 하고 있다. 이것은 약물과 수용체 분자의 결합에 관련된 성질을 표현한다고 생각할 수 있다. 약물분자의 크기나 전하 분포는 수용체 분자와의 결합에 있어서 중요한 요소이기 때문이다.

Variance Inflation Factor(VIF)값을 이용하여 세가지 표현자에 대한 multicollinearity를 나타내었다. VIF값은 $1/(1-r^2)$ 으로 계산되어진 값으로 이 값이 5 이상일 경우 표현자들의 상관관계가 커서 둘중 하나의 표현자가 나타내는 정보를 제거할 수 있다. 이 연구에서 각 표현자들의 VIF값은 1.0155(dipole-Z), 1.0292(radius of gyration), 1.0229(logP)이고 따라서 표현자들의 상관관계가 없다고 볼 수 있다. 각각의 표현자들과 활성과의 상관관계를 그림 4-5에 나타내었다. logP값과 활성과의 상관관계(a)에서 12, 27, 45, 54번 분자가 큰 차이를 보였으나 radius of gyration과의 관계(b)나 dipole-Z와의 관계(c)에서 높은 상관성을 보인다. 14, 22, 32, 39번 분자는 radius of gyration에서 큰 차이를 보이거나 logP와의 관계에서 높은 상관성을 보여주고 있다. 이러한 경향으로 볼 때 세가지 표현자가 효과적으로 생물학적 활성을 설명한다고 할 수 있다.

이러한 표현자들의 경향으로써 fluorovinyloxyacetamide계 제초제는 높은 생체 투과 능력과 분자의 적당한 크기와 같은 특징을 가져야 한다. 높은 활성을 나타내기 위해서 화합물은 작은 logP값, 작은 radius of gyration, 큰 dipole-Z를 가져야 한다. 따라서 간단한 logP, radius of gyration, dipole moment 계산을 통하여 제초제 화합물의 생물학적 활성을 예측할 수 있다.

表4-33. Structures of Fluorovinylacetamides in Test Set

| No. | R ¹ | R ² | R ³ |
|-----|---|---------------------------------|---|
| 1 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3, 5-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ |
| 2 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 3 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 4-Cl-C ₆ H ₄ |
| 4 | 4-F-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 5 | 4-F-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3, 5-(CH ₃) ₂ -C ₆ H ₃ |
| 6 | 4-F-C ₆ H ₄ | CH ₃ | 3-CH ₃ O-C ₆ H ₄ |
| 7 | C ₆ H ₅ | C ₂ H ₅ | 4-CF ₃ -C ₆ H ₄ |
| 8 | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ | C ₂ H ₅ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 9 | 4-CH ₃ O-C ₆ H ₄ | C ₂ H ₅ | 4-F-C ₆ H ₄ |
| 10 | 2-Cl-C ₆ H ₄ | C ₂ H ₅ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 11 | 3-Cl-C ₆ H ₄ | C ₂ H ₅ | C ₆ H ₅ |
| 12 | 4-Cl-C ₆ H ₄ | C ₂ H ₅ | C ₆ H ₅ |
| 13 | C ₆ H ₅ | i-C ₃ H ₇ | 4-CH ₃ -C ₆ H ₄ |
| 14 | C ₆ H ₅ | i-C ₃ H ₇ | 3, 4-OCH ₂ O-C ₆ H ₄ |

表4-34. Observed and GFA Predicted -log EC₅₀ for Test Set

| No. | Observed Activity (-logEC ₅₀) | GFA prediction | GFA residual | No. | Observed Activity (-logEC ₅₀) | GFA prediction | GFA residual |
|-----|---|----------------|--------------|-----|---|----------------|--------------|
| 1 | 1.641 | 1.675 | -0.034 | 8 | 1.836 | 1.821 | 0.015 |
| 2 | 1.924 | 1.862 | 0.062 | 9 | 1.830 | 1.854 | -0.024 |
| 3 | 1.807 | 1.761 | 0.046 | 10 | 1.520 | 1.678 | -0.158 |
| 4 | 1.971 | 1.879 | 0.092 | 11 | 1.973 | 1.877 | 0.096 |
| 5 | 1.653 | 1.713 | -0.060 | 12 | 1.775 | 1.809 | -0.034 |
| 6 | 1.908 | 1.938 | -0.030 | 13 | 1.790 | 1.743 | 0.047 |
| 7 | 1.787 | 1.749 | 0.038 | 14 | 1.896 | 1.858 | 0.038 |

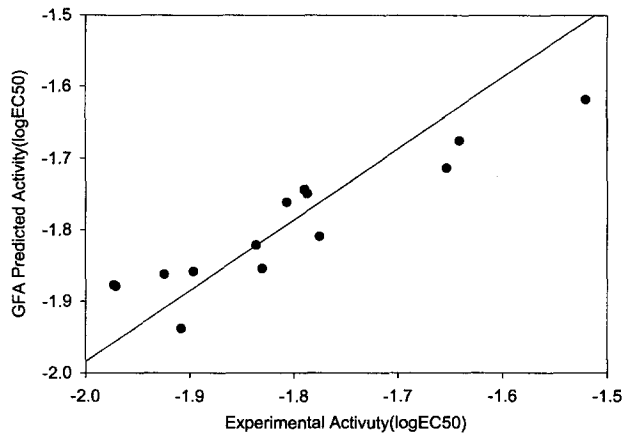


그림 4-3. Activity values predicted by GFA Model of Test Set

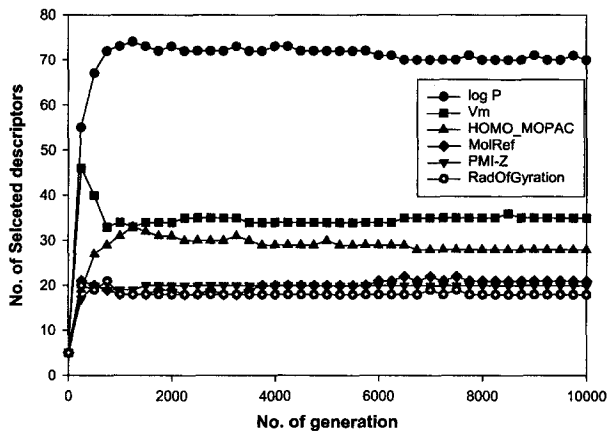
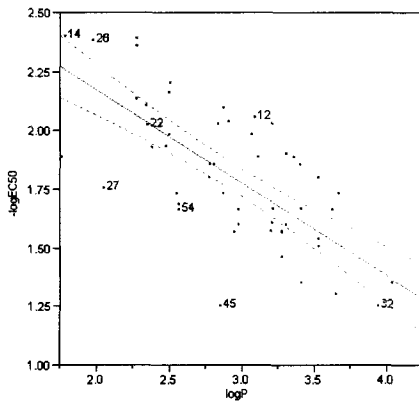
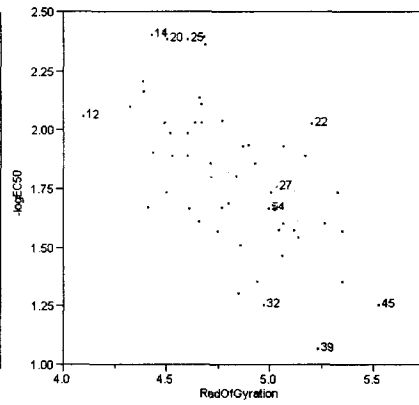


그림 4-4. Population of GFA Selected Descriptors

(a)



(b)



(c)

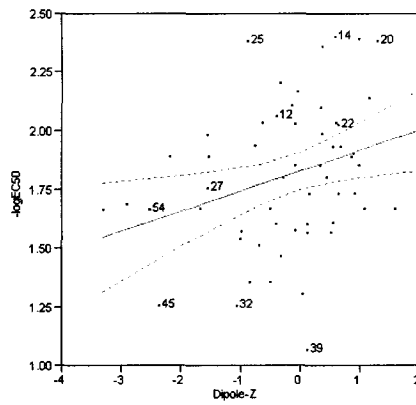


그림4-5. Plots of $-\log EC_{50}$ vs. (a) $\log P$, (b) radius of gyration, and (c) dipole-Z.

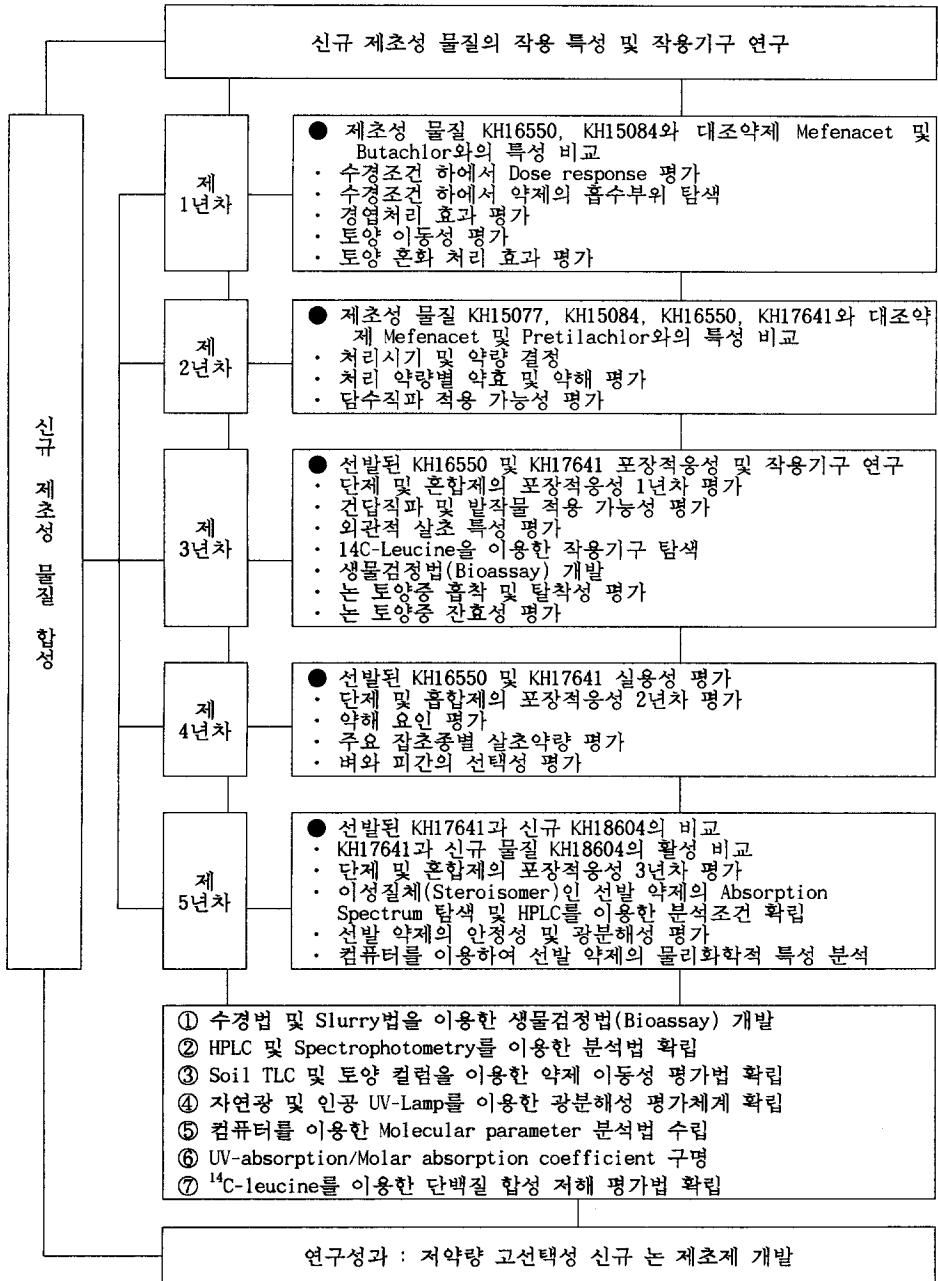
제5장 후보물질의 작용특성 및 작용기구

본 연구과제는 농림부 첨단기술개발사업의 하나로서 한국화학연구소, 서울대학교 잡초방제연구실, 농촌진흥청 작물보호부 공동으로 피방제용 저약량 고선택성 신규 제초제 개발을 목표로 5년간 수행하였다. 한국화학연구소에서 합성하고 일차 선발한 oxyacetamide계 신물질중 피 방제용 제초제로 개발 가능성이 높은 KH-16550, KH-17641, KH-18604를 대상으로 현재 피방제용 제초제로서 널리 사용되고 있고 효과가 안정적인 Butachlor, Mefenacet를 대조약제로 하여 제초제로서의 작용특성, 토양의 흡·탈착성 및 토양중 이동성, 작용기구에 대해 주로 연구하여 최종적으로 KH-17641과 KH-18604를 선발 하였다.

최종 선발된 KH-17641과 KH-18604는 대조약제 Mefenacet와 비슷하게 피 2.0~2.5 엽기까지 방제할 수 있고, mefenacet의 사용량 1050g/ha의 1/5인 210g/ha에서 그와 대등한 효과를 갖으며, 최근 Bayer Co.가 개발한 Fentrazamide의 사용량 210g/ha와 동등한 활성을 나타내어 피 방제용 제초제로서 개발가능성이 매우 높은 것으로 평가되었다. 어린모 기계 이앙답에서는 이앙후 10일 전후에, 건답직파 벼에는 파종후 20~30일 동안 건답 재배한 후 답수후 10일 전후에, 답수직파답에서는 파종후 30~40일 사이에 처리가능한 것으로 나타났다.

방사성 동위원소 ^{14}C 표지된 물질이 합성되지 않았기에 식물체내 흡수·이행에 관한 연구는 수행하지 못하였지만, ^{14}C -Leucine을 이용하여 실험한 결과 살초작용 (Mode of Action)이 anilide/amide 계열과 유사한 단백질 및 지질 합성제해임을 확인하였다. 1차 선발된 KH-16550에 대한 연구결과가 많았으나 약해가 심해서 다시 KH-17641, KH-18604를 선발하여 연구를 수행하였다. 5년간 수행한 연구내용은 아래의 표<5년간 수행한 연구내용>과 같이 요약할 수 있으나 총괄종합 보고서는 최종 선발된 KH-17641, KH-18604의 공통특성 중심으로 작성한다.

< 5년간 수행한 연구내용 >



제1절. 토양중 작용특성

1. 토양중 흡착성

가. 수경액 검정에 의한 흡착량 분석

KH16550, KH17641, butachlor 수용액을 건조토양 40g에 150ml씩 넣고 24시간 회전식 진탕기에서 흡착시킨 후 원심분리하여 상등액으로 수경재배하였다. 상등액은 토양에 흡착되지 않은 양으로서 제초제 수용액 처리 생물검정법에 의한 제초제의 흡착량 검정은 처리량에서 흡착되지 않고 토양수에 녹아있는 양을 검정하여 빼주면 된다. 각 제초제의 처리량에 따른 흡착량의 변화를 알기 위한 방법으로 log-logistic equation과 semi-log linear equation으로 실험결과를 분석하였다.

1) Semi-log linear equation에 의한 흡착량 분석

표 5-1. Adsorbed amount of the test herbicides assayed by solution culture bioassay and semi-log linear analysis of the data.

| Herbicide | Concentration | 1ppm | 2ppm | 5ppm | 7ppm | 10ppm |
|-----------|--|-------|-------|-------|--------|-------|
| | Amount treated ($\mu\text{g/g-dry soil}$) | 3.75 | 7.50 | 18.75 | 25.25 | 37.50 |
| KH16550 | RCL ¹⁾ | 46.6 | 37.2 | 26.5 | 23.4 | 19.9 |
| | AA ²⁾ | 1.06 | 1.94 | 5.86 | 9.80 | 16.11 |
| KH17641 | RCL | 70.0 | 59.7 | 40.9 | 37.4 | 32.8 |
| | AA | 3.02 | 6.01 | 13.32 | 19.35 | 28.00 |
| Butachlor | Concentration | 5ppm | 10ppm | 20ppm | 40ppm | - |
| | Amount treated ($\mu\text{g/g-dry soil}$) | 18.75 | 37.50 | 75.00 | 150.00 | - |
| | RCL | 70.0 | 61.6 | 44.6 | 35.8 | - |
| | AA | 17.49 | 35.26 | 67.98 | 137.27 | - |

1) RCL = Relative Coleoptile Length(% of control).

2) AA = Amount adsorbed($\mu\text{g/g-dry soil}$).

수경재배처리 생물검정법에 의한 흡착실험의 결과 상대 초엽장값은 KH16550은 19.9~46.6%, KH17641은 32.8~70.0%, butachlor는 35.8~70.0%로 KH16550의 semi-log linear equation을 구하는데 사용한 범위인 20~5,000ppb(상대초엽장범위 : 23.6~87.4%), KH17641의 경우 40~5,000ppb(상대초엽장범위 : 27.3~100.2%), butachlor의 경우 70~5,000ppb로 KH16550의 37.5 ng/g-dry soil을 처리한 것을 제외하고 semi-log linear equation을 구하는데 선택한 범위내에 포함되었다. KH16550과 KH17641은 3.75~37.50 ng/g-dry soil의 수준으로 처리하였을 때 각각 1.06~16.11 ng/g-dry soil과 3.02~28.00 ng/g-dry soil의 수준으로 흡착되었고 butachlor는 18.75~150.0 ng/g-dry soil의 수준으로 처리하였을 때 17.49~137.27 ng/g-dry soil의 수준으로 흡착되었다. 제초제의 처리수준이 동일한 18.75 ng/g-dry soil을 비교할 때 KH16550은 butachlor 흡착량의 34%수준이었고, KH17641은 butachlor 흡착량의 76%수준이었으며 처리량이 증가할수록 흡착량이 거의 직선적으로 증가하였다.

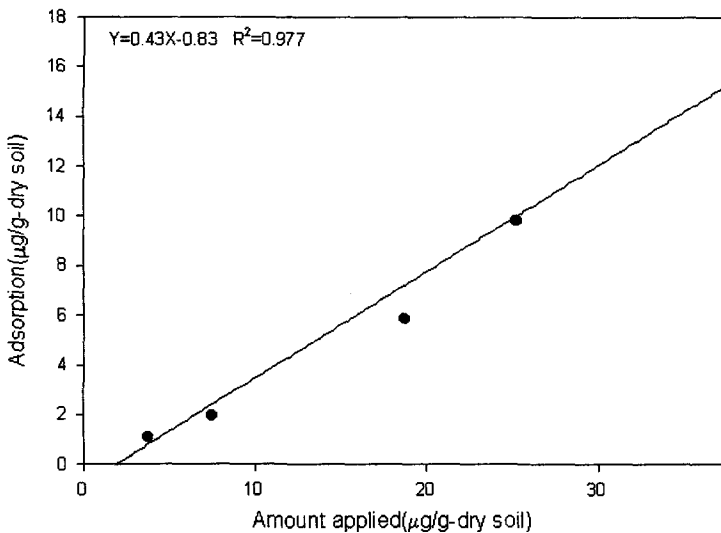


그림 5-1. Adsorption of KH-16550 to a loam soil in a batch-equilibrium process. Soil-adsorption was assayed by the solution culture rice coleoptile bioassay of the amount of unadsorbed herbicide

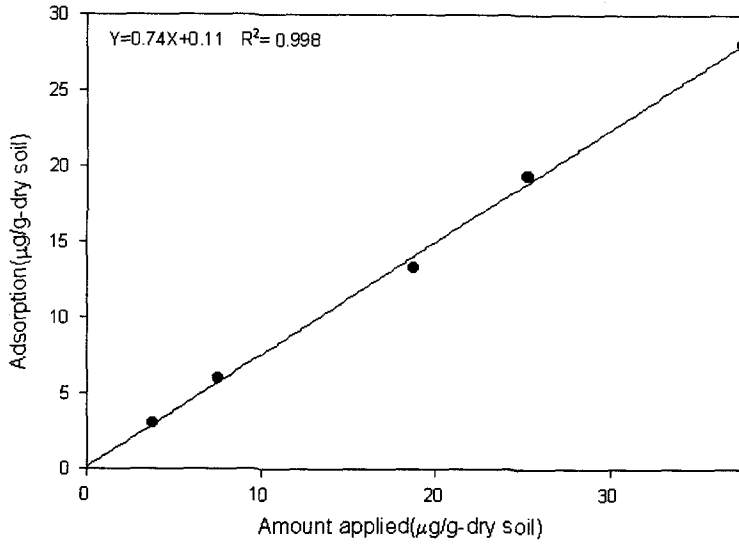


그림 5-2. Adsorption of KH-17641 to a loam soil in a batch-equilibrium process. Soil-adsorption was assayed by the solution culture rice coleoptile bioassay of the amount of unadsorbed herbicide

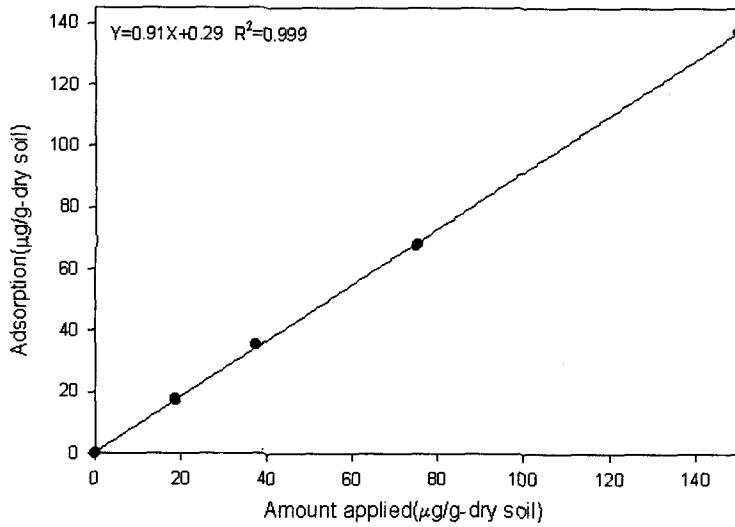


그림 5-3. Adsorption of butachlor to a loam soil in a batch-equilibrium process. Soil-adsorption was assayed by the solution culture rice coleoptile bioassay of the amount of unadsorbed herbicide

흡착량의 처리량에 대한 비율은 KH16550은 처리량의 37%수준, KH17641은 처리량의 78%수준, butachlor는 처리량의 92%수준 정도가 흡착되었다.

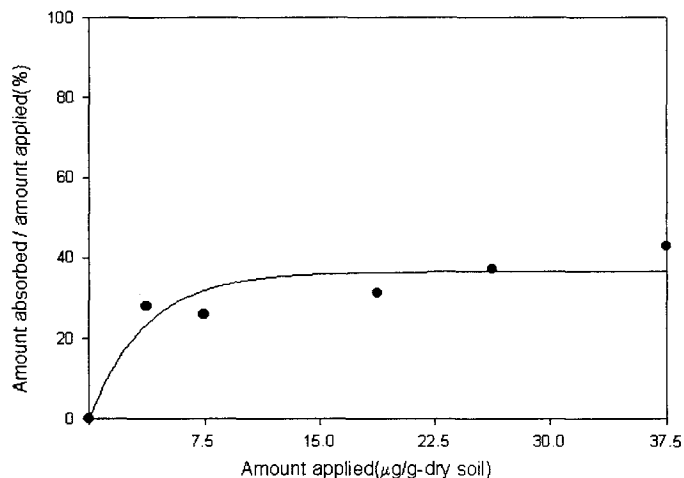


그림5-4. Adsorption of KH-16550 to soil as percent of the KH-16550 treated. (Estimated from the semi-log linear regression equation of dose-response of rice coleoptile bioassay by solution culture)

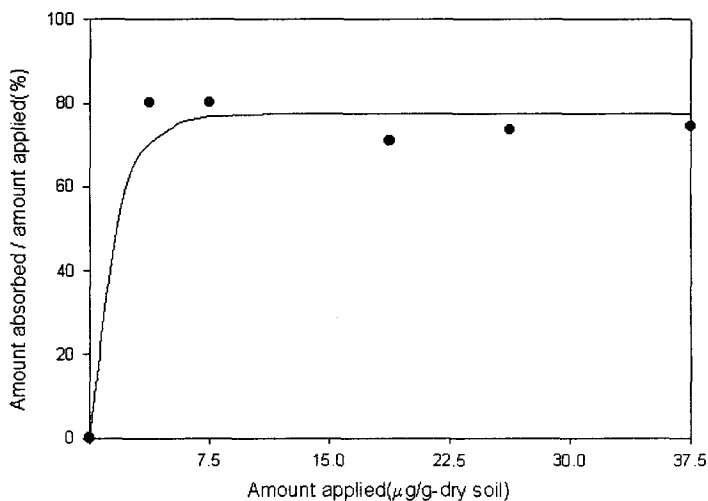


그림5-5. Adsorption of KH-17641 to soil as percent of the KH-16550 treated. (Estimated from the semi-log linear regression equation of dose-response of rice coleoptile bioassay by solution culture)

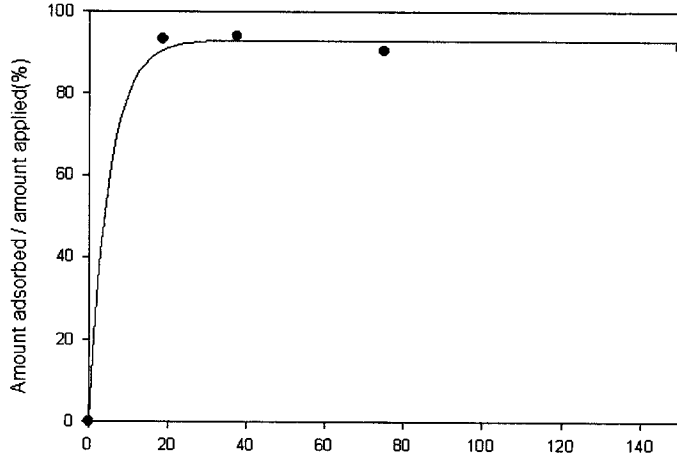


그림5-6. Adsorption of butachlor to soil as percent of the KH-16550 treated. (Estimated from the semi-log linear regression equation of dose-response of rice coleoptile bioassay by solution culture)

약제의 최초농도와 평형에 이른 후 흡착되지 않고 토양수에 있는 농도의 차이를 토양에 의한 흡착농도로 하여 흡착정도를 나타내는 분배계수(K_d)를 구하였고, 각 제초제의 흡착특성을 알기위하여 Freundlich 등온흡착식에서 $1/n$ 의 값을 구하였다. KH16550, KH17641, butachlor의 흡착현상은 Freundlich 등온흡착식에 잘 부합됨을 알 수 있다.

표 5-2. Effect of KH16550 concentration in the soil solution on the adsorption of KH16550 to a loam soil.

| Initial conc. (ppm) | 1 | 2 | 5 | 7 | 10 |
|--|------|------|------|------|-------|
| Equilibrium conc. (ppm) | 0.72 | 1.48 | 3.43 | 4.39 | 5.70 |
| Amount adsorbed($\mu\text{g/g}$ soil) | 1.06 | 1.94 | 5.86 | 9.80 | 16.11 |
| K_d | 1.46 | 1.32 | 1.72 | 2.23 | 2.83 |

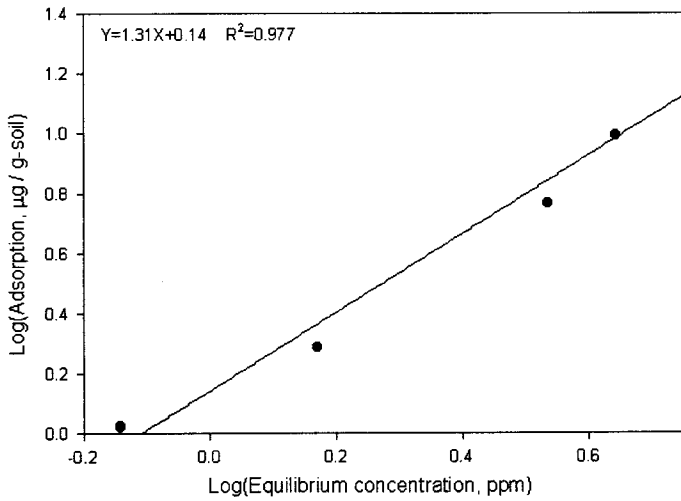


그림5-7. Freundlich plot for adsorption of KH-16550 to a loam soil

표 5-3. Effect of KH17641 concentration in the soil solution on the adsorption of KH17641 to a loam soil.

| Initial conc.(ppm) | 1 | 2 | 5 | 7 | 10 |
|----------------------------|------|------|-------|-------|-------|
| Equilibrium conc.(ppm) | 0.20 | 0.40 | 1.45 | 1.84 | 2.53 |
| Amount adsorbed(µg/g soil) | 3.02 | 6.01 | 13.32 | 19.35 | 28.00 |
| K _d | 15.0 | 15.0 | 9.18 | 10.52 | 11.07 |

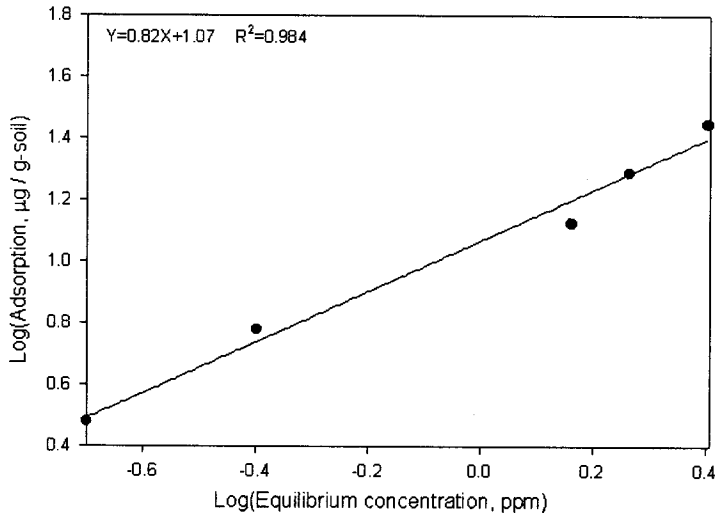


그림5-8. Freundlich plot for adsorption of KH-176451 to a loam soil

표 5-4. Effect of butachlor concentration in the soil solution on the adsorption of Butachlor onto a loam soil.

| Initial conc.(ppm) | 5 | 10 | 20 | 40 |
|----------------------------|-------|-------|-------|--------|
| Equilibrium conc.(ppm) | 0.34 | 0.60 | 1.87 | 3.40 |
| Amount adsorbed(µg/g soil) | 17.49 | 35.26 | 67.98 | 137.27 |
| K _d | 46.85 | 53.10 | 32.68 | 36.39 |

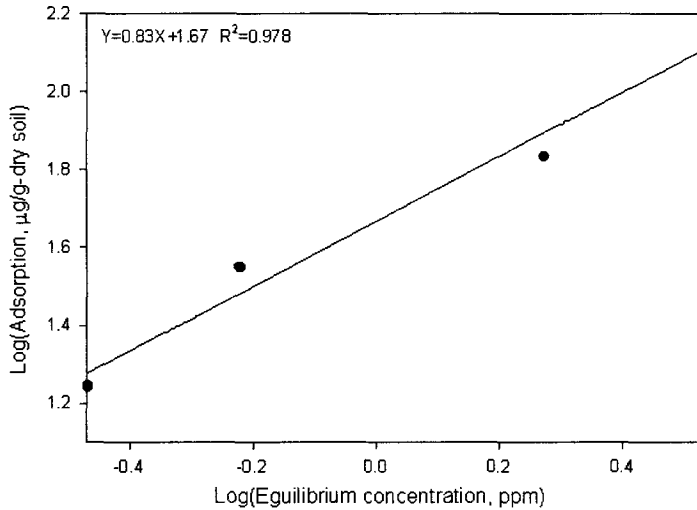


그림5-9. Freundlich plot for adsorption of butachlor to a loam soil

KH16550의 흡착 분배계수값은 1.46~2.38이었으며, KH17641은 11.07~15.0이었다. Butachlor의 흡착 분배계수값은 32.68~53.10이었다.

표 5-5. Freundlich constant and correlation coefficient for the test herbicides.

| Herbicide | R ² | K _f | 1/n |
|-----------|----------------|----------------|------|
| KH16550 | 0.978 | 1.38 | 1.31 |
| KH17641 | 0.984 | 11.75 | 0.82 |
| Butachlor | 0.976 | 46.77 | 0.83 |

Freundlich plot은 KH16550, KH17641, butachlor 제초제들은 높은 상관관계를 나타내었는데 R²값은 각각 0.978, 0.984, 0.976로 나타났다. Freundlich식에서 K_f

값은 흡착질에 대한 흡착능력으로 정의되고 흡착정도 혹은 흡착범위로 정의된다고 하였다. 따라서 실험에서 공시한 토양에 제초제의 흡착을 K_f 값으로 비교해 보면 butachlor, KH17641, KH16550의 순서로 흡착능이 좋다.

나. Log-logistic equation에 의한 흡착량 분석

표 5-6. Adsorbed amount of the test herbicide assayed by solution culture bioassay and log-logistic analysis of the data.

| Herbicide | Concentration | 1ppm | 2ppm | 5ppm | 7ppm | 10ppm |
|-----------|---|---|-------|-------|--------|-------|
| | | Amount treated ($\mu\text{g/g-dry soil}$) | 3.75 | 7.50 | 18.75 | 25.25 |
| KH16550 | RCL ¹⁾ | 46.6 | 37.2 | 26.5 | 23.4 | 19.9 |
| | AA ²⁾ | 1.18 | 2.59 | 6.98 | 10.29 | 14.38 |
| KH17641 | RCL | 70.0 | 59.7 | 40.9 | 37.4 | 32.8 |
| | AA | 3.01 | 6.24 | 14.57 | 20.49 | 27.38 |
| Butachlor | Concentration | 5ppm | 10ppm | 20ppm | 40ppm | - |
| | Amount treated ($\mu\text{g/g-dry soil}$) | 18.75 | 37.50 | 75.00 | 150.00 | - |
| | RCL | 70.0 | 61.6 | 44.6 | 35.8 | - |
| | AA | 17.24 | 35.05 | 68.57 | 137.86 | - |

1) RCL = Relative Coleoptile Length(% of control).

2) AA = Amount adsorbed($\mu\text{g/g-dry soil}$).

KH16550과 KH17641은 3.75~37.50 ng/g-dry soil의 수준으로 처리하였을 때 각각 1.18~14.38 ng/g-dry soil과 3.01~27.38 ng/g-dry soil의 수준으로 흡착되었고 butachlor는 18.75~150.0 ng/g-dry soil의 수준으로 처리하였을 때 17.24~137.86 ng/g-dry soil의 수준으로 흡착되었다. 제초제의 처리수준이 동일한 18.75 ng/g-dry soil을 비교할 때 KH16550은 butachlor 흡착량의 40%수준이었고, KH17641은 butachlor 흡착량의 85%수준이었다. KH16550, KH17641은 37.5 $\mu\text{g/g-dry soil}$ 처리수준까지, butachlor는 150 $\mu\text{g/g-dry soil}$ 처리수준까지 처리농도가 증가할수록 흡착량이 거의 직선적으로 증가하였다.

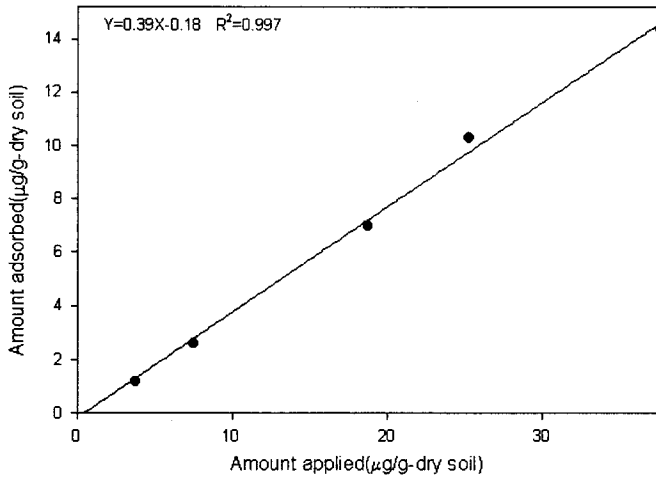


그림 5-10. Adsorption of KH-16550 to a loam soil in a batch-equilibrium process. Soil-adsorption was assayed by the solution culture rice coleoptile bioassay of the amount of adsorbed herbicide

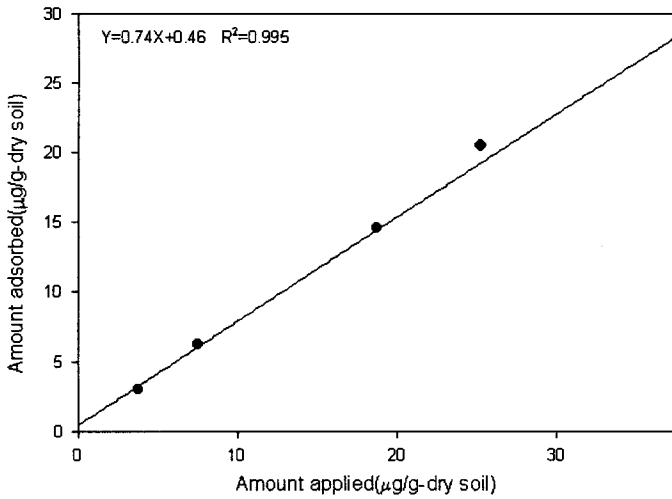


그림 5-11. Adsorption of KH-17641 to a loam soil in a batch-equilibrium process. Soil-adsorption was assayed by the solution culture rice coleoptile bioassay of the amount of adsorbed herbicide

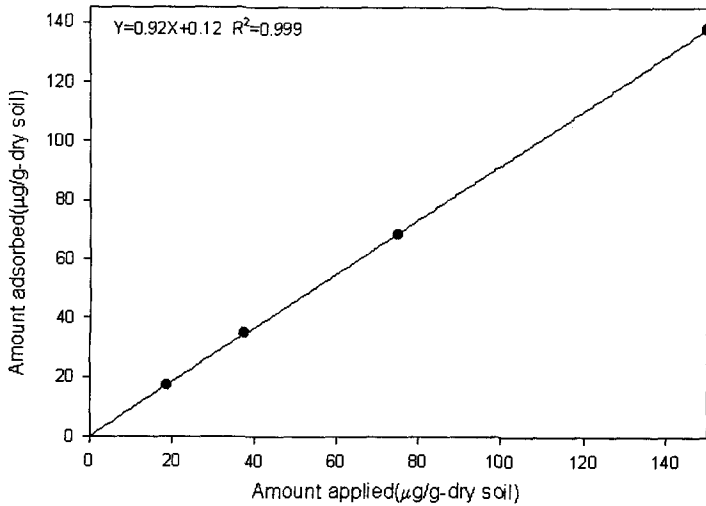


그림 5-12. Adsorption of KH-16550 to a loam soil in a batch-equilibrium process. Soil-adsorption was assayed by the solution culture rice coleoptile bioassay of the amount of adsorbed herbicide

흡착량의 처리량에 대한 비율은 KH16550은 처리량의 38%, KH17641은 처리량의 79%, butachlor는 처리량의 92% 정도가 흡착되었다.

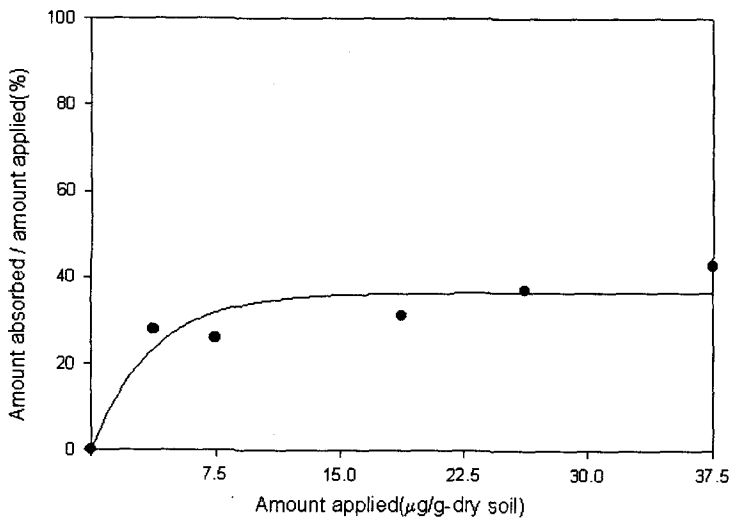


그림 5-13. Adsorption of KH-16550 to soil as percent of the KH-16550 treated. (Estimated from the log-logistic regression equation of dose-response of rice coleoptile bioassay by solution culture)

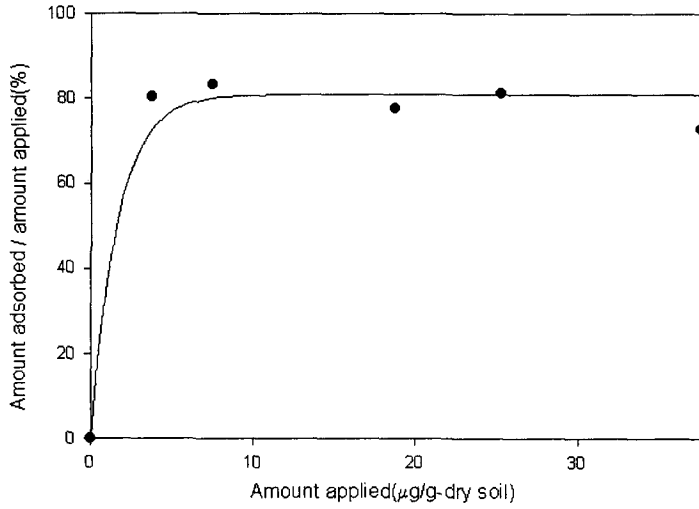


그림5-14. Adsorption of KH-17641 to soil as percent of the KH-17641 treated. (Estimated from the log-logistic regression equation of dose-response of rice coleoptile bioassay by solution culture).

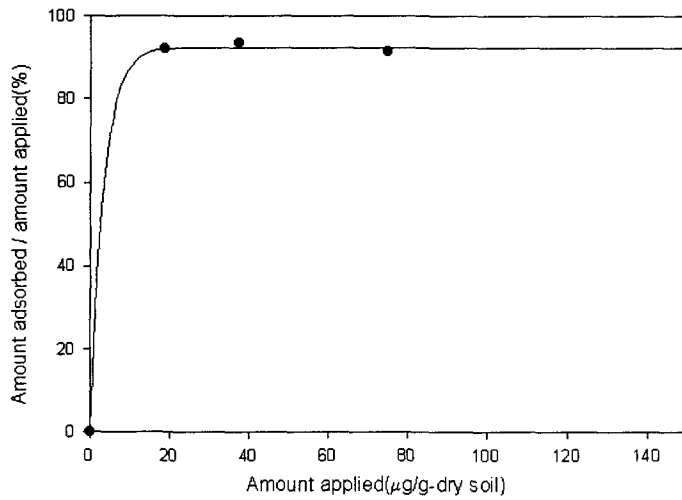


그림 5-15. Adsorption of butachlor to soil as percent of the butachlor treated. (Estimated from the log-logistic regression equation of dose-response of rice coleoptile bioassay by solution culture)

Log-logistic equation에 의한 흡착수준은 KH16550이 38%, KH17641은 78%, butachlor는 92%이었다.

나. 토양혼화처리 검정에 의한 흡착량 분석

KH16550, KH17641, butachlor 수용액을 건조토양 40g에 150ml씩 넣고 24시간 회전식 진탕기에서 흡착시킨 후 원심분리하여 침전된 토양으로 초엽장이 1cm인 동진버를 이식하여 생물검정 하였다. 각 제초제의 처리량에 따른 흡착량의 변화를 알기 위한 방법으로 semi-log linear equation과 log-logistic equation으로 실험결과를 분석하였다.

1) Semi-log linear equation에 의한 흡착량 분석

표 5-7. Adsorbed amount of the test herbicides as assayed by soil slurry bioassay and semi-log linear regression analysis of the data.

| Herbicide | Concentration | 1ppm | 2ppm | 5ppm | 7ppm | 10ppm |
|-----------|--|-------|-------|-------|--------|-------|
| | Amount treated ($\mu\text{g/g-dry soil}$) | 3.75 | 7.50 | 18.75 | 25.25 | 37.50 |
| KH16550 | RCL ¹⁾ | 12.4 | 11.6 | 11.1 | 10.7 | 10.6 |
| | AA ²⁾ | 0.92 | 0.95 | 0.97 | 0.98 | 0.98 |
| KH17641 | RCL | 15.9 | 15.7 | 12.1 | 12.5 | 12.3 |
| | AA | 3.28 | 3.31 | 3.88 | 4.03 | 4.07 |
| Butachlor | Concentration | 5ppm | 10ppm | 20ppm | 40ppm | - |
| | Amount treated ($\mu\text{g/g-dry soil}$) | 18.75 | 37.50 | 75.00 | 150.00 | - |
| | RCL | 21.4 | 15.3 | 13.1 | 10.8 | - |
| | AA | 31.96 | 48.43 | 56.22 | 65.96 | - |

1) RCL = Relative Coleoptile Length(% of control).

2) AA = Amount adsorbed($\mu\text{g/g-dry soil}$).

토양혼화처리 결과를 semi-log linear equation에 의해 평가한 제초제 흡착량은 semi-log linear equation이 나타낼 수 있는 범위인 KH16550은 35~500ng/g-dry soil(상대초엽장범위 : 14.9~87.3 %), KH17641은 35~2,500ng/g-dry soil(상대초엽장범위 : 14.2~75.1 %), butachlor는 40~2,500ng/g-dry soil(상대초엽장범위 : 20.0~91.0 %)의 범위를 대부분 벗어나는 값이다.

2) Log-logistic equation에 의한 흡착량 분석

표 5-8. Adsorbed amount of the test herbicides as assayed by soil slurry bioassay and log-logistic analysis of the data.

| Herbicide | Concentration | 1ppm | 2ppm | 5ppm | 7ppm | 10ppm |
|-----------|--|-------|-------|-------|--------|-------|
| | Amount treated ($\mu\text{g/g-dry soil}$) | 3.75 | 7.50 | 18.75 | 25.25 | 37.50 |
| KH16550 | RCL ¹⁾ | 12.4 | 11.6 | 11.1 | 10.8 | 10.6 |
| | AA ²⁾ | 0.83 | 1.17 | 1.59 | 2.28 | 3.18 |
| KH17641 | RCL | 15.9 | 15.7 | 13.1 | 12.5 | 12.3 |
| | AA | 1.78 | 1.80 | 2.40 | 2.59 | 2.64 |
| Butachlor | Concentration | 5ppm | 10ppm | 20ppm | 40ppm | - |
| | Amount treated ($\mu\text{g/g-dry soil}$) | 18.75 | 37.50 | 75.00 | 150.00 | - |
| | RCL | 21.4 | 15.3 | 13.1 | 10.8 | - |
| | AA | 2.75 | 3.76 | 4.23 | 4.82 | - |

1) RCL = Relative Coleoptile Length(% of control).

2) AA = Amount adsorbed($\mu\text{g/g-dry soil}$).

토양혼화처리 생물검정법에 의한 흡착량 검정결과 상대초엽장값은 유효범위를 대부분 벗어난 값으로서 흡착량에는 많은 오차를 포함하고 있어 토양혼화처리에 의해 흡착된 제초제의 양을 검정하는 것은 실험에서 택한 농도범위로는 부적합하였다. 공시 제초제의 흡착량을 구하는데 토양혼화처리 생물검정법에 의한 방법보다 수경재배 생물검정법에 의해 구한 값의 신뢰도가 높았는데 이유는 표준농도 곡선을 구하는데 사용한 제초제 농도에 따른 상대초엽장값과 제초제의 흡착량을 검정하는데 사용한 농도값으로 생물검정 하였을 때 나온 상대초엽장값과의 관계에 있다.

표 5-9. The range for each regression equation used for analysis of adsorption of the test herbicides.

| Bioassay | Herbicide | Regression equation | X(ng/g- dry soil) | Response(Y%) |
|------------------|-----------|----------------------------|-------------------|--------------|
| Soil slurry | KH16550 | log-logistic regression | 3.75~37.5 | 10.6~12.4 |
| | | semi-log linear regression | 3.75~37.5 | 10.6~12.4 |
| | KH17641 | log-logistic regression | 3.75~37.50 | 12.3~15.9 |
| | | semi-log linear regression | 3.75~37.5 | 12.3~15.9 |
| | Butachlor | log-logistic regression | 18.75~150.00 | 10.8~21.4 |
| | | semi-log linear regression | 18.75~150.00 | 10.8~21.4 |
| Herbicide | | | X(ppb) | Response(Y%) |
| Solution culture | KH16550 | log-logistic regression | 3.75~37.5 | 19.9~46.6 |
| | | semi-log linear regression | 3.75~37.5 | 19.9~46.6 |
| | KH17641 | log-logistic regression | 3.75~37.5 | 32.8~70.0 |
| | | semi-log linear regression | 3.75~37.5 | 32.8~70.0 |
| | Butachlor | log-logistic regression | 18.75~150.00 | 35.8~70.0 |
| | | semi-log linear regression | 18.75~150.00 | 35.8~70.0 |

2. 토양중 탈착성

제초제의 처리량이 흡착량에 미치는 영향의 실험에서 흡착된 양을 초기 농도로 하여 24시간동안 탈착시켜 단위토양 중량 당 흡착량에 따른 탈착량의 변화를 알아보았다.

가. 수경액 검정에 의한 탈착량 분석

1) Semi-log linear equation에 의한 탈착량 분석

수경재배 생물검정을 통한 탈착실험 결과 상대초엽장값은 semi-log linear equation을 구한 범위내에 모두 포함되었다. 따라서 R²값이 0.9이상의 신뢰도를 가진다. KH16550이 1.06~16.11 μ g/g-dry soil, KH17641이 3.02~28.00 μ g/g-dry soil, butachlor가 17.49~137.27 μ g/g-dry soil 수준으로 흡착되어 있는 토양시료를 공시하여 실험한 후 semi-log linear equation에 의해 평가한 탈착량은 아래와 같았다.

표 5-10. Desorbed amount of the test herbicides as assayed by solution culture bioassay and semi-log linear regression analysis of the data.

| | | | | | | |
|-----------|--|-------|-------|-------|--------|-------|
| Herbide | Initial residue ($\mu\text{g/g}$ soil) | 1.06 | 1.94 | 5.86 | 9.80 | 16.11 |
| KH16550 | RCL ¹⁾ | 62.6 | 54.4 | 41.7 | 33.4 | 27.6 |
| | AD ²⁾ | 0.77 | 1.46 | 3.94 | 7.51 | 11.80 |
| KH17641 | Initial residue ($\mu\text{g/g}$ soil) | 3.02 | 6.01 | 13.32 | 19.35 | 28.00 |
| | RCL | 80.2 | 54.5 | 41.1 | 36.1 | 30.2 |
| | AD | 0.37 | 2.13 | 5.34 | 7.58 | 11.30 |
| Butachlor | Initial residue ($\mu\text{g/g}$ soil) | 17.49 | 35.26 | 67.98 | 137.27 | - |
| | RCL | 72.5 | 61.1 | 52.1 | 45.7 | - |
| | AD | 1.07 | 2.30 | 4.24 | 6.52 | - |

1) RCL = Relative Coleoptile Length(% of control).

2) AD = Amount Desorped($\mu\text{g/g}$ -dry soil).

KH16550은 1.06~9.80 $\mu\text{g/g}$ -dry soil의 초기잔류량 수준에서 0.77~ 7.51 $\mu\text{g/g}$ -dry soil의 수준으로 탈착되었고 KH17641은 3.02~19.35 $\mu\text{g/g}$ -dry soil의 초기잔류량에서 0.37~7.58 $\mu\text{g/g}$ -dry soil의 수준으로 탈착되었고 butachlor는 17.49~137.27 $\mu\text{g/g}$ -dry soil의 초기잔류량에서 1.07~6.52 $\mu\text{g/g}$ -dry soil의 수준으로 탈착되었다. 토양중 초기잔류량이 증가함에 따라 탈착량은 비례적으로 증가하여 고도의 상관관계를 나타내었다.

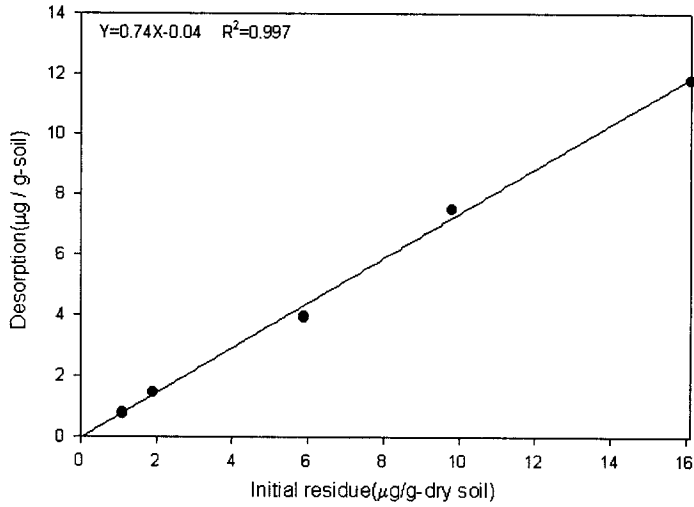


그림 5-16. Relative desorption of KH-16550 as affected by the amount adsorbed in the soil.

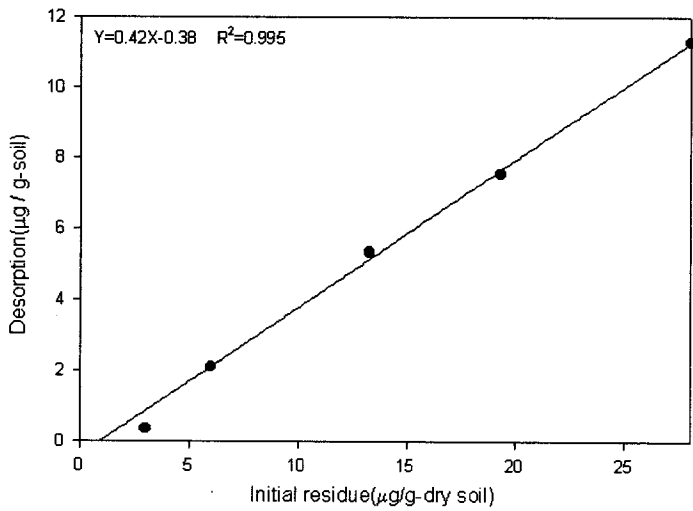


그림 5-17. Relative desorption of KH-17641 as affected by the amount adsorbed in the soil.

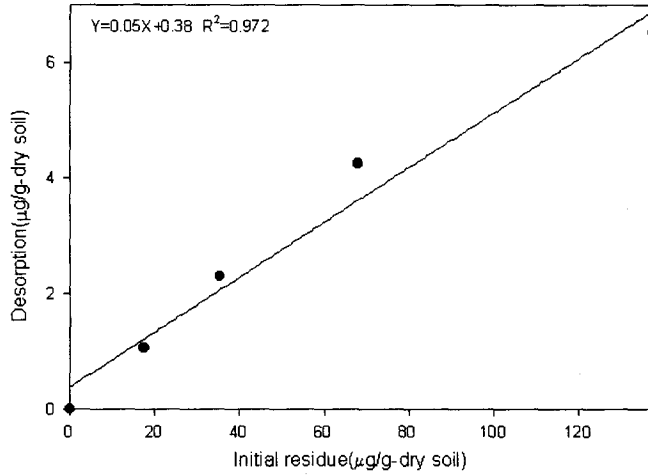


그림 5-18. Relative desorption of butachlor as affected by the amount adsorbed in the soil.

탈착량의 초기잔류량에 대한 비율은 KH16550은 73%수준, KH17641은 41%수준, butachlor는 7% 정도가 탈착되었다. 제초제의 토양흡착량이 탈착되는 수준은 KH16550의 경우 butachlor에 비하여 10배, KH17641은 butachlor에 비하여 6배 정도 많았다.

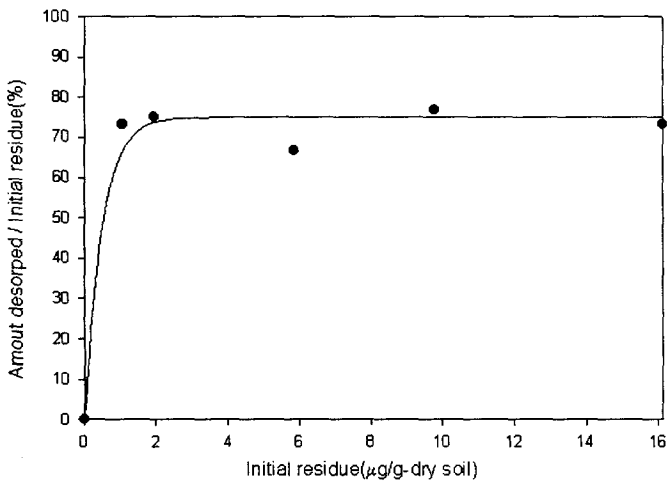


그림 5-19. Desorption ratio of KH-16550 as percent of the initial residue estimated by semi-log linear regression equation

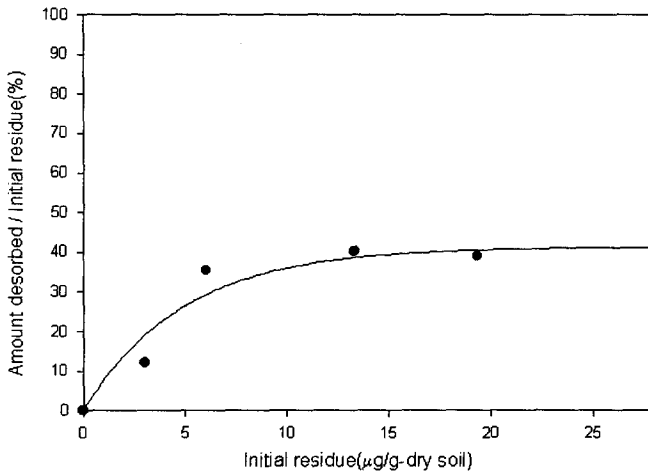


그림 5-20. Desorption ratio of KH-17641 as percent of the initial residue estimated by semi-log linear regression equation

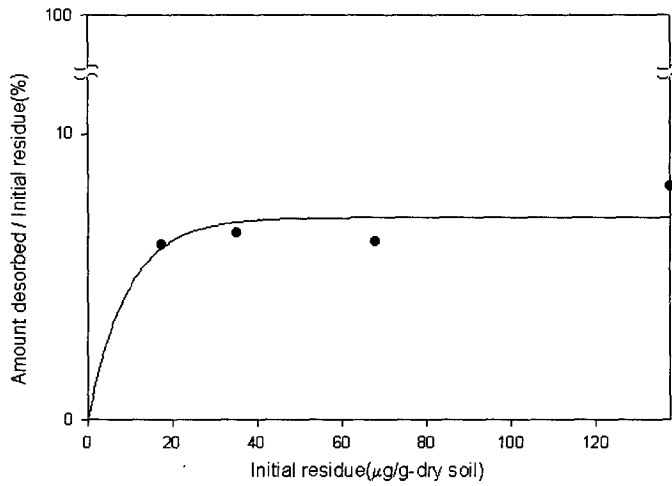


그림 5-21. Desorption ratio of butachlor as percent of the initial residue estimated by semi-log linear regression equation

2) Log-logistic equation에 의한 탈착량 분석

수경재배 생물검정을 통한 탈착량 분석에서 log-logistic equation에 의해 탈착량을 분석을 하였다. KH16550이 g토양당 1.18~14.38 μ g, KH17641이 g토양당 3.01~27.38 μ g, butachlor가 g토양당 17.24~137.86 μ g 수준으로 흡착되어 있는 토양시료를 공시하여 실험한 결과는 다음과 같았다.

표 5-11. Desorbed amount of the test herbicides as assayed by solution culture bioassay and log-logistic analysis of the data.

| | | | | | | |
|-----------|--------------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Herbide | Initial residue (μ g/g soil) | 1.18 | 2.59 | 6.98 | 10.29 | 14.38 |
| KH16550 | RCL ¹⁾ | 62.6 | 54.4 | 41.7 | 33.4 | 27.6 |
| | AD ²⁾ | 0.88 | 1.53 | 3.59 | 6.57 | 10.63 |
| KH17641 | Initial residue (μ g/g soil) | 3.01 | 6.24 | 14.57 | 20.49 | 27.38 |
| | RCL | 80.2 | 54.5 | 41.1 | 36.1 | 30.2 |
| | AD | 0.44 | 1.67 | 4.09 | 6.59 | 15.63 |
| Butachlor | Initial residue (μ g/g soil) | 17.24 | 35.05 | 68.57 | 137.86 | - |
| | RCL | 72.5 | 61.1 | 52.1 | 45.7 | - |
| | AD | 1.30 | 2.50 | 4.13 | 6.01 | - |

1) RCL = Relative Coleoptile Length(% of control).

2) AD = Amount Desorped(μ g/g-dry soil).

KH16550은 1.18~10.29 μ g/g-dry soil의 초기잔류량 수준에서 0.88 ~ 6.57 μ g/g-dry soil의 수준으로 탈착되었고, KH17641은 3.01~20.49 μ g/g-dry soil의 초기 잔류량에서 0.44~6.59 μ g/g-dry soil의 수준으로 탈착되었으며 butachlor는 17.24~137.86 μ g/g-dry soil의 초기잔류량에서 1.30~6.01 μ g/g-dry soil의 수준으로 탈착 되었다.

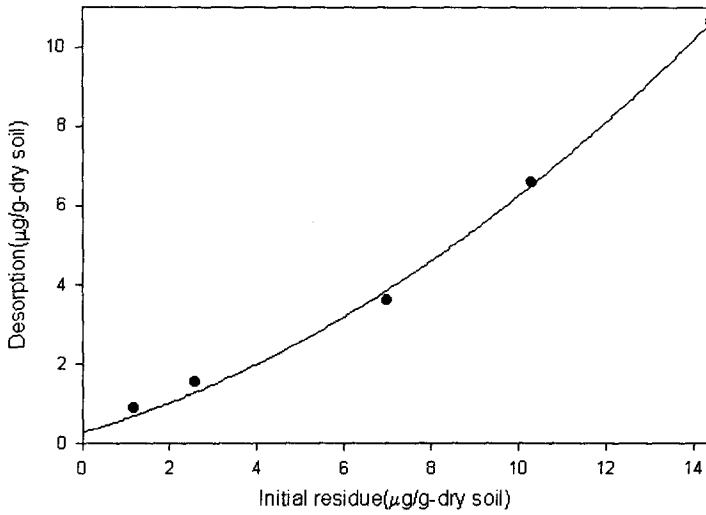


그림 5-22. Relative desorption of KH-16550 as affected by the amount adsorbed in the soil

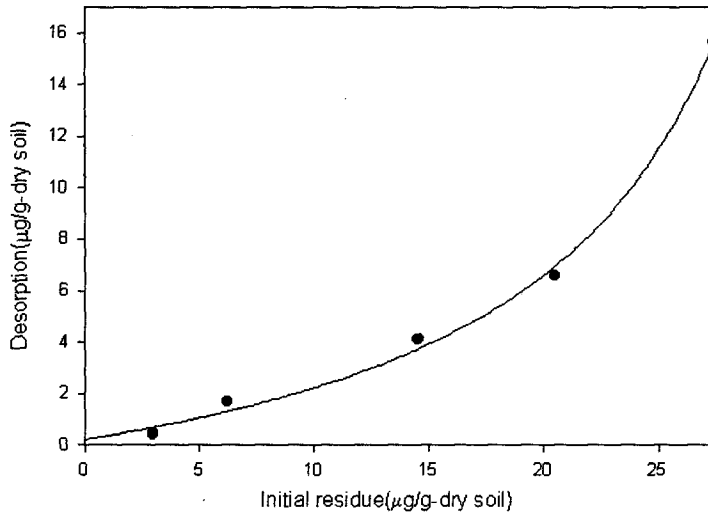


그림 5-23. Relative desorption of KH-17641 as affected by the amount adsorbed in the soil

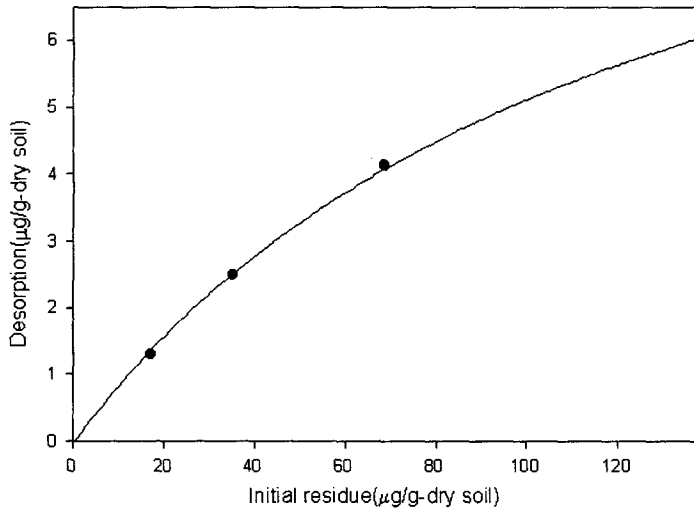


그림 5-24. Relative desorption of butachlor as affected by the amount adsorbed in the soil

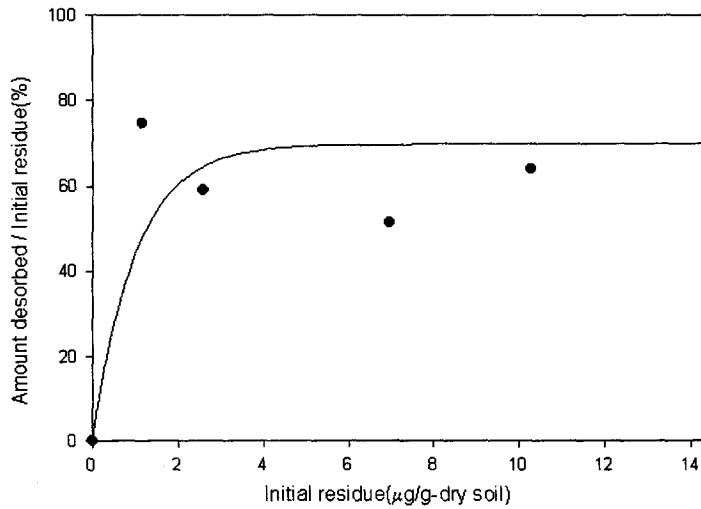


그림 5-25. Desorption ratio of KH-16550 as percent of the initial residue. Estimated by log-logistic regression equation

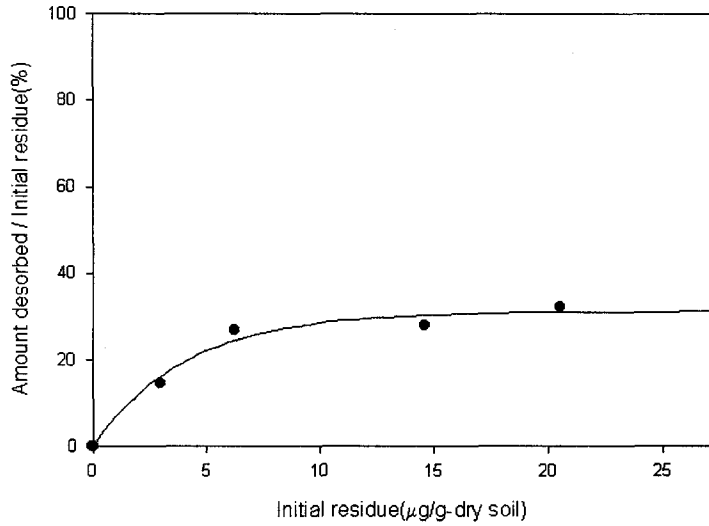


그림 5-26. Desorption ratio of KH-17641 as percent of the initial residue. Estimated by log-logistic regression equation

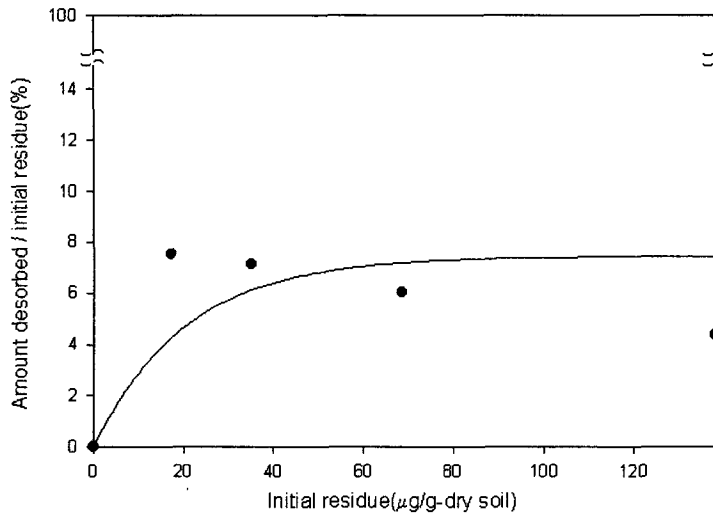


그림 5-27. Desorption ratio of butachlor as percent of the initial residue. Estimated by log-logistic regression equation

나. 토양혼화처리 검정에 의한 탈착량 분석

흡착된 양을 초기잔류량으로하여 24시간 탈착시킨 후 침전된 토양으로 생물검정 후 흡착된 양을 확인한 값을 초기잔류량에서 빼주어 탈착된 양을 구하였다. 검정방법으로 semi-log linear equation과 log-logistic equation을 사용했다.

1) Semi-log linear equation에 의한 탈착량 분석

표 5-12. Desorbed amount of the test herbicides as assayed by soil slurry bioassay and semi-log linear regression analysis of the data.

| | | | | | | |
|-----------|--|-------|-------|-------|-------|------|
| Herbide | Initial residue ($\mu\text{g/g}$ soil) | 0.92 | 0.95 | 0.97 | 0.98 | 0.98 |
| KH16550 | RCL ¹⁾ | 18.1 | 17.9 | 16.3 | 16.3 | 14.5 |
| | AD ²⁾ | 0.17 | 0.21 | 0.16 | 0.17 | 0.13 |
| KH17641 | Initial residue ($\mu\text{g/g}$ soil) | 3.28 | 3.31 | 3.88 | 4.03 | 4.07 |
| | RCL | 23.3 | 20.9 | 16.5 | 16.5 | 14.9 |
| | AD | 1.17 | 0.88 | 0.72 | 0.86 | 0.58 |
| Butachlor | Initial residue ($\mu\text{g/g}$ soil) | 31.96 | 48.43 | 56.22 | 65.96 | - |
| | RCL | 23.9 | 21.9 | 15.7 | 14.9 | - |
| | AD | 4.99 | 17.53 | 9.15 | 16.26 | - |

1) RCL = Relative Coleoptile Length(% of control).

2) AD = Amount Desorped($\mu\text{g/g}$ -dry soil).

2) Log-logistic equation에 의한 탈착량 분석

표 5-13. Desorbed amount of herbicides as assayed by soil slurry bioassay and log-logistic analysis of the data.

| | | | | | | |
|-----------|---|------|------|------|------|------|
| Herbide | Initial residue ($\mu\text{g/g-dry soil}$) | 0.83 | 1.17 | 1.59 | 2.28 | 3.18 |
| KH16550 | RCL ¹⁾ | 18.1 | 17.9 | 16.3 | 16.3 | 14.5 |
| | AD ²⁾ | 0.45 | 0.79 | 1.14 | 1.83 | 2.63 |
| KH17641 | Initial residue ($\mu\text{g/g-dry soil}$) | 1.78 | 1.80 | 2.40 | 2.59 | 2.64 |
| | RCL | 21.9 | 20.9 | 16.5 | 16.5 | 14.9 |
| | AD | 0.70 | 0.65 | 0.72 | 0.91 | 0.67 |
| Butachlor | Initial residue ($\mu\text{g/g-dry soil}$) | 2.75 | 3.76 | 4.23 | 4.82 | - |
| | RCL | 23.9 | 18.7 | 17.2 | 14.9 | - |
| | AD | 0.32 | 0.63 | 0.83 | 0.99 | - |

1) RCL = Relative Coleoptile Length(% of control).

2) AD = Amount Desorped($\mu\text{g/g soil}$).

토양혼화처리 생물검정법과 semi-log linear equation으로 분석한 결과와 마찬가지로 log-logistic equation으로 평가한 탈착량 또한 수경액 처리 생물검정법으로 나온 상대초엽장값을 log-logistic equation으로 평가한 탈착량과 많은 차이를 보인다. 이것은 토양혼화처리 생물검정법에 의해 구한 흡착량에서부터 오차를 포함하고 있어 이 값을 초기잔류량으로 구한 탈착량도 오차를 포함할 수 밖에 없다. 또한 butachlor의 경우는 semi-log linear equation이 가지고 있는 신뢰구간을 대부분 벗어났기 때문에 탈착량 자체만으로도 오차를 포함하고 있었다. 토양혼화처리 생물검정 방법에 의한 탈착량의 log-logistic equation에 의한 계산값은 상대초엽장값으로 비교하였을 때 상대초엽장값의 변화에 따라 갖는 농도값의 변화가 수경액 처리 생물검정법으로 나온 상대초엽장값에 비하여 크기 때문에 분석값의 오차가 컸다. 수경액처리 생물검정의 실험목적은 탈착량을 밝히기에 효과적인 방법으로 수경재배에 의한 탈착량 검정에 문제가 없을 경우 수경재배로 탈착량을 밝히는 것이 바람직하다고 생각한다.

표 5-14. The useful range of each regression equation used for analysis of desorption of the test herbicides.

| Bioassay | Herbicide | Regression equation | X(ng/g-dry soil) | Response(Y%) |
|------------------|-----------|----------------------------|------------------|--------------|
| Soil slurry | KH16550 | log-logistic regression | 1.24~4.77 | 14.5~18.1 |
| | | linear regression | 1.38~1.47 | 14.5~18.1 |
| | KH17641 | log-logistic regression | 2.66~3.96 | 14.9~21.9 |
| | | semi-log linear regression | 4.92~6.10 | 14.9~21.9 |
| | Butachlor | log-logistic regression | 4.11~7.24 | 14.9~23.9 |
| | | semi-log linear regression | 47.95~98.94 | 14.9~23.9 |
| bioassay | Herbicide | Regression equation | X(ppb) | Response(Y%) |
| Solution culture | KH16550 | log-logistic regression | 1.18~14.38 | 27.6~62.6 |
| | | semi-log linear regression | 1.06~16.11 | 27.6~62.6 |
| | KH17641 | log-logistic regression | 3.01~27.38 | 30.2~80.2 |
| | | semi-log linear regression | 3.02~28.00 | 30.2~80.2 |
| | Butachlor | log-logistic regression | 17.24~137.86 | 45.7~72.5 |
| | | semi-log linear regression | 17.49~137.27 | 45.7~72.5 |

탈착실험 결과를 평가하는 방법에서도 흡착실험에서와 같은 이유로 토양혼화 처리 생물검정법보다 수경재배 생물검정법이 바른 평가법이다. 흡착실험보다는 상대 초엽장값이 높았고 특히 KH16550, KH17641은 상대초엽장값의 대부분이 semi-log linear equation을 구한 범위내에 포함되었으므로 이 값을 사용할 수도 있지만, 표준 농도곡선의 X축도 log scale로서 고농도로 갈수록 상대초엽장값의 변화에 따른 농도의 변화가 커진다. 따라서 상대초엽장값이 토양혼화처리 생물검정법보다 높은 값을 나타낸 수경재배 생물검정법의 결과로 공시된 제초제에 대한 탈착 분석을 하는 것이 바람직할 것으로 생각한다.

3. 토양중 잔효성 평가

포장조건에서 신규화합물의 잔효력(residual efficacy)를 구명하기 위하여 약제 처리후 1, 10, 20, 30, 40일차에 포장의 표면 토양을 채취한 후 피를 파종하여 피의 발아율을 조사하였다. 채취 토양 심도는 대부분의 피 종자가 발아되는 토양표면에서 1~2cm의 표토를 채취하여 실험에 공여 하였다. 공시식물은 피의 생태형 3종 (*Echinochloa crus-galli* var *crus-galli*, *E. oryzicola*, *E. crus-galli* var *practicola*)이었다. 발아율은 피 파종 후 3일 간격으로 15일간 조사하였다. KH-17641 과 KH-16550 처리후 20일까지 포장 표면의 토양은 80% 이상의 높은 발아억제율을 나

타낸 반면 처리후 30일 이후에는 발아억제율이 급격히 감소하여 잔효력이 저하되는 경향을 보였다. 50% 발아억제율을 나타내는 일수는 KH-17641은 27.5일(6~3cm 담수) ~ 29.3일(3~0cm 담수), KH-16550은 32.8일(6~3cm 담수) ~ 34.6일(3~0cm 담수)로 KH-16550이 KH-17641보다 잔효력이 다소 높게 나타났다. 신규화합물의 피의 세가지 생태형에 대한 발아억제효과는 돌피 > 물피 > 강피의 순서로 나타났으며, 물피와 강피간에는 신규화합물의 발아억제효과에 큰 차이가 없었으나 돌피는 물피, 강피에 비해서 다소 크게 나타났다. 약제의 잔효지속 기간은 담수심을 3~0cm로 유지한 포장과 6~3cm로 유지한 포장간에 유의적인 차이가 없었다.

표 5-15. Germination ratio of *Echinochloa crus-galli* var *crus-galli* compared to that of untreated soil.

| Herbicide | Water depth | Germination(%) | | | | |
|----------------------------|-------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 DAA ^a | 10 DAA | 20 DAA | 30 DAA | 40 DAA |
| KH-17641 240g ai. /ha | 3cm | 1.8 | 11.5 | 17.9 | 53.0 | 79.5 |
| | 6cm | 5.3 | 8.0 | 18.8 | 53.8 | 86.3 |
| KH-16550 210g a. i. /ha | 3cm | 2.7 | 7.1 | 18.8 | 49.6 | 76.9 |
| | 6cm | 0.9 | 6.2 | 17.1 | 49.6 | 75.2 |
| Untreated | - | 75.4 | 75.4 | 78.0 | 78.0 | 78.0 |

^a Time of soil sampling

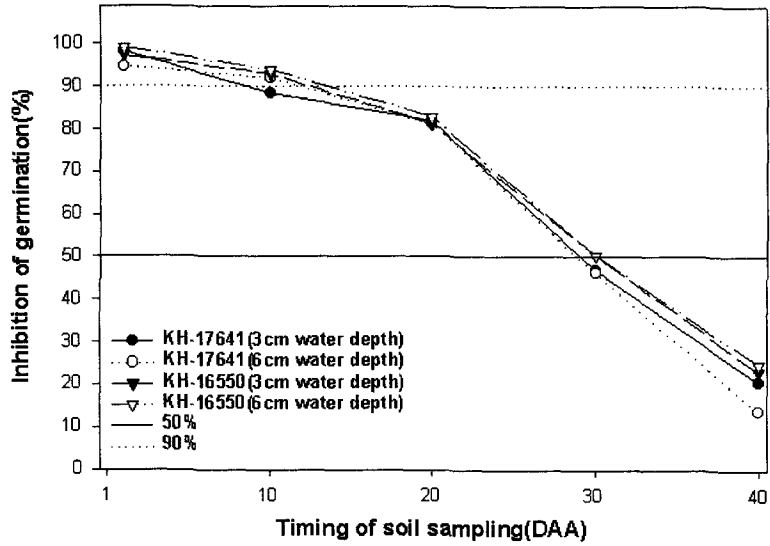


그림 5-28. The duration of residual efficacy to the inhibition of germination of *Echinochloa crus-galli* var *crus-galli*

표 5-16. Germination ratio of *Echinochloa oryzicola* compared to that of untreated soil.

| Herbicide | Water depth | Germination(%) | | | | |
|--------------------------|-------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 DAA ^a | 10 DAA | 20 DAA | 30 DAA | 40 DAA |
| KH-17641 240g a.i./ha | 3cm | 4.8ns | 9.5 | 19.4 | 59.7 | 82.2 |
| | 6cm | 6.3ns | 12.7 | 25.6 | 62.0 | 86.0 |
| KH-16550 210g a.i./ha | 3cm | 7.1ns | 12.7 | 17.8 | 51.9 | 77.5 |
| | 6cm | 1.6ns | 11.1 | 19.4 | 54.3 | 75.2 |
| Untreated | - | 84.0 | 84.0 | 86.0 | 86.0 | 86.0 |

^a Time of soil sampling

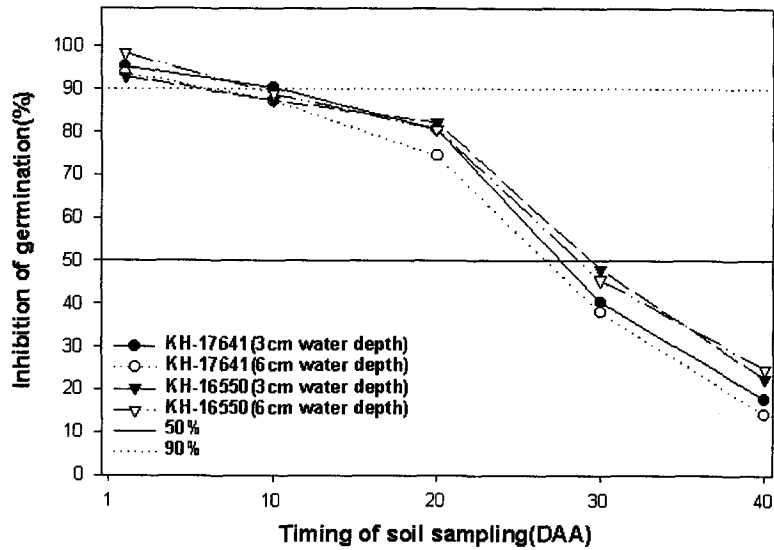


그림 5-29. The duration of residual efficacy to the inhibition of germination ratio of *Echinochloa oryzicola*.

표 5-17. Germination ratio of *Echinochloa crus-galli praticola* compared to that of untreated soil.

| Herbicide | Water depth | Germination(%) | | | | |
|--------------------------|-------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 DAA ^a | 10 DAA | 20 DAA | 30 DAA | 40 DAA |
| KH-17641 240g ai./ha | 3cm | 11.5 | 11.5 | 17.0 | 50.9 | 75.0 |
| | 6cm | 8.0 | 8.0 | 17.9 | 52.7 | 75.9 |
| KH-16550 210g a.i./ha | 3cm | 7.1 | 7.1 | 15.2 | 42.0 | 74.1 |
| | 6cm | 6.2 | 6.2 | 16.1 | 44.6 | 74.1 |
| Untreated | - | 74.0 | 74.0 | 74.6 | 74.6 | 74.6 |

^a Time of soil sampling

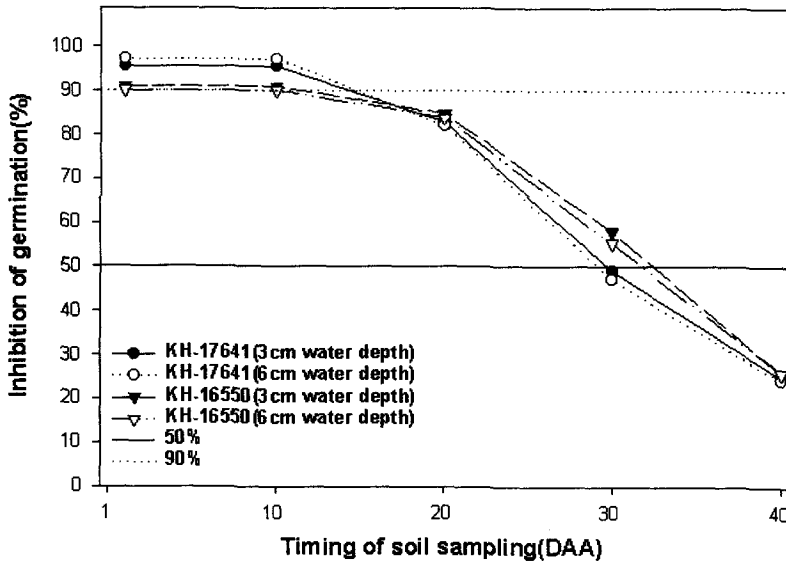


그림 5-30. The duration of residual efficacy to the inhibition of germination ratio of *Echinochloa crus-galli praticola*.

표 5-18. Total average germination ratio of barnyardgrass compared to that of untreated soil.

| Herbicide | Water depth | Germination(%) | | | | |
|------------------------------|-------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 DAA ^a | 10 DAA | 20 DAA | 30 DAA | 40 DAA |
| KH-17641 240g ai./ha | 3cm | 6.0 | 10.8 | 18.1 | 54.5 | 78.9 |
| | 6cm | 6.5 | 9.6 | 20.8 | 56.2 | 82.7 |
| KH-16550 210g a. i./ha | 3cm | 5.6 | 9.0 | 17.3 | 47.8 | 76.2 |
| | 6cm | 2.9 | 7.8 | 17.5 | 49.5 | 74.8 |
| Untreated | - | 77.8 | 77.8 | 78.5 | 78.5 | 78.5 |

^a Time of soil sampling

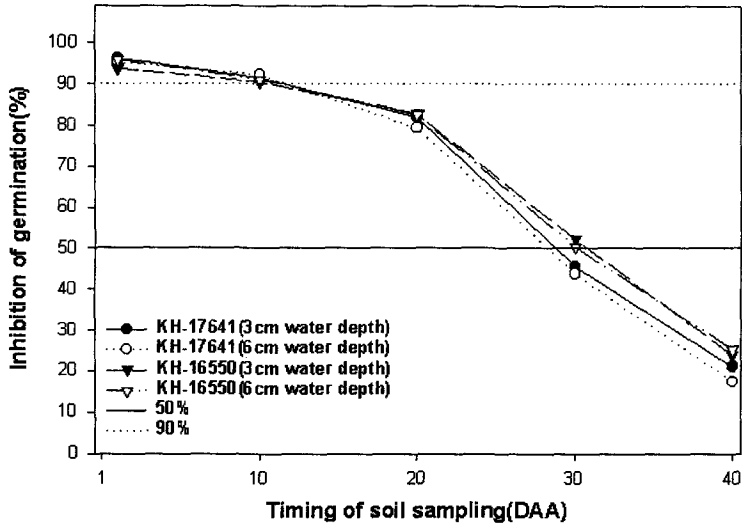


그림 5-31. The duration of residual efficacy to the inhibition of germination of *barnyardgrass*.

표 5-19. DRE of KH-17641 and KH-16550 to the germination of *Echinochloa* species.

| Herbicide | Water depth | DRE ₅₀ ^a | | | |
|--------------------------|-------------|--------------------------------|------|------|-------|
| | | EC ^b | EO | EP | Total |
| KH-17641 240g ai./ha | 3cm | 28.3 | 26.8 | 33.2 | 29.3 |
| | 6cm | 27.6 | 23.3 | 30.8 | 27.5 |
| KH-16550 210g a.i./ha | 3cm | 30.8 | 31.7 | 33.5 | 34.6 |
| | 6cm | 30.2 | 28.9 | 31.7 | 32.8 |

^a DRE₅₀ : Days showing residual efficacy for 50% control

^b EC : *Echinochloa crus-galli* var *curs-galli*, EO : *E. oryzicola*, EP : *E. oryzicola*.

4. 토양중 이동성

가. 일 2cm씩 5회 인위적 배수를 통한 이동성 검정

1) 토양혼화처리를 통한 제초제의 토양중 이동성 검정

제초제를 눈에 처리하였을 때 제초제는 확산 및 집단류를 통해서 이동하면서 흡착과 탈착과정을 반복하게 된다. 이 중 수직 하방 이동 후 토심별 포함되어 있는 제초제의 양 및 분포를 분석하고자 토양혼화재배 생물검정법을 이용하였고 결과는 아래와 같았다.

표 5-20. Amount of the test herbicides in each soil depth after water seepage for 5 days at a rate of 2 cm per day.

| Herbicide | Assay | 1cm | 2cm | 3cm | 4cm | 5cm | 6cm | 7cm | 8cm | 9cm | 10cm | Total |
|-----------|-------------------|-------|-----------|-------|-------|------------------|------------|--------|--------|--------|--------|-------|
| KH16550 | RCL ¹⁾ | 11.77 | 13.9 7 | 14.61 | 14.82 | 16.10 | 20.8 5 | 37.73 | 39.29 | 41.56 | 53.48 | 649.2 |
| | AH ²⁾ | 169.1 | 96.6 | 87.6 | 85.0 | 73.0 | 50.0 | 25.1 | 24.0 | 22.5 | 16.3 | |
| KH17641 | RCL | 13.48 | 16.3 1 | 20.57 | 48.79 | 61.06 | 68.6 5 | 76.74 | 95.18 | 101.63 | 103.23 | 906.3 |
| | AH | 367.6 | 273. 4 | 189.7 | 36.9 | 19.3 | 12.2 | 6.6 | 0.9 | ND | ND | |
| Butachlor | RCL | 31.45 | 36.4 9 | 40.53 | 56.64 | 98.70 | 100. 84 | 100.15 | 103.34 | 102.66 | 102.94 | 733.3 |
| | AH | 268.6 | 211. 4 | 174.5 | 78.9 | ND ³⁾ | ND | ND | ND | ND | ND | |

1) RCL = Relative Coleoptile Length(% of control).

2) AH = Amount of Herbicide($\mu\text{g}/120\text{g}$ soil).

3) ND : Not detected.

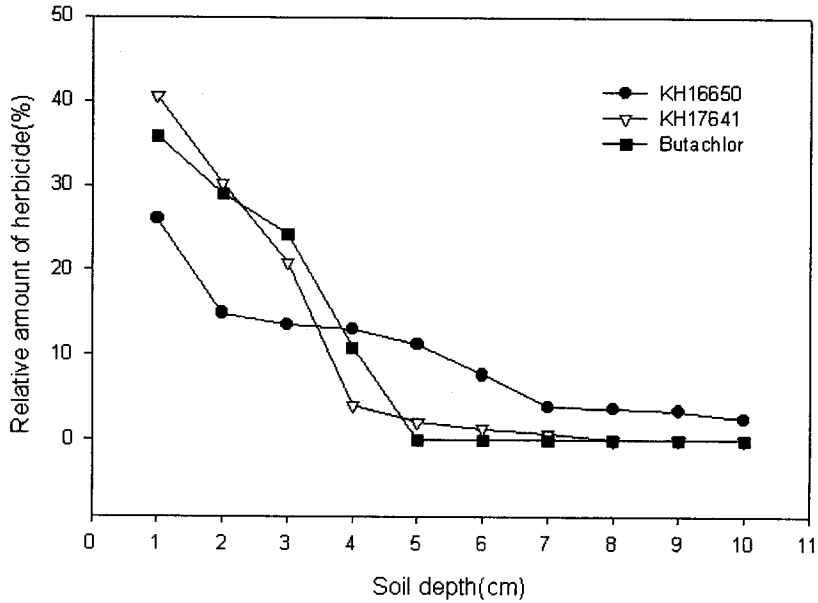


그림 5-32. Relative leaching of the test herbicides

일 2cm씩 5회 인위적 배수를 통한 이동성검정은 실제 논에 제초제를 처리할 때 일반적으로 일어날 수 있는 상황에 유사한 조건으로 실험하였다. 각 제초제의 이동성은 KH16550 ≥ KH17641 > butachlor로 나타났고, 이것은 흡착능의 순서와 반대경향을 나타내었다. Butachlor와 KH-17641은 유사한 이동성을 보였다.

나. 이동 후 제초제의 분포양상

일 2cm씩 5일동안 이동성 검정장치에서 제초제를 이동시킨 후 토양에 흡착된 제초제 양을 확인하기 위하여 토양혼화처리 생물검정법을 이용하였고, 흡착되지 않고 토양내 토양수에 있는 제초제 양의 확인을 위하여 원심분리 후 상등액으로 수경재배하였으며, 유출된 토양수로 수경재배하여 유출된 제초제양을 확인하였다.

표 5-21. Soil-adsorbed amount of the test herbicides in each soil depth after water movement through the soil-column.

| Herbicide | Assay | 1cm | 2cm | 3cm | 4cm | 5cm | 6cm | 7cm | 8cm | 9cm | 10cm | Total |
|-----------|-------------------|-------|-------|-------|-------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| KH16550 | RCL ¹⁾ | 12.48 | 14.75 | 14.8 | 17.16 | 19.79 | 22.91 | 41.28 | 42.55 | 44.04 | 56.88 | 410.7 |
| | AH ²⁾ | 99.5 | 64.4 | 63.9 | 49.3 | 40.2 | 33.4 | 17.0 | 16.4 | 15.7 | 11.2 | |
| KH17641 | RCL | 14.47 | 18.29 | 22.1 | 52.91 | 62.55 | 69.79 | 82.41 | 98.65 | 105.11 | 103.62 | 592.3 |
| | AH | 247.0 | 171.3 | 127.1 | 22.4 | 13.3 | 8.5 | 2.7 | ND | ND | ND | |
| Butachlor | RCL | 32.74 | 38.24 | 41.9 | 57.94 | 101.07 | 100.08 | 101.71 | 103.58 | 102.73 | 102.99 | 513.1 |
| | AH | 189.4 | 145.9 | 122.6 | 55.2 | ND ³⁾ | ND | ND | ND | ND | ND | |

- 1) RCL = Relative Coleoptile Length(% of control).
- 2) AH = Amount of Herbicide($\mu\text{g}/120\text{g}$ soil).
- 3) ND : Not detected.

이동 후 토양에 흡착된 양 중에서 표층에서부터 3cm의 토심까지의 제초제양을 검출된 총량에 대한 비율로서 평가하면 KH16550이 55.5%이고, KH17641이 92.1%이었으며, butachlor가 89.3%이었다. 이 값은 토양혼화처리 생물검정법에 의해 나온 결과로서 흡착량 검정, 탈착량 검정에서 언급했던 것과 같은 이유로 오차발생 가능성이 높다.

표 5-22. Amount of the test herbicides in soil solution in each soil depth after water movement through the soil-column.

| Herbicide | Assay | 1cm | 2cm | 3cm | 4cm | 5cm | 6cm | 7cm | 8cm | 9cm | 10cm | Total |
|-----------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|-------|
| KH16550 | RCL ¹⁾ | 53.25 | 55.84 | 59.87 | 62.73 | 76.62 | 91.69 | 92.47 | 95.45 | 98.96 | 99.87 | 665.1 |
| | AH ²⁾ | 205.1 | 167.5 | 122.4 | 98.0 | 33.2 | 10.3 | 9.7 | 7.7 | 5.8 | 5.4 | |
| KH17641 | RCL | 63.25 | 66.75 | 69.61 | 79.48 | 84.93 | 97.14 | 101.8 | 98.44 | 97.61 | 98.83 | 461.3 |
| | AH | 150.0 | 117.6 | 96.7 | 49.1 | 33.7 | 14.6 | ND ³⁾ | ND | ND | ND | |
| Butachlor | RCL | 68.96 | 71.30 | 73.64 | 78.96 | 88.83 | 90.52 | 94.29 | 99.22 | 102.3 | 101.2 | 639.5 |
| | AH | 196.7 | 158.7 | 128.0 | 78.4 | 31.6 | 27.1 | 19.1 | ND | ND | ND | |

유출된 제초제 양을 포함하여 흡착되지 않고 토양수에 녹아있는 제초제량을 평가한 결과, 전체 토양수에 녹아있는 제초제양 중에서 토심 3cm까지 포함된 제초제 양의 비는 KH16550의 경우 58.1%, KH17641은 78.9%, butachlor는 75.6%였다. 수경재 배로 평가한 토양수에 녹아있는 양으로서 토양 중 제초제 흡착량을 평가하면 KH16550은 2147.8 $\mu\text{g/g-dry soil}$, KH17641은 2538.7 $\mu\text{g/g-dry soil}$, butachlor는 5360.5 $\mu\text{g/g-dry soil}$ 이었다.

표 5-23. Amount of the test herbicides flowed out through the soil-column.

| Herbicide | Assay | 1cm | 2cm | 3cm | 4cm | 5cm | 6cm | 7cm | 8cm | 9cm | 10cm | Total |
|-----------|-------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| KH16550 | RCL ¹⁾ | 103.15 | 90.32 | 77.21 | 74.09 | 70.49 | 62.70 | 61.72 | 59.92 | 59.84 | 56.39 | 187.1 |
| | AH ²⁾ | ND ³⁾ | 2.9 | 7.9 | 10.1 | 13.4 | 24.5 | 26.5 | 30.5 | 30.7 | 40.1 | |
| KH17641 | RCL | 97.56 | 99.12 | 101.23 | 100.21 | 101.17 | 99.12 | 101.45 | 100.28 | 101.38 | 100.95 | 0 |
| | AH | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | |
| Butachlor | RCL | 102.03 | 100.12 | 101.35 | 99.25 | 98.56 | 101.68 | 100.54 | 100.25 | 99.58 | 102.24 | 0 |
| | AH | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ND | |

1) RCL = Relative Coleoptile Length(% of control).

2) AH = Amount of Herbicide($\mu\text{g}/100\text{ml}$ soil water).

3) ND : not detected.

표 5-24. Movement and distribution in the soil lumn of the test herbicides during water seepage at a rate of 2 cm per day for 5 days.

| Herbicide | Assay | 1cm | 2cm | 3cm | 4cm | 5cm | 6cm | 7cm | 8cm | 9cm | 10cm | Total | Amount applied | Total cell sumed up |
|-----------|-----------------|------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|----------------|---------------------|
| KH16550 | A ¹⁾ | 99.5 | 64.4 | 63.9 | 49.3 | 40.2 | 33.4 | 17.0 | 16.4 | 15.7 | 11.2 | 410.7 | 3000 | 1262.9 (42.1%) |
| | B ²⁾ | 205.1 | 167.5 | 122.4 | 98.0 | 33.2 | 10.3 | 9.7 | 7.7 | 5.8 | 5.4 | 665.1 | | |
| | C ³⁾ | ND ⁴⁾ | 2.9 | 7.9 | 10.1 | 13.4 | 24.5 | 26.5 | 30.5 | 30.7 | 40.1 | 187.1 | | |
| KH17641 | A | 247.0 | 171.3 | 127.1 | 22.4 | 13.3 | 8.5 | 2.7 | ND | ND | ND | 592.3 | 3000 | 1053.6 (35.1%) |
| | B | 150.0 | 117.6 | 96.7 | 49.1 | 33.7 | 14.6 | ND | ND | ND | ND | 461.3 | | |
| Butachlor | A | 189.4 | 145.9 | 122.6 | 55.2 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | 513.1 | 6000 | 1152.6 (19.2%) |
| | B | 196.7 | 158.7 | 128.0 | 78.4 | 31.6 | 27.1 | 19.1 | ND | ND | ND | 639.5 | | |

- 1) A : Soil-adsorbed amount of the test herbicides in each soil depth after water movement through the soil-column(μg).
- co 2) B : Amount of the test herbicides in soil solution in each soil depth after water movement through the soil-column(μg).
- 3) C : Amount of the test herbicides flowed out of the soil-column(μg).
- 4) ND : Not detected.

흡착량 검정실험에서 흡착력이 강한 순서인 butachlor, KH17641, KH16550의 순으로 제초제 처리층에 많은 양의 제초제가 검출되었다. 이동성 검정장치에서 이동 후 토양에 흡착된 양과 토양수에 녹아있는 제초제 양의 분포양상은 KH16550의 경우 이동성이 커 유출된 토양수에 187.1 $\mu\text{g/g-dry soil}$ 의 제초제가 포함되어 있었고, 전체처리량에 대한 흡착된 제초제량의 비는 71.6% 이었다. KH17641의 경우 유출된 제초제는 없었고 전체처리량에 대한 흡착된 제초제량의 비는 84.6%, Butachlor는 89.3% 이었다.

나. 자연배수를 통한 이동성 검정

일 2cm씩 5회 인위적 배수를 통한 이동성 검정실험에서 이용한 이동성 검정 장치로서 실험하였고 제초제 처리 직후 수직자연배수를 시작하여 48시간동안 수위를 10cm 이동시킨 후 토심별로 분획한 토양시료로 이동성 검정을 하였다.

1) 토양혼화처리 검정에 의한 제초제의 토양중 이동성 검정

표 5-25. Distribution of the herbicide after drainage by gravity.

| Herbicide | Assay | 1cm | 2cm | 3cm | 4cm | 5cm | 6cm | 7cm | 8cm | 9cm | 10cm | Total |
|-----------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------------------|--------|--------|--------|-------|
| KH16550 | RCL ¹⁾ | 10.79 | 13.16 | 13.68 | 13.88 | 14.74 | 20.53 | 21.71 | 70.00 | 94.47 | 95.53 | 860.3 |
| | AH ²⁾ | 351.0 | 112.4 | 101.4 | 98.0 | 86.0 | 51.0 | 47.5 | 10.3 | 1.8 | 1.0 | |
| KH17641 | RCL | 9.93 | 34.93 | 48.29 | 55.33 | 89.74 | 92.90 | 101.38 | 101.58 | 98.29 | 100.53 | 731.9 |
| | AH | 591.0 | 76.0 | 37.9 | 26.4 | 0.7 | 0.3 | ND ³⁾ | ND | ND | ND | |
| Butachlor | RCL | 26.51 | 75.00 | 90.39 | 94.74 | 99.21 | 104.00 | 104.21 | 106.81 | 103.54 | 104.35 | 375.0 |
| | AH | 340.7 | 26.0 | 5.5 | 2.4 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | |

1) RCL = Relative Coleoptile Length(% of control)

2) AH = Amount of Herbicide($\mu\text{g}/120\text{g}$ soil)

3) ND : not detected

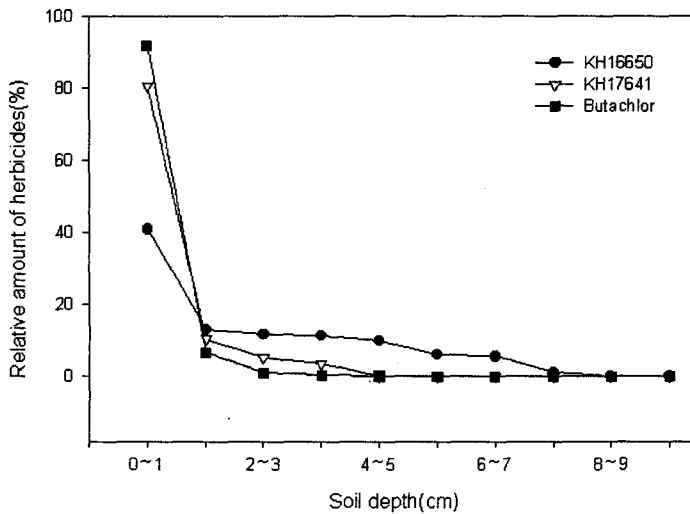


그림 5-33. Relative leaching of the test herbicides

KH16550은 토양혼화재배 생물검정에 의해서 검출된 총량의 40% 가량이 토심 0~1cm 에 포함되어 있었던 반면 KH17641은 80% 정도였고 butachlor는 90%정도가 포함되어 있었다. KH17641과 butachlor는 토심 4~5 cm까지 이동하였으나 KH16550은 10cm까지 이동하였다. 토양에서의 이동성은 흡착능이 떨어지는 KH16550 > KH17641 > butachlor의 순으로 나타났다.

2) 이동 후 제초제의 분포양상

제초제를 이동시킨 후 토양에 흡착된 제초제양의 확인 및 흡착되지 않고 토양내 토양수에 있는 제초제양의 확인을 위하여 사용한 방법은 일 2cm씩 5회 인위적 배수를 통한 이동성 검정실험에서와 동일한 방법을 사용하였고 결과는 다음과 같다.

표 5-26. Soil-adsorbed amount of the test herbicides after continuous drainage of the flood water(3cm deep) by gravity for 48 hour through the soil column.

| Herbicide | Assay | 1cm | 2cm | 3cm | 4cm | 5cm | 6cm | 7cm | 8cm | 9cm | 10cm | Total |
|-----------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|------------------|-------|
| KH16550 | RCL ¹⁾ | 11.07 | 14.09 | 15.28 | 16.48 | 17.74 | 29.81 | 56.48 | 73.96 | 93.90 | 98.16 | 466.7 |
| | AH ²⁾ | 191.9 | 71.0 | 60.1 | 52.6 | 46.9 | 24.6 | 11.3 | 6.8 | 1.6 | ND ³⁾ | |
| KH17641 | RCL | 14.72 | 50.82 | 55.41 | 63.46 | 87.86 | 91.32 | 99.49 | 97.98 | 98.81 | 100.25 | 299.0 |
| | AH | 240.5 | 25.0 | 19.7 | 12.6 | 1.0 | 0.2 | ND | ND | ND | ND | |
| Butachlor | RCL | 28.68 | 77.11 | 89.56 | 96.48 | 98.55 | 96.98 | 99.62 | 103.91 | 99.75 | 98.87 | 252.5 |
| | AH | 230.1 | 16.7 | 0.5 | 0.1 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | |

1) RCL = Relative Coleoptile Length(% of control).

2) AH = Amount of Herbicide(μ g/120g soil).

3) ND : Not detected.

제초제 처리층(1cm)에 검출된 제초제양에 대한 흡착된 제초제양의 비율은 흡착능이 큰 순서인 butachlor(91.1%) > KH17641(80.4%) > KH16550(41.1%)으로 일 2cm씩 5회 인위적 배수를 통한 이동성 검정의 결과와 비교하여 이동양상은 유사하나 이동경로가 짧았다.

표 5-27. Amount of the test herbicides in soil solution in each soil depth after water movement through the soil-column.

| Herbicide | Assay | 1cm | 2cm | 3cm | 4cm | 5cm | 6cm | 7cm | 8cm | 9cm | 10cm | Total |
|-----------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------------|--------|--------|--------|
| KH16550 | RCL ¹⁾ | 45.22 | 50.84 | 57.30 | 61.36 | 77.75 | 83.25 | 87.08 | 97.73 | 100.72 | 100.36 | 954.3 |
| | AH ²⁾ | 383.4 | 247.4 | 149.6 | 109.0 | 30.4 | 19.8 | 14.7 | ND ³⁾ | ND | ND | |
| KH17641 | RCL | 38.64 | 54.55 | 84.93 | 87.56 | 92.34 | 93.06 | 95.46 | 99.40 | 98.92 | 100.00 | 1201.4 |
| | AH | 811.5 | 272.1 | 33.7 | 28.2 | 20.3 | 19.3 | 16.4 | ND | ND | ND | |
| Butachlor | RCL | 57.18 | 95.34 | 95.69 | 97.13 | 99.35 | 99.45 | 103.3 | 101.6 | 99.40 | 101.08 | 630.9 |
| | AH | 582.0 | 17.3 | 16.8 | 14.7 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | |

- 1) RCL = Relative Coleoptile Length(% of control)
 2) AH = Amount of Herbicide($\mu\text{g}/40\text{ml}$ soil water)
 3) ND : not detected

48시간동안 13cm 자연배수실험과 일 2cm씩 5일동안의 인위적 배수실험과 비교해 보면 KH16550의 경우 인위적 배수 시켰을 때는 유출된 토양수에 제초제가 포함되어 있었지만 자연배수는 토심 9cm까지만 토양수에 녹아있는 제초제의 양이 검정된 것으로 미루어 보아 유출된 토양수에는 제초제가 거의 검출되지 않았을 것으로 생각된다. 또한 공시된 제초제는 제초제 처리층에서 토심 2cm까지에서 토양수에 많은 양이 검출되어 KH16550의 경우 66.1%고, KH17641은 90.2%, butachlor는 95.0%로 확인되었다.

표 5-28. Movement and distribution in the soil column of the test herbicides after downward waterflow by 13cm.

| Herbicide | Assay | 1cm | 2cm | 3cm | 4cm | 5cm | 6cm | 7cm | 8cm | 9cm | 10cm | Total | Amount applied | Total cell sumed up |
|------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------------------|-----|------|--------|----------------|---------------------|
| KH16550 | A ¹⁾ | 191.9 | 71.0 | 60.1 | 52.6 | 46.9 | 24.6 | 11.3 | 6.8 | 1.6 | ND | 466.7 | 3000 | 1421.0 (47.4%) |
| | B ²⁾ | 383.4 | 247.4 | 149.6 | 109.0 | 30.4 | 19.8 | 14.7 | ND ³⁾ | ND | ND | 954.3 | | |
| KH17641 | A | 240.5 | 25.0 | 19.7 | 12.6 | 1.0 | 0.2 | ND | ND | ND | ND | 299.0 | 3000 | 1500.4 (50.0%) |
| | B | 811.5 | 272.1 | 33.7 | 28.2 | 20.3 | 19.3 | 16.4 | ND | ND | ND | 1201.4 | | |
| buta chlor | A | 230.1 | 16.7 | 0.5 | 0.1 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | 252.5 | 6000 | 883.4 (14.7%) |
| | B | 582.0 | 17.3 | 16.8 | 14.7 | ND | ND | ND | ND | ND | ND | 630.9 | | |

1) A : Soil-adsorbed amount of the test herbicides water movement through the soil-column(μg).

2) B : Amount of the test herbicides in soil solution in each soil depth after water movement through the soil-column(μg).

3) ND : Not detected.

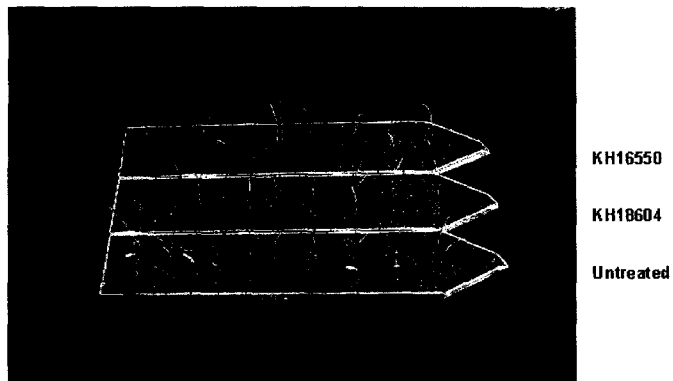
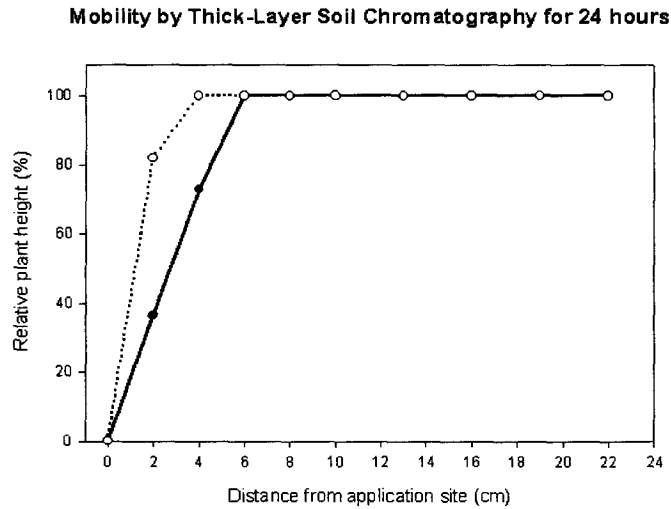
자연배수에 의한 약제의 이동은 인위적 배수에 의한 이동성 검정결과의 이동 경로가 더 길었다. 이것은 매일 200ml의 물을 보충해 주어 토양내에서 탈착과 흡착이 일어나면서 제초제가 수직하방 이동하였기 때문이다.

표 5-29. 감수심에 따른 토양이동성 실험

| 약 제 | 처리량 (g a. i./ha) | 초 종 | 약제 처리전 배수정도 | | | |
|-----------|---------------------|-----|-------------|------|-------|-------|
| | | | 0 cm | 5 cm | 10 cm | 15 cm |
| KH84 | 500 | 동진 | 0 | 50 | 70 | 40 |
| | | 물피 | 10 | 20 | 0 | 0 |
| | | 강피 | 50 | 20 | 0 | 40 |
| | 1,000 | 동진 | 10 | 60 | 50 | 60 |
| | | 물피 | 20 | 10 | 0 | 15 |
| | | 강피 | 10 | 30 | 60 | 70 |
| KH50 | 250 | 동진 | 40 | 20 | 40 | 30 |
| | | 물피 | 30 | 20 | 10 | 0 |
| | | 강피 | 20 | 40 | 10 | 30 |
| | 500 | 동진 | 10 | 30 | 20 | - |
| | | 물피 | 5 | 10 | 0 | - |
| | | 강피 | 10 | 10 | 20 | - |
| Mefenacet | 1200 | 동진 | 30 | 30 | 50 | 30 |
| | | 물피 | 40 | 10 | 0 | 20 |
| | | 강피 | 5 | 20 | 30 | 10 |
| | 2400 | 동진 | 20 | 20 | 30 | 40 |
| | | 물피 | 20 | 0 | 0 | 10 |
| | | 강피 | 30 | 20 | 40 | 20 |
| Butachlor | 1500 | 동진 | 50 | 10 | 15 | 20 |
| | | 물피 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| | | 강피 | 40 | 10 | 20 | 0 |
| | 3000 | 동진 | 30 | 10 | 50 | 60 |
| | | 물피 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| | | 강피 | 40 | 20 | 30 | 20 |

약제를 농도별로 처리하고 0, 5, 10, 15cm 감수시킨 후 3엽기의 동진벼, 물피, 강피를 심도 3cm로 이식하여 재배.

다. Soil TLC법에 의한 이동성 평가

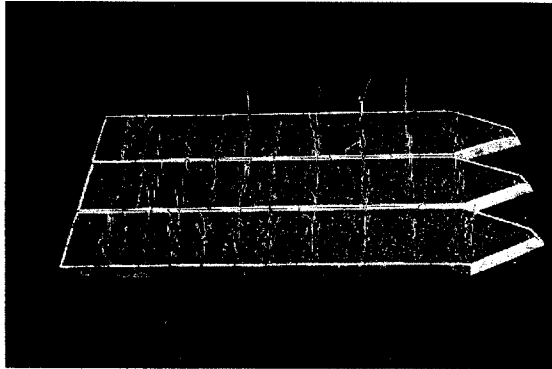
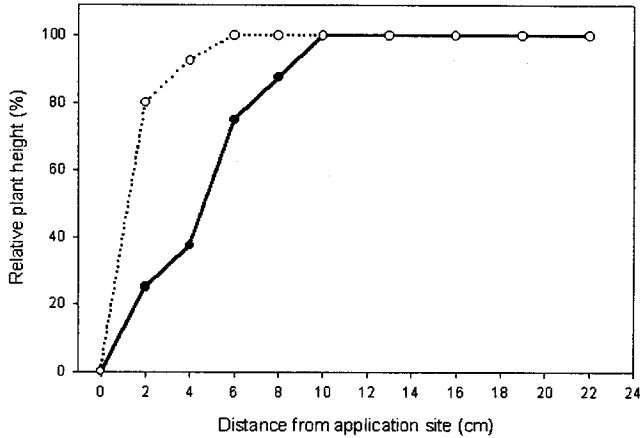


24시간 이동후 최아된 물피 파종(산적도) : 파종후 5일차 조사

| 처 리 | 초장(cm) | | | | | | | | | |
|----------------|--------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| | 0cm | 2cm | 4cm | 6cm | 8cm | 10cm | 13cm | 16cm | 19cm | 22cm |
| Untreated | 5.3 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 |
| KH16550 4.2ppm | 0.0 | 2.0 | 4.0 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 |
| KH16604 4.2ppm | 0.0 | 4.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 | 5.5 |

그림 5-34. soil TLC를 이용한 이동성 평가 (24시간)

Mobility by Thick-Layer Soil Chromatography for 48 hours



KH16550
KH18604
Untreated

48시간 이동후 최아된 물피 파종(산적토) : 파종후 4일차 조사

| 처 리 | 조장(cm) | | | | | | | | | | |
|----------------|-----------|-----|----------------|-----|-----|----------------|------|------|------|------|--|
| | 0cm | 2cm | 4cm | 6cm | 8cm | 10cm | 13cm | 16cm | 19cm | 22cm | |
| Untreated | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | |
| KH16550 4.2ppm | 0.0 | 1.0 | 1.5 | 3.0 | 3.5 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | |
| KH18604 4.2ppm | 0.0 | 3.2 | 3.7 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 | |
| 토 양 | Untreated | | KH16550 2.1ppm | | | KH18604 2.1ppm | | | | | |
| 논토양 | 4.5 | | 0.5* | | | 0.7* | | | | | |
| 산적토 | 4.0 | | 0.5* | | | 0.6* | | | | | |

* 생육정지 및 고사

그림 5-35. soil TLC를 이용한 이동성 평가 (48시간)

5. 요약

KH-17641와 KH-18604의 ^{14}C 표지화합물이 합성, 제공되지 않았으므로 수경액 검정법과 토양혼화처리 검정법을 개발하여 토양중 흡착 및 탈착 실험을 하였으며, 토양중 이동성은 Mefenacet을 개발한 Bayer Co.의 실험방법인 Soil TLC법과 일본의 논 제초제 등록시험에서 사용하는 검정법을 이용하였다. KH-16550은 포장시험에서도 약해가 심하였지만 그 원인이 토양 흡착이 적고 탈착성이 크며 토양중 이동성이 매우 커서 탈락시킬 필요가 있었다. KH-17641은 토양흡착성과 토양중 이동성이 Butachlor와 비슷하고, Pretilachlor보다는 이동성이 작은 것으로 추정되었고, KH-18604는 KH-17641보다 이동성이 약간 작은 것으로 추정된다. 일반적으로 토양중 이동성은 Butachlor < Mefenacet < Pretilachlor 순으로 알려지고 있는바 KH-17641과 KH-18604의 토양중 흡탈착성과 이동성은 제초제로서 합격범위의 특성을 갖었다고 판단된다. 토양중 잔효성은 KH-17641은 처리 후 30~35일, KH-18604는 처리 후 25~30일 수준으로 경쟁약제와 비교하여 약간 작거나 비슷한 수준이었다.

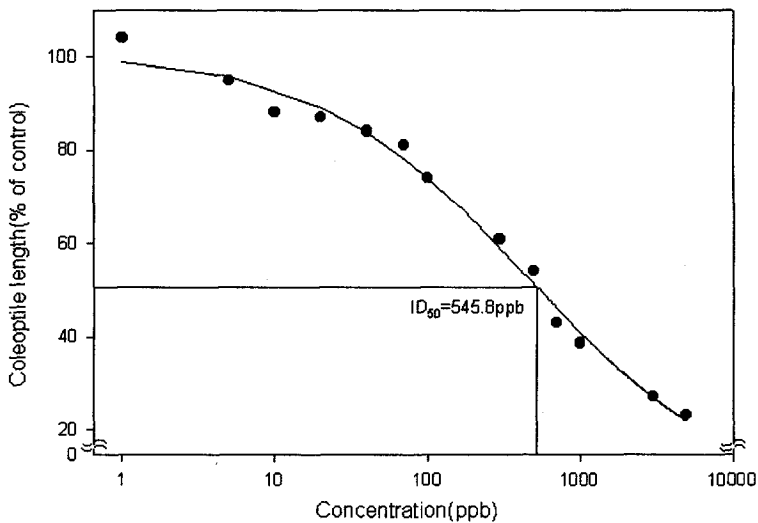
제 2 절. 작용 기구 및 특성 평가

1. 생물 검정법(Bioassay) : 표준곡선

생물검정법을 이용하여 공시약제들의 토양 증 흡·탈착 및 이동성을 확인하기 위한 기본단계로서 각 제초제의 처리농도에 대한 동진벼 초엽의 성장반응을 알아 보았다. 농도반응표준곡선은 동진벼의 초엽이 1cm 크기일 때 제초제를 처리하고 30°C 성장상(주야 각 12시간)에서 5일간 성장시킨 후 무처리의 초엽장에 대한 농도별 초엽장의 상대값으로서 나타내었다.

가. 제초제 수용액 농도에 따른 벼의 성장반응

제초제 수용액 농도에 따른 동진벼 초엽의 성장반응 곡선은 탈착되어 토양수에 있는 제초제량과 제초제의 논 토양 수직 하방 이동후 토심별 토양수에 녹아 있는 양, 즉 토양수중 제초제 농도를 분석하기 위한 기본성적이다. KH16550, KH17641, Butachlor의 1~5ppm 농도수준에 대한 동진벼 초엽장의 변화율을 그래프로 나타내면 다음과 같다.



* Note: 1 Rice cultivar Dongjinbyeo was used.
2 KH-16550 in solution culture bioassay.

그림5-36. Response of rice coleoptile growth to different concentrations KH-16550 in solution culture bioassay

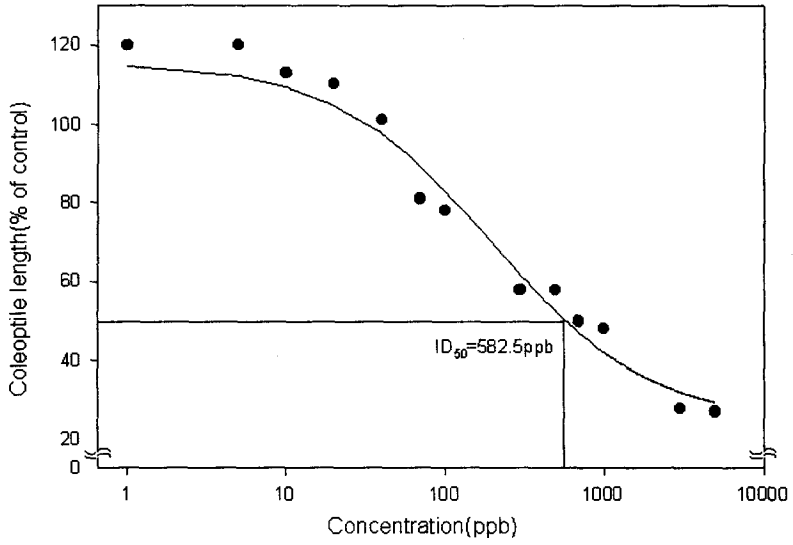


그림 5-37. Responce of rice coleoptile growth to different concentrations of KH-17641 in solution culture bioassay

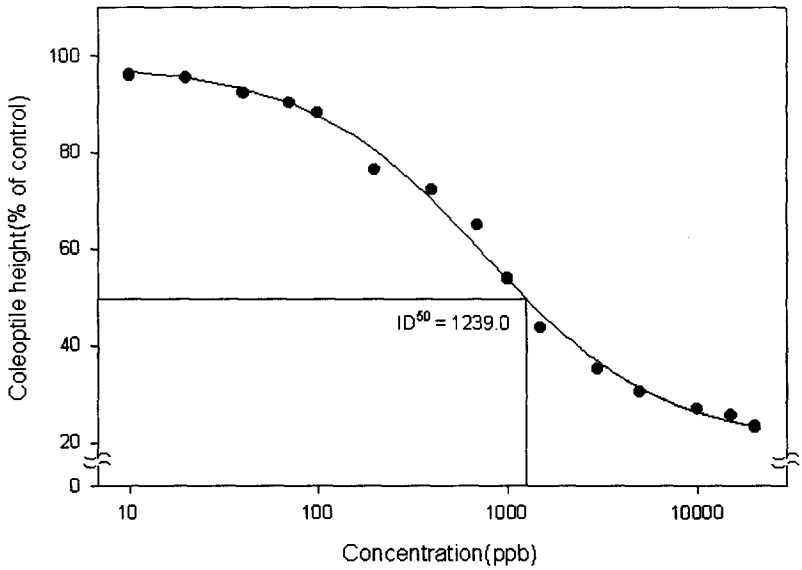


그림 5-38. Responce of rice coleoptile growth to different concentrations of butachlor in solution culture bioassay

동진벼의 초엽장을 무처리 대비 50% 억제시키는 농도인 ID_{50} 값은 KH16550이 545.8 ppb, KH17641이 582.5 ppb, butachlor가 1230.0 ppb이었다.

나. 제초제 토양혼화처리 농도에 대한 벼의 성장반응

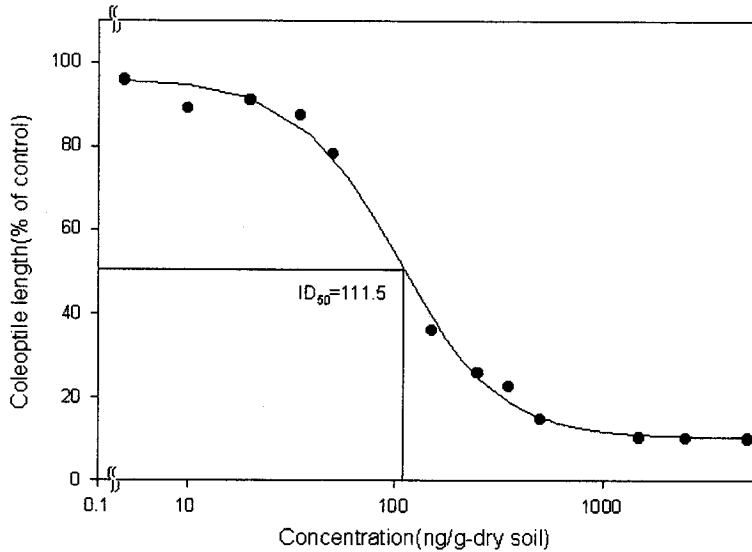


그림 5-39. Response of rice coleoptile growth to different amount of KH-16550 in soil-slurry culture bioassay

제초제 토양혼화처리의 농도에 대한 동진벼 지상부의 성장반응은 각 공시 제초제가 토양에 흡착된 양과 제초제가 담수 농토양 수직 하방 이동후 토심별로 토양에 흡착분포하는 제초제 양을 검정하기 위한 기본성적이다.

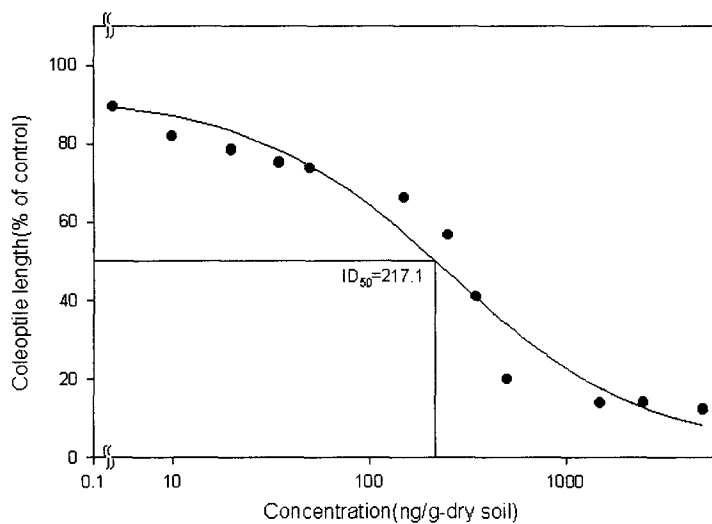


그림 5-40. Responce of rice coleoptile growth to different amount of KH-17641 in soil-slurry culture bioassay

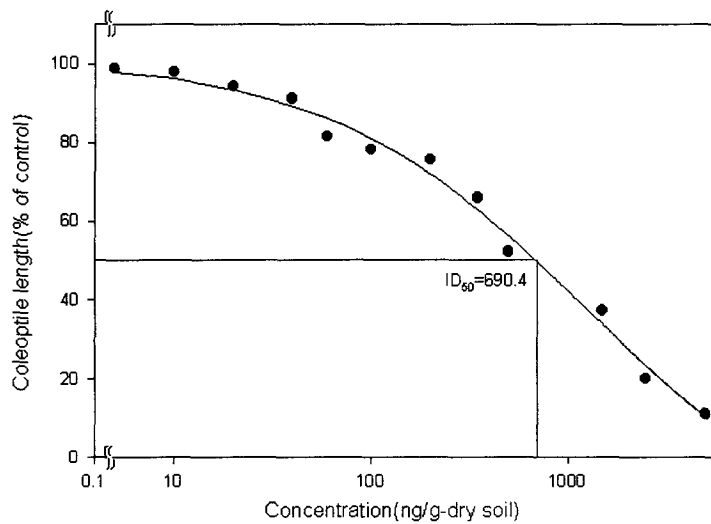


그림 5-41. Responce of rice coleoptile growth to different amount of butachlor in soil-slurry culture bioassay

동진벼의 초엽장을 무처리 대비 50% 억제시키는 농도인 ID_{50} 값은 KH16550이 111.5 ng/g-dry soil, KH17641이 217.1 ng/g-dry soil, butachlor가 690.4 ng/g-dry soil 이었다. KH16550은 butachlor의 1/6정도, KH17641은 butachlor의 1/3정도의 약량으로 벼의 생장을 50%억제하였다. 제초제 수용액 농도에 따른 벼의 성장반응 결과 KH16550은 butachlor의 44%의 약량으로, KH17641은 butachlor의 48%의 약량으로 벼의 생장을 50% 억제하였고, 제초제 토양혼화 처리량에 따른 벼의 성장반응 결과 KH16550은 butachlor의 16%의 약량으로, KH17641은 butachlor의 31%의 약량으로 벼의 생장을 50% 억제하였다.

제초제 토양혼화처리량에 따른 동진벼 초엽장의 성장반응과 제초제 수용액 농도에 따른 동진벼 초엽장의 성장반응곡선에서 모두 ID_{50} 값이 KH16550 > KH17641 > butachlor의 순서로 지상부의 생장을 50% 억제하였고 제초제 토양혼화처리가 제초제 수용액처리보다 적은양으로 동진벼의 초엽장의 생장을 억제하였다. 일반적으로 생물검정에서 제초제 토양혼화처리 생물검정법은 제초제 수용액처리 생물검정법에 비하여 처리한 제초제가 토양에의 흡착으로 식물체로 흡수될 수 있는 양이 줄어들고 근권주위 토양수층의 제초제가 벼에 의하여 흡수된 후 근권주위의 제초제 농도의 감소 등으로 제초제 수용액처리 생물검정보다 벼에 의하여 흡수될 수 있는 제초제가 더 적을 것으로 생각된다. 그러나 실험결과 제초제 토양혼화처리 생물검정법이 더 적은 양으로 벼의 생장을 억제하는 것으로 나타났는데 이것의 이유를 몇가지로 생각할 수 있다. 첫째, 토양혼화처리 무처리구의 동진벼 초엽장이 수경액처리 무처리구의 동진벼 초엽장보다 컸고 농도가 높아질수록 동진벼 초엽장의 감소율이 제초제 수경액처리보다 컸기 때문이다. 이것은 토양속의 무기양분의 조건이 동진벼의 생장에 더 적합했다고 생각할 수 있다, 둘째, 제초제 흡수부위가 제초제 토양혼화처리 생물검정법이 제초제 수용액처리 생물검정보다 더 많았다. 즉 수용액처리 생물검정법은 뿌리만 제초제를 처리한 수경액에 담기게 한 반면, 토양혼화처리 생물검정을 위해 동진벼를 이식할 때 동진벼의 종자부위까지 토양을 덮었기 때문에 초엽 또한 제초제를 흡수할 수 있는 부위였다.

제초제 수용액처리 농도반응곡선 중에서 농도변화에 따른 지상부의 성장변화가 작은 부분은 오차를 크게 낼 가능성이 있다. 따라서 효과적인 결과분석을 위하여

농도가 log scale로 변환할 때 동진벼 초엽장의 무처리에 대한 상대초엽장값의 변화율이 일정하여 semi-log linear equation을 구할 때 R^2 값이 최소 0.9이상이 되는 범위를 택하여 semi-log linear equation을 구하였다. Semi-log linear equation 및 log-logistic equation은 표와 같다.

표 5-30. Response equations and useful dose-ranges in the rice coleoptile bioassay of the test herbicides.

| Bioassay method | Herbicide | Regression | Dose-range (x) | Plant response (Y') | Response equation | R ² |
|---------------------|-----------|------------|----------------|---------------------|---|----------------|
| | KH16550 | LLRE | 0~5000 | 10.0~100.0 | $Y' = 3.690 + \frac{97.312}{1 + (\frac{x}{467.392})^{0.622}}$ | 0.991 |
| | | SLLR | 35~500 | 14.9~87.3 | $Y' = -29.561\log(x) + 131.01$ | 0.974 |
| Soil-slurry culture | KH17641 | LLRE | 0~5000 | 12.3~100.0 | $Y' = 24.157 + \frac{91.498}{1 + (\frac{x}{199.448})^{0.870}}$ | 0.956 |
| | | SLLR | 35~2500 | 14.2~75.1 | $Y' = -33.521\log(x) + 146.84$ | 0.901 |
| | Butachlor | LLRE | 0~5000 | 11.1~100.0 | $Y' = 19.885 + \frac{78.128}{1 + (\frac{x}{753.616})^{0.935}}$ | 0.996 |
| | | SLLR | 40~2500 | 20.1~91.0 | $Y' = -34.141\log(x) + 156.31$ | 0.944 |
| Herbicide | | | Dose-range (X) | Plant response(Y) | Response equation | R ² |
| | KH16550 | LLRE | 0~5000 | 23.1~100.0 | $Y' = 10.413 + \frac{85.706}{1 + (\frac{x}{102.270})^{1.769}}$ | 0.958 |
| | | SLLR | 20~5000 | 23.6~87.4 | $Y' = -65.281\log(x) + 205.93$ | 0.979 |
| Solution culture | KH17641 | LLRE | 0~5000 | 27.2~100.0 | $Y' = 2.018 + \frac{90.282}{1 + (\frac{x}{250.934})^{0.871}}$ | 0.957 |
| | | SLLR | 40~5000 | 27.3~100.2 | $Y' = -38.391\log(x) + 150.89$ | 0.970 |
| | Butachlor | LLRE | 0~20000 | 23.2~100.0 | $Y' = -27.499 + \frac{128.830}{1 + (\frac{x}{1294.796})^{0.655}}$ | 0.995 |
| | | SLLR | 70~5000 | 30.5~90.2 | $Y' = -33.721\log(x) + 173.27$ | 0.979 |

- 1) LLRE : log-logistic regression equation.
- 2) SLLR : semi-log linear regression equation.
- 3) x : Dose : ng/g-dry soil in soil-slurry culture, and ppb in solution culture.
- 4) Y' : Coleoptile length as % of the control.

토양혼화처리 생물검정법으로 제초제의 흡착량과 탈착량을 평가할 때 고농도나 저농도의 값에서, 특히 상대초엽장값이 20%이하값을 나타내었을 때 환산한 농도의 값은 상대초엽장값의 아주 적은 변화에서도 많은 양의 차이를 나타내기 때문에 큰 오차를 낼 수 있다. 예를 들어 20%이하의 상대초엽장값에서는 KH16550의 경우 1,500 ng/g-dry soil에서의 상대초엽장값은 10.37%, 5,000 ng/g-dry soil에서의 상대초엽장

값은 10.02%로서 0.35%의 차이로 인하여 3,500 ng/g-dry soil의 차이가 났다. 생물검정에서는 종자활력이나 온도, 습도, 생장기간 등의 미세한 차이로 인해 오차가 생길 수 있는 가능성이 높다. 따라서 오차를 최대한 줄일 수 있는 방법으로 실험계획을 세우고 결과를 분석해야한다. 토양혼화처리 생물검정법으로 나온 결과는 상대초엽장값이 KH16550은 14.9~87.3%, KH17641은 14.2~75.1%, butachlor는 20.1~91.0%의 범위에 포함될 때, 수경액처리 생물검정법은 KH16550이 23.6~87.4%, KH17641은 27.3~100.2%, butachlor는 30.5~90.2%의 범위에 포함되는 상대초엽장값을 나타내도록 실험계획을 세워야 한다.

2. 생물검정법에 의한 활성비교

가. 발아 테스트에 의한 활성 비교

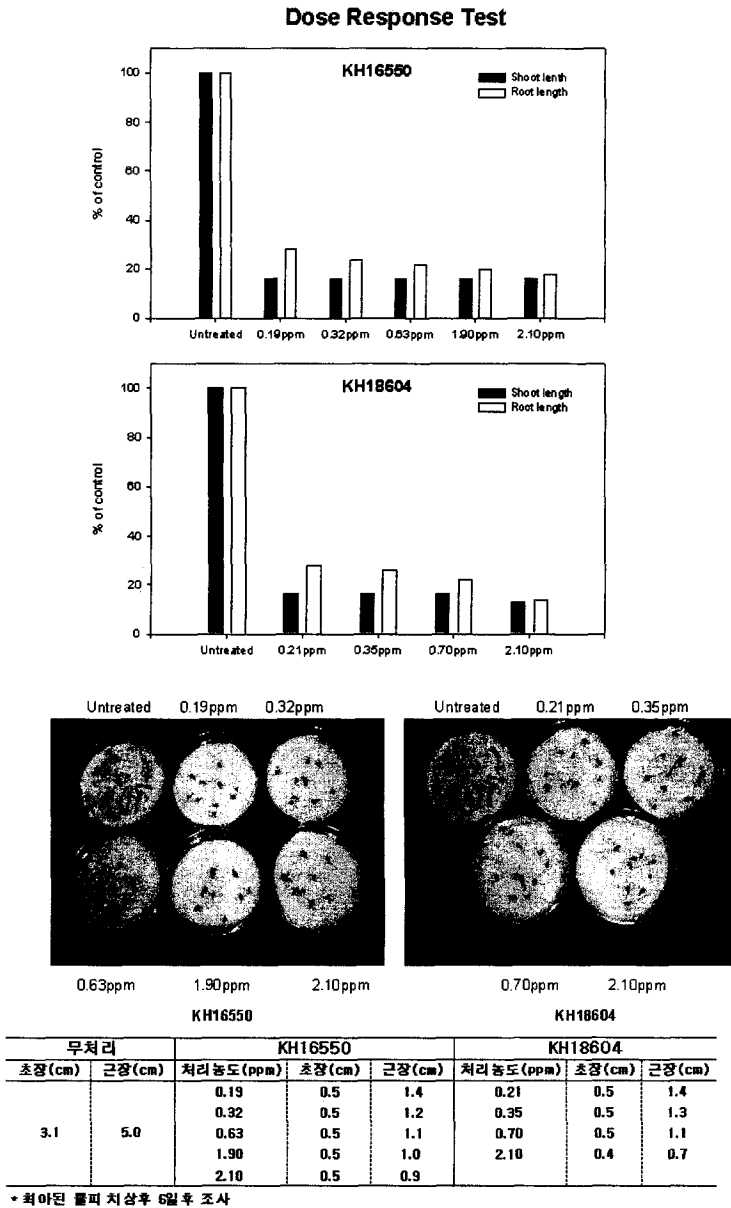
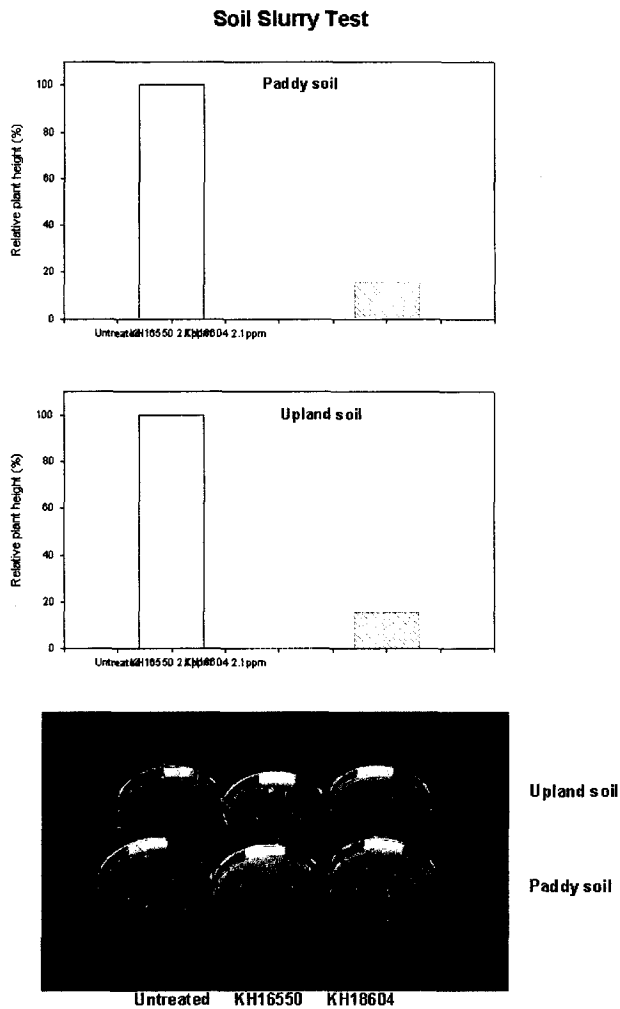


그림 5-42. 생물검정법에 의한 활성비교

나. Soil Slurry Test에 의한 활성 비교



약제가 처리된 토양 slurry를 24시간 방치후 최아된 물피 파종 : 파종후 4일에 조사

| 도 양 | 초장(cm) | | |
|-----|-----------|----------------|----------------|
| | Untreated | KH16550 2.1ppm | KH18604 2.1ppm |
| 논도양 | 4.5 | 0.5* | 0.7* |
| 산적토 | 4.0 | 0.5* | 0.6* |

*생육장지 및 교사

그림 5-43. Soil slurry test에 의한 활성비교

3. 수경액법을 이용한 약제의 흡수부위 탐색

표 5-31. 침지 처리법에 의한 고사율

| 공시약제 | 처리농도 (ppm) | 침지부위 | 고사율(%)* | | | |
|-----------|---------------|-------|---------|-----|-----|-----|
| | | | 동진벼 | 물피 | 강피 | 돌피 |
| KH84 | 2.0 | 지상부 | 30 | 100 | 100 | 80 |
| KH50 | 1.0 | | 15 | 100 | 100 | 90 |
| Mefenacet | 4.8 | | 10 | 70 | 100 | 100 |
| Butachlor | 6.0 | | 20 | 40 | 100 | 100 |
| KH84 | 2.0 | 지하부 | 5 | 60 | 40 | 100 |
| KH50 | 1.0 | | 10 | 100 | 70 | 100 |
| Mefenacet | 4.8 | | 5 | 90 | 80 | 100 |
| Butachlor | 6.0 | | 10 | 40 | 100 | 30 |
| KH84 | 2.0 | 지하부 + | 5 | 90 | 80 | 95 |
| KH50 | 1.0 | 지상부 | 10 | 100 | 60 | 100 |
| Mefenacet | 4.8 | 10 | 100 | 70 | 100 | |
| Butachlor | 6.0 | 1cm | 10 | 60 | 40 | 95 |

동진벼(3엽기), 물피(3엽기), 강피(3엽기) 및 돌피(3엽기)를 공시하여 부위별(지상부, 지하부, 지하부+지상부 1cm) 6시간동안 침지한후 시험관에서 재배후 7일차에 조사

표 5-32. 논 수면처리후 수경법에 의한 DOSE RESPONSE 실험

| 공시약제 | 처리농도 (ppb) | 고사율(%) | | |
|-----------|---------------|--------|-----|-----|
| | | 동진벼 | 물피 | 강피 |
| KH84 | 50 | 5 | 0 | 0 |
| | 100 | 5 | 0 | 0 |
| | 300 | 5 | 10 | 0 |
| | 500 | 5 | 30 | 10 |
| | 1000 | 5 | 50 | 20 |
| | 2000 | 5 | 50 | 100 |
| KH50 | 25 | 5 | 10 | 20 |
| | 50 | 5 | 20 | 50 |
| | 150 | 5 | 30 | 70 |
| | 250 | 5 | 30 | 80 |
| | 500 | 5 | 50 | 90 |
| | 1000 | 5 | 100 | 100 |
| Mefenacet | 120 | 5 | 10 | 30 |
| | 240 | 5 | 10 | 30 |
| | 720 | 5 | 10 | 30 |
| | 1200 | 5 | 20 | 70 |
| | 2400 | 5 | 30 | 100 |
| | 4800 | 5 | 30 | 100 |
| Butachlor | 150 | 5 | 0 | 0 |
| | 300 | 5 | 10 | 50 |
| | 900 | 5 | 20 | 50 |
| | 1500 | 5 | 30 | 50 |
| | 3000 | 5 | 100 | 100 |
| | 6000 | 10 | 100 | 100 |

동진벼(2.5-3엽기), 물피(2.5-3엽기) 및 강피(2.5-3엽기)를 공시하여 시험관에 약액을 농도별 10ml씩로 넣고 공시재료를 각각 3분씩 치상후 7일차에 조사

4. ¹⁴C-Leucine을 이용한 단백질 합성 저해 평가

가. 시험목적

방사성 동위원소를 이용하여 단백질 합성 저해 유무 구명

나. 시험방법

1) 공시품종 : 대두(신팔달콩)

2) 실험방법 : 대두종자를 베톨람수화제로 2시간 동안 침지소독 후 흐르는 물로 세척하여 24시간 동안 침지하였다. 암상태의 27℃ 항온조건에서 대두의 뿌리가 5

cm 정도 자라게 한 뒤 분얼이 왕성한 배축을 얻기 위해 자엽 하단부에서 부터 1cm 정도를 잘라 실험재료로 이용하였다. 각각의 배양용액 5ml에 $20\mu\text{l}$ 의 ^{14}C -leucine($227,400\text{dpm}$)를 넣고 27°C 정도에서 8시간 진탕배양하여 leucine의 생합성을 유도하고 배축을 세척하여 마쇄후 원심분리하고 상등액만 취한다. 상등액에 녹아 있는 수용성 단백질을 정량 정량하기 위하여 차가운 TCA를 가하여 단백질을 침전시키고 다시 원심분리한다. 상등액은 버리고 0.1N-NaOH 2ml 을 가하여 단백질을 녹인다. 단백질이 완전히 녹은 다음 0.2ml 을 취하여 HiSafe 3(LSC scintillation cocktail) 10ml 과 혼합하여 LSC로 카운팅을 한다.

- ① One gram of soybean hypocotyl sections
↓
- ② Incubate for 8hr. in reaction mixture at 27°C
↓
- ③ Wash with distilled water
↓
- ④ Homogenize with 5ml buffer, pH 7.5, 0.1M tris buffer contain $200\mu\text{g/ml}$ L-leucine
↓
- ⑤ Centrifuge at $3,000\times g$ for 10min. to remove cellulon defris.
↓
- ⑥ Get the supernatant(measure the volume)
↓
- ⑦ Add 4ml, cold trichloro acetic acid(TCA) to a final conc of 5% allow 15min. in an ace fath
↓
- ⑧ Centrifuge to collect the precyoitate
↓
- ⑨ Wash the ppt with 5% cold TCA, 1ml
↓
- ⑩ Solubilize the ppt in 2ml of 0.1N NaOH
↓
- ⑪ Take 0.2ml aliquots for LSC counting

다. 처리내용

| 처리내용 | 처리용액 | Buffer | 증류수 | ¹⁴ C-Leucine | 배양액 |
|------------------------|--------------|--------|-------|-------------------------|-----|
| KH16550 + hypocotyl | 2ml (10 ppm) | 2.5ml | 0.5ml | 20 μ l | 5ml |
| KH17641 + hypocotyl | 2ml (10 ppm) | 2.5ml | 0.5ml | 20 μ l | 5ml |
| Alachlor + hypocotyl | 2ml (10 ppm) | 2.5ml | 0.5ml | 20 μ l | 5ml |
| Butachlor + hypocotyl | 2ml (10 ppm) | 2.5ml | 0.5ml | 20 μ l | 5ml |
| Mefenacet + hypocotyl* | 2ml (10 ppm) | 2.5ml | 0.5ml | 20 μ l | 5ml |
| Medium + hypocotyl | 2ml (0 ppm) | 2.5ml | 0.5ml | 20 μ l | 5ml |
| DMSO + hypocotyl | 2ml (0 ppm) | 2.5ml | 0.5ml | 20 μ l | 5ml |
| Medium | 증류수 2ml | 2.5ml | 0.5ml | 20 μ l | 5ml |
| DMSO | 증류수 2ml | 2.5ml | 0.5ml | 20 μ l | 5ml |

* Mefenacet은 5% DMSO에 녹임.

표 5-33. 단백질 합성 저해율(%)

| 처리내용 | CTime | SQPE | Color | Volume | C14_ DPM | C14_ Eff% | Relative synthesis (%) |
|------------------------|-------|-------|-------|--------|-----------|-----------|------------------------|
| KH16550 + hypocotyl | 24,00 | 806.4 | 1.2 | 714.3 | 606.3 | 93.6 | 64.8 |
| KH17641 + hypocotyl | 24,00 | 795.4 | 1.2 | 702.5 | 867.7 | 93.0 | 92.7 |
| Alachlor + hypocotyl | 24,00 | 796.7 | 1.2 | 703.7 | 568.5 | 93.0 | 60.7 |
| Butachlor + hypocotyl | 24,00 | 797.8 | 1.2 | 705.0 | 864.9 | 93.1 | 92.4 |
| Mefenacet + hypocotyl* | 24,00 | 796.0 | 1.2 | 703.1 | 839.2 | 93.0 | 87.2 |
| Medium + hypocotyl | 24,00 | 798.4 | 1.2 | 704.5 | 936.0 | 93.1 | 100.0 |
| DMSO + hypocotyl | 24,00 | 791.4 | 1.2 | 697.7 | 962.4 | 92.8 | 100.0 |
| Medium | 24,00 | 800.0 | 1.2 | 708.0 | 34,110.5 | 93.2 | - |
| DMSO | 24,00 | 800.6 | 1.2 | 708.4 | 31,463.9 | 93.1 | - |
| Blank | 24,00 | 877.9 | 1.1 | 794.0 | 18.0 | 95.6 | - |
| STD | 24,00 | 871.6 | 1.1 | 788.3 | 105,094.9 | 95.5 | - |

이상의 결과로 보아 KH-16550은 Alachlor와 비슷한 작용기구로서 단백질 합성을 저해하고 KH-17641은 Butachlor 및 Mefenacet와 유사하게 지질합성을 주로 저해할 것으로 추정되나 지질합성 저해는 추후 실험을 통해 확인하여야 한다.

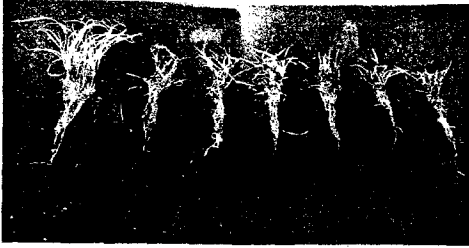
5. 살초작용의 외관 특성(사진)

가. 처리 약량 따른 벼의 생육반응(처리후 20일차)

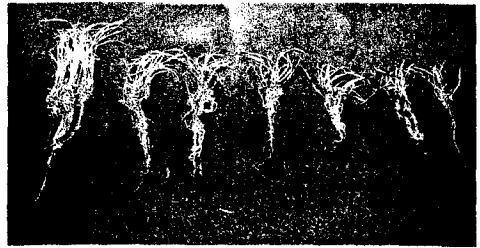


KH-16550 : 0, 100, 150, 200, 300, 400g a.i./ha

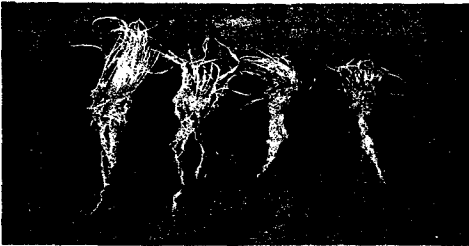
나. 물피의 살초특징(처리후 20일차)



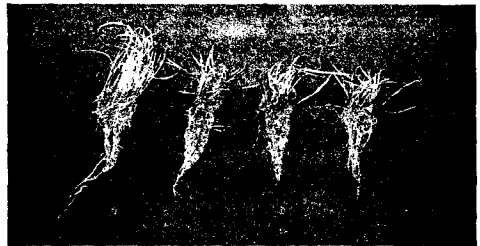
KH-17641 3cm 담수
0-120-160-200-240-280-320g a.i./ha



KH-17641 6cm 담수
0-120-160-200-240-280-320g a.i./ha

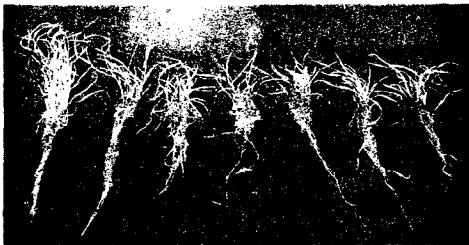


KH-16550 3cm 담수
0-160-240-320g a.i./ha

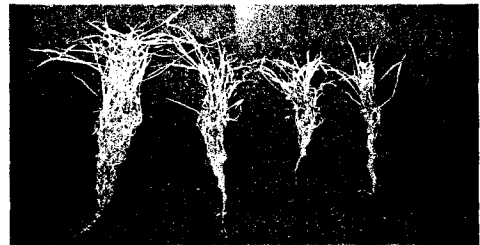


KH-16550 9801 6cm 담수
0-160-240-320g a.i./ha

다. 강피의 살초특징(처리후 20일차)



KH-17641 3cm 담수
0-120-160-200-240-280-320g a.i./ha



KH-17641 6cm 담수
0-120-200-280g a.i./ha



KH-16550 3cm 담수
0-160-240-320g a.i./ha



KH-16550 6cm 담수
0-160-240-320g a.i./ha

6. 약해 요인 평가

벼의 초장에 있어서 약제 처리 후 10일부터 생육억제가 심하게 일어나는 KH-16550을 제외하고는 KH-17641, mefenacet, butachlor는 이앙심도에 상관없이 약제 처리 후 초기 10일차에 약해가 경미하게 발생이 되다가 처리 후 20일 경에 최고에 이르렀다가 30일차에는 다소 회복이 되는 양상을 보였다. 특히 KH-16550의 경우 2배량(500g a.i./ha) 처리에서 누수, 무누수 조건에서 모두 약해가 심하게 발생하여 회복되지 못했다. 무처리의 경우 초장, 근장, 건물중의 생육 비교시 0cm > 1cm > 3cm 이앙심도의 순서로 생육이 큰 양상을 보였는데 약해 발생으로 생육의 억제가 일어난 경우 순서가 역전되어 3m > 1cm > 0cm의 순서로 생육이 이루어졌다. 이앙 후 5일, 10일의 약제처리시기에 따른 약해의 정도 비교는 이앙 후 10일 처리에서 처리약제 모두 약해 발생이 감소하였으나, KH-16550은 이앙후 10일 처리에서 약해가 감소하였지만 생육억제가 크게 나타났으며 무누수조건보다 누수조건에서 약해가 보다 심하게 발생되었다. Butachlor는 누수, 무누수 조건 모두 3000g a.i./ha 약량에서 약간의 약해가 있었을 뿐 누수 조건에 상관없이 안정적으로 약해가 발생되지 않은 반면 KH-17641, KH-16550, mefenacet은 누수조건중 0cm 뿌리노출조건에서 모두 약해가 크게 나타났으며 1cm 이앙, 3cm 이앙의 경우 생육억제가 다소 적었다.

表 5-34. Effect of transplanting depth on the plant height of the transplanted rice at 10 day after transplanting.

| Leaching (cm/day) | Herbicide | Dose (g a. i. /ha) | 5 DAT | | | 10 DAT | | |
|----------------------|-----------|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|------|------|
| | | | 0 cm ^a | 1 cm ^a | 3 cm ^a | 0 cm | 1 cm | 3 cm |
| 0 cm | KH-17641 | 250 | 40.7 | 39.1 | 36.1 | 45.4 | 48.8 | 45.8 |
| | | 500 | 30.4 | 35.6 | 28.0 | 44.5 | 42.7 | 41.0 |
| | KH-16550 | 250 | 27.2 | 34.2 | 35.4 | 41.8 | 45.0 | 41.2 |
| | | 500 | 26.7 | 31.6 | 35.4 | 39.3 | 38.5 | 39.2 |
| | Mefenacet | 1050 | 32.9 | 31.0 | 33.2 | 48.2 | 46.3 | 42.3 |
| | | 2100 | 33.5 | 34.1 | 35.2 | 47.0 | 45.8 | 48.0 |
| | Butachlor | 1500 | 37.6 | 34.5 | 33.9 | 44.3 | 46.7 | 41.7 |
| | | 3000 | 38.5 | 34.1 | 32.4 | 48.7 | 46.8 | 44.8 |
| | Untreated | - | 35.2 | 34.1 | 32.0 | 47.5 | 45.3 | 44.8 |
| | 2 cm | KH-17641 | 250 | 26.3 | 34.6 | 33.7 | 40.0 | 41.4 |
| 500 | | | 26.1 | 35.5 | 32.2 | 37.1 | 42.3 | 38.9 |
| KH-16550 | | 250 | 24.7 | 29.0 | 29.6 | 40.9 | 44.2 | 35.2 |
| | | 500 | 21.8 | 28.7 | 30.8 | 39.7 | 37.3 | 41.2 |
| Mefenacet | | 1050 | 32.8 | 35.7 | 30.4 | 42.3 | 39.2 | 37.8 |
| | | 2100 | 32.5 | 36.4 | 39.1 | 38.2 | 39.0 | 39.2 |
| Butachlor | | 1500 | 37.0 | 37.4 | 34.0 | 48.2 | 45.8 | 40.8 |
| | | 3000 | 36.3 | 33.0 | 34.6 | 41.5 | 41.5 | 42.3 |
| Untreated | | - | 36.9 | 33.0 | 32.4 | 46.7 | 42.7 | 41.5 |

^a Depth of transplanting.

表 5-35. Effect of transplanting depth on the plant height of the transplanted rice at 20 day after application.

| Leaching (cm/day) | Herbicide | Dose (g a. i. /ha) | 5 DAT | | | 10 DAT | | |
|----------------------|-----------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|------|------|
| | | | 0 cm ^a | 1 cm ^a | 3 cm ^a | 0 cm | 1 cm | 3 cm |
| 0 cm | KH-17641 | 250 | 50.2 | 47.7 | 44.8 | 53.7 | 56.9 | 55.1 |
| | | 500 | 33.3 | 45.9 | 42.8 | 48.8 | 51.0 | 51.0 |
| | KH-16550 | 250 | 31.2 | 44.6 | 47.0 | 40.8 | 45.7 | 48.6 |
| | | 500 | 27.7 | 39.8 | 42.5 | 39.0 | 39.0 | 39.6 |
| | Mefenacet | 1050 | 45.5 | 43.7 | 42.8 | 51.4 | 60.3 | 58.4 |
| | | 2100 | 44.5 | 43.8 | 43.3 | 47.7 | 54.0 | 52.1 |
| | Butachlor | 1500 | 49.0 | 44.5 | 44.3 | 53.0 | 57.0 | 52.2 |
| | | 3000 | 45.6 | 44.4 | 42.6 | 54.9 | 54.4 | 54.7 |
| | Untreated | - | 50.2 | 49.2 | 47.0 | 59.7 | 57.3 | 57.0 |
| | 2 cm | KH-17641 | 250 | 32.7 | 42.3 | 42.5 | 49.7 | 51.4 |
| 500 | | | 30.5 | 40.7 | 41.0 | 38.0 | 49.8 | 42.1 |
| KH-16550 | | 250 | 29.2 | 39.3 | 41.0 | 41.7 | 45.2 | 43.6 |
| | | 500 | 22.8 | 37.3 | 42.2 | 40.0 | 39.4 | 42.3 |
| Mefenacet | | 1050 | 40.5 | 41.2 | 39.7 | 43.4 | 42.7 | 43.1 |
| | | 2100 | 40.5 | 42.2 | 43.8 | 35.3 | 40.0 | 38.7 |
| Butachlor | | 1500 | 44.7 | 47.8 | 45.5 | 56.9 | 55.7 | 52.9 |
| | | 3000 | 46.5 | 46.3 | 46.0 | 45.6 | 49.3 | 47.1 |
| Untreated | | - | 48.5 | 45.7 | 45.5 | 60.0 | 57.0 | 55.5 |

^a Depth of transplanting.

表 5-36. Effect of transplanting depth on the plant height of the transplanted rice at 30 day after application.

| Leaching (cm/day) | Herbicide | Dose (g a. i. /ha) | 5 DAT | | | 10 DAT | | |
|----------------------|-----------|--------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|------|------|
| | | | 0 cm ^a | 1 cm ^a | 3 cm ^a | 0 cm | 1 cm | 3 cm |
| 0 cm | KH-17641 | 250 | 54.8 | 55.2 | 50.4 | 64.7 | 64.7 | 61.3 |
| | | 500 | 43.1 | 53.1 | 55.2 | 58.8 | 59.3 | 59.2 |
| | KH-16550 | 250 | 49.7 | 55.3 | 56.9 | 45.7 | 52.8 | 54.0 |
| | | 500 | 37.7 | 57.3 | 56.5 | 35.7 | 34.7 | 37.8 |
| | Mefenacet | 1050 | 56.9 | 54.8 | 56.3 | 66.3 | 64.2 | 64.3 |
| | | 2100 | 53.8 | 56.9 | 55.8 | 48.7 | 56.8 | 57.9 |
| | Butachlor | 1500 | 63.0 | 55.5 | 59.3 | 58.2 | 61.2 | 57.5 |
| | | 3000 | 57.8 | 56.3 | 54.2 | 61.0 | 61.2 | 63.5 |
| | Untreated | - | 63.4 | 61.5 | 60.5 | 63.3 | 62.3 | 57.7 |
| | 2cm | KH-17641 | 250 | 48.7 | 51.4 | 52.3 | 55.7 | 58.2 |
| 500 | | | 46.2 | 49.5 | 48.0 | 51.5 | 58.2 | 46.0 |
| KH-16550 | | 250 | 47.8 | 51.8 | 53.3 | 55.3 | 56.8 | 53.3 |
| | | 500 | 39.4 | 44.9 | 51.0 | 44.5 | 51.3 | 49.8 |
| Mefenacet | | 1050 | 51.1 | 50.5 | 50.2 | 54.7 | 49.7 | 56.5 |
| | | 2100 | 51.0 | 52.8 | 56.9 | 36.3 | 41.3 | 42.0 |
| Butachlor | | 1500 | 57.0 | 56.6 | 56.7 | 60.8 | 65.3 | 59.8 |
| | | 3000 | 59.3 | 56.1 | 55.5 | 53.8 | 56.6 | 56.5 |
| Untreated | | - | 62.8 | 59.6 | 57.8 | 62.7 | 60.5 | 57.7 |

^a Depth of transplanting.

표 5-37. Effect of transplanting depth on the root length of the transplanted rice at 30 day after application.

| Leaching (cm/day) | Herbicide | Dose (g a. i. /ha) | 5 DAT | | | 10 DAT | | |
|----------------------|-----------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|------|------|
| | | | 0 cm ^a | 1 cm ^a | 3 cm ^a | 0 cm | 1 cm | 3 cm |
| 0 cm | KH-17641 | 250 | 25.6 | 22.2 | 21.5 | 39.9 | 36.5 | 39.2 |
| | | 500 | 21.5 | 26.3 | 22.1 | 27.5 | 26.8 | 22.5 |
| | KH-16550 | 250 | 22.6 | 32.5 | 32.7 | 28.1 | 31.8 | 34.7 |
| | | 500 | 17.8 | 25.3 | 26.1 | 22.0 | 21.0 | 31.9 |
| | Mefenacet | 1050 | 28.4 | 23.2 | 25.2 | 34.4 | 31.6 | 34.1 |
| | | 2100 | 31.4 | 28.3 | 29.5 | 26.8 | 28.8 | 25.8 |
| | Butachlor | 1500 | 31.1 | 29.4 | 29.4 | 34.7 | 38.3 | 34.5 |
| | | 3000 | 24.9 | 22.7 | 26.3 | 28.1 | 27.8 | 32.2 |
| | Untreated | - | 29.0 | 27.1 | 26.8 | 31.5 | 29.1 | 28.0 |
| | 2cm | KH-17641 | 250 | 30.1 | 25.5 | 19.8 | 23.7 | 25.0 |
| 500 | | | 18.1 | 20.5 | 19.8 | 22.1 | 21.1 | 23.1 |
| KH-16550 | | 250 | 22.1 | 27.8 | 24.9 | 23.2 | 21.9 | 19.0 |
| | | 500 | 17.3 | 19.2 | 23.4 | 19.7 | 21.6 | 20.8 |
| Mefenacet | | 1050 | 21.0 | 18.8 | 20.8 | 27.4 | 22.6 | 20.5 |
| | | 2100 | 21.7 | 19.2 | 25.6 | 22.2 | 23.2 | 20.2 |
| Butachlor | | 1500 | 26.5 | 23.1 | 25.2 | 22.3 | 31.5 | 24.7 |
| | | 3000 | 35.3 | 24.6 | 24.9 | 23.4 | 23.4 | 23.2 |
| Untreated | | - | 59.6 | 24.8 | 24.5 | 27.8 | 24.8 | 24.4 |

^a Depth of transplanting.

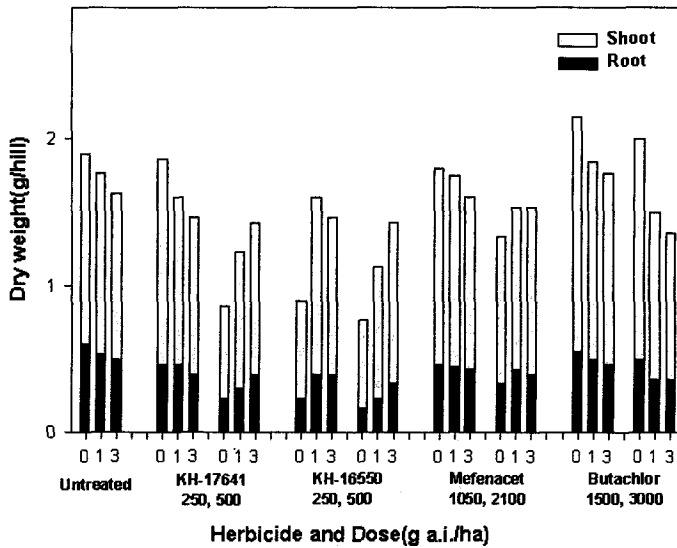


그림 5-44. The effect of transplanting depth of herbicides on the dry weight of the rice at non-leaching conditions (5 DAT)

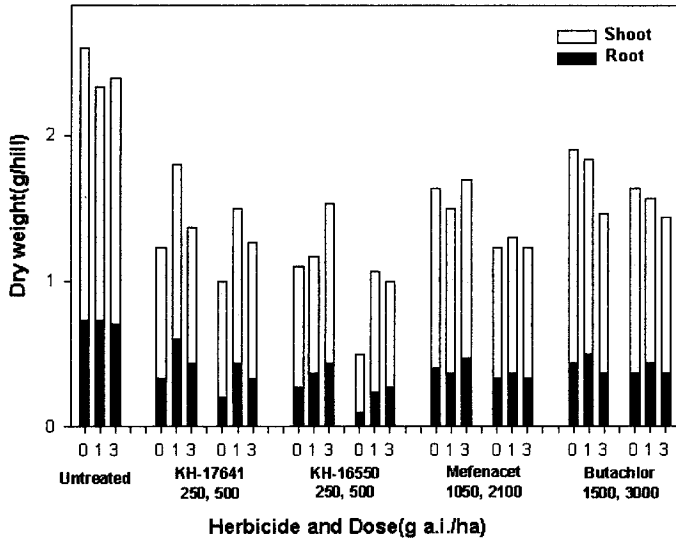


그림 5-45. The effect of transplanting depth of herbicides on the dry weight of the rice at leaching conditions (5 DAT)

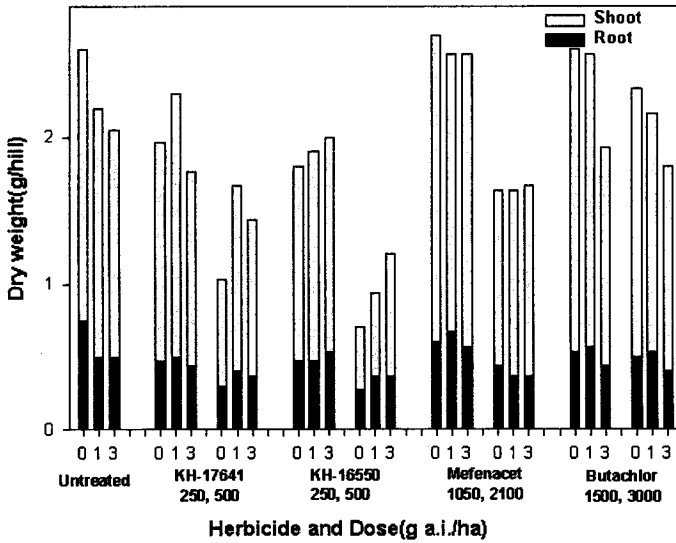


그림 5-46. The effect of transplanting depth of herbicides on the dry weight of the rice at non-leaching conditions (5 DAT)

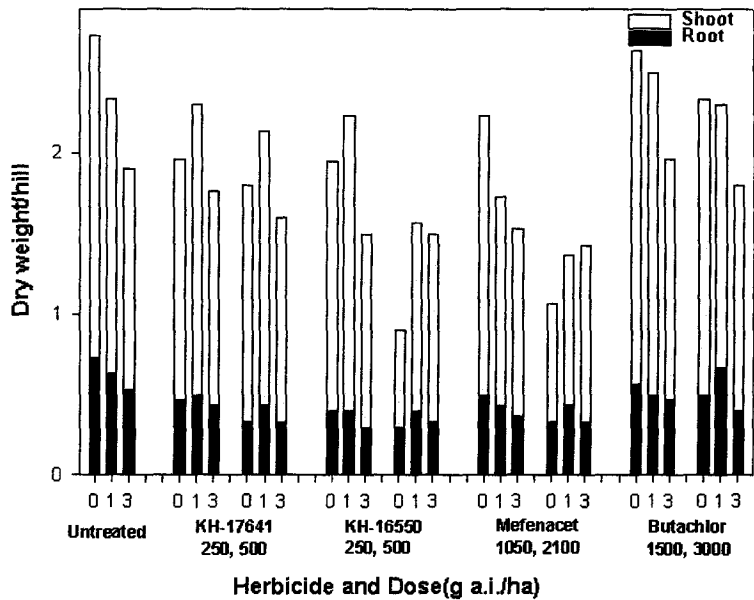


그림 5-46. The effect of transplanting depth of herbicides on the dry weight of the rice at leaching conditions (5 DAT)

7. 요약

수경조건에서 벼의 초장생육을 50%억제하는 농도(ID50)는 KH-16550이 545.8ppb, KH-17641은 582.5ppb butachlor는 1230.0ppb이었고, 토양혼화 처리시에는 KH-16550의 경우 111.5 ng/g-dry soil, KH-17641이 217.1 ng/g-dry soil, butachlor가 690.4 ng/g dry soil이었다. 한편 수경조건에서 물피의 생장을 억제하는 농도는 KH-16550, KH-18604 모두 0.2ppm 수준이었고, 토양혼화처리에서는 KH-16550과 KH-18604 모두 2.0ppm 수준이었다. 따라서 토양중에서 KH series 화합물의 토양흡착 강도와 탈착의 난이도가 이들 약제의 약효와 약해에 중요한 요인이 될 것이며, 이들 약제의 식물체 흡수부위는 피의 경우 Shoot 및 Shoot기부가 주된 부위이고 뿌리도 상당히 흡수하나 벼의 경우는 Shoot와 Shoot기부가 주로 흡수하고 약해 유발을 잘 할 것으로 나타났고, 따라서 뜰모와 천식묘, 흙이 한쪽만 있게 심겨진 모에서 약해 유발 조건이 된다고 생각한다. ^{14}C -leucine을 이용하여 단백질 합성에 미치는 영향을 실험한결과 KH1650은 Butachlor와 유사하게 단백질 합성을 저해하였고, KH-17641은 Mefenacet와 유사하게 지질합성을 저해할 것으로 추정된다. 포장에서의 약해요인을 평가한 결과는 위의 예측과 같았다.

제 3 절. 결론

한국화학연구소 및 농촌진흥청 작물보호부의 연구진과 공동으로 5년간 신물질 피 방제용 제초제 개발을 연구하였는 바 서울대에서는 한국화학연구소에서 합성하고 일차 선발한 화합물에 대해 제초제로서의 작용특성, 논에서 사용한 경우 사용시기, 사용량, 제초효과, 벼에 대한 약해정도와 약해 유발요인, 토양의 흡·탈착성 및 토양중 이동성, 작용기구에 대해 주로 연구하였고, 최종적으로 KH-17641과 KH-18604 두 화합물이 현재 많이 사용하고 있는 대조약제 Mefenacet와 비슷하게 피 2.0엽기까지 방제할 수 있고, mefenacet의 사용량 1050g/ha의 1/5인 210g/ha에서 그와 대등한 효과를 갖으며(즉 5배 potency가 높음), 최근 Bayer Co. 가 mefenacet 대체 약제로 개발하여 이제 보급을 시작하는 Fentrazamide의 사용량 210g/ha와 동일한 역가를 갖고 매우 유사한 효능을 갖는 화합물을 성공적으로 선발하였다.

금후 KH-17604와 KH-18604의 독성, 제조공정 적합성, 제조단가 등 여타 특성의 비교에 의해 최종화합물을 선정하여 신규 벼 농사용 제초제로 시장 진출을 할 것을 추천한다.

제 6 장 후보물질의 이용성 연구

제 1절 단제포장실험

1. 서론

제초제의 개발단계는 개발회사 또는 연구소에 따라 다르지만 전체적인 과정은 거의 비슷한 단계를 거치게 된다. 개발단계를 크게 나누어 보면 합성단계, 생물시험 단계, 안전성 검정 단계, 생산공정 단계 및 경영분석 단계로 구분된다. 최근 들어서 농약의 안전성이 크게 요구되면서 급성 및 만성독성, 발암성, 번식독성, 돌연변이성은 물론 토양 및 작물잔류와 환경에 대한 영향 등이 더욱 더 세밀하고 충분히 검토된 후에 비로서 제초제로서 등록이 된다.

새로운 제초제의 개발연구는 개발목표에 맞추어 화학구조를 설계하는데에서부터 시작된다. 화학구조를 설계하는 방법에는 경험적 방법, 모방적 방법, 이론적 방법 등이 있다. 경험적 방법은 각종 화합물과 동식물의 생체성분에 근거하여 무작위로 합성함으로써 제초제의 새로운 기본구조를 발견하는 방법으로 현재에도 많이 이용되고 있다. 모방적 방법은 제초활성 화합물의 유도체를 합성하거나 천연생리 활성물질 또는 기존 합성 화합물을 근거로 유사한 화합물을 합성하는 방법이다. 이론적 방법은 기존 제초제의 식물흡수, 이행, 대사, 작용특성과 토양중에서의 제초제 동태에 관한 연구, 안전성에 관한 연구 등에서 얻어진 정보를 활용하여 새로운 화합물을 설계하는 방법이다.

이와 같이 제초제를 비롯한 농약의 개발에는 많은 어려움과 비용이 들어가고, 하나의 화합물이 농약으로서 성공할 확률도 낮은 실정이다. 그래도 선진국에서는 새로운 농약을 개발하기 위하여 기존의 자료뿐만 아니라 토양미생물을 분리하거나 심지어는 후진국의 자원이나 민간요법을 응용하여 농약으로서의 개발 가능성을 탐지하고 있다.

이런 가운데 한국화학연구원에서는 논에서 문제가 되고 있는 피를 비롯한 논 일년생잡초를 저약량으로 효과적으로 방제할 수 있는 화합물을 개발하여 단계별 시험을 수행하기에 이르렀다. 합성된 화합물의 생물시험은 일반적으로 1차, 2차, 3차의

활성검정단계, 야외풋트시험단계, 포장시험단계 순으로 이루어진다. 이미 한국화학연구원 스크리닝연구부에서 활성검정단계를 마쳐 농촌진흥청 농업과학기술원 작물보호부에서는 5개년동안 년차별로 작용기작 및 이용기술 개발에 주력하였다.

2. 재료 및 방법

가. 시험 화합물의 생물시험(온실조건)

한국화학연구원에서 합성한 화합물 중 KH-15077(IV-217)과 KH-15084(IV-7)의 적용가능 작목 선택과 사용량, 처리시기 등을 결정하기 위하여 이들 약제에 대한 예비시험을 온실에서 실시하였다. 대상작목은 담수직파와 어린모 기계이앙을 대상으로 하였으며, 처리시기는 파종 및 이앙 후 5, 7, 10일로 하여 ha당 1, 2kg을 살포하였다. 잡초방제효과를 확인하기 위하여 피를 비롯한 논 일년생잡초인 가막사리, 물달개비, 알방동사니, 자귀플 종자를 폭 40cm×길이 50cm×높이 30cm시험의 pot에 넣고 진탕하였다. 이들 화합물 이외에 약효 및 약해정도를 비교하기 위하여 기등록되어 사용 중인 pyrazosulfuron-ethyl·molinate 5.07% 입제를 대조약제로 하였다. 이때의 처리 내용은 표 6-1과 같다.

표 6-1. 시험 화합물에 대한 생물활성 평가를 위한 온실조건에서의 처리시기 및 방법

| 약 제 명 | 약 효 | | 약 해 | |
|--|------------|--------------------|------|-----|
| | ha당 사용량 | 처리시기 및 방법 | 기준량 | 배 량 |
| KH-15077(IV-217) | 1kg | 파종 및 이앙후 5, 7, 10일 | 1kg | 2kg |
| | 2kg | " | 2kg | 4kg |
| KH-15084(IV-7) | 1kg | " | 1kg | 2kg |
| | 2kg | " | 2kg | 4kg |
| Pyrazosulfuron-ethyl+ Molinate 5.07% GR(대조) | 30kg | 파종 및 이앙후 12일 | 30kg | - |
| Control | - | - | - | - |

어린모 기계이앙을 기준으로 이앙한 묘소질은 표 6-2와 같다.

표 6-2. 시험에 사용된 묘소질

| 초장(cm) | 엽수(매) | 근장(cm) | 개체중(g/주) |
|--------|-------|--------|----------|
| 17.8 | 2.8 | 5.2 | 0.16 |

온실예비시험 결과는 피를 비롯한 잡초의 방제효과와 벼에 대한 생육반응을 표 6-3과 같은 방법으로 관찰하였다. 즉 약효는 수시로 잡초방제효과를 달관평가하였으며, 벼의 생육정도 및 기형발생 유무 등으로 약해정도를 평가하였다.

표 6-3. 시험 화합물의 약효 및 약해 조사방법

| 구 분 | 조 사 항 목 | 조사횟수 | 조 사 방 법 |
|-----|------------------------|------|--|
| 약 효 | 달관 잡초방제효과 및 잡초발생 조사 | 수 시 | · 달관 약효조사 -수시로 무처리 대비 약효조사 · 잡초발생량 조사 -약제처리후 30일후에 초종별 본수와 생체중 조사 |
| 약 해 | 약 해 정 도 | 수 시 | · 달관 약해정도(0~9) 조사 |

나. 시험 화합물의 생물시험(포장조건)

온실 예비시험결과에서 약해가 발생한 화합물인 KH-15077(IV-217)는 제외하고 또 새로이 합성한 화합물인 KH-16550(IV-1)을 추가하여 어린모 기계이앙 조건에서 추청 벼를 대상으로 포장시험을 실시하였다. 이 때의 경종개요는 표 6-4와 같다. 어린모 기계이앙용 상자에 10a당 5kg 수준으로 벼를 파종하고 10일동안 육묘하였다.

표 6-4. 시험 화합물의 생물시험을 위한 경종개요

| 파 종 일 (월. 일) | 이 앙 일 (월. 일) | 재 식 거 리 | 시 비 량 (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O) |
|-----------------|-----------------|-----------|--|
| 5. 13 | 5. 22 | 30 × 14cm | 11 - 7 - 8 |

시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였으며, 처리구 면적은 약효시험은 16.8 m², 약해시험은 8.4m²로 정하였다. 시험약제에 대한 처리내용은 표 6-5와 같이 하였다. 즉 KH-15084(IV-7)는 ha당 500g을 이앙 후 7일에 수면처리하여 약효 및 약해를 검정하였으며, 새로이 합성된 KH-16550(IV-1)은 ha당 250g 수준으로 하여 역시 이앙 후 7일에 약제를 살포하였다. 이 때의 대조약제는 피 방제에 효과가 우수한 mefenacet를 대조약제로 하였다.

표 6-5. 시험 화합물들의 포장시험 처리시기 및 방법

| 약 제 명 | 약 호 | | 약 해 | |
|--------------------|------------|--------------------|------|--------|
| | ha당 사용량 | 처리시기 및 방법 | 기준량 | 배 량 |
| KH-15084 (IV-7) | 500g | 이앙후 7일 수면처리(5. 29) | 500g | 1,000g |
| KH-16550 (IV-1) | 250g | " | 250g | 500g |
| | 30kg | " | - | - |
| Mefenacet | - | 이앙후 20, 40일 | - | - |
| 손 제 초 | - | - | - | - |
| 무 처 리 | - | - | - | - |

제초제는 약제처리 당시의 기상에 영향을 많이 받는다. 즉 약제처리 전후에 강우에 의해 약제가 유실 또는 소실되어 약량이 감소되어 잡초방제 효과를 발휘하지 못하거나, 약제처리 후 급격히 높은 기온으로 인하여 약제의 휘산 또는 휘발되어 작물에 피해를 주는 경우가 있기 때문이다. 그러므로 제초제 포장시험에서는 약제처리

당시의 기상상황에 따라 약효 및 약해가 변동될 수 있으므로 시험결과를 해석하는 사람을 위하여 그 때의 기상상황을 언급하여야 한다. 1년차 시험포장 조건에서 약제처리 당시의 기상상황은 표6-6과 같다.

표 6-6. 포장시험에서 약제처리 전후 기상상황

| 월일 | 최고기온 | 평균기온 | 강우량 | 월일 | 최고기온 | 평균기온 | 강우량 |
|--------|------|------|------|-------|------|------|------|
| 5. 22 | 22.9 | 16.6 | - | 6. 1 | 27.2 | 18.7 | 10.9 |
| 5. 23 | 19.2 | 15.1 | 20.4 | 6. 2 | 21.4 | 16.4 | - |
| 5. 24 | 18.2 | 14.1 | 0.4 | 6. 3 | 22.5 | 17.7 | - |
| 5. 25 | 21.2 | 15.8 | - | 6. 4 | 25.7 | 20.5 | 1.0 |
| 5. 26 | 23.1 | 18.4 | - | 6. 5 | 20.8 | 17.9 | 6.8 |
| 5. 27 | 23.8 | 19.0 | 0.6 | 6. 6 | 27.3 | 20.3 | - |
| 5. 28 | 20.8 | 17.7 | 4.8 | 6. 7 | 28.2 | 22.8 | - |
| 5. 29* | 20.6 | 17.8 | 25.9 | 6. 8 | 24.7 | 22.8 | 0.0 |
| 5. 30 | 19.1 | 16.6 | 20.9 | 6. 9 | 25.5 | 21.5 | - |
| 5. 31 | 19.5 | 25.7 | - | 6. 10 | 28.4 | 22.1 | - |

* 약제처리일 : 5월 29일

시험 화합물에 대한 포장시험 결과 중 약효 및 약해 조사방법은 표 6-7과 같다. 즉 약효는 약제처리 후 50일에 약제처리 후 잔존하고 있는 잡초의 초종별 본수 및 생체중을 잡초발생이 균일한 지점에서 50×50cm quadrat을 이용하여 발취한 후 조사하고, 약해는 약제처리 후 10, 20, 30일에 이상증상을 달관으로 조사함과 동시에 초장 및 경수를 조사하여 약해정도를 평가하였다.

표 6-7. 포장시험 약효 및 약해 조사방법

| 구분 | 조사항목 | 조사회수 | 조사일자 | 조사방법 |
|----|-------------------|------|--|--|
| 약효 | 초종별 잡초본수 및 생체중 | 1회 | 약제처리후 50일 (7. 19) | 잡초발생이 균일한 지점에 50×50cm quadrat이용 초종별 잡초를 발취, 본수 및 생체중 조사 |
| 약해 | 약해증상 | 3회 | 약제처리후 10, 20, 30일 (6. 8, 6. 19, 6. 29) | 초기약해 달관정도(0-9) |
| | 초장 및 분얼수 | 3회 | " | 농촌진흥청 조사기준 |

다. 토양 이동성시험

온실 및 포장조건에서 제초제로서의 개발 가능성이 있는 약제를 대상으로 토양중 이동성 시험을 실시하였다. 지름 30cm, 길이 50cm되는 원통형에 음건시킨 논흙을 채운 후 벼에 적용 가능한 화합물을 물 120L(10a당)에 녹여 48시간동안 15ml/hr 속도로 원통의 중간에 점적처리하였다. 점적처리 후 48시간동안 방치한 다음 원통을 반으로 나누어 그 단면에 1cm 간격으로 휴면타파된 피 종자를 파종하였다. 피의 발아 및 생육상황을 주기적으로 조사하여 화합물의 토양중 이동성 정도로 판단하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 시험 화합물의 생물시험(온실조건)

온실예비시험 결과 담수직파에서는 표 6-8에서 보는 바와 같이 KH-15077(IV-217)이 약해정도가 낮았으나 KH-16550(IV-1)의 경우는 벼를 고사시키는 등의 약해가 발생되었다. 특정 화합물이 대상잡초에 대한 잡초방제효과가 우수하다 할지라도 작물의 생육에 영향을 주거나 작물을 고사시키는 경우에는 어떠한 경우에도 농약으로서의 가치가 없는 것이다. 이런 기초에서 KH-15077 및 KH-15084(IV-7)는 잡초방제효과 우수하나 담수직파에는 적용할 수 없을 것으로 사료된다. 이러한 결과는

생육조사 결과에서도 나타나고 있다(표 6-9). 즉 KH-15084의 경우 초기에는 벼가 생육하였으나 약제처리 후 15일에는 대부분의 벼가 약제에 의해 고사되는 등의 증상을 보였다.

표 6-8. 담수표면산파 재배에서 시험 화합물에 대한 달관 약효 및 약해정도

| 약 제 명 | 사용량 (kg/ha) | 처 리 시 기 | 5 DAT ¹⁾ | | 10 DAT | | 15 DAT | | 22 ADT | | 29 DAT | |
|---------------------------|----------------|---------------------|---------------------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|
| | | | 약효 | 약해 | 약효 | 약해 | 약효 | 약해 | 약효 | 약해 | 약효 | 약해 |
| KH-15077 (IV-217) | 1 | 5 DAS ²⁾ | 70 | 2 | 90 | 3 | 93 | 4 | 90 | 3 | 93 | 1 |
| | | 7 DAS | 45 | 1 | 90 | 2 | 95 | 3 | 96 | 1 | 99 | 1 |
| | | 10 DAS | 20 | 1 | 30 | 1 | 80 | 2 | 87 | 1 | 82 | 1 |
| KH-15077 | 2 | 5 DAS | 90 | 4 | 100 | 5 | 100 | 6 | 100 | 4 | 100 | 4 |
| | | 7 DAS | 70 | 2 | 90 | 2 | 95 | 2 | 93 | 1 | 95 | 1 |
| | | 10 DAS | 10 | 2 | 30 | 1 | 75 | 2 | 81 | 1 | 83 | 2 |
| KH-15084 (IV-7) | 1 | 5 DAS | 95 | 9 | 100 | 9 | 100 | 9 | 100 | 9 | 100 | 9 |
| | | 7 DAS | 90 | 7 | 100 | 8 | 100 | 9 | 100 | 9 | 100 | 9 |
| | | 10 DAS | 45 | 3 | 85 | 7 | 97 | 8 | 100 | 9 | 100 | 9 |
| KH-15084 | 2 | 5 DAS | 100 | 9 | 100 | 9 | 100 | 9 | 100 | 9 | 100 | 9 |
| | | 7 DAS | 95 | 7 | 99 | 8 | 100 | 9 | 100 | 9 | 100 | 9 |
| | | 10 DAS | 65 | 3 | 95 | 7 | 99 | 8 | 100 | 9 | 100 | 9 |
| Pyra. · Mo. ³⁾ | 30 | 12 DAS | - | - | 80 | - | 90 | - | 99 | - | 100 | - |

1) DAT : Day after treatment

2) DAS : Day after seedling

3) Pyra. · Mo. : pyrazosulfuron-ethyl · Molinate 5.07% GR

표 6-9. 시험 화합물에 대한 담수표면산파 벼의 생육정도

| 약제명 | 사용량 (kg/ha) | 처 리 시 기 | 초 장 (cm) | | | |
|---------------------------|----------------|---------------------|---------------------|--------|--------|-------|
| | | | 5 DAT ¹⁾ | 10 DAT | 15 DAT | 22DAT |
| KH-15077 (IV-217) | 1 | 5 DAS ²⁾ | 20.1 | 27.6 | 36.2 | 43.0 |
| | | 7 DAS | 23.4 | 31.3 | 36.7 | 43.7 |
| | | 10 DAS | 23.3 | 30.6 | 37.8 | 43.2 |
| KH-15077 | 2 | 5 DAS | 16.7 | 27.5 | 35.3 | 40.1 |
| | | 7 DAS | 21.5 | 26.3 | 37.8 | 40.2 |
| | | 10 DAS | 21.4 | 29.9 | 36.6 | 40.9 |
| KH-15084 (IV-7) | 1 | 5 DAS | 3.2 | 3.4 | 0 | 0 |
| | | 7 DAS | 5.4 | 5.5 | 0 | 0 |
| | | 10 DAS | 11.9 | 13.4 | 0 | 0 |
| KH-15084 | 2 | 5 DAS | 3.2 | 0 | 0 | 0 |
| | | 7 DAS | 5.7 | 5.8 | 0 | 0 |
| | | 10 DAS | 11.5 | 12.6 | 0 | 0 |
| Pyra. · Mo. ³⁾ | 30 | 12 DAS | 21.6 | 30.9 | 41.9 | 45.8 |
| Control | - | - | 23.2 | 31.9 | 42.2 | 45.6 |

1) DAT : Day after treatment

2) DAS : Day after seedling

3) Pyra. · Mo. : pyrazosulfuron-ethyl · Molinate 5.07% GR

어린모 기계이앙벼의 경우는 담수표면산파의 경우와는 상반되게 나타났다. 표 6-10에서 보는 바와 같이 시험 화합물 모두 잡초방제효과가 우수할 뿐만 아니라 벼에 대한 약해도 없거나 낮은 것으로 평가되었다. 약제 처리시기는 이앙 후 5일경에 살포하면 조건에 따라 벼에 약해가 발생할 수 있고 10일 후에는 약효가 많이 떨어지므로 약효가 높고 약해도 없는 이앙 후 7일에 살포하는 것이 가장 타당한 것으로 사료된다. 즉 어린모 기계이앙에 이앙 후 7일경에 사용하면 효율적으로 잡초방제를 할 수 있을 것으로 기대된다. 생육조사도 대조구나 무처리구에 비해 같은 경향을 보이고 있다(표 6-11).

표 6-10. 어린모 기계이앙 재배에서 시험 화합물에 대한 달관 약효 및 약해정도

| 약제명 | 사용량 (kg/ha) | 처 리 시 기 | 5 DAT | | 10 DAT | | 15 DAT | | 22 DAT | | 29 DAT | |
|---------------------------|----------------|---------------------|-------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|
| | | | 약효 | 약해 | 약효 | 약해 | 약효 | 약해 | 약효 | 약해 | 약효 | 약해 |
| KH-15077 (IV-217) | 1 | 5 DAT ²⁾ | 70 | 1 | 90 | 1 | 93 | 0 | 90 | 0 | 93 | 0 |
| | | 7 DAT | 45 | 0 | 90 | 0 | 95 | 0 | 96 | 0 | 99 | 0 |
| | | 10 DAT | 20 | 0 | 30 | 0 | 80 | 0 | 87 | 0 | 82 | 0 |
| KH-15077 | 2 | 5 DAT | 90 | 1 | 100 | 1 | 100 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 |
| | | 7 DAT | 70 | 0 | 90 | 0 | 95 | 0 | 93 | 0 | 95 | 0 |
| | | 10 DAT | 10 | 0 | 30 | 0 | 75 | 0 | 81 | 0 | 83 | 0 |
| KH-15084 (IV-7) | 1 | 5 DAT | 95 | 1 | 100 | 1 | 100 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 |
| | | 7 DAT | 90 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 |
| | | 10 DAT | 45 | 0 | 85 | 0 | 97 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 |
| KH-15084 | 2 | 5 DAT | 100 | 1 | 100 | 1 | 100 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 |
| | | 7 DAT | 95 | 0 | 99 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 |
| | | 10 DAT | 65 | 0 | 95 | 0 | 99 | 0 | 100 | 0 | 100 | 0 |
| Pyra. · Mo. ³⁾ | 30 | 12 DAT | - | - | 80 | - | 90 | - | 99 | - | 100 | - |

1) DAT : Day after treatment

2) DAT : Day after transplanting

3) Pyra. · Mo. : pyrazosulfuron-ethyl · Molinate 5.07% GR

표 6-11. 시험 화합물에 대한 어린모 기계이앙 벼의 생육정도

| 약제명 | 사용량 (kg/ha) | 처 리 시 기 | 초장(cm) | | | | | 분얼수 (개/포기) | | |
|---------------------------|----------------|---------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|------------|-------|-------|
| | | | 5DAT ¹⁾ | 10DAT | 15DAT | 22DAT | 29DAT | 5DAT | 10DAT | 15DAT |
| KH-15077 (IV-217) | 1 | 5 DAT ²⁾ | 29.6 | 36.5 | 40.2 | 42.0 | 53.7 | 4.8 | 12.0 | 12.7 |
| | | 7 DAT | 29.4 | 37.1 | 44.2 | 54.3 | 58.0 | 5.5 | 11.7 | 12.8 |
| | | 10 DAT | 28.1 | 36.1 | 41.9 | 50.3 | 53.0 | 6.2 | 12.0 | 13.8 |
| KH-15077 | 2 | 5 DAT | 29.2 | 36.1 | 41.1 | 51.8 | 54.6 | 4.8 | 11.2 | 15.2 |
| | | 7 DAT | 29.7 | 37.5 | 43.1 | 53.2 | 54.7 | 6.5 | 12.2 | 13.2 |
| | | 10 DAT | 29.2 | 37.2 | 43.7 | 52.7 | 54.3 | 6.2 | 12.2 | 15.8 |
| KH-15084 (IV-7) | 1 | 5 DAT | 29.9 | 37.5 | 42.7 | 52.0 | 55.6 | 5.2 | 12.0 | 14.5 |
| | | 7 DAT | 30.2 | 36.8 | 41.8 | 51.1 | 55.2 | 6.2 | 12.3 | 14.0 |
| | | 10 DAT | 30.4 | 36.9 | 42.6 | 52.3 | 54.6 | 6.0 | 11.8 | 13.7 |
| KH-15084 | 2 | 5 DAT | 30.7 | 37.7 | 43.7 | 53.6 | 57.3 | 5.8 | 12.2 | 14.7 |
| | | 7 DAT | 31.4 | 38.4 | 41.9 | 52.1 | 56.6 | 6.3 | 12.7 | 15.5 |
| | | 10 DAT | 30.8 | 38.7 | 43.0 | 52.8 | 57.7 | 6.0 | 11.2 | 13.3 |
| Pyra. · Mo. ³⁾ | 30 | 12 DAT | 31.1 | 37.9 | 43.7 | 53.1 | 56.7 | 6.3 | 13.0 | 14.2 |
| Control | - | - | 29.9 | 37.4 | 43.4 | 52.8 | 52.8 | 6.3 | 13.3 | 13.3 |

1) DAT : Day after treatment

2) DAT : Day after transplanting

3) Pyra. · Mo. : pyrazosulfuron-ethyl · Molinate 5.07% GR

이상의 온실예비시험 결과 KH-15077(IV-217), KH-15084(IV-7)의 공시약제를 ha당 1kg수준으로 어린모 기계이앙답에 이앙 후 5~7일에 수면처리하면 피를 비롯한 일년생잡초의 방제효과가 우수할 뿐만 아니라 약해도 관찰할 수 없었다. 그러나 답수 표면산파에서 KH-15077(IV-217) 1kg/ha의 경우 파종 후 5일에 처리할 때 잡초방제효과는 높으나 생육억제 및 뿌리활착 불량등의 약해가 유발되었으며, 파종후 10일 약제 처리하면 약해정도는 떨어지나 잡초방제 효과가 저조한 양상을 보였다. 또한 KH-15084(IV-7)의 경우에도 전 처리구에서 범씨종자가 발아불량으로 썩거나 극심한

생육억제로 결국에는 고사되는 8~9의 약해정도를 보였다. 그러므로 시험에 사용된 화합물 중 KH-15077(IV-217)과 KH-15084(IV-7)를 어린모 기계이앙답에 이앙 후 5~7 일경에 살포하면 잡초방제효과 뿐만 아니라 벼에 대한 안전성 측면에서 유용할 것으로 사료된다.

나. 시험 화합물의 생물시험(포장조건)

포장시험 결과를 먼저 약제처리 후 50일에 잔초량을 평량하여 시험 화합물의 약효를 평가한 결과는 표 6-12와 같다. 포장에서 발생한 초종 및 발생정도를 보면 논 일년생잡초인 피, 물달개비, 물옥잠 등 10초종이 발생되었으며, 그 발생정도도 무처리를 기준으로 할 경우 피는 ㎡당 4본 등으로 총 50본의 잡초가 발생되어 제초제 약효시험하기에는 적합하였다.

잡초방제효과는 대조약제인 mefenacet와 비등한 성적을 보였다. 즉 피를 99.3~100%의 방제하여 대조약제와 같은 수준으로 피 방제에 탁월한 효과를 보이는 것을 다시 한번 확인할 수 있었다. 다른 광엽잡초인 물달개비, 물옥잠, 마디꽃, 사마귀풀, 가막사리, 여뀌, 자귀풀, 큰고추풀 등도 90%이상 또는 100% 방제하여 논일년생 잡초 방제약제로 사용하여도 무방할 것으로 사료된다. 일부 잡초 즉 발목외풀에서 KH-16550(IV-1)이 75.6%의 낮은 방제효과를 보였지만 생체중의 비율이 낮고 후기 수량에는 커다란 영향을 주지 않는 잡초로 큰 문제는 되지 않을 것으로 사료된다.

표 6-12. 시험 화합물의 논일년생잡초 방제효과

| 약제명 | 피 | | | 물 달 개 비 | | | 물 옥 잠 | | |
|-----------|------------------|------------------|-------------------|---------|------|------|-------|-------|------|
| | 본수 ¹⁾ | 생중 ²⁾ | 방제가 ³⁾ | 본수 | 생중 | 방제가 | 본수 | 생중 | 방제가 |
| KH-15084 | 0.3 | 1.3 | 99.3 | 3.0 | 3.9 | 91.6 | 0.3 | 2.8 | 98.7 |
| KH-16550 | 0 | 0 | 100 | 3.0 | 4.6 | 90.1 | 0.3 | 4.2 | 98.0 |
| Mefenacet | 0 | 0 | 100 | 3.7 | 3.9 | 91.6 | 1.3 | 27.4 | 87.0 |
| 손 제 초 | 1.0 | 13.7 | 92.5 | 3.0 | 8.6 | 81.5 | 1.0 | 8.7 | 85.9 |
| 무 처 리 | 4.0 | 181.5 | - | 9.3 | 46.4 | - | 10.0 | 210.3 | - |

(계속)

| 약제명 | 마디꽃 | | | 밭둑외플 | | | 사마귀플 | | |
|-----------|-----|-----|-----|------|-----|------|------|------|------|
| | 본수 | 생중 | 방제가 | 본수 | 생중 | 방제가 | 본수 | 생중 | 방제가 |
| KH-15084 | 0.3 | 0 | 100 | 3.0 | 0.1 | 97.8 | 0 | 0 | 100 |
| KH-16550 | 0 | 0 | 100 | 3.0 | 1.1 | 75.6 | 0 | 0 | 100 |
| Mefenacet | 0 | 0 | 100 | 3.7 | 1.9 | 57.8 | 0 | 0 | 100 |
| 손제초 | 1.0 | 0 | 100 | 3.0 | 1.5 | 66.7 | 1.3 | 2.3 | 77.2 |
| 무처리 | 4.0 | 2.6 | 0 | 9.3 | 4.5 | - | 3.0 | 10.1 | - |

(계속)

| 약제명 | 가막사리 | | | 여뀌바늘 | | | 자귀플 | | |
|-----------|------|------|------|------|-----|------|-----|-----|-----|
| | 본수 | 생중 | 방제가 | 본수 | 생중 | 방제가 | 본수 | 생중 | 방제가 |
| KH-15084 | 0.3 | 1.2 | 95.2 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| KH-16550 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| Mefenacet | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| 손제초 | 1.0 | 0 | 100 | 1.3 | 1.7 | 81.5 | 1.3 | 0 | 100 |
| 무처리 | 4.0 | 25.0 | - | 3.3 | 9.2 | - | 3.0 | 1.0 | - |

(계속)

| 약제명 | 큰고추플 | | | 일년생계 | | | |
|-----------|------|-----|-----|------|-------|----------------|------|
| | 본수 | 생중 | 방제가 | 본수 | 생중 | DMRT (0.05) | 방제가 |
| KH-15084 | 0 | 0 | 100 | 4.3 | 9.4 | a | 98.1 |
| KH-16550 | 0 | 0 | 100 | 6.0 | 9.9 | a | 98.0 |
| Mefenacet | 0 | 0 | 100 | 9.0 | 33.1 | a | 93.3 |
| 손제초 | 0 | 0 | 100 | 14.0 | 36.4 | a | 92.6 |
| 무처리 | 0.7 | 0.3 | - | 50.0 | 491.4 | b | - |

C. V. ----- (51.8)

1) 본수 : 개/m², 2) 생중 : g/m², 3) 방제가 : %

* 조사시기 : 약제처리 후 50일

제초제의 잡초방제효과가 우수하여도 약해가 발생되어 작물의 생육을 억제시키거나 수량에 영향을 줄 경우에는 사용할 수 없다. 이런 의미에서 제초제의 약해를 객관적으로는 초장 및 분얼수 등 생육조사로 손제초구나 대조구와의 차이로 평가함과 동시에 무처리와 비교하여 작물의 이상유무를 시험자의 주관에 의해 판단하는 방법을 병행하여 약해정도의 등급을 주고 있다.

시험 화합물을 포장시험 조건에서 약제처리한 후 약해조사를 위하여 초장 및 분얼수 등의 생육조사한 결과는 표 6-13과 같다. 생육조사 결과 시험약제 모두 표준량 처리구보다는 배량처리구가 초장 및 분얼수가 감소되는 경향을 보였으나 그 정도는 대조약제와 비등하고 무처리구보다는 높게 조사되었다. 무처리구의 벼 생육이 저조한 것은 잡초발생의 만연으로 인한 생육저조로 사료된다. 생육조사 결과와 달관평가 결과 KH-15084 1kg, KH-16550 500g 처리구의 약해정도는 1로써 제초제 시험기준과 방법이 허용하는 한계범위내이다(표 6-14). 그러나 이런 약해정도는 포장조건 또는 기상조건에 따라 달라질 수 있으므로 좀더 세밀하고 폭 넓은 시험이 병행되어야 할 것이다.

표 6-13. 시험 화합물의 포장조건에서의 초장 및 분얼수

| 약 제 명 | 사용량 (kg/ha) | 10일 후 | | 20일 후 | | 30일 후 | |
|-----------|----------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|
| | | 초 장 (cm) | 분얼수 (개) | 초 장 (cm) | 분얼수 (개) | 초 장 (cm) | 분얼수 (개) |
| KH-15084 | 500g | 21.7 | 8.2 | 30.3 | 21.6 | 44.7 | 26.1 |
| " | 1kg | 20.7 | 8.6 | 28.7 | 20.7 | 43.0 | 22.5 |
| KH-16550 | 250g | 21.6 | 8.4 | 29.2 | 22.6 | 44.6 | 25.3 |
| " | 500g | 21.0 | 9.0 | 28.5 | 21.7 | 42.8 | 24.1 |
| Mefenacet | - | 21.9 | 8.1 | 28.8 | 21.8 | 43.7 | 27.4 |
| 무 처 리 | - | 20.5 | 8.1 | 28.9 | 22.1 | 40.6 | 19.7 |

표 6-14. 시험 화합물의 포장조건에서의 달관 약해정도

| 약 제 명 | 사용량 (ha) | 10일 후 | 20일 후 | 30일 후 |
|----------|-------------|-------|-------|-------|
| KH-15084 | 500g | 0 | 0 | 0 |
| " | 1kg | 1 | 1 | 1 |
| KH-16550 | 250g | 0 | 0 | 0 |
| " | 500g | 1 | 1 | 1 |

제초제 시험은 후기 생육 및 수량을 조사해야만 한다. 제초제 처리의 궁극적인 목표는 생력적으로 수량을 평년 수준 또는 그 이상 유지하기 위한 하나의 방법이므로 수량이 떨어지는 등의 변화가 있을 시에는 그 대상약제는 제고되어야만 한다. 새로운 화합물을 1년차 포장시험을 수행하여 후기 생육 및 수량조사한 결과(표 6-15) 시험 화합물은 대조약제와 같은 수준으로 손제초구와도 비등하였다. 이런 결과에서 시험 화합물은 논 일년생잡초 방제 제초제로 사용하여도 가능하겠지만 논 다년생잡초를 방제하기 위해서는 다른 약제와 혼합하여 시험하는 방법도 고려되어야 할 것이다.

표 6-15. 시험 화합물들에 대한 벼 후기 생육 및 수량정도

| 약제명 | 간장(cm) | 수장(cm) | 정조중(kg) (10a당) | 수량지수 |
|---------------|--------|--------|-------------------|------|
| KH-15084 500g | 75.4 | 15.7 | 515 | 98.5 |
| " 1kg | 75.3 | 15.8 | 518 | 99.0 |
| KH-16550 250g | 75.6 | 15.5 | 520 | 99.4 |
| " 500g | 75.9 | 15.1 | 511 | 97.7 |
| Mefenacet | 75.7 | 15.9 | 505 | 96.6 |
| 손 제 초 | 73.5 | 15.2 | 523 | 100 |
| 무 처 리 | 73.8 | 15.8 | 350 | 66.9 |

이상의 포장시험 결과 KH-15084는 피 방제효과 99.3%로 우수하였으며, 그밖의 잡초방제 효과는 91.6% 이상으로 총 98.1%의 잡초방제 효과가 나타났고, KH-16550도 KH-15084와 마찬가지로 피에는 100%, 그밖의 잡초는 98.0% 잡초방제효과를 보여 대조약제인 Mefenace 입제보다 우수하였다. 이것을 표로 나타낸 것은 표 6-16이다.

표 6-16. 시험 화합물 KH-15084 (50g/10a)의 잡초방제 스펙트럼

| | | | | | | | | | |
|------|---|------|-----|-----|------|------|------|------|-----|
| 잡초명 | 피 | 물달개비 | 물옥잠 | 마디꽃 | 밭둑외풀 | 사마귀풀 | 가막사리 | 여뀌바늘 | 자귀풀 |
| 방제정도 | ◎ | ○ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |

* ◎ : 95% 이상, ○ : 95~90%

벼의 생육에 미치는 정도에서 KH-15084, KH-16550 모두 초기에 생육이 억제되는 증상을 보였으나 후기에는 회복되었으며, 후기 생육 및 수량조사 결과에서도 대조 약제와 비등하여 초기 약해로 인한 수량감소는 없었다.

다. 토양 이동성

온실시험 결과 어린모 기계이앙답 일년생잡초 방제용으로 사용이 가능한 KH-15084에 대한 토양중 이동성 시험을 실시하였다. 토양처리형 제초제는 토양에 직접처리하는 관계로 토양중 이동성 시험을 실시하여야 한다. 토양중 이동성이 심할 경우에는 용탈에 의해 작물에 약해를 입히거나 관개수를 오염시킬 수 있는 하나의 요인이 될 수 있고, 또 이동성이 없다면 관개수에 의해 쉽게 씻겨나가 잡초발생의 억제효과가 떨어지므로 가급적 표층 내(5cm)에 화합물이 존재하여야 한다. 토양이동성 정도를 피의 잔초정도로 나타낸 결과는 표 6-17과 같다. 즉 0-1cm까지는 피가 발아하지도 못하였으며, 1~2cm에서는 1%, 2~3cm에서는 48%의 피만 발아하여 생육하였다. 피의 생육이 3~4cm까지도 85%만 발아하여 새로운 화합물의 토양중 이동성은 4cm 이내로 기존에 사용중인 화합물과도 큰 차이를 보이지 않았다.

표 6-17. 시험 화합물의 토양 중 이동거리별 피의 잔초정도(15 DAT)

| 약제이동거리별 잔초정도(% , 무처리 대비) | | | | | | | |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0~1cm | 1~2 | 2~3 | 3~4 | 4~5 | 5~6 | 6~7 | 7~8 |
| 0 | 1 | 48 | 85 | 100 | 100 | 100 | 100 |

* 이동성 기준 : 0~4cm(中)

제 2절 후작물 영향실험 및 혼합제 생물시험

1. 서론

대부분의 논에는 피, 물달개비, 가막사리 등의 일년생잡초와 올방개, 벼풀, 올챙이고랭이와 같은 다년생잡초가 동시에 발생되고 있다. 이런 잡초발생 상황은 논 조건에 따라 다를 수 있지만 대부분의 경우 동시에 발생되고 있는 관계로 일발처리제로는 일년생 및 다년생잡초를 방제할 수 있다면 농촌노동력 및 시간이 절약 차원에서 바람직하다고 사료된다.

우리 나라 경지조건은 집약적인 관계로 벼를 심은 후 다시 후작물(後作物)로 여러 작물을 심는 경우가 많다. 그러므로 전작물(前作物)인 벼에 처리했던 제초제 성분에 의해 후작물이 영향을 입는 경우가 있다면 농가에 많은 피해를 줄 수 있으며 그러한 사례도 있었다. 따라서 논에 적용될 모든 제초제들은 논 후작으로 재배될 작물들에 대하여 후작물 약해시험을 실시하여야 한다.

그러므로 1년차에서 논 제초제로서의 개발 가능성이 보였던 KH-15084와 KH-16550에 대하여 6작물을 대상으로 후작물 약해시험을 실시하였다. 또한 1년차 온실 및 포장시험에서 논 일년생잡초를 효과적으로 방제한 KH-16550을 논 다년생잡초 방제약제인 pyrazosulfuron-ethyl과 혼합하여 논일년생 및 다년생잡초를 효과적이면서 생력적으로 방제하여 일발처리제로서의 가능성도 검토코자 시험을 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 후작물 약해시험

후작물 약해시험에 사용될 대상약제는 1년차 시험에서 논 일년생잡초 방제효과가 우수한 것으로 인정된 KH-15084와 KH-16550로 하였으며, 처리수준은 각각의 기준량과 배량으로 하였다. 10a당 기준량은 KH-15084는 50g, KH-16550s은 25g이며, 배량은 KH-15084는 100g, 그리고 KH-16550은 50g이다. 사용되는 토양의 채취시기는 벼 수확 후 처리구내의 토양을 0~5, 5~10, 10~20cm로 구분하여 채취 음건한 후 마쇄하여 시험토양으로 사용하였다. 시험에 사용된 후작물은 화본과작물인 보리, 십자화과인 배추, 가지과인 고추와 토마토, 산형과인 당근, 국화과인 상추이다. 보리, 배추

는 직파하였으며, 고추, 토마토, 상추, 당근은 온실에서 육묘한 후 이식하였다.

나. 혼합제의 제제

온실 및 포장시험에서 피를 비롯한 논 일년생잡초를 효과적으로 방제한 KH-16550에 는 다년생잡초 방제에 널리 사용 중인 sulfonylurea계의 pyrazosulfuron-ethyl을 혼합제 형식으로 제제하여 시험에 사용하였다. 혼합제를 제제하기 위하여 부제로는 Bentonite, Talc 등을 사용하였으며, 제조조합은 KH-16550+ Pyrazosulfuron-ethyl 0.9%(0.07+0.83%) 입제로 하였다. 이 때의 제조처방서는 표 6-18과 같다.

표 6-18. 논 일년생 및 다년생잡초 방제용 혼합제의 제조처방서

| 구 분 | 원 제 및 부 제 명 | 사입기준을 (%) | 비 고 |
|-------|--|-----------|------|
| 원 제 | Pyrazosulfuron-ethyl | 0.074 | 99% |
| " | KH-16550 | 0.87 | 100% |
| 계면활성제 | Poly acrylic acid type의 anionic surfactant | 1.0 | |
| " | Sodium dialkyl sulfosuccinate | 0.5 | |
| 보 조 제 | Sodium tripolyphosphate special | 2.0 | |
| " | Dextrin | 2.0 | |
| " | Soda-ash | 0.5 | |
| 증 량 제 | Bentonite | 25.0 | |
| " | Talc | 나머지 | |
| 계 | | 100 | - |

다. 혼합제의 경시분해성 및 수중붕괴성

일반적으로 제초제는 항온상태에서 2년이상 주성분의 변화가 없어야 한다. 왜냐하면 제초제를 비롯한 농약의 유통기한은 2년이상이기 때문이다. 그러나 시제품을 2년이상 보관한 후 주성분의 변화 여부를 확인한다는 것은 불합리하므로 일반적으로 54℃조건에 보관하여(학대처리, 虐待處理) 주성분의 변화정도로 대체하고 있다. 그러므로 시제품을 54℃조건에서 2, 4 그리고 6주간 처리한 후 주성분 분해율을 2성

분을 동시에 분석할 수 있는 HPLC로 실시하였다. 이 때 사용된 column은 ODS type이고 mobile phase는 MeOH : 증류수가 70:30(v/v)으로 wave length는 254 nm이었으며, injection volumn은 5 μ l로 하였다.

또 입제형태의 토양처리형 논 제초제는 논물 속에서 잘 붕괴가 되어야 한다. 입제 형태의 제초제가 논물 중에서 빨리 붕괴가 되어야 빠른 확산으로 토양표면을 제초성분으로 처리층을 형성하여 잡초의 발생을 억제시킬 수 있다. 시제품의 수중붕괴성을 측정하는 방법은 500ml용 비이커에 증류수를 채운 후 5cm 높이에서 시료 일정량(1g)을 떨어뜨려 수중에서 붕괴되는 정도를 육안으로 관찰하였다.

라. 혼합제의 생물시험(온실 및 포장조건)

새로운 혼합제(시제품)의 일년생 및 다년생잡초 방제시험을 온실 및 포장조건에서 실시하였다. 온실시험의 경우는 KH-16550+Pyrazosulfuron-ethyl 0.9% 입제를 KH-16550 단제와 기등록되어 사용 중인 pyrazosulfuron · molinate 5.07%입제를 대조로 하여 이앙 후 7일 및 12일에 약제를 살포하여 약효 및 약해를 조사하였다. 이 때의 처리내용은 표 6-19와 같다.

표 6-19. 논 일년생 및 다년생잡초 방제용 시제품의 온실시험 처리내용

| 공 시 약 제 | 주성분 함량(%) | 약 효 | | 약 해 | |
|------------------------------|--------------|-------------|--------|-----|-----|
| | | 10a당 사용량 | 처리시기 | 기준량 | 배 량 |
| KH-16550+Pyrazosulfuron GR | 0.83+0.07 | 3kg | 이앙후 7일 | 3kg | 6kg |
| | | | 12일 | 3kg | 6kg |
| KH-16550 GR | 0.83 | 3kg | 이앙후 7일 | - | - |
| | | | 12일 | - | - |
| Pyrazosulfuron · Molinate GR | 5.07 | 3kg | 10일 | - | - |
| 무 처 리 | - | - | - | - | - |

포장시험은 대조약제를 KH-16550 입제, KH-17641 입제 그리고 pyrazosulfuron · molinate 5.07%입제로 하였으며, 처리시기를 이앙 후 10일과 15일로 하였다. 처리내용은 표 6-20과 같다. 시험수행 과정 중 화학연구소에서 기존의 화합

물보다 효과가 우수한 KH-17641를 합성하여 생물시험에 같이 병행하였다.

표 6-20. 논 일년생 및 다년생잡초 방제용 시제품의 포장시험 처리내용

| 공 시 약 제 | 주성분 함량(%) | 약 효 | | 약 해 | |
|------------------------------|--------------|-------------|------------|-----|-----|
| | | 10a당 사용량 | 처리시기 | 기준량 | 배 량 |
| KH-16550+Pyrazosulfuron GR | 0.83+0.07 | 3kg | 이앙 후 10일 | 3kg | 6kg |
| KH-16550 GR | 0.83 | 3kg | 이앙 후 10일 | - | - |
| KH-17641 GR | 0.83 | 3kg | 이앙 후 10일 | 3kg | 6kg |
| Pyrazosulfuron · Molinate GR | 5.07 | 3kg | 이앙 후 10일 | - | - |
| 손 제 초 | - | - | 이앙후 20, 40 | - | - |
| 무 처 리 | - | - | - | - | - |

* 이앙 : '98. 5. 19 (추청벼)

3. 결과 및 고찰

가. 후작물 약해시험

벼 후작으로 널리 재배되고 있는 6작물을 1년차 포장시험에 사용된 KH-15084와 KH-16550 토양에 재배하여 생육반응을 조사한 결과는 표 6-21, 22, 23과 같다. 파종 및 이식 후 10일에는 KH-15084와 KH-16550 모두에 기준량과 배량을 처리한 토양의 0-5cm에서 토마토와 상추에 1정도의 약해증상이 나타났으나 그 외의 토양에서는 별다른 반응을 보이지는 않았다. 그러나 30일차에서는고추와 상추에서 표토인 0~5cm에서 생육억제로 인한 2정도의 약해가 관찰된 것을 비롯하여 배추와 당근에서도 이와같은 증상이 관찰되었다. 약해증상이 생육억제에 국한하고 특이한 기형 등의 증상은 관찰되지 않은 관계로 토양혼화나 다른 재배방법을 병행할 경우에는 후작물에 영향이 없을 것으로 사료된다.

표 6-21. 시험 화합물을 처리한 토양에 재배한 후 10일의 후작물의 약해정도

| 시험약제 | 처리약량 | 토심 | 시험 후작물 | | | | | |
|----------|------|---------|--------|----|----|-----|----|----|
| | | | 보리 | 배추 | 고추 | 토마토 | 상추 | 당근 |
| KH-15084 | 기준량 | 0~ 5cm | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | | 5~10cm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 10~20cm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 배 량 | 0~ 5cm | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | | 5~10cm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 10~20cm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| KH-16550 | 기준량 | 0~ 5cm | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | | 5~10cm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 10~20cm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 배 량 | 0~ 5cm | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | | 5~10cm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 10~20cm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

* 약해정도 : 0~9(0: 이상없음, 9: 완전고사)

표 6-22. 시험 화합물을 처리한 토양에 재배한 후 20일의 후작물의 약해정도

| 시험약제 | 처리약량 | 토심 | 시험 후작물 | | | | | |
|----------|------|---------|--------|----|----|-----|----|----|
| | | | 보리 | 배추 | 고추 | 토마토 | 상추 | 당근 |
| KH-15084 | 기준량 | 0~ 5cm | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | | 5~10cm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 10~20cm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 배 량 | 0~ 5cm | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | | 5~10cm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 10~20cm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| KH-16550 | 기준량 | 0~ 5cm | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | | 5~10cm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 10~20cm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 배 량 | 0~ 5cm | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| | | 5~10cm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 10~20cm | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

* 약해정도 : 0~9(0: 이상없음, 9: 완전고사)

표 6-23. 시험 화합물을 처리한 토양에 재배한 후 30일의 후작물의 약해정도

| 시험약제 | 처리약량 | 토심 | 시험 후작물 | | | | | |
|----------|------|---------|--------|----|----|-----|----|----|
| | | | 보리 | 배추 | 고추 | 토마토 | 상추 | 당근 |
| KH-15084 | 기준량 | 0~ 5cm | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 |
| | | 5~10cm | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| | | 10~20cm | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 배 량 | 0~ 5cm | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 |
| | | 5~10cm | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| | | 10~20cm | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| KH-16550 | 기준량 | 0~ 5cm | 0 | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 |
| | | 5~10cm | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| | | 10~20cm | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | 배 량 | 0~ 5cm | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 1 |
| | | 5~10cm | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| | | 10~20cm | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |

* 약해정도 : 0~9(0: 이상없음, 9: 완전고사)

나. 혼합제의 주성분 경시안전성

논 일년생 및 다년생잡초 방제용 혼합제를 54℃ 조건의 학대처리(虐待處理) 한 후의 주성분 경시안전성은 표 6-24와 같다. 2주째의 주성분 분해율을 보면, pyrazosulfuron-ethyl과 KH-16550 각각 2.2%, 1.3%로 경미하였으나, 6주째에 접어들어서는 pyrazosulfuron-ethyl은 10.9%, KH-16550은 7.6%로 각각의 주성분이 많이 분해되었으나 기준치에는 미치지 않아 시제품은 항온조건에서 3년정도 보관할 수 있을 정도로 안정성을 가지고 있다고 사료된다.

표 6-24. 논 일년생 및 다년생잡초 방제용 혼합제의 주성분 경시안전성

| 주 성 분 | 경과일수별 주성분 분해율(%) | | |
|-------------------|------------------|-----|------|
| | 2 | 4 | 6주 |
| Pyrazosul furon-E | 2.2 | 3.9 | 10.9 |
| KH-16550 | 1.3 | 5.3 | 7.6 |

* 처리조건 : 54℃, 학대처리

또 시제품의 수증붕괴성을 500ml용 비이커에 증류수를 채운후 5cm 높이에서 시료 1g을 떨어뜨려 수중에서 붕괴되는 정도를 육안으로 관찰한 결과 양호로 빨리 붕괴되고 확산되어 입제로써의 특성을 가지고 있는 것으로 확인되었다.

다. 혼합제의 생물시험(온실 및 포장조건)

이 시제품을 이용한 온실시험 결과(표 6-25) 약제처리 후 10일에서 시제품을 배량(6kg/10)으로 12일에 처리한 구에서 생육억제의 증상이 나타났으나 30일 후에는 대조약제와 비슷한 양상을 보였다. 그 외의 처리구에서는 별다른 증상을 관찰할 수 없었다. 달관약효는 이양 후 7일에 살포한 처리구는 100%의 방제효과를 보였으나 12일에 처리한 구는 90%정도의 방제를 보였다(표 6-26). 그리고 약해에서는 12일에 배량으로 약제처리한 구에서 1정도의 약해정도를 보인 반면에 다른 처리구에서는 약해를 관찰할 수 없었다(표 6-23). 그러므로 시제품의 효과를 극대화시키기 위해서는 이양 후 7일경에 3kg/10a 처리하는 것이 잡초방제효과를 높일 수 있을 뿐만 아니라 약해도 낮출 수 있을 것으로 사료된다.

표 6-25. 논 일년생 및 다년생잡초 방제용 시제품의 온실조건에서의 초장 및 경수

| 공 시 약 제 | | 10 DAT(초장) | | 30 DAT | | | |
|------------------------|-----|------------|------|--------|------|------|------|
| | | 기준량 | 배 량 | 기 준 량 | | 배 량 | |
| | | | | 초 장 | 분얼수 | 초 장 | 분얼수 |
| KH-16550+Pyrazo. | 7일 | 18.5 | 19.1 | 34.0 | 11.3 | 33.3 | 10.8 |
| | 12일 | 18.9 | 17.2 | 35.7 | 10.2 | 34.6 | 10.9 |
| KH-16550 | 7일 | 19.3 | - | 36.8 | 11.0 | - | - |
| | 12일 | 18.7 | - | 34.6 | 11.1 | - | - |
| Pyrazo. · Molinate(대조) | | 19.1 | - | 35.9 | 10.0 | - | - |
| 무 처 리 | | 18.5 | - | 35.7 | 8.1 | - | - |

* 초장 : cm, 분얼수 : 개

표 6-26. 논 일년생 및 다년생잡초 방제용 시제품의 온실조건에서의 약효 및 약해

| 공 시 약 제 | | 약 효 | | 약 해 | | | |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 1 차 | 2 차 | 1 차 | | 2 차 | |
| | | | | 기준량 | 배 량 | 기준량 | 배 량 |
| KH-16550+Pyrazo. | 7일 | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 12일 | 90 | 90 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| KH-16550 | 7일 | 90 | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 12일 | 50 | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 |

이 시제품을 실제 포장에서 실시한 결과(표 6-27)도 각 처리구간에는 별다른 차이를 보이지 않았다. 즉 초장의 경우 약제처리 10일 후에 다소 떨어지는 경향을 보였으나 30일 후에는 별다른 차이가 없었다. 달관 약효(표 6-28)는 1차조사에서는 90%정도의 방제효과를 보였으나 이앙 후 15일에 처리한 시험구는 2차조사에서 85%로 10일경에 처리한 것보다도 낮았다. 벼 생육에 미치는 정도는 모든 처리구에서 없었다. 그러므로 시제품의 처리적기는 이앙 후 10일경으로 효과적으로 논일년생 및 다년생잡초를 방제할 수 있을 것으로 사료된다. 시험약제에 대한 초종별 방제효과는 표 6-29와 같다.

표 6-27. 논 일년생 및 다년생잡초 방제용 시제품의 포장조건에서의 벼 생육영향

| 공 시 약 제 | | 10 DAT | | | | 30 DAT | | | |
|------------------------|-----|--------|-----|------|-----|--------|------|------|------|
| | | 기준량 | | 배 량 | | 기준량 | | 배 량 | |
| | | 초장 | 분얼수 | 초장 | 분얼수 | 초장 | 분얼수 | 초장 | 분얼수 |
| KH-16550+Pyrazo. | 10일 | 23.1 | 8.0 | 22.5 | 9.6 | 44.0 | 34.4 | 43.8 | 34.8 |
| | | 22.5 | 8.5 | - | - | 44.2 | 33.7 | - | - |
| KH-16550 | | 24.1 | 9.3 | 22.2 | 9.3 | 45.0 | 35.4 | 43.5 | 36.3 |
| KH-17641 | | 24.5 | 8.2 | - | - | 45.4 | 34.6 | - | - |
| Pyrazo. · Molinate(대조) | | 24.6 | 9.7 | - | - | 45.6 | 37.3 | - | - |
| 손 제 초 | | 24.7 | 8.5 | - | - | 45.5 | 32.0 | - | - |
| 무 처 리 | | | | | | | | | |

표 6-28. 논 일년생 및 다년생잡초 방제용 시제품의 포장조건에서의 약효 및 약해

| 공 시 약 제 | 약 효(%) | | | 약 해(0-9) | | |
|------------------------|--------|-----------|-----------|----------|-----|-----|
| | 피 | 일년생 잡초 | 다년생 잡초 | 총 계 | 1 차 | 2 차 |
| KH-16550+Pyrazosul. GR | 95.0 | 95.1 | 94.7 | 95.0 | 0 | 0 |
| KH-16550 | 93.2 | 92.8 | 69.4 | 86.8 | 0 | 0 |
| KH-17641 | 59.7 | 67.6 | 57.6 | 65.0 | 0 | 0 |

표 6-29 논 일년생 및 다년생잡초 방제용 시제품의 초종별 방제효과

| 약 제 명 | 피 | | | 물 달 개 비 | | |
|------------------------|------------------|------------------|-------------------|---------|-----|------|
| | 본수 ¹⁾ | 건중 ²⁾ | 방제가 ³⁾ | 본수 | 건중 | 방제가 |
| KH-16550+Pyrazosul. GR | 0.7 | 1.9 | 95.0 | 2.7 | 0.2 | 94.3 |
| KH-16550 GR | 1.7 | 2.6 | 93.2 | 3.7 | 0.2 | 94.3 |
| KH-17641 GR | 4.7 | 15.4 | 59.7 | 2.7 | 0.2 | 94.3 |
| Pyrazo. · Molinate GHR | 1.3 | 2.6 | 93.2 | 0.7 | 0.1 | 97.1 |
| 무 처 리 | 5.7 | 38.2 | - | 18.3 | 3.5 | - |

(계속)

| 약 제 명 | 마 디 꽃 | | | 사 마 귀 풀 | | |
|------------------------|-------|-----|------|---------|-----|------|
| | 본수 | 건중 | 방제가 | 본수 | 건중 | 방제가 |
| KH-16550+Pyrazosul. GR | 1.3 | 0.1 | 75.0 | 0.3 | 0.2 | 89.5 |
| KH-16550 GR | 0 | 0 | 100 | 2.0 | 0.7 | 63.2 |
| KH-17641 GR | 6.3 | 0.1 | 75.0 | 1.0 | 0.1 | 94.7 |
| Pyrazo. · Molinate GHR | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| 무 처 리 | 2.0 | 0.4 | - | 2.3 | 1.9 | - |

(계속)

| 약 제 명 | 여 귀 바 늘 | | | 자 귀 플 | | |
|------------------------|---------|-----|-----|-------|-----|-----|
| | 본수 | 건중 | 방제가 | 본수 | 건중 | 방제가 |
| KH-16550+Pyrazosul. GR | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| KH-16550 GR | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| KH-17641 GR | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| Pyrazo. · Molinate GHR | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| 무 처 리 | 0.7 | 1.3 | - | 1.0 | 1.2 | - |

(계속)

| 약 제 명 | 가막사리 | | | 일 년 생 계 | | |
|------------------------|------|-----|-----|---------|------|------|
| | 본수 | 건중 | 방제가 | 본수 | 건중 | 방제가 |
| KH-16550+Pyrazosul. GR | 0 | 0 | 100 | 5.0 | 2.4 | 95.1 |
| KH-16550 GR | 0 | 0 | 100 | 7.4 | 3.5 | 92.8 |
| KH-17641 GR | 0 | 0 | 100 | 14.7 | 15.8 | 67.6 |
| Pyrazo. · Molinate GHR | 0 | 0 | 100 | 2.0 | 2.7 | 94.5 |
| 무 처 리 | 2.0 | 2.3 | - | 32.0 | 48.8 | - |

(계속)

| 약 제 명 | 올 방 개 | | | 벗 플 | | |
|------------------------|-------|-----|------|-----|-----|------|
| | 본수 | 건중 | 방제가 | 본수 | 건중 | 방제가 |
| KH-16550+Pyrazosul. GR | 2.7 | 0.8 | 83.3 | 0 | 0 | 100 |
| KH-16550 GR | 1.3 | 1.1 | 77.1 | 0.7 | 0.6 | 45.5 |
| KH-17641 GR | 3.0 | 1.6 | 66.7 | 1.0 | 0.8 | 27.3 |
| Pyrazo. · Molinate GHR | 0.3 | 0.4 | 91.7 | 0 | 0 | 100 |
| 무 처 리 | 4.0 | 4.8 | - | 2.3 | 1.1 | - |

(계속)

| 약 제 명 | 물고랭이 | | | 너도방동사니 | | |
|------------------------|------|-----|------|--------|-----|------|
| | 본수 | 건중 | 방제가 | 본수 | 건중 | 방제가 |
| KH-16550+Pyrazosul. GR | 1.0 | 0.1 | 93.3 | 0 | 0 | 100 |
| KH-16550 GR | 3.3 | 0.8 | 70.4 | 1.0 | 1.8 | 60.0 |
| KH-17641 GR | 7.3 | 1.7 | 37.0 | 0.7 | 1.9 | 57.8 |
| Pyrazo. · Molinate GHR | 2.7 | 0.5 | 81.5 | 0 | 0 | 100 |
| 무 처 리 | 7.7 | 2.7 | - | 6.0 | 4.5 | - |

(계속)

| 약 제 명 | 을챙이고랭이 | | | 다 년 생 계 | | |
|------------------------|--------|-----|------|---------|------|------|
| | 본수 | 건중 | 방제가 | 본수 | 건중 | 방제가 |
| KH-16550+Pyrazosul. GR | 0 | 0 | 100 | 3.7 | 0.9 | 94.7 |
| KH-16550 GR | 0.7 | 0.9 | 76.9 | 7.0 | 5.2 | 69.4 |
| KH-17641 GR | 1.0 | 1.0 | 74.4 | 13.0 | 7.2 | 57.6 |
| Pyrazo. · Molinate GHR | 0 | 0 | 100 | 3.0 | 0.9 | 94.7 |
| 무 처 리 | 6.0 | 3.9 | - | 26.0 | 17.0 | - |

(계속)

| 약 제 명 | 총 계 | | |
|---|------|------|------|
| | 본수 | 건중 | 방제가 |
| KH-16550+Pyrazosul furon-ethyl 0.9% GR | 8.7 | 3.3 | 95.0 |
| KH-16550 GR | 14.4 | 8.7 | 86.8 |
| KH-17641 GR | 27.7 | 23.0 | 65.0 |
| Pyrazosul furon-ethyl · Molinate 5.07% GR | 5.0 | 3.6 | 94.5 |
| 무 처 리 | 58.0 | 65.8 | - |

1) 본수 : 개/㎡, 2) 건중 : g/㎡, 3) 방제가 : %
 * 조사시기 : 약제처리 후 50일

제 3절 혼합제 생물시험

1. 서론

논 다년생잡초 방제용으로 널리 사용 중인 sulfonylurea계통의 제초제에는 pyrazosulfon-ethyl 외에 bensulfuron, halosulfuron-methyl 등이 있다. 이들 약제는 그 작용기작이 유사하여 논 다년생잡초를 저약량으로 방제할 수 있는 특징을 가지고 있다. 많은 sulfonylurea계 제초제는 개발회사에 따라 실제 농약으로 등록되어 사용되는 비율이 다르다. 한국화학연구원에서 개발한 KH-16550은 논 일년생잡초를 효과적으로 방제할 수 있었으나, 다년생잡초에 대한 방제효과가 저조하여 논 다년생잡초를 방제할 수 있는 pyrazosulfuron-ethyl과 혼합제로 제제하여 시험한 결과 논 일년생 및 다년생잡초를 효과적으로 방제할 수 있었다. 그러나 논 다년생잡초를 방제할 수 있는 sulfonylurea계 제초제와 KH-16550간의 다양한 혼합제 제제는 KH-16550의 실용성을 높일 수 있을 것으로 사료되어 다시 halosulfuron-methyl을 논 다년생잡초 방제용의 partner로 선정하여 시제품을 제제하여 온실시험을 수행하였다.

Halosulfuron-methyl은 다른 sulfonylurea계 제초제와는 달리 가장 최근에 개발된 화합물로 국내에는 동 화합물의 혼합제가 적어 새로운 화합물과 혼합하여 시제품을 개발하여 시험을 수행하게 되었다.

2. 재료 및 방법

가. 혼합제의 제제

1, 2년차의 시험결과 논 일년생잡초 방제효과가 우수한 KH-16550과 KH-17641을 농약등록 전단계까지의 실용화 시험을 실시코자 이들 약제에 sulfonylurea계 제초제 중 가장 최근에 개발된 halosulfuron-methyl을 논 다년생잡초 방제용 제초제로 선정하여 혼합제를 제조하였다. 한국화학연구원 두 개의 화합물은 0.83%, 혼합제의 partner인 halosulfuron-methyl은 기 등록 제초제의 함량인 0.18%로 정하여 제조하였다. 이 때 나머지 성분에 대한 제조처방서의 비율은 표 6-18과 같다.

나. 혼합제의 생물시험(포장조건)

새로이 제조한 두 개의 혼합제는 농업과학기술원 작물보호부 당수동 포장에서 포장시험을 실시하였다. 이 포장은 피, 물달개비, 마디꽃, 가막사리 등의 일년생 잡초와 물고랭이, 올방개 등의 다년생잡초가 많이 발생하였다. 경종개요, 시험구 배치 및 면적은 표 6-30, 6-31와 같다. 이양 당시의 묘소질은 초장 9.7cm, 엽수는 2.6매, 건물중(g/100본)은 0.8g으로 건실하였다. 각 시험약제에 대한 처리내용은 표 6-32와 같다. 약제처리를 전후한 기상상황은 표 6-33와 같으며 약효 및 약해에 영향을 미칠만한 별다른 현상은 없었다. 또한 약효 및 약해정도의 조사방법은 표 6-34와 같이 실시하였다.

표 6-30. 새로운 혼합제의 포장시험 경종개요

| 파종기 | 파종량 | 이양일 | 시비량 (kg/10a) |
|-------|---------|--------|--|
| 5월 8일 | 200g/상자 | 5월 20일 | N-P ₂ O ₅ -K ₂ O=11-7-8 |

표 6-31. 혼합제 시험포장의 시험구 배치 및 면적

| 구분 | 처리수 | 반복수 | 총구수 | 구당면적 | 시험구면적 | 총면적 |
|----|-----|-----|-----|--------------------|---------------------|---------------------|
| 약효 | 7 | 3 | 21 | 16.8m ² | 352.8m ² | 403.2m ² |
| 약해 | 2 | 3 | 6 | 8.4m ² | 50.4m ² | |

* 시험구 배치 : 난괴법 3반복

표 6-32. 혼합제별 시험포장에서의 처리내용

| 공 시 약 제 | 주성분 함 량(%) | 약 효 | | 약 해 | |
|-------------------------------|---------------|-------------|---------|-----|-----|
| | | 10a당 사용량 | 처리시기 | 기준량 | 배 량 |
| KH-16550+Halosulfuron GR | 0.83+0.18 | 3kg | 이양후 12일 | 3kg | 6kg |
| KH-17641+Halosulfuron GR | 0.83+0.18 | 3kg | " | 3kg | 6kg |
| KH-16550 GR | 0.83 | 3kg | " | - | - |
| KH-17641 GR | 0.83 | 3kg | " | - | - |
| Pyrazosulfuron · Mefenacet GR | 10.71 | 3kg | " | - | - |
| 손 제 초 | - | - | - | - | - |
| 무 처 리 | - | - | - | - | - |

표 6-33. 포장에서 혼합제 약제살포 전후 기상상황

| 월일 | 평균기온 (°C) | 최고기온 (°C) | 최저기온 (°C) | 강수량 (mm) | 월일 | 평균기온 (°C) | 최고기온 (°C) | 최저기온 (°C) | 강수량 (mm) |
|-------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| 5. 23 | 20.8 | 26.5 | 15.2 | 0.4 | 6. 2* | 19.3 | 22.5 | 18.1 | 2.4 |
| 5. 24 | 15.8 | 20.8 | 12.6 | 19.9 | 6. 3 | 20.8 | 27.1 | 15.7 | 0 |
| 5. 25 | 15.6 | 20.8 | 10.5 | 0 | 6. 4 | 21.9 | 28.7 | 15.9 | 0 |
| 5. 26 | 16.2 | 18.4 | 13.4 | 0.4 | 6. 5 | 24.6 | 31.7 | 18.8 | 0 |
| 5. 27 | 15.5 | 18.6 | 12.3 | 0.3 | 6. 6 | 21.8 | 24.6 | 19.1 | 1.2 |
| 5. 28 | 14.9 | 19.9 | 9.7 | 0 | 6. 7 | 22.2 | 27.0 | 17.9 | 0 |
| 5. 29 | 16.3 | 22.6 | 9.6 | 0 | 6. 8 | 22.1 | 28.6 | 16.7 | 0 |
| 5. 30 | 19.5 | 27.3 | 10.8 | 0 | 6. 9 | 22.8 | 30.3 | 15.4 | 0 |
| 5. 31 | 20.6 | 27.6 | 13.3 | 0 | 6.10 | 22.9 | 28.4 | 18.5 | 0 |
| 6. 1 | 19.9 | 22.6 | 17.9 | 16.8 | | | | | |

* 약제처리일 (6. 2)

표 6-34. 포장에서 혼합제의 약효 및 약해정도 조사방법

| 구분 | 조사항목 | 조사횟수 | 조사일자 | 조사방법 |
|----|----------|------|---------------------|---|
| 약효 | 초종별 잔초량 | 1회 | 7월 12일 | · 시험구내 잡초발생밀도가 균 일한 두지점에 25×50cm quadrat 를 던져 잡초를 발취, 초종별 본수와 건물중을 조사한 후 m ² 당으로 환산하였음 |
| 약해 | 약해정도 | 4회 | 6월 12, 22, 7월2, 12일 | · 달관조사 |
| | 초장, 경수 | 3회 | 6월 14, 24, 7월 4일 | · 농촌진흥청 조사 기준 |
| | 간장, 수장 등 | 1회 | 10월 12일 | · 농촌진흥청 조사기준 |

다. 혼합제의 약효 및 약해변동 요인 시험(실내시험)

KH-16550+Halosulfuron-methyl 1.01% 입제가 농약으로 등록되어 사용할 경우 여러 가지 요인에 의해 약효 및 약해가 일어날 가능성이 있으므로 담수조건별, 식부심별 시험을 온실조건에서 실시하였다. 온실시험은 어린모 기계이앙벼를 30×40×50cm의 플라스틱 pot에 논흙을 담은 후 이앙 3일전에 진탕하여 둔 다음 어린모를 조건별로 이앙하고, 조건별로 담수를 유지하였다. 추청벼를 대상으로 이앙 후 10일에 3 kg/10a 을 처리하였으며, 이 때의 담수조건은 0, 1, 3, 5 cm, 식부심은 0, 1, 3, 5 cm로 하였다. 약제처리 후 일수별 초장 및 약해정도를 약제처리 후 10일 간격으로 3회 무처리 대비 달관조사으로 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 혼합제의 생물시험(포장조건)

시제품의 포장 약효시험 결과는 표 6-35와 같이 단제의 경우에는 KH-16550이 KH-17641보다 피에 대한 효과가 더 높았으며, 일년생잡초 전체에 대해서 KH-16550이 89%로 매우 높은 효과를 보였다. 또한 다년생잡초 대상약제인 halosulfuron과의 2중 혼합제로 시제품을 제제하여 포장에서 약효를 조사한 시험에서는 KH-16550+ halosulfuron GR와 KH-17641+halosulfuron GR 간의 피에 대해서는 큰 차이는 없었으나 광엽잡초에서 KH-16550이 다소 높은 효과를 보였으며 특히, 다년생잡초에 대해서도 신규 화합물인 KH-16550이 높은 방제효과를 보여 물고랭이에 82%, 벼풀에 대해서

는 100%, 올챙이고랭이에는 약 80%의 방제 효과를 보여 발생한 다년생잡초 전체에 대해서 약 85%정도의 방제효과를 보였다. 효과면에서 볼 때 KH-16550이 KH-17641보다 높은 방제효과를 보여 우수한 화합물로 개발 가치가 높았으며 매우 특이한 화합물로 사료된다.

표 6-35. 혼합제의 포장조건에서 초종별 잡초방제 효과

| 공 시 약 제 | 피 | | | 물달개비 | | | 밭둑외풀 | | |
|--------------------|-----|-----|------|------|-----|------|------|-----|-----|
| | 본 수 | 건물중 | 방제가 | 본 수 | 건물중 | 방제가 | 본 수 | 건물중 | 방제가 |
| KH-16550+Halo. GR | 1.3 | 0.2 | 97.3 | 2.7 | 0.4 | 94.4 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| KH-17641+Halo. GR | 1.7 | 0.2 | 97.3 | 3.0 | 0.4 | 94.4 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| KH-16550 | 3.7 | 0.8 | 89.3 | 4.0 | 1.0 | 85.9 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| KH-17641 | 2.0 | 1.2 | 84.0 | 3.7 | 1.9 | 73.2 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| Pyra. · Mefe. (대조) | 2.0 | 0.3 | 96.0 | 2.3 | 0.3 | 95.8 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| 손 제 초 | 0.0 | 0.0 | 100 | 0.0 | 0.0 | 100 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| 무 처 리 | 4.3 | 7.5 | - | 11.0 | 7.1 | - | 4.0 | 0.2 | - |

* 본수 : 개, 건물중 : g, 방제가 : %

(계속)

| 공 시 약 제 | 여 귀 | | | 여귀바늘 | | | 사마귀풀 | | |
|--------------------|-----|------|------|------|-----|------|------|-----|-----|
| | 본 수 | 건물중 | 방제가 | 본 수 | 건물중 | 방제가 | 본 수 | 건물중 | 방제가 |
| KH-16550+Halo. GR | 0.3 | 0.03 | 98.9 | 0.0 | 0.0 | 100 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| KH-17641+Halo. GR | 0.7 | 0.2 | 92.6 | 1.0 | 0.2 | 60.0 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| KH-16550 | 1.0 | 0.1 | 96.3 | 0.0 | 0.0 | 100 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| KH-17641 | 1.0 | 0.1 | 96.3 | 0.0 | 0.0 | 100 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| Pyra. · Mefe. (대조) | 0.0 | 0.0 | 100 | 0.0 | 0.0 | 100 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| 손 제 초 | 0.0 | 0.0 | 100 | 0.0 | 0.0 | 100 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| 무 처 리 | 4.7 | 2.7 | - | 3.7 | 0.5 | - | 1.7 | 0.6 | - |

(계속)

| 공 시 약 제 | 마디꽃 | | | 가막사리 | | | 일년생계 | | |
|--------------------|------|-----|------|------|-----|-----|------|------|------|
| | 본 수 | 건물중 | 방제가 | 본 수 | 건물중 | 방제가 | 본 수 | 건물중 | 방제가 |
| KH-16550+Halo. GR | 4.0 | 0.2 | 97.8 | 0.0 | 0.0 | 100 | 8.3 | 0.8 | 97.1 |
| KH-17641+Halo. GR | 11.0 | 1.2 | 86.8 | 0.0 | 0.0 | 100 | 17.3 | 2.2 | 91.7 |
| KH-16550 | 14.0 | 1.1 | 87.9 | 0.0 | 0.0 | 100 | 22.7 | 3.0 | 89.2 |
| KH-17641 | 16.7 | 2.0 | 78.0 | 0.0 | 0.0 | 100 | 23.3 | 5.2 | 81.3 |
| Pyra. · Mefe. (대조) | 7.3 | 0.4 | 95.6 | 0.0 | 0.0 | 100 | 11.7 | 1.1 | 96.0 |
| 손 제 초 | 0.0 | 0.0 | 100 | 0.0 | 0.0 | 100 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| 무 처 리 | 54.3 | 9.1 | - | 0.7 | 0.1 | - | 84.4 | 27.8 | - |

(계속)

| 공 시 약 제 | 물고랭이 | | | 벗 풀 | | | 올챙이고랭이 | | |
|--------------------|------|------|------|-----|-----|-----|--------|-----|------|
| | 본 수 | 건물중 | 방제가 | 본 수 | 건물중 | 방제가 | 본 수 | 건물중 | 방제가 |
| KH-16550+Halo. GR | 3.7 | 0.3 | 97.3 | 0.0 | 0.0 | 100 | 2.0 | 0.1 | 98.9 |
| KH-17641+Halo. GR | 4.3 | 0.6 | 94.6 | 0.0 | 0.0 | 100 | 3.3 | 1.2 | 86.5 |
| KH-16550 | 5.7 | 2.0 | 82.0 | 0.0 | 0.0 | 100 | 3.7 | 1.8 | 79.8 |
| KH-17641 | 10.3 | 4.2 | 62.2 | 0.0 | 0.0 | 100 | 6.0 | 3.7 | 58.4 |
| Pyra. · Mefe. (대조) | 4.0 | 1.0 | 91.0 | 0.0 | 0.0 | 100 | 3.7 | 0.8 | 91.0 |
| 손 제 초 | 0.0 | 0.0 | 100 | 0.0 | 0.0 | 100 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| 무 처 리 | 30.3 | 11.1 | - | 1.0 | 2.6 | - | 14.0 | 8.9 | - |

(계속)

| 공 시 약 제 | 올방개 | | | 다년생계 | | | 총 계 | | |
|--------------------|-----|-----|------|------|------|------|-------|------|------|
| | 본 수 | 건물중 | 방제가 | 본 수 | 건물중 | 방제가 | 본 수 | 건물중 | 방제가 |
| KH-16550+Halo. GR | 0.0 | 0.0 | 100 | 5.7 | 0.4 | 98.5 | 14.0 | 1.2 | 97.8 |
| KH-17641+Halo. GR | 1.3 | 0.4 | 90.2 | 8.9 | 2.2 | 91.7 | 26.3 | 4.5 | 91.7 |
| KH-16550 | 2.7 | 1.5 | 63.4 | 12.0 | 5.3 | 80.1 | 34.7 | 8.3 | 84.8 |
| KH-17641 | 2.7 | 1.8 | 56.1 | 19.0 | 9.7 | 63.7 | 42.3 | 14.9 | 72.7 |
| Pyra. · Mefe. (대조) | 0.7 | 0.3 | 92.7 | 8.3 | 2.1 | 92.1 | 20.0 | 3.1 | 94.3 |
| 손 제 초 | 0.0 | 0.0 | 100 | 0.0 | 0.0 | 100 | 0.0 | 0.0 | 100 |
| 무 처 리 | 5.7 | 4.1 | - | 51.0 | 26.7 | - | 135.4 | 54.5 | - |

나. 혼합제의 포장조건에서의 약해

혼합제의 단제 및 혼합제에 대한 벼 생육에 미치는 영향을 조사한 시험결과는 표 6-36, 6-37과 같으며, 달관에 의한 약해정도는 표 6-38과 같다. 시제품인 혼합제는 대조약제인 Pyrazosulfuron-ethyl · Mefenacet입제보다 초기에 다소 분얼수가 떨어지는 등 약해정도가 높은 경향을 보였으며, 이러한 경향은 단제일 경우에는 훨씬 낮은 약해정도를 보이는 것으로 보아 신규 화합물에 의한 것보다 다년생 잡초 방제약제인 halosulfuron 에 의한 경향으로 사료 되어 보다 세밀한 약해시험이 요구 되었다. 생육후기에는 표 6-39와 같이 벼 생육이 회복되어 후기생육에는 큰 영향이 없었으며 수량은 KH-16550+halosulfuron입제가 약 99%의 수량지수를 보였으나 단제는 KH-16550입제는 88%의 수량지수를 보였다. 일반적으로 수도용 제초제는 이앙 후 초기에 활착부진 등 초기생육이 억제되는 약해 증상을 보일 수 있으나 시간이 지나면서 점차 회복되어 후기 수량에는 큰 영향이 없고 때로는 수량지수가 더 높은 경향을 보이기도 한다.

표 6-36. 혼합제가 벼 초장에 미치는 영향

| 공 시 약 제 | 초 장(cm) | | | | | |
|-------------------------|---------|------|-------|------|-------|------|
| | 10일 후 | | 20일 후 | | 30일 후 | |
| | 기준량 | 배 량 | 기준량 | 배 량 | 기준량 | 배 량 |
| KH-16550+Halosul. GR | 26.7 | 24.7 | 37.2 | 35.8 | 62.3 | 62.2 |
| KH-17641+Halosul. GR | 27.0 | 25.1 | 38.4 | 37.2 | 63.2 | 62.2 |
| KH-16550 | 26.1 | - | 37.8 | - | 62.7 | - |
| KH-17641 | 26.4 | - | 37.9 | - | 61.4 | - |
| Pyrazo. · Mefenacet(대조) | 25.4 | - | 37.7 | - | 61.6 | - |
| 손 제 초 | 26.7 | - | 38.3 | - | 61.9 | - |
| 무 처 리 | 27.5 | - | 38.3 | - | 61.1 | - |

표 6-37. 혼합제가 벼 분얼에 미치는 영향

| 공 시 약 제 | 분 얼 수(개/본) | | | | | |
|-------------------------|------------|------|-------|------|-------|------|
| | 10일 후 | | 20일 후 | | 30일 후 | |
| | 기준량 | 배 량 | 기준량 | 배 량 | 기준량 | 배 량 |
| KH-16550+Halosul. GR | 17.2 | 16.3 | 32.3 | 26.2 | 40.7 | 39.7 |
| KH-17641+Halosul. GR | 18.1 | 17.6 | 29.9 | 28.7 | 39.0 | 38.1 |
| KH-16550 | 19.0 | - | 27.3 | - | 36.9 | - |
| KH-17641 | 17.4 | - | 27.6 | - | 32.3 | - |
| Pyrazo. · Mefenacet(대조) | 19.9 | - | 29.4 | - | 35.7 | - |
| 손 제 초 | 21.2 | - | 30.3 | - | 38.7 | - |
| 무 처 리 | 20.1 | - | 29.6 | - | 31.4 | - |

표 6-38. 혼합제 처리 후 일수별 벼 약해정도

| 공 시 약 제 | 10일 후 | | 20일 후 | | 30일 후 | |
|----------------------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| | 기준량 | 배 량 | 기준량 | 배 량 | 기준량 | 배 량 |
| KH-16550+Halosul. GR | 0 | 1 | 1 | 3 | 0 | 2 |
| KH-17641+Halosul. GR | 0 | 1 | 1 | 3 | 0 | 1 |
| KH-16550 | 0 | - | 2 | - | 0 | - |
| KH-17641 | 0 | - | 1 | - | 0 | - |

표 6-39. 시제품 혼합제가 벼 후기생육 및 수량정도

| 공 시 약 제 | 생육상황 | | | 수 량 | |
|-------------------------|--------|--------|-------------|-----------------|-------|
| | 간장(cm) | 수장(cm) | 수수 (개/주) | 정조중 (kg/10a) | 수량지수 |
| KH-16550+Halosul. GR | 82.8 | 16.9 | 24.3 | 557 | 98.6 |
| KH-17641+Halosul. GR | 81.8 | 16.8 | 24.0 | 522 | 92.4 |
| KH-16550 | 80.7 | 16.8 | 22.8 | 497 | 88.0 |
| KH-17641 | 81.1 | 17.3 | 20.7 | 457 | 80.9 |
| Pyrazo. · Mefenacet(대조) | 79.9 | 16.8 | 25.8 | 573 | 101.4 |
| 손 제 초 | 78.7 | 17.4 | 27.0 | 565 | 100 |
| 무 처 리 | 81.9 | 17.7 | 22.1 | 450 | 79.6 |

포장조건에서 혼합제에 대한 생물시험을 실시한 결과, 약효측면에서 KH-16550+ Halosulfuron, KH-17641+Halosulfuron 등 합제들은 일년생 및 다년생잡초 방제효과가 대조약제와 비등한 97.8%와 91.7%로 나타났다. 벼의 생육은 약제처리 초기에는 뚜렷한 약해증상은 보이지 않았으나, 20일 후부터는 생육억제 및 포기전체가 괴사 등 약해증상이 나타나 30일 이후까지 지속되었다. 이상의 시험 결과, 약효면에서는 개발 시제품이 91.7% 이상의 일년생 및 다년생잡초를 방제할 수 있으나, 생육억제 및 일부 벼 포기가 괴사되는 약해가 발생되어 추가적인 세부 시험이 요구된다.

다. 혼합제의 약효 및 약해변동 요인 시험(실내시험)

KH-16550+halosulfuron-methyl 1.01%의 혼합제가 벼의 생육에 미치는 영향을 조사한 시험성적은 표 6-40, 표 6-41, 표 6-42와 같다. 담수심별 벼 생육영향은 담수심이 얇을 경우에 처리 후 20일부터 심한 약해 증상을 보였으며 이러한 경우는 천식 조건에서 매우 심한 약해 증상을 보였는데 포장시험에서도 다소 높은 약해 증상을 보이는 원인도 이러한 포장조건에서 발생한 약해 증상으로 사료된다. 온실조건에서 실시한 시험 결과이나 실제 포장조건에서는 처리 당시의 온도 등 관여하여 심한 약해 증상을 보일 수 있을 것으로 사료된다. 일반적으로 입제형 논 제초제는 처리당시의 담수심, 이앙시의 식부심 및 그 때의 기상 온도가 약해에 매우 큰 영향을 미치는데, 대체로 뿌리가 노출되는 식부심이나 담수심, 이러한 상태에서 온도가 고온으로 지속될 경우에는 약제에 따라 벼가 심한 약해 증상을 보이기도 한다. 본 신규 화합물의 경우에도 정확한 결과를 해석 할 수는 없으나 이러한 조건 등이 일치했을 때 실제 농가에서는 벼생육에 영향이 높을 것으로 생각되므로 추후 세밀한 약해시험이 요구된다.

표 6-40. KH-16550+halosulfuron-methyl 혼합제가 재배조건별 벼 초장에 미치는
영향(처리후 10일)

| 담수심 | 식부심 | 약제처리 | 무처리 | 약해정도 |
|---------|-----|------|------|------|
| 담수심 0cm | 표면 | 29.7 | 28.7 | 0 |
| | 1cm | 30.0 | 29.7 | 0 |
| | 3cm | 29.4 | 30.4 | 0 |
| | 5cm | 28.1 | 27.6 | 0 |
| 담수심 1cm | 표면 | 30.3 | 30.6 | 0 |
| | 1cm | 31.1 | 30.1 | 0 |
| | 3cm | 32.1 | 30.7 | 0 |
| | 5cm | 28.8 | 29.5 | 0 |
| 담수심 3cm | 표면 | 29.7 | 30.6 | 0 |
| | 1cm | 31.7 | 30.2 | 0 |
| | 3cm | 30.9 | 31.9 | 0 |
| | 5cm | 31.5 | 28.2 | 0 |
| 담수심 5cm | 표면 | 32.5 | 32.1 | 0 |
| | 1cm | 32.7 | 32.1 | 0 |
| | 3cm | 32.3 | 32.5 | 0 |
| | 5cm | 32.5 | 30.9 | 0 |

표 6-41. KH-16550+halosulfuron-methyl 혼합제가 재배조건별 벼 초장에 미치는 영향(처리후 20일)

| 담수심 | 식부심 | 약제처리 | 무처리 | 약해정도 |
|---------|-----|------|------|------|
| 담수심 0cm | 표면 | 32.1 | 38.2 | 5 |
| | 1cm | 35.6 | 43.5 | 4 |
| | 3cm | 37.6 | 39.2 | 2 |
| | 5cm | 34.8 | 36.8 | 1 |
| 담수심 1cm | 표면 | 31.7 | 40.6 | 4 |
| | 1cm | 35.4 | 43.9 | 3 |
| | 3cm | 39.1 | 41.3 | 2 |
| | 5cm | 36.3 | 38.6 | 1 |
| 담수심 3cm | 표면 | 31.2 | 41.5 | 4 |
| | 1cm | 38.6 | 41.9 | 2 |
| | 3cm | 37.6 | 42.2 | 1 |
| | 5cm | 38.4 | 39.7 | 1 |
| 담수심 5cm | 표면 | 33.8 | 45.2 | 4 |
| | 1cm | 37.4 | 45.4 | 3 |
| | 3cm | 40.7 | 46.7 | 2 |
| | 5cm | 41.3 | 41.6 | 1 |

표 6-42. KH-16550+halosulfuron-methyl 혼합제가 재배조건별 벼 초장에 미치는 영향(처리후 30일)

| 담수심 | 식부심 | 약제처리 | 무처리 | 약해정도 |
|---------|-----|------|------|------|
| 담수심 0cm | 표면 | 31.3 | 46.7 | 6 |
| | 1cm | 35.5 | 49.3 | 5 |
| | 3cm | 38.1 | 45.3 | 3 |
| | 5cm | 40.5 | 42.7 | 3 |
| 담수심 1cm | 표면 | 31.8 | 51.0 | 7 |
| | 1cm | 37.7 | 53.0 | 5 |
| | 3cm | 43.1 | 48.7 | 4 |
| | 5cm | 44.4 | 52.6 | 3 |
| 담수심 3cm | 표면 | 31.4 | 49.5 | 7 |
| | 1cm | 43.2 | 51.1 | 3 |
| | 3cm | 43.5 | 51.6 | 3 |
| | 5cm | 46.1 | 51.6 | 2 |
| 담수심 5cm | 표면 | 35.5 | 58.3 | 5 |
| | 1cm | 43.7 | 53.9 | 4 |
| | 3cm | 46.2 | 58.7 | 2 |
| | 5cm | 49.9 | 50.7 | 1 |

혼합제의 약효 및 약해변동 요인 시험을 온실조건에서 실시한 결과, 약제처리 10일 후에는 담수심과 식부심에 관계없이 별다른 약해증상을 관찰할 수 없었으나, 20일 후에는 담수심에 관계없이 표면과 1cm 등의 천식에서 생육억제 등의 약해가 발생되어 30일 후에는 담수심과 식부심에 상관없이 생육억제 등의 약해가 더 진전되는 경향을 보였다. 그러나 담수심 5cm, 식부심 3~5cm 처리구에서는 약해정도가 경미하게 나타났다. 따라서 본 시제품의 경우에서도 일반적인 입제용 수도용 농약과 같이 천식이 되어 뿌리가 노출되면 약제 접촉이 직접적으로 이루어져 약제의 흡수정도가 높아 생육억제 증상을 보이고 담수심이 얇은 경우에도 동일한 영향을 보이기도 한다. 특히 토양 흡착성이 높고 토양 이동성이 적은 약제의 경우에 보이는 약제의 특성이기도 하다. 시제품에 사용된 시험 화합물의 경우에서도 토양흡착성이 높고 이동성이 낮은 특성을 보이므로 농가에 보급할 경우에는 3~5cm 깊이로 이앙하고 5cm 정도의 담수상태를 유지하면 약해측면에서 안전할 것으로 사료된다.

제 4절 혼합제 함량시험

1. 서론

새로이 개발되는 제초제는 특정 화합물과의 혼합여부에 따라 그 잡초방제효과 뿐만 아니라 대상작물에 여러 가지 약해를 유발할 수 있는 관계로 화합물간에 함량비율을 달리하여 시험을 할 필요가 있다. 일반적으로 새로운 화합물은 스크리닝단계에서 그 함량이 결정되지만 그 효능을 극대화하기 위하여 또 다른 화합물을 partner로 정하여 혼합제로 만들기도 한다.

지금까지는 한국화학연구원에서 개발한 KH-16550과 sulfonylurea계 제초제간의 혼합은 특정 함량에 국한하여 시험을 수행하였다. 이번 4년차에서는 최적 함량을 결정하기 위하여 여러 함량별로 혼합제를 제제하여 시험에 수행하였으며, 최적 함량이 결정된 제초제와 근접살포 가능성이 있는 살충제 또는 비료와의 상호작용도 시험하였다.

2. 재료 및 방법

가. 혼합제의 함량결정시험(포장조건)

신 제초활성물질의 혼합제로써 최적 함량을 결정하기 위해서 포장시험의 방법은 추청벼를 이용하여 표 6-43와 같이 어린모로 기계이앙 하였으며 포장에서 발생한 잡초는 일년생잡초는 피, 물달개비, 마디꽃, 가막사리, 여뀌바늘 등이었고 다년생잡초는 물고랭이, 올챙이고랭이, 올방개 등이었다. 난괴법 3반복으로 시험구를 배치하였으며, 이앙당시 묘소질은 초장이 9.7cm, 염수가 2.6엽기, 100본당 건물중은 0.8g 이었다

표 6-43. 혼합제 함량결정 포장시험의 경종개요

| 파종기 | 파종량 | 이앙일 | 시비량 (kg/10a) |
|-------|---------|--------|--|
| 5월 8일 | 200g/상자 | 5월 20일 | N-P ₂ O ₅ -K ₂ O=11-7-8 |

처리 내용은 표 6-44과 같이 시제품 중 KH-16550의 함량을 3수준으로 제제하였으며 이때 다년생잡초 약제는 pyrazosulfuron 과 halosulfuron로 처리시기는 이앙 후 12일 약제를 처리하였으며 Pyrazosulfuron · Mefenacet 10.71% 입제를 대조로 하였다. 약제처리 전후의 기상상황은 표 6-45와 같다.

표 6-44. 혼합제 함량결정 포장시험의 주요 처리내용

| 공 시 약 제 | 주성분 함 량(%) | 약 효 | | 약 해 | |
|----------------------------|---------------|-------------|---------|-----|-----|
| | | 10a당 사용량 | 처리시기 | 기준량 | 배 량 |
| KH-16550+Halosulfuron GR | 0.83+0.18 | 3kg | 이앙후 12일 | 3kg | 6kg |
| " | 0.7+0.18 | 3kg | " | 3kg | 6kg |
| " | 0.65+0.18 | 3kg | " | 3kg | 3kg |
| KH-16550+Pyrazosulfuron GR | 0.83+0.18 | 3kg | " | 3kg | 3kg |
| " | 0.7+0.18 | 3kg | " | 3kg | 3kg |
| " | 0.65+0.18 | 3kg | " | 3kg | 3kg |
| Pyrazosul. · Mefenacet GR | 10.71 | 3kg | " | - | - |
| 손 제 초 | - | - | - | - | - |
| 무 처 리 | - | - | - | - | - |

표 6-45. 혼합제 함량결정 포장시험 약제처리 당시 기상상황

| 월 일 | 평균기온(℃) | 최고기온(℃) | 최저기온(℃) | 강수량(mm) |
|-------|---------|---------|---------|---------|
| 5. 28 | 14.9 | 19.9 | 9.7 | 0 |
| 5. 29 | 16.3 | 22.6 | 9.6 | 0 |
| 5. 30 | 19.5 | 27.3 | 10.8 | 0 |
| 5. 31 | 20.6 | 27.6 | 13.3 | 0 |
| 6. 1 | 19.9 | 22.6 | 17.9 | 16.8 |
| 6. 2* | 19.3 | 22.5 | 18.1 | 2.4 |
| 6. 3 | 20.8 | 27.1 | 15.7 | 0 |
| 6. 4 | 21.9 | 28.7 | 15.9 | 0 |
| 6. 5 | 24.6 | 31.7 | 18.8 | 0 |
| 6. 6 | 21.8 | 24.6 | 19.1 | 1.2 |
| 6. 7 | 22.2 | 27.0 | 17.9 | 0 |
| 6. 8 | 22.1 | 28.6 | 16.7 | 0 |
| 6. 9 | 22.8 | 30.3 | 15.4 | 0 |
| 6. 10 | 22.9 | 28.4 | 18.5 | 0 |

* 약제처리일 (6. 2)

시험의 조사방법은 표 6-46와 같이 농촌진흥청 제초제 등록 시험 기준과 방법에 준하여 실시하였다

표 6-46. 혼합제 함량결정 포장시험의 약효 및 약해 조사방법

| 구분 | 조사항목 | 조사횟수 | 조사일자 | 조사방법 |
|----|----------|------|---------------------|---|
| 약효 | 초종별 진초량 | 1회 | 7월 12일 | <ul style="list-style-type: none"> · 시험구내 잡초발생밀도가 균일한 두지점에 25×50cm quadrat를 던져 잡초를 발취, 초종별 본수와 건물중을 조사한 후 m²당으로 환산하였음 · 달관조사 |
| 약해 | 약해정도 | 4회 | 6월 12, 22, 7월2, 12일 | <ul style="list-style-type: none"> · 농촌진흥청 조사 기준 · 농촌진흥청 조사기준 |
| | 초장, 경수 | 3회 | 6월 14, 24, 7월 4일 | |
| | 간장, 수장 등 | 1회 | 10월 12일 | |

나. 혼합제와 근접 살포시 벼생육 영향 시험

추청벼를 어린모 이앙재배를 하여 시험약제인 KH-16550+Halosulfuron-methyl GR (0.83+0.18%)와 KH-16550+Pyrazosulfuron-ethyl GR (0.83+0.18%)를 대상으로 살충제로는 카보입제를 기준량 및 배량을 처리하였으며, 분얼비로 요소비료를 10a 당 7kg, 14kg를 이앙후 10일에 처리하였다. 생육조사방법은 약제처리 후 15일 간격으로 3회 생육조사를 하였다.

1. 결과 및 고찰

가. 혼합제 함량별 논잡초 포장시험 잡초방제효과 차이

최적 함량을 결정하기 위해 포장시험한 결과는 표 6-47과 같다. 시제품 함량별 약효 차이는 기존의 사용 함량인 0.83%에서 피의 경우 가장 약효가 높았으나 다소 함량이 낮더라도 90%이상의 높은 방제효과를 보였다. 일년생잡초 총계에서도 대조 약제와 비등한 결과를 보였으며, 다년생잡초에서도 대조약제와 차이가 없었으며 총 방제가에서도 약제간의 방제효과면에서 차이를 볼 수 없었으며 모두 90%이상의 높은 방

제 효과를 보였다.

표 6-47. 혼합제 함량별 포장 약효정도

| 공 시 약 제 | 피 | | | 물달개비 | | | 밭둑외플 | | |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| | 본 수 | 건물중 | 방제가 | 본 수 | 건물중 | 방제가 | 본 수 | 건물중 | 방제가 |
| Halo. 합제 0.83% | 2.7 | 1.5 | 94.8 | 2.7 | 0.8 | 92.8 | 0 | 0 | 100 |
| " 0.7% | 2.7 | 1.8 | 93.7 | 3.3 | 1.0 | 91.0 | 0 | 0 | 100 |
| " 0.65% | 3.3 | 2.5 | 91.3 | 4.7 | 1.5 | 86.5 | 0 | 0 | 100 |
| Pyra. 합제 0.83% | 1.7 | 1.2 | 95.8 | 1.0 | 0.3 | 97.3 | 0 | 0 | 100 |
| " 0.7% | 2.3 | 1.3 | 95.5 | 2.3 | 0.7 | 93.6 | 0 | 0 | 100 |
| " 0.65% | 3.3 | 1.6 | 94.4 | 4.0 | 1.2 | 89.2 | 0 | 0 | 100 |
| Pyrazo. + Mefe. (대조) | 1.7 | 1.0 | 96.5 | 2.3 | 0.8 | 92.8 | 0 | 0 | 100 |
| 손 제 초 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 1.0 | 0.1 | 50.0 |
| 무 처 리 | 13.5 | 28.7 | - | 19.0 | 11.1 | - | 1.5 | 0.2 | - |

* 본수 : 개, 건물중 : g, 방제가 : %

(계속)

| 공 시 약 제 | 가막사리 | | | 여귀바늘 | | | 자 귀 플 | | |
|----------------------|------|-----|-----|------|-----|-----|-------|-----|-----|
| | 본 수 | 건물중 | 방제가 | 본 수 | 건물중 | 방제가 | 본 수 | 건물중 | 방제가 |
| Halo. 합제 0.83% | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| " 0.7% | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| " 0.65% | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| Pyra. 합제 0.83% | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| " 0.7% | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| " 0.65% | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| Pyrazo. + Mefe. (대조) | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| 손 제 초 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| 무 처 리 | 0.8 | 2.1 | - | 3.0 | 0.6 | - | 1.8 | 0.2 | - |

(계속)

| 공 시 약 제 | 마 디 꽃 | | | 방동산이 | | | 일년생계 | | |
|----------------------|-------|-----|------|------|-----|-----|------|------|------|
| | 본 수 | 건물중 | 방제가 | 본 수 | 건물중 | 방제가 | 본 수 | 건물중 | 방제가 |
| Halo. 합제 0.83% | 6.0 | 0.2 | 88.8 | 0 | 0 | 100 | 11.4 | 2.5 | 94.6 |
| " 0.7% | 4.3 | 0.1 | 94.4 | 0 | 0 | 100 | 10.3 | 2.9 | 93.7 |
| " 0.65% | 5.3 | 0.2 | 88.8 | 0 | 0 | 100 | 13.3 | 4.2 | 90.9 |
| Pyra. 합제 0.83% | 1.7 | 0.1 | 94.4 | 0 | 0 | 100 | 4.4 | 1.6 | 96.5 |
| " 0.7% | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 4.6 | 2.0 | 95.7 |
| " 0.65% | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 7.3 | 2.8 | 94.0 |
| Pyrazo. + Mefe. (대조) | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 4.0 | 1.8 | 96.1 |
| 손 제 초 | 8.0 | 0.2 | 88.9 | 0 | 0 | 100 | 8.0 | 0.2 | - |
| 무 처 리 | 29.5 | 1.8 | - | 3.8 | 1.6 | - | 72.9 | 46.3 | - |

(계속)

| 공 시 약 제 | 물고랭이 | | | 나도겨풀 | | | 올챙이고랭이 | | |
|----------------------|------|-----|------|------|-----|-----|--------|-----|-----|
| | 본 수 | 건물중 | 방제가 | 본 수 | 건물중 | 방제가 | 본 수 | 건물중 | 방제가 |
| Halo. 합제 0.83% | 1.0 | 0.2 | 93.8 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| " 0.7% | 2.3 | 0.2 | 93.8 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| " 0.65% | 7.0 | 0.1 | 96.9 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| Pyra. 합제 0.83% | 4.3 | 0.2 | 93.8 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| " 0.7% | 4.0 | 0.2 | 93.8 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| " 0.65% | 4.3 | 0.2 | 93.8 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| Pyrazo. · Mefe. (대조) | 2.7 | 0.3 | 90.6 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| 손 제 초 | 3.7 | 0.1 | 96.9 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| 무 처 리 | 6.3 | 3.2 | - | 0.3 | 0.1 | - | 1.5 | 0.3 | - |

(계속)

| 공 시 약 제 | 올방개 | | | 다년생계 | | | 총 계 | | |
|----------------------|-----|-----|------|------|-----|------|------|------|------|
| | 본 수 | 건물중 | 방제가 | 본 수 | 건물중 | 방제가 | 본 수 | 건물중 | 방제가 |
| Halo. 합제 0.83% | 0 | 0 | 100 | 1.0 | 0.2 | 95.6 | 12.4 | 2.7 | 94.7 |
| " 0.7% | 0 | 0 | 100 | 2.3 | 0.2 | 95.6 | 12.6 | 3.1 | 93.9 |
| " 0.65% | 1.3 | 0.1 | 88.9 | 8.3 | 0.2 | 95.6 | 21.6 | 4.4 | 91.3 |
| Pyra. 합제 0.83% | 0 | 0 | 100 | 4.3 | 0.2 | 95.6 | 8.7 | 1.8 | 96.5 |
| " 0.7% | 0 | 0 | 100 | 4.0 | 0.2 | 95.6 | 8.6 | 2.2 | 95.7 |
| " 0.65% | 1.0 | 0.1 | 88.9 | 5.3 | 0.2 | 95.6 | 12.6 | 3.1 | 93.9 |
| Pyrazo. · Mefe. (대조) | 0 | 0 | 100 | 2.7 | 0.3 | 93.3 | 6.7 | 2.1 | 95.9 |
| 손 제 초 | 0 | 0 | 100 | 3.7 | 0.1 | 97.8 | | | |
| 무 처 리 | 2.3 | 0.9 | - | 10.4 | 4.5 | - | 83.3 | 50.8 | - |

나. 혼합제 함량별 벼생육차이

시제품 함량별 벼생육정도는 초장 및 분얼수를 조사한 시험 성적은 표 6-48 과 같이 시제품의 함량이 높은 0.83%에서 다소 벼 생육에 미치는 영향이 높았다. 특히 pyrazosulfuron 보다 halosulfuron에서 생육 억제 정도가 높아 혼합제의 종류에 따라 시제품의 약해에 미치는 영향을 알 수 있었다. 이상의 시험에서 볼 때 시제품의 함량별, 혼합제의 종류별 벼 생육 억제 정도가 다름을 알 수 있었다. 본 신규 혼합제의 안전 사용을 위해서는 0.83% 함유량을 초과시에는 약해의 우려가 있으며 혼합제의 종류도 매우 중요함을 알 수 있었다. 이러한 결과는 표 6-49에 나타난 약해정도에서

도 관찰되었다.

표 6-48. 혼합제 함량별 벼 초기생육 정도

| 공 시 약 제 | 초 장(cm) | | | | | |
|---------------------|---------|------|-------|------|-------|------|
| | 10일 후 | | 20일 후 | | 30일 후 | |
| | 기준량 | 배 량 | 기준량 | 배 량 | 기준량 | 배 량 |
| Halo. 합제 0.83% | 28.9 | 28.5 | 39.8 | 40.5 | 60.8 | 62.2 |
| " 0.7% | 29.5 | 28.8 | 42.1 | 39.9 | 64.8 | 62.7 |
| " 0.65% | 31.9 | 29.5 | 41.7 | 41.3 | 63.0 | 63.7 |
| Pyra. 합제 0.83% | 28.9 | 29.0 | 40.4 | 41.0 | 64.7 | 65.0 |
| " 0.7% | 30.9 | 30.8 | 41.8 | 40.2 | 63.8 | 61.9 |
| " 0.65% | 29.8 | 29.5 | 41.6 | 39.9 | 62.3 | 62.7 |
| Pyrazo. +Mefe. (대조) | 28.4 | - | 40.5 | - | 63.8 | - |
| 손 제 초 | 30.4 | - | 44.2 | - | 66.9 | - |
| 무 처 리 | 31.2 | - | 42.7 | - | 62.5 | - |

(계속)

| 공 시 약 제 | 분 얼 수(개/본) | | | | | |
|---------------------|------------|------|-------|------|-------|------|
| | 10일 후 | | 20일 후 | | 30일 후 | |
| | 기준량 | 배 량 | 기준량 | 배 량 | 기준량 | 배 량 |
| Halo. 합제 0.83% | 18.3 | 15.4 | 36.1 | 35.1 | 38.8 | 35.6 |
| " 0.7% | 18.9 | 16.6 | 33.2 | 35.8 | 36.8 | 36.7 |
| " 0.65% | 19.5 | 16.8 | 35.4 | 35.9 | 36.6 | 36.7 |
| Pyra. 합제 0.83% | 17.1 | 18.0 | 34.2 | 38.2 | 39.0 | 37.1 |
| " 0.7% | 15.5 | 19.4 | 38.7 | 30.9 | 36.0 | 35.9 |
| " 0.65% | 17.9 | 17.2 | 36.0 | 32.9 | 35.1 | 33.3 |
| Pyrazo. +Mefe. (대조) | 17.4 | - | 38.8 | - | 35.6 | - |
| 손 제 초 | 18.6 | - | 40.5 | - | 38.8 | - |
| 무 처 리 | 18.1 | - | 36.0 | - | 29.6 | - |

표 6-49. 혼합제 함량별 약해정도

| 공 시 약 제 | 10일 후 | | 20일 후 | | 30일 후 | |
|---------------------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| | 기준량 | 배 량 | 기준량 | 배 량 | 기준량 | 배 량 |
| Halo. 합제 0.83% | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| " 0.7% | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| " 0.65% | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pyra. 합제 0.83% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| " 0.7% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| " 0.65% | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pyrazo. +Mefe. (대조) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 손 제 초 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 무 처 리 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

혼합제 함량별 포장시험에서 halosulfuron-methyl 조합이 약간의 생육억제가 나타났으나 0.83%를 제외하고는 후기 생육과 수량에는 별다른 영향을 미치지 않았다(표 6-50).

표 6-50. 혼합제 함량별 벼 후기생육 및 수량

| 공 시 약 제 | 생육상황 | | | 수 량 | |
|---------------------|--------|--------|----------|--------------|------|
| | 간장(cm) | 수장(cm) | 경수 (개/주) | 정조중 (kg/10a) | 수량지수 |
| Halo. 합제 0.83% | 86.8 | 16.2 | 25.5 | 497.9 | 92.7 |
| " 0.7% | 87.3 | 15.9 | 25.7 | 513.7 | 95.7 |
| " 0.65% | 87.6 | 16.4 | 26.5 | 512.5 | 95.5 |
| Pyra. 합제 0.83% | 88.0 | 16.5 | 26.1 | 515.5 | 96.0 |
| " 0.7% | 85.4 | 17.0 | 25.5 | 517.0 | 96.3 |
| " 0.65% | 86.3 | 16.8 | 24.4 | 521.5 | 97.1 |
| Pyrazo. +Mefe. (대조) | 87.9 | 16.5 | 25.7 | 532.0 | 99.1 |
| 손 제 초 | 87.9 | 16.7 | 26.8 | 536.8 | 100 |
| 무 처 리 | 82.6 | 15.2 | 18.2 | 279.9 | 52.1 |

이상의 혼합제 함량별 포장조건에서의 시험결과, 잡초방제효과는 KH-16550 함량별로 다년생잡초 방제약제인 Halosulfuron과 Pyrazosulfuron-ethyl을 혼용한 합제에 대한 일년생 및 다년생잡초 방제효과는 초종간에 다소 차이는 있지만, 대조약제와 비등하게 나타났으며, 약해에서는 Halosulfuron 합제의 배양 처리구에서 약제처리 10일경에 분얼이 감소하는 등의 약해증상은 나타났으나, 그 후 회복이 되었다. 그 외 다른 처리구에서는 별다른 이상증상을 관찰할 수 없었다. 즉 약효면에서는 개발 시제품이 함량에 관계없이 안전하였으나, Halosulfuron과의 혼합조합에서는 다소 분얼이 감소되는 약해증상이 나타나 다양한 환경조건에서 약해가 발생할 가능성이 우려된다.

다. 혼합제와 근접 살포시 벼생육 영향 시험

시제품이 벼 재배중 농약 및 비료 등과 근접 사용시에 벼 생육에 미치는 영향을 조사한 시험 성적은 표 6-51과 같다.

표 6-51. 혼합제와 카보입제 및 분얼비의 근접살포시 벼생육영향

| 처 리 조 합 | 약해정도(0-9) | | 초장 (cm) | 분얼수 (개) | 생체중 (g) |
|------------------------------|-----------|----|------------|------------|------------|
| | 1회 | 2회 | | | |
| Halo. 혼합제 3kg+카보 3kg+요소 0kg | 2 | 2 | 67.9 | 8.0 | 12.5 |
| Halo. 혼합제 3kg+카보 3kg+요소 7kg | 3 | 2 | 64.3 | 8.0 | 11.5 |
| Halo. 혼합제 3kg+카보 3kg+요소 14kg | 3 | 2 | 62.3 | 7.0 | 10.5 |
| Pyra. 혼합제 3kg+카보 3kg+요소 0kg | 3 | 1 | 63.8 | 10.0 | 15.4 |
| Pyra. 혼합제 3kg+카보 3kg+요소 7kg | 3 | 2 | 67.1 | 9.3 | 13.8 |
| Pyra. 혼합제 3kg+카보 3kg+요소 14kg | 3 | 2 | 69.5 | 8.4 | 14.0 |
| 무 처 리 | - | - | 77.4 | 9.1 | 18.8 |

KH-16550+Halosulfuron-methyl GR (0.83+0.18%)와 KH-16550+Pyrazosulfuron-ethyl GR (0.83+0.18%) 혼합제가 살충제인 카보입제와 혼용 살포시 초장에 미치는 영향이 가장 높았으며 분얼비가 추가될 경우에는 벼의 생육은 halosulfuron-methyl 혼합제에서는 생육이 떨어진 반면에 pyrazosulfuron-ethyl 혼합제에서는 생육이 오히려

촉진되는 결과를 보였다. 이상의 결과에서 혼합제 중 KH-16550 0.83%와 halosulfuron-methyl 및 pyrazosulfuron-ethyl과의 합제를 약제처리 시기에 분얼비와 카보입제를 동시에 살포할 경우 벼 생육에 대한 영향은 카보입제와의 혼용살포시 가장 영향이 높았다.

제 5절 혼합제 지역 적응성 시험

1. 서론

하나의 새로운 화합물이 합성되어 온실과 포장시험에서 우수하게 판명이 되어도 실제 농가 수준에서 사용하여 약효와 작물에 대한 약해에 이상이 없어야 농약으로서의 가치가 있다고 할 수 있다. 일반적으로 제초제는 농약등록시험 과정 중에 우리나라 5개 지대별로 2개년동안 약해시험을 실시하여 별다른 이상이 없어야만 제초제로 등록을 할 수 있다. 그리하여 한국화학연구원에서 개발하여 4년동안 시험을 수행해 온 화합물을 이제는 5개 지대별 지역적응성시험을 실시하여 현장적응성을 검증하고자 시험을 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 지역적응성 시험의 지대선정

현지 지역적응성 시험은 중부평야지대에는 수원, 동부고냉지대는 강원 횡성, 서해안 간척지대는 전북 군산, 중부산간사질답지대는 충북 괴산 그리고 남부이모작지대는 경북 경주를 선정하여 시험을 실시하였다.

나. 시험약제 및 처리방법

시험약제는 한국화학연구원에서 개발한 화합물인 KH-16550와 논 다년생잡초 방제약제인 Halosulfuron-methyl에 논 일년생잡초 방제효과를 상승시킬 수 있는 Thiobencarb를 혼합한 3원 혼합제 즉 KH-16550+halosulfuron-methyl+ Thiobencarb 1.88%(0.7+0.18+1) 입제를 제제하여 시험에 사용하였으며, 대조약제로는 Pyrazosulfuron-ethyl·Mefenacet 10.71% 입제로 하였다.

약제처리는 중부평야지대인 수원에서는 잡초방제효과와 벼에 미치는 영향을 동시에 조사한 반면에 그 외 지역에서는 50㎡ 단구제로 기준탕에서 시기별 생육조사와 약해정도를 조사하였다.

다. 중부평야지대(수원)의 처리내용

중부평야지대인 수원에서는 추청벼를 대상으로 하였으며, 경종개요는 표 6-52과 같다. 이 때의 시험구 배치 및 면적은 표 6-53와 같으며, 이앙시 묘 소질은

표 6-54과 같다. 약제처리 내용은 표 5-55와 같이 처리하였다.

표 6-52. 중부평야지대(수원)에서의 현지 실증시험 경종개요

| 파종기 | 파종량 | 이앙일 | 시비량 (kg/10a) |
|--------|---------|--------|--|
| 5월 10일 | 200g/상자 | 5월 22일 | N-P ₂ O ₅ -K ₂ O=11-7-8 |

표 6-53. 중부평야지대(수원)에서의 현지 실증시험 시험구 배치 및 면적

| 구분 | 처리수 | 반복수 | 총구수 | 구당면적 | 시험구면적 | 총면적 |
|----|-----|-----|-----|------------------|-------------------|-------------------|
| 약효 | 4 | 3 | 12 | 20m ² | 240m ² | 270m ² |
| 약해 | 1 | 3 | 3 | 10m ² | 30m ² | |

* 시험구 배치 : 난괴법 3반복

표 6-54. 중부평야지대(수원)에서의 현지 실증시험 이앙시 묘소질

| 초장(cm) | 엽수(매) | 건물중(g/100본) |
|--------|-------|-------------|
| 9.7 | 2.6 | 0.8 |

표 6-55. 중부평야지대(수원)에서의 현지 실증시험 약제처리 내용

| 공시약제 | 주성분 함량(%) | 약효 | | 약해 | |
|--|----------------------|-------------|----------|-----|-----|
| | | 10a당 사용량 | 처리시기 | 기준량 | 배량 |
| KH-16550+Halosulfuron+ Thiobencarb GR | 1.88 (0.7+0.18+1) | 3kg | 이앙후 10일경 | 3kg | 6kg |
| Pyrazo. · Mefenacet GR(대조) | 10.71 | 3kg | " | - | - |
| 손제초 | - | - | - | - | - |
| 무처리 | - | - | - | - | - |

약제처리 후 잡초방제효과는 약제처리 후 45일인 7월 12일에 초종별 잔초량을 실시하였으며, 벼 생육에 미치는 영향은 약제처리 후 10, 20, 30일에 달관조사 방법에 의하여 0~9의 10단계법으로 하였다. 달관조사 방법 이외에 초장, 경수의 초기 생육조사와 간장, 수장, 경수 등의 후기 생육조사를 실시하여 약해정도를 뒷받침하였다. 이와 같은 조사방법은 표 6-56와 같다.

표 6-56. 중부평야지대(수원)에서의 현지 실증시험 약효 및 약해시험의 조사방법

| 구분 | 조사항목 | 조사횟수 | 조사일자 | 조사방법 |
|----|----------|------|----------------------|---|
| 약효 | 초종별 잔초량 | 1회 | 7월 12일 | · 시험구내 잡초발생밀도가 균일한 두지점에 25×50cm quadrat를 던져 잡초를 발취, 초종별 본수와 건물중을 조사한 후 m ² 당으로 환산하였음 |
| 약해 | 약해정도 | 4회 | 6월 12, 22, 7월 2, 12일 | · 달관조사 |
| | 초장, 경수 | 3회 | 6월 14, 24, 7월 4일 | · 농촌진흥청 조사 기준 |
| | 간장, 수장 등 | 1회 | 10월 12일 | · 농촌진흥청 조사기준 |

라. 그 외 지역의 처리내용

중부평야지대인 수원을 제외한 동부고냉지대(강원 횡성), 서해안 간척지대(전북 군산), 중부산간사질답지대(충북 괴산) 그리고 남부이모작지대(경북 경주)의 경종개요는 표 6-57과 같다. 이 시험은 잡초방제효과보다는 각 지역조건에 따라 재배하는 것으로 농가단위에서 약제를 처리할 경우 약해가 발생하는지를 확인하는 단계로 단구제(시험구 면적 : 1구당 50m²)로 시험을 실시하였다.

각 지역별로 어린모 기계이앙을 실시하였으며, 이 때의 모 이앙소질은 표 6-58과 같다. 즉 초장은 13cm내외, 엽수는 2.0매이고 건물중(g/100본)은 2.0g 내외였다.

표 6-57. 지역적응성 시험포장별 경종개요

| 시험지역 | 파종시기 | 씨레질시기 | 이앙기 | 재식거리 |
|------|------|-------|------|----------|
| 횡 성 | 4.30 | 5.14 | 5.16 | 30×14 cm |
| 군 산 | 5.15 | - | 5.31 | " |
| 괴 산 | 5.9 | 5.19 | 5.22 | " |
| 경 주 | 6.6 | 6.6 | 6.12 | " |

표 6-58. 지역적응성 시험포장별 어린모 기계이앙시 묘소질

| 시험지역 | 초 장(cm) | 엽 수(매) | 건물중(g/100본) |
|------|---------|--------|-------------|
| 횡 성 | 10.5 | 2.0 | 1.8 |
| 군 산 | 14.5 | 2.4 | 2.2 |
| 괴 산 | 12.8 | 2.1 | 2.9 |
| 경 주 | 17.5 | 2.5 | 2.7 |

약제처리 내용은 표 6-59과 같이 10a당 3kg을 이앙 후 10일경에 처리하여 약해를 조사하였다. 약해조사는 약제처리 후 10일 간격으로 3회 달관으로 약해정도를 조사하였으며, 초장, 경수 등도 병행하여 조사하였다.

표 6-59. 지역적응성 시험포장의 처리내용

| 시 험 약 제 | 주성분 함 량 (%) | 약 해 | |
|---|-------------------|-------------|----------|
| | | 10a당 사용량 | 처리시기 |
| KH-16550+Halosulfuron-methyl+ Thiobencarb GR | 1.88 | 3kg | 이앙후 10일경 |
| 무 처 리 | - | - | - |

3. 결과 및 고찰

가. 중부평야지대(수원)의 잡초방제효과 및 약해정도

중부평야지대(수원)에서 달관에 의한 잡초방제효과는 표 6-60와 같다. 시험 약제는 피를 98.4% 방제하였으며, 일년생잡초는 98.7%, 그리고 다년생잡초는 95.5%로서 총방제효과는 98.1%로 대조약제인 Pyrazosulfuron · Mefenacet 10.71% 입제보다 우수한 결과를 보였다. 그러므로 이 약제는 어린모 기계이앙답에서 이앙 후 10일경에는 일년생 및 다년생잡초 방제약제로 사용하여도 가능할 것으로 사료되며, 초종별 잡초방제효과는 표 6-61과 같다. 이 때의 벼의 생육에는 어떠한 영향을 미치지 않았다(표 6-62). 즉 초장 및 경수가 무처리 또는 대조약제와 비슷한 수준이었다.

표. 6-60. 중부평야지대(수원)에서의 잡초방제효과(%)

| 시험약제 | 피 | 일년생계 | 다년생계 | 총계 |
|-------------------------------|------|------|------|------|
| KH-16550+Halo.+Thioben. GR | 98.4 | 98.7 | 95.5 | 98.1 |
| Pyrazosulfuron · Mefenacet GR | 92.4 | 94.9 | 93.8 | 94.7 |

표 6-61. 중부평야지대(수원)에서 포장시험의 초종별 방제효과

| 공 시 약 제 | 피 | | | 물달개비 | | | 밭쪽외풀 | | |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| | 본 수 | 건물중 | 방제가 | 본 수 | 건물중 | 방제가 | 본 수 | 건물중 | 방제가 |
| KH-16550+Ha.+ Thioben. GR | 2.0 | 0.8 | 98.4 | 1.0 | 0.3 | 98.2 | 0 | 0 | 100 |
| Pyrazo. · Mefe. (대조) | 3.5 | 3.8 | 92.4 | 1.5 | 0.5 | 97.0 | 0 | 0 | 100 |
| 손 제 초 | 1.5 | 0.7 | 98.6 | 2.4 | 0.7 | 95.8 | 1.0 | 0.1 | 84.5 |
| 무 처 리 | 25.6 | 50.1 | - | 24.2 | 16.7 | - | 1.1 | 0.8 | - |

* 본수 : 개, 건물중 : g, 방제가 : %
(계속)

| 공 시 약 제 | 가막사리 | | | 여뀌바늘 | | | 사마귀풀 | | |
|------------------------------|------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|-----|
| | 본 수 | 건물중 | 방제가 | 본 수 | 건물중 | 방제가 | 본 수 | 건물중 | 방제가 |
| KH-16550+Ha.+ Thioben. GR | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 10 |
| Pyrazo. · Mefe. (대조) | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| 손 제 초 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| 무 처 리 | 1.2 | 1.5 | - | 4.2 | 0.4 | - | 1.8 | 2.4 | - |

(계속)

| 공 시 약 제 | 마 디 꽃 | | | 알방동산이 | | | 일년생계 | | |
|-------------------------------|-------|---------|------|-------|---------|-----|------|---------|------|
| | 본 수 | 건물중 방제가 | | 본 수 | 건물중 방제가 | | 본 수 | 건물중 방제가 | |
| KH-16550+Ha. + Thioben. GR | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 3.0 | 1.1 | 98.7 |
| Pyrazo. +Mefe. (대조) | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 5.0 | 4.3 | 94.9 |
| 손 제 초 | 6.2 | 0.2 | 90.9 | 0 | 0 | 100 | 11.1 | 1.7 | 98.0 |
| 무 처 리 | 31.4 | 2.2 | - | 4.3 | 10.1 | - | 97.8 | 84.2 | - |

(계속)

| 공 시 약 제 | 물고랭이 | | | 나도겨플 | | | 올챙이고랭이 | | |
|-------------------------------|------|---------|------|------|---------|-----|--------|---------|------|
| | 본 수 | 건물중 방제가 | | 본 수 | 건물중 방제가 | | 본 수 | 건물중 방제가 | |
| KH-16550+Ha. + Thioben. GR | 2.5 | 0.2 | 91.7 | 0 | 0 | 100 | 1.4 | 0.5 | 93.8 |
| Pyrazo. +Mefe. (대조) | 2.0 | 0.3 | 87.5 | 0 | 0 | 100 | 1.5 | 0.4 | 95.0 |
| 손 제 초 | 2.5 | 0.1 | 95.8 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| 무 처 리 | 8.2 | 2.4 | - | 0.7 | 0.4 | - | 4.7 | 8.0 | - |

(계속)

| 공 시 약 제 | 올방개 | | | 다년생계 | | | 총 계 | | |
|-------------------------------|-----|---------|------|------|---------|------|-------|---------|------|
| | 본 수 | 건물중 방제가 | | 본 수 | 건물중 방제가 | | 본 수 | 건물중 방제가 | |
| KH-16550+Ha. + Thioben. GR | 2.0 | 0.4 | 94.4 | 5.9 | 0.8 | 95.5 | 8.9 | 1.9 | 98.1 |
| Pyrazo. +Mefe. (대조) | 1.0 | 0.4 | 98.6 | 3.0 | 1.1 | 93.8 | 8.0 | 5.4 | 94.7 |
| 손 제 초 | 0 | 0 | 100 | 2.5 | 0.1 | 99.4 | 13.6 | 1.8 | 98.2 |
| 무 처 리 | 7.5 | 7.2 | - | 21.1 | 17.6 | - | 118.9 | 101.8 | - |

표 6-62. 중부평야지대(수원)에서의 초기생육 및 약해정도

| 시험약제 | 초 장(cm) | | | 분 얼 수(개) | | |
|-------------------------------|---------|------|------|----------|------|------|
| | 10일후 | 20일후 | 30일후 | 10일후 | 20일후 | 30일후 |
| KH-16550+Halo.+Thioben. GR | 32.1 | 46.5 | 70.5 | 22.2 | 27.6 | 23.0 |
| Pyrazosulfuron · Mefenacet GR | 31.8 | 46.0 | 72.1 | 24.1 | 29.4 | 23.4 |
| 무 처 리 | 31.4 | 47.8 | 73.9 | 25.6 | 25.8 | 22.9 |

* 약해정도 : 약해없음

나. 그 외 지역의 초기생육 및 약해정도

중부평야지대에서 잡초방제효과는 우수한 것으로 확인되었으며, 약해도 없었다. 그 외 지역에서도 중부평야지대의 성적과 유사한 양상을 보였다. 표 6-63에서 보는 바와 같이 초기에는 생육억제에 의한 1정도의 약해를 보인 반면에 30일 후에는 회복되어 무처리와 같은 수준이었다.

표 6-63. 지대별 지역적용 시험포장별 생육조사와 약해정도

| 조사시기 | 시험지역 | 초 장(cm) | | 경 수(개) | | 약해정도 (0-9) | 약해증상 |
|-------|------|---------|------|--------|------|---------------|------|
| | | 처리구 | 무처리 | 처리구 | 무처리 | | |
| 10일 후 | 군 산 | 26.0 | 27.6 | 13.0 | 13.1 | 1 | 생육억제 |
| | 괴 산 | 26.7 | 27.0 | 16 | 16 | 0 | - |
| | 횡 성 | 24.5 | 25.8 | 12.1 | 13.6 | 1 | 생육억제 |
| | 경 주 | 24.7 | 25.3 | 8.3 | 8.7 | 1 | 생육억제 |
| 20일 후 | 군 산 | 33.1 | 35.1 | 21.7 | 22.3 | 1 | 생육억제 |
| | 괴 산 | 49.0 | 50.0 | 23 | 22 | 0 | - |
| | 횡 성 | 37.5 | 39.8 | 16.8 | 19.8 | 1 | 생육억제 |
| | 경 주 | 33.1 | 34.3 | 14.0 | 14.3 | 1 | 생육억제 |
| 30일 후 | 군 산 | 50.4 | 51.2 | 28.3 | 28.2 | 0 | - |
| | 괴 산 | 58.5 | 58.0 | 24 | 24 | 0 | - |
| | 횡 성 | 49.2 | 49.6 | 29.6 | 29.4 | 0 | - |
| | 경 주 | 44.7 | 45.0 | 18.7 | 19.0 | 0 | - |
| 40일 후 | 군 산 | 60.5 | 60.4 | 25.2 | 25.4 | 0 | - |
| | 괴 산 | 74.5 | 73.5 | 29 | 29 | 0 | - |
| | 횡 성 | 61.0 | 61.5 | 25.0 | 25.0 | 0 | - |
| | 경 주 | 67.3 | 67.3 | 26.3 | 26.0 | 0 | - |

시험 5년차 결과를 요약하면 잡초방제효과 측면에서는 KH-16550 · Halosulfuron-methyl · Thiobencarb GR 1.88%(0.18+0.7+1)의 잡초방제 효과는 피를 비롯한 일년생잡초를 98% 방제하였으며, 물고랭이, 올방개 등도 효과적으로 방제하여 97%의 방제효과를 보여 논잡초를 고 활성, 저약량, 그리고 생력적으로 방제할 수 있을 것으로 기대되며, 벼에 대한 약해반응은 시험약제 처리 후 벼에 대한 반응은 무처리와 비슷하였으나, 일부 불량 벼 재배 지역에서 약제처리 초기에 국부적으로 생육억제의 증상이 나타났으나 점차 회복되어 벼 재배지역에 안전하게 사용할 수 있는 약제로 사료된다.

제 6절 적 요

1. 한국화학연구원에서 합성한 새로운 화합물인 KH-15077(IV-217), 15084(IV-7), 16550(IV-1)을 온실시험 결과, KH-15084와 16550이 어린모 기계이앙답의 이앙 후 7일경에 사용하면 잡초방제효과가 우수할 뿐만 아니라 약해도 적었다.
2. KH-15084와 16550을 어린모 기계이앙답의 포장조건에서 논 일년생잡초인 피는 99~100%방제하였으며, 기타 다른 잡초도 98%이상 방제하여 논 제초제로서의 가능성을 보였다. 이 때 벼의 생육에 미치는 영향은 초기에 생육이 억제되었으나, 후기에 회복되었으며 수량은 대조약제와 비등하였다.
3. 어린모 기계이앙답 일년생잡초 방제용으로 사용이 가능한 KH-15084에 대한 토양 중 이동성 시험 결과, 4cm 이내로 기존에 사용중인 화합물과 별 차이가 없었다.
4. 논 제초제로서의 개발 가능성이 있는 KH-15084와 16550에 대하여 6작물에 대한 후작물 약해시험을 실시하였다. 토마토와 상추만이 표층인 0~5cm에서 시험약제의 기준량과 배량에서 각각 생육억제로 10일 후에는 1정도의 약해가 20일까지 지속되다가 30일 후에는 토마토만이 2정도의 약해를 보였다.
5. KH-16550과 논 다년생잡초 방제약제인 pyrazosulfuron-ethyl과의 혼합제에 대한 주성분 경시 안전성은 50℃조건에서 학대처리하였다. 그 결과 6주째 KH-16550은 7.5%, pyrazosulfuron-ethyl은 10.9% 주성분이 분해되어 이들 혼합제는 항온조건에서 3년정도 보관할 수 있을 정도로 안전성을 가지고 있는 것으로 확인되었다. 또한 수중 붕괴성도 양호하였다.
6. KH-16550과 pyrazosulfuron-ethyl과의 혼합제를 온실시험한 결과, 어린모 기계이앙벼 이앙 후 7일경에 3kg/10a 처리하는 것이 잡초방제 효과가 높았을뿐만 아니라 약해도 낮았다. 또 포장시험에서 혼합제는 피는 95.0%, 일년생잡초는 95.1%, 다년생잡초는 94.7%를 방제하였다.
7. KH-16550+halosulfuron-methyl의 혼합제와 KH-17641+halosulfuron-methyl의 혼합제의 포장시험에서 피에 대한 방제효과는 97.3%로 같았으나 KH-16550 혼합제가 피를 제외한 광엽잡초와 다년생잡초에 대한 방제효과가 높은 관계(총 방제가: KH-16550 혼합제-97.8%, KH-17641 혼합제-91.7%)로 개발 가능성이 높다. 약해정도도 기준량에서

약제처리 후 20일에 1정도이고 배량에서 2-3이나 후기에 회복되어 수량에는 별다른 차이를 보이지 않았다.

8. KH-16550+halosulfuron-methyl 1.01% 입제를 약효 및 약해변동 요인 시험을 온실 조건에서 실시하였다. 약제처리 20일 후에 담수심에 관계없이 표면과 1cm 등의 천식에서 생육억제 등의 약해가 발생되어 계속 진행되었으나, 담수심 5cm, 식부심 3~5cm 처리구에서는 약해정도가 경미하게 나타났다. 그러므로 개발 시제품인 혼합제를 포장에 살포할 경우 3~5cm 깊이로 이앙하고 5cm 정도의 담수상태를 유지하면 약해측면에서 안전할 것으로 사료된다.

9. KH-16550 함량별로 다년생잡초 방제약제인 Halosulfuron과 Pyrazosulfuron-ethyl을 혼용한 합제에 대한 일년생 및 다년생잡초 방제효과는 초종간에 다소 차이는 있지만, 대조약제와 비등하게 나타났으며, 약해에서는 Halosulfuron 합제의 배량 처리구에서 약제처리 10일경에 분얼이 감소하는 등의 약해증상은 나타났으나, 그 후 회복이 되었다. 그 외 다른 처리구에서는 별다른 이상증상을 관찰할 수 없었다. 즉 약효면에서는 개발 시제품이 함량에 관계없이 안전하였으나, Halosulfuron과의 혼합조합에서는 다소 분얼이 감소되는 약해증상이 나타나 다양한 환경조건에서 약해가 발생할 가능성이 우려된다.

10. KH-16550과 Halosulfuron 및 Pyrazosulfuron-ethyl을 혼합한 제초제와 물바구미 방제약제인 카보입제와 분얼비(요소 46%)를 혼합하여 살포할 경우, 초장, 분얼수 등이 감소되는 약해가 발생하는 경향을 보였다.

11. KH-16550+halosulfuron-methyl+Thiobencarb 1.88%(0.7+0.18+1) 입제에 대한 지역적응성 시험 결과, 중부평야지대인 수원에서 이 혼합제는 피를 98.4% 방제하였으며, 약해도 없었다. 그 외 4개 농업지대(동부고냉지대, 서해안 간척지대, 중부산간사질답지대, 남부내륙이모작지대)에서는 초기에 생육억제에 의한 약해가 있었으나 회복되었다.

제 7 장 후보물질의 독성 연구

제 1 절 후보물질(KH-16550(IV-1), KH-17641(IV-75))의 급성경구 독성실험

1. 시험물질 및 부형제

가. 시험물질

- 1) 명 칭 : KH-16550, KH-17641
- 2) 시험기관내 코드번호 : K-1372
- 3) 로트번호 : 153m1-1
- 4) 입 수 일 : 2000년 6월 4일
- 5) 입 수 량 : 1 kg
- 6) 외관 및 성상 : 연한갈색의 오일
- 7) 보관조건 : 냉장보관
- 8) 공 급 자 : 한국화학연구원

나. 부형제

- 1) 명 칭 : 0.5 % Methylcellulose 용액
- 2) 로트번호 : 129H0078
- 3) 공 급 자 : Sigma-Aldrich Co.

2. 재료 및 방법

가. 시험계

- 1) 종 및 계통
SD 계통의 특정병원체부재(SPF) 랫드
- 2) 공급원
바이오제노믹스 주식회사

(주소 : 서울특별시 금천구 가산동 459-24번지)

3) 시험계의 선택이유

랫드는 독성시험에 적당한 실험동물로서 독성시험에 널리 사용되고 있다. 본 계통의 랫드는 풍부한 시험기초자료가 축적되어 있어서, 시험결과의 해석 및 평가시에 이러한 자료를 이용하는 것이 가능하다.

4) 주령 및 체중범위

- ▶ 수 컷
 - . 입수시 주령 : 4주령
 - . 입수시 동물수 : 12마리
 - . 입수시 체중 : 72.6~80.8 g
 - . 투여개시시 주령 : 5주령
 - . 투여개시시 동물수 : 10마리
 - . 투여개시시 체중 : 101.5~113.0 g
- ▶ 암 컷
 - . 입수시 주령 : 4주령
 - . 입수시 동물수 : 12마리
 - . 입수시 체중 : 72.2~80.8 g
 - . 투여개시시 주령 : 5주령
 - . 투여개시시 동물수 : 10마리
 - . 투여개시시 체중 : 93.3~106.7 g

5) 검역 및 순화

동물입수시에 외관을 육안적으로 검사한 후 6일간 시험을 실시하는 동물실에서 순화시키면서 일반증상을 관찰하여 건강한 동물만을 시험에 제공하였다.

나. 사육환경

1) 환경조건

본 시험은 온도 $23 \pm 3^{\circ}\text{C}$, 상대습도 $50 \pm 10\%$, 조명시간 12시간(08:00시 점등~20:00시 소등), 조도 150~300 Lux 및 환기횟수 10~20회/시간으로 설정된 한국화학연구원 안전성연구센터 BS-2동의 4호실에서 실시되었다. 시험담당자들은 모두 고압증기멸균(121°C , 20분)된 작업복, 두건, 마스크 및 장갑 등을 착용

용하고 작업을 실시하였다.

2) 사육환경모니터링

시험기간 중 동물실의 온·습도는 자동 온·습도측정기에 의해 매시간 측정되었고, 조명시간, 환기횟수 및 조도 등의 사육조건은 정기적으로 측정하였다. 사육환경측정의 결과, 시험에 영향을 미칠 것으로 사료되는 변동은 없었다.

3) 사육상자, 사육밀도 및 사육상자의 식별

순화, 검역기간 동안 및 투여 후의 전기간동안 스테인레스제 망사육상자(220W x 410L x 200H mm)에 5마리씩 사육상자에 수용하였다. 개체식별은 포화피크린산용액에 의한 피모색소표시법과 사육상자별 개체식별카드표시법을 이용하였다.

4) 사료 및 물

㉠ 사료의 급여방법

사료는 실험동물용 고품사료(PMI Nutrition International, 505 North 4th Street Richmond, In 47374, USA)를 방사선멸균(10.8 kGy)하여 자유섭취시켰다. 또한 경북농약 안전성연구센터 검역실에서 미생물검사를 실시하고 사료공급처에서 오염물질을 검사한 바, 본 시험에 영향을 미칠만한 요인은 발견되지 않았다.

㉡ 물의 급여방법 및 오염물질의 확인

물은 상수도수를 미세여과기(pore size : 1 μ m)와 자외선유수살균기(Steritron SX-1, 대영설비 주식회사)를 통과시켜 살균, 소독한 후 물병으로 자유섭취시켰다. 수질검사는 급여하기 전에 대전광역시 보건환경연구원에 의뢰하여 실시하였으며 물 중의 오염물질분석에 있어서 시험에 영향을 미치는 요인은 발견되지 않았다.

다. 투여량 및 시험군의 구성

1) 투여량 설정

암수 랫드 각각 2마리를 대상으로 실시한 예비투여(2500 mg/kg)결과, 어떠한

사망동물도 관찰되지 않았다. 따라서, 일본농림수산성고시 12 農産 第 8147号 (平成 12年 11月 24日) '農藥の登録申請に係る試験成績について'에 따라 2500 mg/kg을 한계용량으로 시험을 실시하였다^{VI-1-4}. 또한, 부형제만을 투여하는 부형제대조군을 설정하였다.

2) 시험군의 구성, 투여농도 및 용량

| 군 | 성별 | 동물수 (마리) | 동물번호 | 투여액량 (ml/kg) | 투여량 (mg/kg) |
|--------------------|--------|-------------|-------|-----------------|----------------|
| Vehicle control | Male | 5 | 1~5 | 10 | 0 |
| | Female | 5 | 11~15 | 10 | 0 |
| T1 | Male | 5 | 6~10 | 10 | 2000 |
| | Female | 5 | 16~20 | 10 | 2000 |

3) 군분리 및 동물식별

동물의 군분리는 다음과 같이 실시하였다. 우선, 순화기간 중 건강하다고 판정된 동물들에 대하여 체중을 측정 후 5 g 간격으로 구분하여 각각의 평균체중에 가까운 동물들을 암수 10마리씩 선택하였다. 선택된 암수 동물들을 각 군에 5마리씩 균등한 체중으로 분배되도록 순위화한 체중과 난수를 이용하여 무작위법으로 분배하였다. 동물의 개체식별은 포화피크린산 용액에 의한 피모색소 표시법과 개체식별카드 표시법으로 실시하였다.

라. 시험물질의 투여

1) 투여액의 조제

시험물질을 최고용량군의 투여량에 맞게 정확히 칭량하여 0.5 % Methylcellulose용액에 현탁하여 조제하였다.

2) 투여경로 및 투여방법

시험물질을 투여하기 전에 하룻밤동안 절식시킨 후 경구투여용 존데를 이용하여 강제 경구투여하고, 투여후 3~4시간 후에 다시 사료를 급여하였다.

3) 투여경로 선택이유

본 시험물질의 임상 예정경로와 동일하게 경구를 선택하였다.

4) 투여횟수 및 투여기간

투여 당일 09:00~12:00에 개체별로 1회 투여하였다.

5) 투여액량 계산

투여당일에 측정된 체중을 기준으로 하여 Labcat program (Innovative programming associates Inc., New Jersey, USA)에서 체중 kg당 10 ml로 계산하였다.

마. 관찰 및 검사항목

1) 일반증상 및 사망동물의 관찰

투여당일에는 시험물질 투여후 6시간까지는 매시간마다, 투여익일부터 14일까지는 매일 1회씩 일반증상의 변화, 독성증상 및 사망동물의 유무를 관찰하였다.

2) 체중측정

시험에 사용된 모든 동물에 대하여 투여개시전과 투여후 1, 4, 7 및 14일에 체중을 측정하였다.

3) 부검소견

모든 생존동물을 CO₂ 마취하에서 개복하여 방혈치사시킨 후 육안적으로 내부 장기를 관찰하였다.

바. 통계학적 방법

시험기간중의 일반증상과 체중의 변화는, 경북농약 안전성연구센터의 표준작업수순서에 따라 안전성연구센터에서 사용하는 Labcat program (ver. 4.26)을 이용하여 정리하였으며, 본 시험에서는 사망동물이 관찰되지 않아 LD₅₀값의 계산을 위한 통계처리는 실시하지 않았다.

3. 결 과

가. 사망동물 및 LD₅₀값

시험물질 투여로 인한 사망동물은 암수 모든 투여군에서 관찰되지 않았다. 따라서, 암수 랫드에서의 단회 경구투여에 의한 시험물질의 LD₅₀값은 암수 모두 2500 mg/kg를 상회하는 것으로 판단되었다.

나. 일반증상

일반증상의 경우, 암수 랫드 모든 투여군에서 어떠한 이상소견도 관찰되지 않았다. 체중변화

체중측정시 암수 모든 투여군에서 정상적인 체중증가가 관찰되었다.

라. 부검소견

부검소견에서도 암수 모든 투여군에서 어떠한 이상소견도 관찰되지 않았다.

4. 고찰 및 결론

시험물질 KH-16550, KH-17641의 급성경구독성을 조사하기 위하여 SD계통의 암수 랫드를 대상으로 2500 mg/kg 용량으로 단회 경구투여한 후 14일간의 사망률, 일반증상, 체중의 변화 및 부검소견을 관찰하였다.

본 시험에서 시험물질 투여에 기인한 사망동물, 일반증상의 변화, 체중의 변화 및 부검소견은 관찰되지 않았다. 이는 암수 랫드에 있어서 본 시험물질 KH-16550, KH-17641을 단회경구투여시 어떠한 급성독성도 나타나지 않은 것을 나타낸다.

이상의 결과에서, 암수 랫드에 있어서 의 단회 경구투여는 어떠한 급성독성도 유발하지 않는 것으로 나타났다. 따라서, 암수 랫드를 대상으로 실시한 급성경구독성시험에서, 시험물질 KH-16550, KH-17641의 LD₅₀값은 암수 각각 2500 mg/kg을 상회하는 것으로 사료되었다.

제 2 절 후보물질(KH-16550(IV-1), KH-17641(IV-75))의 급성 경피 독성실험

1. 시험물질 및 부형제

가. 시험물질

- 1) 명 칭 : KH-16550, KH-17641
- 2) 시험기관내 코드번호 : K-1372
- 3) 로트번호 : 153m1-1
- 4) 입 수 일 : 2000년 6월 4일
- 5) 입 수 량 : 1 kg
- 6) 외관 및 성상 : 연한갈색의 오일
- 7) 보관조건 : 냉장보관[보관고번호 : TRC-401(22)]
- 8) 공 급 자 : 한국화학연구원

나. 부형제

- 1) 명 칭 : 0.5 % Methylcellulose 용액
- 2) 로트번호 : 129H0078
- 3) 공 급 자 : Sigma-Aldrich Co.

2. 재료 및 방법

가. 시험계

1) 종 및 계통

SD 계통의 특정병원체부재(SPF) 랫드

2) 공급원

바이오제노믹스 주식회사

(주소 : 서울특별시 금천구 가산동 459-24번지)

3) 시험계의 선택이유

랫드는 독성시험에 적당한 실험동물로서 독성시험에 널리 사용되고 있다. 본 계통의 랫드는 풍부한 시험기초자료가 축적되어 있어서, 시험결과의 해석 및 평

가시에 이러한 자료를 이용하는 것이 가능하다.

4) 주령 및 체중범위

- ▶ 수 컷 . 입수시 주령 : 6주령
 - . 입수시 동물수 : 12마리
 - . 입수시 체중 : 178.9~197.8 g
 - . 투여개시시 주령 : 7주령
 - . 투여개시시 동물수 : 10마리
 - . 투여개시시 체중 : 241.4~263.0 g
- ▶ 암 컷 . 입수시 주령 : 7주령
 - . 입수시 동물수 : 12마리
 - . 입수시 체중 : 175.2~191.0 g
 - . 투여개시시 주령 : 8주령
 - . 투여개시시 동물수 : 10마리
 - . 투여개시시 체중 : 205.6~231.0 g

5) 검역 및 순화 (첨부자료 No. 2)

동물입수시에 외관을 육안적으로 검사한 후 7일간 시험을 실시하는 동물실에서 순화시키면서 일반증상을 관찰하여 건강한 동물만을 시험에 제공하였다.

나. 사육환경

1) 환경조건

본 시험은 온도 $23\pm 3^{\circ}\text{C}$, 상대습도 $50\pm 10\%$, 조명시간 12시간(08:00시 점등~20:00시 소등), 조도 150~300 Lux 및 환기횟수 10~20회/시간으로 설정된 한국화학연구원 안전성연구센터 BS-1동의 4호실에서 실시되었다. 시험담당자들은 모두 고압증기멸균(121°C , 20분)된 작업복, 두건, 마스크 및 장갑 등을 착용하고 작업을 실시하였다.

2) 사육환경모니터링

시험기간 중 동물실의 온·습도는 자동 온·습도측정기에 의해 매시간 측정되었고, 조명시간, 환기횟수 및 조도 등의 사육조건은 정기적으로 측정하였다.

사육환경측정의 결과, 시험에 영향을 미칠 것으로 사료되는 변동은 없었다.

3) 사육상자, 사육밀도 및 사육상자의 식별

스테인레스제 방사육상자(220W × 410L × 200H mm)에 순화, 검역기간 동안에는 4마리씩, 투여 후의 기간동안은 1마리씩 사육상자에 수용하였다. 개체식별은 흑색매직펜에 의한 꼬리색소표시법과 사육상자에 표기하는 개체식별카드 표시법으로 하고, 사용동물실의 입구에는 시험번호, 시험제목, 동물실사용기간, 시험책임자 및 시험담당자를 기재한 동물실사용기록지를 부착하였다.

4) 사료 및 물

㉠ 사료의 급여방법

사료는 실험동물용 고품사료(PMI Nutrition International, 505 North 4th Street Richmond, In 47374, USA)를 방사선멸균(10.8kGy)하여 자유섭취시켰다. 또한, 경북농약 안전성연구센터 검역실에서 미생물검사를 실시하고 사료공급처에서 사료성분 및 오염물질을 검사한 바, 본 시험에 영향을 미칠 만한 요인은 발견되지 않았다.

㉡ 물의 급여방법 및 오염물질의 확인

물은 상수도수를 미세여과기(pore size : 1 μ m)와 자외선유수살균기(Steritron SX-1, 대영설비 주식회사)를 통과시켜 살균, 소독한 후 물병으로 자유섭취시켰다. 수질검사는 급여하기 전에 대전광역시 보건환경연구원에 의뢰하여 실시하였으며 물 중의 오염물질분석에 있어서 시험에 영향을 미치는 요인은 발견되지 않았다.

다. 투여량 및 시험군의 구성

1) 투여량 설정

암수 랫드를 이용한 급성경구독성시험(시험번호: G01108)결과, 본 시험물질로 인한 어떠한 독성증상도 관찰되지 않음에 따라, 경피투여시에도 독성증상이 없을 것으로 사료되었다. 따라서, 일본농림수산성고시 12 農産 第 8147号(平成 12年 11月 24日) '農藥の登録申請に係る試験成績について'에 따라 2000 mg/kg을 한계용량으로 설정하고, 부형제만을 투여하는 부형제대조군을 설정하였다.

2) 시험군의 구성

| 군 | 성별 | 동물수 (마리) | 동물번호 | 투여액량 (ml/kg) | 투여량 (mg/kg) |
|--------------------|--------|-------------|-------|-----------------|----------------|
| Vehicle control | Male | 5 | 1~5 | 5 | 0 |
| | Female | 5 | 11~15 | 5 | 0 |
| T1 | Male | 5 | 6~10 | 5 | 2000 |
| | Female | 5 | 16~20 | 5 | 2000 |

3) 군분리 및 동물식별

동물의 군분리는 다음과 같이 실시하였다. 우선, 순화기간 중 건강하다고 판정된 동물들에 대하여 체중을 측정한 후 5 g 간격으로 구분하여 각각의 평균체중에 가까운 동물들을 암수 10마리씩 선택하였다. 선택된 암수 동물들을 각 군에 5마리씩 균등한 체중으로 분배되도록 순위화한 체중과 난수를 이용하여 무작위법으로 분배하였다. 동물의 개체식별은 포화피크린산 용액에 의한 피모색소 표시법과 개체식별카드 표시법으로 실시하였다.

라. 시험물질의 투여

1) 투여액의 조제

최고용량군의 투여량에 해당하는 시험물질을 정확히 칭량하여 0.5 % methylcellulose용액에 현탁하여 조제하였다.

2) 투여경로 및 투여방법

투여 24시간전에 랫드의 배부 피모를 5×6 cm²의 크기로 제모하였다. 중앙에 비닐을 부착한 의료용반창고를 미리 준비한 후, 그 위에 4×5 cm²의 크기의 거즈(2겹)를 놓고, 시험물질을 균질히 도포하였다. 완성된 패치를 제모부위에 부착한 후, 의료용반창고를 이용하여 제모부위에 밀착시키고, 24시간이 경과한 후 거즈와 반창고 등을 제거하고 증류수로 잔여시험물질을 닦아주었다.

3) 투여경로 선택이유

본 시험물질의 임상 예정경로와 동일하게 경피를 선택하였다.

4) 투여횟수 및 투여기간

투여 당일 09:00~15:00에 개체별로 1회 투여하였다.

5) 투여액량 계산

투여당일에 측정된 체중을 기준으로 하여 Labcat program (Innovative programming associates Inc., New Jersey, USA)에서 체중 kg당 5 ml로 계산하였다.

마. 관찰 및 검사항목

1) 일반증상 및 사망동물의 관찰

투여당일에는 시험물질 투여후 6시간까지는 매시간마다, 투여일일부터 14일까지는 매일 1회씩 일반증상의 변화, 독성증상 및 사망동물의 유무를 관찰하였다.

2) 체중측정

시험에 사용된 모든 동물에 대하여 투여개시전과 투여후 1, 3, 7 및 14일에 체중을 측정하였다.

3) 부검소견

모든 생존동물을 CO₂ 마취하에서 개복하여 방혈치사시킨 후 육안적으로 내부장기를 관찰하였다.

바. 통계학적 방법

시험기간중의 일반증상과 체중의 변화는, 한국화학연구원 안전성연구센터의 표준작업수순서에 따라 안전성연구센터에서 사용하는 Labcat program (ver. 4.26)을 이용하여 정리하였으며, 본 시험에서는 사망동물이 관찰되지 않아 LD₅₀값의 계산을 위한 통계처리는 실시하지 않았다.

3. 결 과

가. 사망동물 및 LD₅₀값

시험물질 투여로 인한 사망동물은 암수 모든 투여군에서 관찰되지 않았다. 따라서, 암수 랫드에서의 단회경피투여에 의한 시험물질의 LD₅₀값은 암수 모두 2000 mg/kg를 상회하는 것으로 판단되었다.

나. 일반증상

일반증상의 경우, 암수 랫드 모든 투여군에서 어떠한 이상소견도 관찰되지 않았다. 체중변화

체중변화에서는 암수컷의 경우 투여후 1일째에 부형제대조군 및 시험물질 투여군의 모든 동물에서 관찰되었으나, 투여후 3일째에는 회복되어 정상적인 체중증가를 나타내었다.

라. 부검소견

부검소견에서도 암수 모든 투여군에서 어떠한 이상소견도 관찰되지 않았다.

4. 고찰 및 결론

시험물질 KH-16550, KH-17641의 급성경피독성을 조사하기 위하여 SD계통의 암수 랫드를 대상으로 0 및 2000 mg/kg 용량으로 단회경피투여한 후 14일간의 사망률, 일반증상, 체중의 변화 및 부검소견을 관찰하였다. 본 시험에서 시험물질 투여에 기인한 사망동물, 일반증상의 변화 및 부검소견은 관찰되지 않았다. 체중의 변화에서 관찰된 투여후 1일째의 체중감소는 매체 대조군에서도 관찰되어 시험물질에 의한 것이 아니고 경피투여시 실시하는 제모 및 반창고의 압박에 의한 스트레스로 인한 것으로 사료되었다. 이상의 결과에서, 암수 랫드에 있어서의 단회경피투여는 어떠한 급성독성도 유발하지 않는 것으로 나타났다. 따라서, 암수 랫드를 대상으로 실시한 급성경피독성시험에서, 시험물질 KH-16550, KH-17641의 LD₅₀값은 암수 각각 2000 mg/kg을 상회하는 것으로 사료되었다.

제 3 절 후보물질(KH-16550(IV-1), KH-17641(IV-75))의 어독성 실험

국립환경연구원 고시 제 1997-9호에 따른 화학물질유해성시험연구기관의 지정 등에 관한 규정에 따라 잉어, 미꾸라지, 물벼룩에 대해 실험하였다.^{VII-5} 그 결과를 표 7-1에 나타냈다.

표 7-1 후보물질(KH-16550(IV-1), KH-17641(IV-75))의 어독성 결과

| 시 험 물 질 | 함 량 | 제 형 | 반수치사약량(LC ₅₀) | | | | | |
|-------------|-----|-----|---------------------------|-------|-----------------|-------|--------------------------|-------|
| | | | carp (잉어) | | loach (미꾸라지) | | <i>D. magna</i> (물벼룩) | |
| | | | 48hrs | 96hrs | 48hrs | 96hrs | 24hrs | 48hrs |
| KH-16550 원제 | | | 0.167 | 0.096 | - | - | - | - |
| KH-17641 원제 | | | < 0.5 | < 0.5 | - | - | - | - |

제 8 장 결 론

1. 고 선택성 피 제초제 후보물질을 창출하기 위하여 대상화합물로 선정된 mefenacet의 화학구조를 응용, 분자개변을 통하여 arylperfluorovinyloxyacetamide를 설계하였다. 설계된 화합물의 유도체들을 합성하고 1차 및 2차 스크리닝을 통하여 활성을 검색한 결과 피에 대한 제초활성이 우수한 KH-series(IV-series)화합물을 확보하였다.
2. 합성한 화합물의 구조와 제초활성의 상관관계(QSAR)를 연구한 결과 fluorovinyl oxyacetamide계 화합물이 높은 활성을 갖기 위해서는 작은 logP, 작은 radius of gyration 그리고 큰 dipole-Z값을 갖아야 한다는 사실을 확인할 수 있었다.
3. 합성한 화합물 중 2.5엽기의 피는 물론 일년생 논잡초에 대하여 제초활성이 우수한 KH-15077(IV-217), KH-16550(IV-1), KH-17641(IV-75)를 대상으로 포장시험 등 응용성 연구를 실시한 결과 이양후 7-12일경에 사용하면 약해가 적을 뿐만 아니라 잡초방제효과가 우수하다는 결과를 얻었다.
4. KH-16550(IV-1) 경우 입제로 제조하여 화합물의 안정성을 검토한 결과 항온조건에서 3년 정도 보관할 수 있는 정도의 원제 안정성을 나타냈다.
5. 포장시험에 있어서 KH-16550(IV-1) 경우 일반적으로 매우 우수한 제초활성을 나타내나 모의 이양시 이양묘의 뿌리가 충분히(3cm이하) 박히지 않은 천식상태에서는 약해가 있다는 것을 확인하였다.
6. KH-16550+halosulfuron-methyl의 혼합제와 KH-17641+halosulfuron-methyl의 혼합제의 포장시험에서 피에 대한 방제효과는 97.3%로 같았으나 KH-16550 혼합제가 피를 제외한 광엽잡초와 다년생잡초에 대한 방제효과가 높은 관계(총 방제가: KH-16550 혼합제-97.8%, KH-17641 혼합제-91.7%)로 개발 가능성이 높다고 판단된다.
7. 합성원제인 KH-16550(IV-1), KH-17641(IV-75)화합물을 후보물질로 선정하여 경구 급성독성, 경피급성독성 및 환경독성에 대한 간이시험을 실시하였다. 시험결과 경구 및 경피독성의 간이시험에 있어서는 두 화합물 모두 $LC_{50} > 2500\text{mg/kg}$ 으로 매우

안전하였다. 환경독성의 간이시험에 있어서는 미꾸라지와 물벼룩에 있어서는 각각 LC₅₀값이 5ppm, 2ppm 이상으로 안전하였으나, 잉어의 경우에는 대해 제1급인 LC₅₀=0.167 mg/L (KH-16550), LC₅₀<0.5 mg/L (KH-17641)값을 나타내어 앞으로 GLP 수준의 구체적인 시험이 필요하다고 판단되며, 혼합제의 경우에 있어서도 GLP수준의 독성시험을 통한 평가가 요구된다.

참고 문헌

- [I-1] 한국잡초학회지 (1999) 19(1):21-26
- [I-2] 농약 연보 (2000)
- [II-1] Santander Investment, Israel, 1998
- [II-2] AG Chem New Compound Review 2000
- [II-3] AG Chem New Compound Review 1999
- [III-1] Hamm, P.C. et al, *J. Amer. Chem. Soc.*, **78**, 2556 (1956)
- [III-2] Hartmann, W. W. et al, *Org. Syn.*, Coll. Vol. 3. 650 (1955).
- [III-3] Brasen, W. R., et al, *Org. Syn.*, Coll. Vol. 3, 450 (1963)
- [III-4] Jeong, I. H. et al, *Bull. Korean Chem. Soc.*, **15**(12), 1031 (1994).
- [III-5] Kim, B. T. et al, *Heterocycles*, **41**(4), 641 (1995).
- [IV-1] Frans et al, . 1986, Experimental design and techniques for measuring and analyzing plant responses to weed control practices, In research methods in weed sciences, ed. by Camper. p.29-70, Southern Weed Science Society, p.486.
- [IV-2] 조광연, 1988, 신규 농약 개발을 위한 스크리닝체제 확립, 한국화학 연구소 연구보고서, 916
- [IV-3] Camper, N. D. 1986. Research methods in weed science (3rd ed.). Southern Weed Science Society. 486p.
- [IV-4] 한국화학연구원. 1995. 농약스크리닝. 선도기술개발사업 연구보고서. 과학기술부. 469p.
- [IV-5] 마상용, 문영희, 양환승. 1987. 식물체 및 토양중에 있어서 제초제 pretilachlor의 이동특성. 한국농화학회지 30(4) : 351-356.
- [IV-6] 황인택, 구석진, 홍경식, 조광연. 1990. 제초제의 토양중 수직 이동성 검정. 한국잡초학회지 10(1) : 30-36.
- [IV-7] Hansch, C.; Fujita, T. *J. Am. Chem. Soc.* **1964**, **86**, 1616.
- [IV-8] Fujita, T. *QSAR and Drug Design: new developments and applications*,

Elsevier, Amsterdam, **1995**.

- [IV-9] Lee, D. L.; Kollman, P. A.; Marsh, F. J.; Wolff, M. E. *J. Med. Chem.* **1977**, *20*, 1139.
- [IV-10] Hugo Kubinyi *3D QSAR in Drug Design : Theory, Methods and Applications*.
- [IV-11] Yu-xin Zhou; Lu Xu; Ya-ping Wu; Bai-li Liu *J. Chem. Intell. Lab. Sys.* **1999**, *45*, 95.
- [IV-12] T. J. Hou, J. M. Wang, N. Liao, X. J. Xu *J. Chem. Inf. Comput. Sci.* **1999**, *39*, 775.
- [IV-13] Gasteiger, J.; Zupan, J. *Angew. Chem., Int. Ed. Engl.* **1993**, *32*, 503.
- [IV-14] David J.; David W. S. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* **1992**, *2*, 213.
- [IV-15] Leardi, R.; Boggia, R.; Terrile, M. *J. Chemometrics*, **1992**, *6*, 267.
- [IV-16] David R.; Hofinger A. J. *J. Chem. Inf. Comput. Sci.* **1994**, *34*, 854.
- [IV-17] Randic, M. *J. Am. Chem. Soc.* **1975**, *97*, 6609.
- [IV-18] Clare, B. W. *J. Med. Chem.* **1998**, *41*, 3845.
- [IV-19] Baumann, K. *J. Anal. Chem.* **1999**, *18*, 36.
- [IV-20] Sweet, R. M.; Eisenberg, D. *J. Mol. Biol.* **1983**, *171*, 479.
- [IV-21] Cerius2 QSAR+ (version 3.8), Molecular Simulations Inc. **1998**.
- [IV-22] Topliss, J. G. ; Edwards, R. P. *J. Med. Chem.* **1979**, *22*, 1238.
- [V-1] C. Fedtke. 1987. Physiological activity spectra of existing graminicides and the new herbicide 2-(2-benzothiazolyl-oxy)-*N*-methyl-*N*-phenyl acetamide (mefenacet). *Weed Research*, *27*:221-228.
- [V-2] C. Parker. The Importance of Shoot Entry in the Action of Herbicides Applied to the Soil. *Weeds*, 117-121.
- [V-3] Carl Fedtke. Antagonistic Interactions of Mefenacet with Inhibitors of Monooxygenases. 915-919.
- [V-4] Ernset G. Jaworski. 1969. Analysis of the Mode of Action of Herbicidal α -Chloroacetamides. *J. Agr. Food Chem.* *17*(2):165-170.
- [V-5] F. D. Hess, J. D. Holmsen and C. Fedtke. 1990. The influence of the

- herbicide mefenacet on cell division and cell enlargement in plants. Weed Research. 30:21-27.
- [V-6] Hans Moser, Greta Rihs, Hanspeter Sauter. 1982. Der Einfluß von Atropisomerie und chiraalem Zentrum auf die biologische Aktivität des Metolachlor. Z. Naturforsch. 37: 451-462.
- [V-7] Homer M. Lebaron, Janis E. Mcfarland, B. J. Simoneaux, and E. Ebert. METOLACHLOR. 336-383.
- [V-8] Joseph M. Ditomaso, Thomas L. Rost, and Floyd M. Ashton. 1988. The Comparative Cell Cycle and Metabolic Effects of the Herbicide Napropamide on Root Tip Meristems. Pesticide Biochemistry and Physiology. 31:166-174.
- [V-9] J. H. Dawson. Development of Barnyardgrass Seedlings and Their Response to EPTC. Weeds. 60-67.
- [V-10] James M. Chandler, Lavoy I. Croy, and Paul W. Santelmann. 1971. Alachlor Effets on Plant Nitrogen Metabolism and Hill Reaction.
- [V-11] Ralph C Kirkwood. 1999. Recent developments in our understanding of the plant cuticle as a barrier to the foliar uptake of pesticides. Pesticide Science. 55:69-77.
- [V-12] Minghua Zhang, Adrian Wadley, Paul Hendley, Mike Lane and Sue Hayes. 1999. Approaches to refining pesticide risk assessments the spatial estimation of potential leaching risk. Pesticide Science. 55:197-218.
- [V-13] V. Sivaji Rao and William B. Duke. 1976. Effects of Alachlor, Propachlor, and Prynachlor on GA3-induced Production of Protease and α Amylase. 24:616-618
- [V-14] Véronique Gouy, Jeanne-Chantal Dur, Raoul Calvet, René Belamiet and Véronique Chaplain. 1999. Influence of adsorption-desorption phenomena on pesticide run-off from soil using simulated rainfall. Pesticide Science. 55:175-182.

- [V-15] Wolfgang Krämer, Dieter Berg, Stefan Dutzmann, Wilfried Etzel, Wolfgang Gau, Ulrich Stelzer and Joachim Weissmüller. 1999. Chemistry, stereochemistry and biological properties of KWG 4168. Pesticide Science. 55:566-614.
- [VI-1] 細逸豊二. 1985. 最新 農藥生物檢定法. 全國農村教育協會. pp.447~556.
- [VI-2] 深見順一, 上彬康彦, 石塚皓造, 富泥長次郎. 1981. 農藥實驗法 除草劑編. 株式會社 ソフトサイエンス社. 東京. pp.43~58.
- [VI-3] 日本植物防役協會. 1997. 植物防役講座-雜草・農藥・行政編. 三美印刷株式會社. 東京. pp.256~269.
- [VI-4] 行本峰子, 浜田虎二. 1985. 作物の藥害. 全國農村教育協會. pp.147~165.
- [VI-5] 草薙得一, 近内誠登, 芝山秀次郎. 1994. 雜草管理ハンドブック. 朝倉書店. 東京. pp.87~100.
- [VI-6] 김길웅. 1998. 최신 잡초방제학원론. 경북대학교출판부. 대구. pp.345~350.
김길웅 외 18인. 1993. 잡초방제학 실험. 형설출판사. 서울. pp.88~95.
- [VI-7] 김진석, 김태준, 김성문, 조광연. 1999. 제초제 작용기작 연구의 최근 동향과 활용. 한국잡초학회지 19(4):261~287.
- [VI-8] 김진석, 김태준, 신옥균, 김기주, 조광연. 1995. 제초제 스크리닝을 위한 독새 풀과 서양독새풀간의 생육력 및 제초반응 비교 연구. 한국잡초학회지 15(3):188~196.
- [VI-9] 농촌진흥청. 2001. 농약관리법령 고시 예규집. 수원. pp.201~217.
- [VI-10] 농촌진흥청. 2000. 표준영농기술-41, 잡초방제기술. 수원. pp.88~103.
- [VI-11] 양환승, 문영희, 최은석, 장문수, 이진하. 1991. 주요 채소용 제초제의 토양에서의 잔효와 후작물에 미치는 영향. 제 1보. 월동작물에 처리한 제초제의 잔효와 후작물에의 영향. 한국잡초학회지 11(1):32~49.
- [VI-12] 양환승, 문영희, 최은석, 장문수, 이진하. 1991. 주요 채소용 제초제의 토양에서의 잔효와 후작물에 미치는 영향. 제 2보. 춘하작물에 처리한 제초제의 잔효와 후작물에의 영향. 한국잡초학회지 11(1):50~59.
- [VI-13] 이인용, 류갑희, 이한규, 최주현, 이정운, 박영선. 1994. 키크로락함유 제초제

처리가 벼 후작물에 미치는 영향. 농촌진흥청 농시논문집 36(1):375~379.

- [VI-14] 이희재, 황인택, 조광연. 1996. 제초제와 식물생리. 주식회사 서울외국서적.
- [VII-1] 일본농림수산성 ; ‘農藥の登録申請に係る試験成績について’ 일본농림수산성 고시 12 農産 第 8147号(平成 12年 11月 24日).
- [VII-2] 일본농림수산성 ; ‘農藥の毒性に関する試験の適正実施について’ 일본농림수산성고시 11 農産 第 6283号(平成 11年 10月 1日).
- [VII-3] OECD ; TG402 ‘Acute Dermal Toxicity’ OECD guidelines for testing chemicals(1987. 2. 24).
- [VII-4] OECD ; OECD Principles on Good Laboratory Practice(1997. 11. 26).
- [VII-5] 화학물질 유해성시험연구기관의 지정등에 관한연구 국립환경연구원 고시 1997-9호 (1997.12.22).