최 종
연구보고서

목초액을 이용한 농약 감량 효과 및 작용 기작

Wood vinegar on an environmentally friendly material to reduce agrochemical use for sustainable crop production.

연 구 기 관
경 북 대 학 교

농 림 수 산 식 품 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “목초액을 이용한 농약 감량 효과 및 작용기작 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2008 년 4 월 24 일

주관연구기관명 : 경북대학교
총괄연구책임자 : 이 상 철
세부연구책임자 : 이 상 철
세부연구책임자 : 이 경 열
연 구 원 : 허 규 홍
연 구 원 : 조 선 식
연 구 원 : 마누엘 에스구에라
연 구 원 : 이 승 훈
연 구 원 : 하 대 명
연 구 원 : 김 백 근
연 구 원 : 김 동 흔
연 구 원 : 김 동 우
참 여 기 업 명 : (주) 강원목초
연 구 원 : 이 종 삼
연 구 원 : 김 경 덕

요 약 문

Ⅰ. 제 목

목초액을 이용한 농약 감량 효과 및 작용기작 연구

Ⅱ. 연구개발 목적 및 필요성

잡초 및 병해충의 방제를 위해서는 지력배양은 물론, 비배관리의 합리화, 천적에 의한 구제 등 몇 가지 방제법이 있으나 농약에 의한 방제법이 가장 직접적이고 효과가 빠르며 경비 또한 최소화되는 능률적인 방법으로써 세계 주요 농업 국가들은 산업화로 인한 농촌인구의 급격한 감소로 잡초 및 병해충의 방제가 화학적 방제방법으로 대체됨에 따라 농약 사용이 필수 불가결한 상태이다. 그러나 최근에는 안전다수확을 위하여 등장한 농약이 그 본래의 효과 이외에 수자원이나 토양 등을 오염시키는 환경오염원으로 자연계와 인간에게 악영향을 끼치는 결과를 초래하고 있다.

본 연구는 목초액을 우리나라의 주곡작물인 벼에 활용함으로써 목초액에 의한 작물보호체계를 도입하여 목초액 + 화학농약 혼용처리에 의한 저 농약 살포로써 잡초, 충해 및 병해를 방제하고 잔류독성을 줄일 수 있는 방법을 구명하기 위해 실시하였다. 즉, 잡초, 해충 및 병해 방제에 있어 농약살포 횟수를 줄이고, 저 농도의 농약을 살포함으로써 환경친화적이고 생산비를 절감할 수 있는 안전한 저비용의 작물을 생산하는 것이 가장 시급한 과제로 작물 재배 시 목초액을 이용한 농약 절감과 병충해 방제체계를 목적으로 하고 있다.

제 1 부 목초액과 제초제의 혼용처리에 다른 잡초 방제 효과 구명

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

제 1 절 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 제초제 감량 효과 구명

가. 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 벼의 잡초방제효과(2005년)

나. 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 벼의 잡초방제효과(2006년)

제 2 절 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 벼 생육 및 품질구명

가. 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 벼 생육 특성

나. 제초제와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 수량구성요소

다. 제초제와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 품위 변화

라 제초제와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 이화학적 특성 변화

제 3 절 목초액 처리로 인한 토양의 변화 구명

가. 목초액 처리로 인한 토양의 변화 구명

제 4 절 조건별 목초액 효과구명

가. 엽기 별 토성에 따른 제초제와 목초액 혼용 효과

나. 제초제와 목초액 혼용처리 시 잡초 초종별 방제효과

다. 제초제와 목초액 혼용처리 시 물높이에 따른 피 방제 효과

라. 목초액과 제초제 처리 시 온도에 따른 방제 효과

마. 목초액과 제초제 혼합시 pH에 따른 피 방제 효과

제 5 절 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 고추 생육 및 잡초 방제 효과

가. 제초제와 목초액 혼용 처리 시 고추의 생육특성

나. 제초제와 목초액 혼용 처리 시 고추의 수량변화

다. 제초제와 목초액 혼용시용에 따른 잡초 방제 효과

제 6 절 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 작용기작 구명

가. 목초액과 제초제 처리 방법에 따른 방제효과

나. 잡초 초종에 따른 효소 활성 검정

다. 목초액과 제초제 혼용처리에 따른 피의 단백질 발현율 조사

Ⅳ. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

가. 잡초 방제에 있어 제초제 종류간의 목초액의 농약 감량 효과는 Pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb, Pyrazosulfuron-ethyl+molinate, pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet에서는 목초액의 혼용에 따른 제초제 절감 효과가 나타났으나 pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb, pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl 에서는 효과가 나타나지 않았다. 제초제 종류간의 목초액의 농약감량효과는 입제의 경우는 제초간의 차이를 많이 나타났다.

나. 벼 생육 특성은 제초제의 기준시용과 제초제 기준 시용의 50%+목초액500배 액, 1000배 액 처리 간에 비슷하였으며, 이는 벼의 품질과 수량에서도 마찬가지였다. 이러한 결과는 목초액의 조건 별 시험에서도 같은 결과를 얻었고 목초액과 제초제의 혼합시용이 제초제의 감량 처리가 가능하다고 판단된다.

다. 제초제와 목초액의 혼용에 따른 벼 미질에 미치는 영향은 쌀의 단백질 함량, 아밀로스 함량, 식미, 알카리 붕괴도 등에서 제초제 처리량과 목초액의 혼용에 따른 미질의 차이는 인정되지 않았다.

라. 토양을 분석한 결과 pH에서는 목초액 처리구에서 다소 높은 수치를 나타내어 목초액 처리에 따라 산성화 되는 경향을 보이는 것으로 조사 되었다. 유기물과 유효인산 함량 그리고 치환성 양이온은 기준시용과 목초액 처리 시험구를 비교 했을 때 기준시용이 높거나 비슷하게 나타났다.

마. 토성별, 제초제별 제초제와 목초액의 혼용처리는 사양토와 식양토에 잘 반응하는 제초제 종류에 따라 방제 효과가 다르게 나타났다. 제초제와 목초액의 혼합 시용 시 제초제

기준시용 50%+목초액 1000배액이 가장 효과가 있었다. 그리고 물 관리는 논을 말리는 것 보다 물을 깊이 대는 것이 더 효과적 이었다.

바. 목초액의 혼합 사용시 엽면처리 제초제는 제초제 감량 효과가 우수하였으나(정일품, 밧사그란, 근사미) 토양처리형 제초제는 제초제의 종류에 따라 혼용 효과가 상이하게 나타났다.

사. 엽면 처리제 제초제(정일품)의 작용 기작을 구명하기 위해 처리방법을 달리 하였을 때, 제초제와 목초액을 혼합하여 시용한 것이 각각 달리 처리한 것보다 우수하였다.

아. 밭작물에서 이루어진 실험에서는 목초액이 제초제의 절감효과를 거둘 수 있는 가능성을 보여 주었다. 고추에 제한적으로 이루어진 실험이긴 하나 고추의 생육특성(과장, 초장, 과경)과 수량에서 목초액과 제초제의 절감처리는 기준시용과 비슷한 수치를 나타내었다.

제 2 부 목초액과 살충 및 살균제의 혼용처리에 따른 해충 및 병 방제 효과 구명

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

제1절 목초액과 화학살충제의 혼용처리 효과 분석

1. 벼의 주요해충인 멸구류
2. 과수의 주요 해충인 점박이응애
3. 채소류 주요 해충인 가루이, 진딧물

제2절 목초액과 살균제의 혼용처리 효과 분석

제3절 목초액과 IGR, 천연물살충제의 혼용처리에 대한 효과 분석

1. IGR 계통의 살충제와 목초액의 혼용효과 분석
   가. 멸구류의 방제에 대한 혼용처리의 효과
   나. 담배가루이의 방제에 대한 혼용처리의 효과
2. 천연물농약과 목초액의 혼용효과 분석
   가. 멸구류의 방제에 대한 혼용처리의 효과
   나. 담배가루이에 대한 목초액 혼용효과
3. 기타 계통의 일반농약과 목초액 혼용액의 살충 효과
   가. 요약

제4절 목초액과 살충제의 혼용처리에 따른 작용기작 분석

1. AChE 활성도 분석
2. 스트레스 유전자의 발현율 분석

Ⅳ. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 목초액과 화학살충제의 혼용처리 효과 분석

가. 벼의 주요해충인 멸구류

멸구 살충제에 대한 목초액의 혼용효과를 분석해 본 결과 살충제 성분의 계통뿐만 아니라 멸구의 종류에 따라 다양한 결과를 나타냈다. 카바메이트계인 밧사는 목초액과 혼용시에 벼멸구에 약간의 상승효과가 나타났으나 애멸구에는 효과가 없었다. 하지만 같은 카바메이트계인 만루포는 목초액과 혼용시에 벼멸구와 애멸구 모두에게 5-9배의 높은 상승효과가 나타났으며 그 효과가 목초액의 농도에 비례하였다. 이는 같은 계통의 살충제라도 화합물의 종류에 따라서 목초액의 혼용효과가 다르게 작용하는 것으로 판단된다. 후라닐코틴인 오신은 목초액을 첨가함으로서 오히려 두 종류의 멸구의 살충율을 저하시켰다. 그러나, 클로로니코티니계인 코니도는 목초액과 혼용시에 벼멸구의 살충율은 감소했으나 애멸구의 살충율은 2.5배까지 상승했다.

나. 과수의 주요 해충인 점박이응애

시중에서 응애류 방제를 위하여 유통되고 있는 살비제 중에서 2종류의 항생제 계통과 1종의 페녹시피라졸 계통을 대상으로 목초액의 혼용효과를 조사해 본 결과 기존의 약제가 저농도에서도 강력한 살비효과를 가지고 있었으며 목초약을 혼용했을 때에 5-10%의 살비율이 상승하는 경우도 있었지만 목초액의 농도에 따라서 그 정도가 변이가 심했으며 일부의 경우는 살비율이 도리어 감소하는 경우도 나타났다. 즉, 살비제와 목초액의 혼용효과는 유의성있게 나타나지 않았다.

다. 채소류 주요 해충인 가루이, 진딧물

가루이의 경우에 전반적으로 현재 사용되고 있는 가루이 살충제인 Pyriproxyfen(신기루), Acetamiprid(모스피란), Thiamethoxam(아타라)의 살충력이 낮고 목초액과 혼합시에도 뚜렷한 상승효과가 없었다. 카바메이트계 농약 BPMC(밧사)는 목초액과 혼합시에는 살충력의 변화가 없었으나 BPMC 처리후 목초액를 처리했을 때에는 살충력이 증가했다. Carbosulfan(만루포)의 경우는 멸구류에서 처럼 목초액과 혼합했을때 살충력이 크게 증가했다. 니코티닐계 농약 Dinotefuran(오신)와 Imidacloprid(코니도)은 목초액과 혼합시 큰 변화가 없었지만, Dinotefuran 처리후 목초액을 처리했을 때는 살충력이 증가했다.

진딧물의 경우에는 담배가루이와 달리 Pyriproxyfen(신기루)와 목초액 혼합액이 단독 처리시 보다 훨씬 높은 살충력을 나타냈다. 하지만, Carbosulfan(만루포)의 경우는 멸구류와 담배가루이의 결과와 달리 목초액과 혼합시 살충력이 오히려 급격히 감소했다.

2. 목초액과 살균제의 혼용처리 효과 분석

농작물에 해를 끼치는 7종의 곰팡이균을 대상으로 목초액의 살균효과를 검정해 본 결과 전반적으로 10-40%의 성장억제율을 나타냈는데 목초액의 농도가 높을수록 살균율도 증가했다. 그 중에서 탄저병을 일으키는 Colletotricum gloeosporioides가 10%의 목초액을 처리했을 때에 26%, 벼와 채소류에 모잘룩병과 종자뿌리썩음병을 일으키는 Pythium spp.의 경우는 36%까지 억제되었다. 즉, 목초액의 살균효과는 균의 종류에 따라서 다르게 나타나는 것을 볼 수 있다.

3. 목초액과 IGR, 천연물살충제의 혼용처리에 대한 효과 분석

가. IGR 계통의 살충제와 목초액의 혼용효과 분석

곤충성장조절제(IGR)에 대한 목초액의 혼용효과를 분석해 본 결과 살충성분의 계통뿐만 아니라 멸구의 종류에 따라 다양한 결과를 나타냈다. 벤조일 하이드라진계인 미믹은 목초액과 혼용시 벼멸구와 애멸구 두 종 모두에서 약간의 상승효과가 나타났으나 관행살포수준 100% 보다 살충력이 낮았다. 그러나 관행살포수준 역시 살충력이 높지 않아 비교수준이 되지 못하였다. 벼멸구는 노몰트와 목초액을 혼용했을때, 그리고 애멸구는 디밀린과 아프로밧사와 목초액을 혼용했을때 약간의 상승효과를 나타내었다. 하지만 이전 실험 결과에서 나타난 카바메이트계인 만루포 만큼의 높은 상승효과가 나타난것은 없으며, 결과로 나타난 살충력 또한 기대 수준 이하였다. 결과적으로 목초액과 혼합시 상승효과를 나타내는 IGR는 찾지 못하였으나, 더 많은 종류의 IGR 계통과 목초액과 혼용해 Screening이 필요하다.

나. 천연물농약과 목초액의 혼용효과 분석

천연물농약에 대한 목초액의 혼용효과를 분석해 본 결과 올스타를 제외한 에피스와 응장군의 경우는 목초액과 혼용액 뿐만 아니라 에피스와 응장군 단독처리 또한 살충력이 너무 낮아서 판단을 할 수가 없으며, 올스타의 경우는 나머지 두 종류의 천연물 농약에 비해 높은 살충력을 나타내고 있지만, 이 또한 실제 필드에서 요구되는 살충력에는 못 미치는 수준이다. 결과적으로 천연물농약과 목초액 혼용시 기대되는 상승효과는 없다고 판단된다.

4. 목초액과 살충제의 혼용처리에 따른 작용기작 분석

1. AChE 활성도 분석

약제처리 후 살충율이 가장 높았던 만루포+목초액의 AChE의 활성도가 벼멸구와 애멸구에서 무처리에 비해 2배 이상 낮게 나타났다. 무처리구에 비해서 AChE의 활성도가 낮다는 것은 만루포50%+목초액300배가 벼멸구와 애멸구의 신경계에서 교란작용이 높다는 것을 의미하고, 또한 살충율이 다른 약제 처리구 보다 높게 나타나는 이유를 설명한다. 그리고 만루포50% 단독 처리 보다 만루포50%+목초액300배의 활성도가 낮다는 것은 목초액300배가 만루포50%와 반응을 하면 시너지 현상이 일어나 멸구류의 신경계에서 만루포 단독처리 보다 높은 교란작용을 일으켜 살충율을 높인다고 할 수 있다.

2. 스트레스 유전자의 발현율 분석

벼멸구(N. lugens)와 애멸구(L. striatellus)에 대해 목초액과 혼합시 가장 큰 시너지 효과를 나타낸 만루포(Carbosulfan)를 혼용액을 만들어 두 종류의 멸구에 살포한 후 이들의 stress protein인 hsp70과 hsp90의 발현 패턴을 봄으로써 목초액 혼용액에 의해서 어떠한 유전자적 변화가 일어나는지에 대해 실험 하였다.

실험결과 만루포+목초액 혼합액이 살충률에는 아주 큰 상승효과를 일으키지만 유전자 수준에서는 살충제 처리군과 무처리군 간의 큰 차이를 나타내지 않았다. 그러므로 만루포+목초액 혼합액이 스트레스 유전자 수준에 까지는 영향을 미치지 않는 것으로 보인다.

SUMMARY

Ⅰ. Title

Wood vinegar on an environmentally friendly material to reduce agrochemical use for sustainable crop production

Ⅱ. Research Objectives and Contents

Crops can be protected from weeds and pest in a variety of ways; one is by improving soil fertility to improve crop tolerance and resistance, efficient fertilizer management and use of natural enemy. However, the fastest way of controlling pests is by the use of chemical pesticides. Aside form its rapid effect, the use of chemical pesticides likewise resulted to a decrease on production costs primarily due to the reduction of labor cost on crop protection.

Since majority of agricultural countries are industrialized and due to the rapid decrease in rural population, the use of pesticide had become a primary choice for crop protection. However, in recent years, the use of chemical pesticides not only protected crops but has also resulted to water and soil pollution.

This experiment was conducted to search for ways to reduce residual toxicity of pesticides. These can be achieved through reduction of pesticide use in combination with wood vinegar. To produce safe and low cost crop, reduction on the dosage and frequency of pesticide application is an essential step. Thus, the experiment aims to establish crop protection management through the use of wood vinegar.

Sub-project 1 Effects of the mixtures of wood vinegar and herbicides and their regulation mechanism

Ⅲ. Contents and the scope of the research

Section 1. Reduction of herbicides use through mixtures with wood vinegar

A. Effects of applying mixtures of wood vinegar and herbicides to control weeds on rice(2005)

B. Effects of applying mixtures of wood vinegar and herbicides to control weeds on rice(2006)

Section 2. Effects of applying mixtures of wood vinegar and herbicides on rice growth and quality

A. Effects of applying mixtures of wood vinegar and herbicides on rice growth characters

B. Effects of applying mixtures of wood vinegar and herbicides on rice yield components

C. Effects of applying mixtures of wood vinegar and herbicides on rice quality

D. Effects of applying mixtures of wood vinegar and herbicides on rice physicochemical characters

Section 3. Effects of wood vinegar treatment on soil characteristics

A. Effects of wood vinegar treatment on soil characteristics

Section 4. Effects of wood vinegar at different environmental conditions

A. Efficacy of wood vinegar and herbicide mixtures as affected by leaf stage and soil condition

B. Efficacy of wood vinegar and herbicide mixtures as affected by weed species

C. Efficacy of wood vinegar and herbicide mixtures as affected by variation on water level

D. Efficacy of wood vinegar and herbicide mixtures as affected by temperature

E. Effects of wood vinegar and herbicide mixtures adjusted at different pH on growth of barnyard grass

Section 5. Effects of wood vinegar and herbicide mixtures on pepper growth and weed control

A. Effects of wood vinegar and herbicide mixtures on pepper growth characteristics

B. Effects of wood vinegar and herbicide mixtures on pepper yield

C. Weed control effects of wood vinegar and herbicide mixtures on pepper

Section 6. Mechanism of control of wood vinegar and herbicide mixtures

A. Efficacy of wood vinegar and herbicide mixtures as affected by differences on application method.

B. Effects of wood vinegar and herbicide mixtures on enzyme activity

C. Effects of wood vinegar and herbicide mixtures on protein content

Ⅳ. Results and their applications

1. The addition of wood vinegar proves to be effective on the following herbicides Pyrazosulfuron- ethyl + esprocarb, Pyrazosulfuron-ethyl + molinate, pyrazosulfuro n + ethyl mefenacet however these were not observed on Pyrazosulfuron-ethyl+t hiobencarb, pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl . In case of granular herbici des, a wide variation on the effects of wood vinegar was observed.

2. Rice agro-parameters were found to be similar on 100% recommended herbicide dosage, 50%+500 wood vinegar and 50%+1000 wood vinegar. In the same manner, rice quality and yield were comparable. Similar results were observed on different experimental treatments. Thus, we can conclude that combining wood vinegar with herbicide is a possible option in reducing pesticide use.

3. Analysis of rice quality i.e. amylose content, protein content and taste characters revealed that no significant differences between 100% recommended herbicide rate and those treated with lower dose of herbicide combined with wood vinegar.

4. Soil analysis of field treated with wood vinegar showed incidence of soil acidity (low pH). The 100% treated field showed comparable if not higher organic matter content, phosphate and cation exchange capacity as compared to those treated with wood vinegar.

5. Effects of wood vinegar vary depending on the kind of herbicide and soil type. In general, the use of 50% recommended herbicide rate plus 1000 wood vinegar proves to be the most effective in controlling weeds. In addition, waterlogged condition field was more favorable for wood vinegar-herbicide weed control than saturated lowland condition.

6. Wood vinegar combined with foliar herbicides was proven to be effective in reducing herbicide dosage. However, in terms of soil applied herbicide, effects vary depending on the type of herbicide used.
7. To optimize the effect of applying wood vinegar and foliar herbicide, different method of application were conducted Results showed that mixing wood vinegar with herbicide proved to be more effective than applying wood vinegar and herbicide separately.

8. For upland condition, we have shown the possibility of reducing herbicide use by combining wood vinegar with lower dose of herbicide. In the case of pepper, although the experiment is quite limited, growth characteristics and yield of 100% recommended herbicide rate and wood vinegar plus lower dose of herbicide were observed to be comparable.

Sub-project 2 Effects of the mixtures of wood vinegar and pesticides and their regulation mechanism

Ⅲ. Contents and the scope of the research

Section 1. Effects of the mixtures of wood vinegar and chemical pesticides

1. Planthoppers as the major rice pests
2. Two-spotted spider mite as a major orchard pest
3. Whitefly, aphid as major pests of vegetables

Section 2. Effects of the mixtures of wood vinegar and fungicides

Section 3. Effects of the mixtures of wood vinegar and IGR, natural pesticides

1. Effects of the mixtures of wood vinegar and IGRs
   A. Planthoppers as the major rice pests
   B. Whitefly as major pest of vegetables
2. Effects of the mixtures of wood vinegar and natural pesticides
   A. Planthoppers as the major rice pests
   B. Whitefly as major pest of vegetables
3. Effects of the mixtures of wood vinegar and other pesticides
   A. Summary

Section 4. Regulation mechanism of the mixtures of wood vinegar and pesticides

1. Analysis of Acetylcholine esterase activity
2. Analysis of stress proteon gene expression pattern

Ⅳ. Results and their applications

1. Effects of the mixtures of wood vinegar and chemical pesticides

A. Planthoppers as the major rice pests

Effects of the mixtures of wood vinegar (WV) with pesticides on planthoppers showed various results according to the different kinds of pesticides and species. Mixture of WV and a carbamate pesticide Basa increased the mortality of Nilaparvarvata lugens but not in Laodelphax striatellus. However, Manlupo, a similar carbamate, increased the mortalities of both species of planthoppers to 5-9 times when it mixed with WV. This effects were enhanced when the WV amount was increased in the mixtures. This result suggests that WV retain synergistic effect on the insecticidal activity of carbosulfan, an activie compound of Manrupo. However, its effect may be specific to a certain chemical aharacteristic that may not be common to carbamate insecticides because its synergistic effect did not show when it mixed with another carbamate compound, BPMC.

B. Two-spotted spider mite as a major orchard pest

Effect of WV on the miticides of two antibiotics and one phenoxylpyrozole compound was tested on the two-spotted spider mite, Tetranychus urticae, that is a serious pest of various orchards. Although WV increased mite mortalities to 5-10% its effects were not constant in each experiment. Namely, the mixed effects did not detected with miticides.

C. Whitefly, aphid as major pests of vegetables and horticultural plants

When WV was mixed with whitefly pesticides (pyriproxyfen, acetamiprid, thiamethoxam) the mortalities of Bemisia tabaci did not increased. Its mortality was also not changed when WV was treated together with BPMC. However, its mortality was increased when BPMC treated first and then WV was treated again to the same plant. carbosulfan increased mortality of B. tabaci, as the case

of planthoppers. In addition, treatment of dinotefuran increased whitefly mortality when WV treated at the same site separately. However, this additive effects did not observed with dinotefuran and imidacloprid.

Unlike B. tabaci, aphids mortalities were highly increased when WV was mixed with pyriproxyfen. However, insecticidal activity of carbosulfan was decreased when it mixed with WV. This result was contrast with the case of planthoppers and whiteflies.

2. Effects of the mixtures of wood vinegar and fungicides

Antifungal activity of WV was tested with on seven species of agricultural pathogenic fungi. Colony inhibition was 10-40% and its rates were proportionally increased to the higher doses of treated WV. Among them, WV increased colony inhibition to 10% of Colletotricum gloeosporioides and 36% of Pythium spp. Namley, WV retain fungicidal activity and its activity id depend on species.

3. Effects of the mixtures of wood vinegar and IGR, natural pesticides

A. Effects of the mixtures of wood vinegar and IGRs

Effects of WV on insecticidal activities of insect growth regulators (IGRs) were various on IGR compounds and insect species. Mortalities were low in single treatment of most IGRs. Those activities were not significantly increased by mixing with WV. For example, Mimic (benzoyl hydrazine) slightly increased mortalities of planthoppers when it mixed with WV. However, overall activities were too low to compare with carbosulfan activity.

B. Effects of the mixtures of wood vinegar and natural pesticides

Effects of plant-derived natural pesticides (abmectin, plant oil, plant extract) were demonstrated whether their insecticidal activities are increased by mixing with WV. In our experiments, most tested natural pesticides were not effective to kill planthoppers, whiteflies and aphids. The mixtures of WV and those pesticides did not increase insecticidal activities.

4. Regulation mechanism of the mixtures of wood vinegar and pesticides

A. Analysis of Acetylcholine esterase activity

Effect of the mixture of WV and carbosulfan on the increased mortality of planthoppers and whiteflies were demonstrated whether it acts on the target site of treated pesticide. The target molecule of carbosulfan is acetylcholine esterase (AChE) which is a degrading enzyme of neurotransmitter, acetylcholine. Treatment of the mixed solution increased the mortality at least two times compared with the single treatment of carbosulfan. Our analysis showed that AChE activities of those insects were greatly inhibited in comparison with the single carbosulfan treatment. This results indicates that WV enhances the activity of carbosulfan at the target site. However, the mixture of WV and BPMC, another carbamate compound, did not reduced AChE activity when it compared with single BPMC treatment. This suggests that the effect of WV may be specific to a certain chemical characteristic that may not common to carbamate insecticides.

B. Analysis of stress gene expression patterns

The mechanism of the synergistic activity of WV when it treated together with carbosulfan was examined at the gene level by comparing the expression levels of three stress protein genes (hsc70 and hsp90) from both N. lugens and L. striatellus. Both genes from two planthopper species did not changed those expression levels by treatments of either single compound or the mixture of WV and carbosulfan. This result indicates that the stress-associated genes did not respond to carbosulfan and WV. These genes may not be a good target to analyse the effect of the pesticide mixture and WV. Further analysis may consider alternative candidate genes to elucidate the regulation mechanism of pesticide and wood vinegar.

CONTENTS

Chapter 1. General introduction----------35

Section 1. Background of the study----------35

Section 2. The objectives and importance of research----------36

1. Technological
2. Economical·Industrial
3. Societal·Cultural

Chapter 2. Current developmental status----------39

Chapter 3. Research contents and scope----------41

Subproject 1: Effects of the mixtures of wood vinegar and herbicides and their regulation mechanism

Section 1. Reduction of herbicides use through mixtures with wood vinegar---41

1. Materials and Methods
2. Results and discussion
   A. Effects of applying mixtures of wood vinegar and herbicides to control weeds on rice(2005)
   B. Effects of applying mixtures of wood vinegar and herbicides to control weeds on rice(2006)

Section 2. Effects of applying mixtures of wood vinegar and herbicides on rice growth and quality----------55

1. Materials and Methods
2. Results and discussion
   A. Effects of applying mixtures of wood vinegar and herbicides on rice growth characters
   B. Effects of applying mixtures of wood vinegar and herbicides on rice yield components
   C. Effects of applying mixtures of wood vinegar and herbicides on rice quality
   D. Effects of applying mixtures of wood vinegar and herbicides on rice physicochemical characters

Section 3. Effects of wood vinegar treatment on soil characteristics-------75
1. Materials and Methods
2. Results and discussion
A. Effects of wood vinegar treatment on soil characteristics

Section 4. Effects of wood vinegar at different environmental conditions----80
1. Materials and Methods
2. Results and discussion
A. Efficacy of wood vinegar and herbicide mixtures as affected by leaf stage and soil condition
B. Efficacy of wood vinegar and herbicide mixtures as affected by weed species
C. Efficacy of wood vinegar and herbicide mixtures as affected by variation on water level
D. Efficacy of wood vinegar and herbicide mixtures as affected by temperature
E. Effects of wood vinegar and herbicide mixtures adjusted at different pH on growth of barnyard grass

-Section 5. Effects of wood vinegar and herbicide mixtures on pepper growth and weed control----------96
1. Materials and Methods
2. Results and discussion
A. Effects of wood vinegar and herbicide mixtures on pepper growth characteristics
B. Effects of wood vinegar and herbicide mixtures on pepper yield
C. Weed control effects of wood vinegar and herbicide mixtures on pepper

Section 6. Mechanism of control of wood vinegar and herbicide mixtures--104
1. Materials and Methods
2. Results and discussion
A. Efficacy of wood vinegar and herbicide mixtures as affected by differences on application method.
B. Effects of wood vinegar and herbicide mixtures on enzyme activity
C. Effects of wood vinegar and herbicide mixtures on protein content

Subproject 2: Effects of the mixtures of wood vinegar and pesticides and their regulation mechanism

Section 1. Effects of the mixtures of wood vinegar and chemical pesticides－－118

1. Planthoppers as the major rice pests

A. Materials and Methods

B. results and discussion

1) Pesticidal effects of wood vinegar

2) Effects of batsa+wood vinegar

3) Effects of Manrupo+wood vinegar

4) Effects of Osin+wood vinegar

5) Effects of Konido+wood vinegar

C. Summary

2. Two－spotted spider mite as a major orchard pest

A. Materials and Methods

B. results and discussion

1) Miticidal effects of wood vinegar

2) Effects of Mylbenoke+wood vinegar

3) Effects of Allstar+wood vinegar

4) Effects of Salbiwang+wood vinegar

C. Summary

3. Whitefly, aphid as major pests of vegetables

A. Materials and Methods

B. results and discussion

1) Effects of wood vinegar+pesticides for whiteflies (Bemisia tabaci)

2) Effects of wood vinegar+carbamates/nocotinyl compounds (Bemisia tabaci)

3) Effects of wood vinegar+pesticides for whiteflies (Trialeurodes vaporariorum)

4) Effects of wood vinegar+pesticides for aphids (Aphis gossypii)

5) Effects of wood vinegar+pesticides for aphids (Myzus persicae)

C. Summary

Section 2. Effects of the mixtures of wood vinegar and fungicides--------138
1. Materials and Methods
2. results and discussion
3. Summary

Section 3. Effects of the mixtures of wood vinegar and IGR, natura
pesticides----------141
1. Effects of the mixtures of wood vinegar and IGRs
A. Planthoppers as the major rice pests
1). Materials and Methods
2). Results and discussion
A) Effects of Mimic+wood vinegar
B) Effects of Dimilin+wood vinegar
C) Effects of Nomolt+wood vinegar
D) Effects of Alsistin+wood vinegar
E) Effects of Aplobasa+wood vinegar
B. Whitefly as major pest of vegetables
1). Materials and Methods
2). Results and Discussion
3) Summary

2. Effects of the mixtures of wood vinegar and natural pesticides
A. Planthoppers as the major rice pests
1) Effects of Alsta+wood vinegar
2) Effects of Apis+wood vinegar
3) Effects of Eungangun+wood vinegar
B. Whitefly as major pest of vegetables
C. Summary
3. Effects of the mixtures of wood vinegar and other pesticides
A Effects of Salbiwang+wood vinegar
B Effects of Zipet+wood vinegar
C Effects of other pesticides+wood vinegar (Tobacco whitefly)
D. Summary

Section 4. Regulation mechanism of the mixtures of wood vinegar and pesticides----------157
1. Analysis of Acetylcholine esterase activity
A. materials and Methods
B. results and Dicussion
2. Analysis of stress proteon gene expression pattern
A. materials and Methods
B. results and Dicussion

Chapter 4. Achievement of the results of the research----------164
Section 1. Yearly accomplishment of target experiments----------164
Section 2. Achievement of project goals----------167
Section 3. Contribution to related field----------168
Section 4. Result publications----------169

Chapter 5. Application of the result of the research----------170

Chapter 6. Collection of experimental information from other countries----------171

Chapter 7. References----------172

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요----------35

제 1 절 연구배경----------35

제 2 절 연구개발의 필요성----------36

1. 기술적 측면
2. 경제·산업적 측면
3. 사회·문화적 측면

제 2 장 국내외 기술개발 현황----------39

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과----------41

제 1 세부과제

제 1 절 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 제초제 감량 효과 구명--------41

1. 재료 및 방법
2. 결과 및 고찰

가. 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 벼의 잡초방제효과(2005년)

나. 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 벼의 잡초방제효과(2006년)

제 2 절 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 벼 생육 및 품질 구명---------55

1. 재료 및 방법
2. 연구결과

가. 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 벼 생육 특성

나. 제초제와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 수량구성요소

다. 제초제와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 품위 변화

라 제초제와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 이화학적 특성 변화

제 3 절 목초액 처리로 인한 토양의 변화 구명----------75
1. 재료 및 방법
1. 연구결과
가. 목초액 처리로 인한 토양의 변화 구명

제 4 절 조건별 목초액 효과구명----------80
1. 재료 및 방법
2. 연구결과
가. 엽기 별 토성에 따른 제초제와 목초액 혼용 효과
나. 제초제와 목초액 혼용처리 시 잡초 초종별 방제효과
다. 제초제와 목초액 혼용처리 시 물높이에 따른 피 방제 효과
라. 목초액과 제초제 처리 시 온도에 따른 방제 효과
마. 목초액과 제초제 혼합시 pH에 따른 피 방제 효과

제 5 절 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 고추 생육 및 잡초 방제 효과--96
1. 재료 및 방법
2. 연구결과
가. 제초제와 목초액 혼용 처리 시 고추의 생육특성
나. 제초제와 목초액 혼용 처리 시 고추의 수량변화
다. 제초제와 목초액 혼용시용에 따른 잡초 방제 효과

제 6 절 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 작용기작 구명----------104
1. 재료 및 방법
2. 결과 및 고찰
가. 목초액과 제초제 처리 방법에 따른 방제효과
나. 잡초 초종에 따른 효소 활성 검정
다. 목초액과 제초제 혼용처리에 따른 피의 단백질 발현율 조사

제 2 세부과제

제 1 절 목초액과 화학살충제의 혼용처리 효과 분석----------118
1. 벼의 주요해충인 멸구류
가. 재료 및 방법
나. 결과 및 고찰
1) 목초액 단독처리에 대한 살충효과
2) 밧사+목초액 혼합액의 살충효과
3) 만루포+목초액 혼합액의 살충효과
4) 오신+목초액의 혼합액 살충효과
5) 코니도+목초액의 혼합액 살충효과
다. 요약

2. 과수의 주요 해충인 점박이응애
가. 재료 및 방법
나. 결과 및 고찰
1) 목초액 단독처리에 대한 살비효과
2) 밀베노크+목초액의 혼합액의 살비효과
3) 올스타+목초액의 혼합액 살비효과
4) 살비왕+목초액의 혼합액 살비효과
다. 요약

3. 채소류 주요 해충인 가루이, 진딧물
가. 재료 및 방법
나. 결과 및 고찰
1) 가루이 방제 농약과 목초액 혼용액의 살충효과 (담배가루이)
2) 카바메이트계/니코티닐계 농약과 목초액 혼용액의 살충효과
(담배가루이)
3) 가루이 방제 농약과 목초액 혼용액의 살충 효과 (온실가루이)
4) 진딧물 방제 농약과 목초액 혼용액의 살충 효과 (목화진딧물)
5) 진딧물 방제 농약과 목초액 혼용액의 살충 효과 (복숭아혹진딧물)
다. 요약

제 2 절 목초액과 살균제의 혼용처리 효과 분석----------138
1. 재료 및 방법
2. 결과 및 고찰
3. 요약

제 3 절 목초액과 IGR, 천연물살충제의 혼용처리에 대한 효과 분석------141
1. IGR 계통의 살충제와 목초액의 혼용효과 분석
가. 멸구류의 방제에 대한 혼용처리의 효과
1) 재료 및 방법
2) 결과 및 고찰
가) 미믹+목초액의 혼합액 살충효과
나) 디밀린+목초액의 혼합액 살충효과
다) 노몰트+목초액의 혼합액 살충효과
라) 알시스틴+목초액의 혼합액 살충효과
마) 아프로밧사+목초액의 혼합액 살충효과
나. 담배가루이의 방제에 대한 혼용처리의 효과
1) 재료 및 방법
2) 결과 및 고찰
3) 요약

2. 천연물농약과 목초액의 혼용효과 분석
가. 멸구류의 방제에 대한 혼용처리의 효과
1) 올스타+목초액의 혼합액 살충효과
2) 에피스+목초액의 혼합액 살충효과
3) 응장군+목초액의 혼합액 살충효과
나. 담배가루이에 대한 목초액 혼용효과
다. 요약

3. 기타 계통의 일반농약과 목초액 혼용액의 살충 효과
가. 살비왕+목초액의 혼합액 살충효과
나. 지페트+목초액의 혼합액 살충효과
다. 기타 계통의 농약과 목초액 혼용액의 살충효과 (담배가루이)
라. 요약

제 4 절 목초액과 살충제의 혼용처리에 따른 작용기작 분석----------157
1. AChE 활성도 분석
가. 재료 및 방법
나 결과 및 고찰

2. 스트레스 유전자의 발현율 분석
가. 재료 및 방법
나 결과 및 고찰

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도----------164
제 1 절 연도별 연구목표 및 달성도----------164
제 2 절 연구개발 수행내용 및 목표달성도----------167
제 3 절 연구계발 수행내용의 관련분야에의 기여도----------168
제 4 절 연구개발실적----------169

제 5 장 연구 개발 결과의 활용 계획----------170

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보----------171

제 7징 참고문헌----------172

표 차 례

제 1 세부과제

표 1-1. 원액 목초추출물 생산 공정도 설명----------43
표 1-2. Pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb, imazosulfuron+thiobencarb, pyrazosulfuron-ethyl+molinate와 목초액의 혼용처리에 따른 일년생 및 다년생 잡초의 종합 방제가----------46
표 1-3. Pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet, bensulfuron-methyl+butachlor과 목초액의 혼용처리에 따른 일년생, 다년생 잡초 종합 방제가----------47
표 1-4. Butachlor+clomazone, cyhalofop-butyl+bentazone과 목초액의 혼용처리에 따른 일년생, 다년생 잡초 종합 방제가----------48
표 1-5. pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb, pyrazosulfuron-ethyl+molinate와 목초액의 혼용처리에 따른 일년생 및 다년생 잡초방제가----------53
표 1-6. pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet, pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb, pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl과 목초액의 혼용처리에 따른 일년생, 다년생 잡초 방제가----------54
표 1-7. Esprocarb+pyrazosulfuron-ethyl과 목초액 혼용처리 시 벼의 생육특성----------57
표 1-8. Mefenacet+pyrazosulfuron-ethyl과 목초액 혼용처리 시 벼의 생육특성----------57
표 1-9. Molinate+pyrazosulfuron-ethly과 목초액 혼용처리 시 벼의 생육특성----------58
표 1-10. Thiobencarb+pyrazosulfuron-ethyl과 목초액 혼용처리 시 벼의 생육특성------59
표 1-11. Pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl과 목초액 혼용처리 시 벼의 생육특성-59
표 1-12. pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 수량구성요소 및 수량----------60
표 1-13. pyrazosulfuron-ethyl+molinate와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 수량구성요소 및 수량----------61
표 1-14. pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 수량구성요소 및 수량----------62
표 1-15. pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb 제초제와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 수량구성요소 및 수량----------63

표 1-16. pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl과 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 수량구성요소 및 수량----63
표 1-17. 목초액 단독처리에 따른 벼의 품위 변화----64
표 1-18. pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb과 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 품위 변화--65
표 1-19. pyrazosulfuron-ethyl+molinate와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 품위변화----66
표 1-20. pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet 와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 품위 변화----66
표 1-21. pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 품위 변화----67
표 1-22. pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 품위 변화--68
표 1-23. 목초액 단독처리시 벼의 이화학적 특성 변화----68
표 1-24. pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 이화화적 특성 변화----69
표 1-25. pyrazosulfuron-ethyl+molinate와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 이화학적 특성 변화----70
표 1-26. pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 이화학적 특성 변화----70
표 1-27. pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 이화학적 특성 변화----71
표 1-28. pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 이화학적 특성 변화----72
표 1-29. 제초제와 목초액 혼용처리에 따른 Phytic acid 함량----73
표 1-30. 제초제와 목초액의 혼용처리에 따른 Electron donating ability----74
표 1-31. 목초액 단독처리에 따른 토양 분석----75
표 1-32. pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb와 목초액 혼용처리에 따른 토양 분석----76
표 1-33. pyrazosulfuron-ethyl+molinate와 목초액 혼용처리에 따른 토양 분석----77
표 1-34. pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet와 목초액 혼용처리에 따른 토양 분석----77
표 1-35. pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb와 목초액 혼용처리에 따른 토양 분석----78
표 1-36. pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl과 목초액 혼용처리에 따른 토양 분석----79
표 1-37. pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb와 목초액 혼용 처리 시기와 토성에 따른 잡초방제 효과----81

표 1-38. pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl와 목초액 혼용 처리 시기와 토성에 따른 잡초 방제 효과----------82
표 1-39. pyrazosulfuron-ethyl+mefenace과 목초액 혼용 처리 시기와 토성에 따른 잡초 방제 효과----------82
표 1-40. pyrazosulfuron-ethyl+molinate와 목초액 혼용 처리 시기와 토성에 따른 잡초 방제 효과----------83
표 1-41. 제초제와 목초액 혼용처리 시 피 방제효과----------84
표 1-42. 제초제와 목초액 혼용처리 시 물달개비 방제효과----------85
표 1-43. 제초제와 목초액 혼용처리 시 사마귀풀 방제효과----------86
표 1-44. 제초제와 목초액 혼용처리 시 여뀌 방제효과----------87
표 1-45. 제초제와 목초액 혼용처리 시 방동사니 방제효과----------88
표 1-46. 제초제와 목초액 혼용처리 시 올방개 방제효과----------89
표 1-47. Pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb와 목초액 혼용에 따른 피 방제효과----------90
표 1-48. Imazosulfuron+thiobencarb와 목초액 혼용에 따른 피 방제효과----------90
표 1-49. Pyrazosulfuron-ethyl+molinate와 목초액 혼용에 따른 피 방제효과----------91
표 1-50. Halosulfuron-methyl+pyriminobac-methyl+pretilachlor과 목초액 혼용에 따른 피 방제 효과----------92
표 1-51. Pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet과 목초액 혼용에 따른 피 방제효과----------92
표 1-52. Bensulfuron-methyl+butachlor와 목초액 혼용에 따른 피 방제효과----------93
표 1-53. Bentazone Cyhalofop-butyl과 목초액 혼용처리 시 온도에 따른 피의 건물중 및 방제가----------94
표 1-54. Bentazone Cyhalofop-butyl과 목초액 혼용처리 시 온도에 따른 피의 엽록소 함량----------94
표 1-55. Bentazone Cyhalofop-butyl과 목초액 혼용처리 시 pH에 따른 건물중 변화----95
표 1-56. 제초제 종류와 재배법에 따른 제초제와 목초액 혼용시용 시 고추의 과경(mm)----97
표 1-57. 제초제 종류와 재배법에 따른 제초제와 목초액 혼용 시용 시 고추의 과장(cm)----97
표 1-58. 제초제 종류와 재배법에 따른 제초제와 목초액 혼용시용 시 고추의 초장(cm)----98
표 1-59. 멀칭재배 시 Napropamide, Pendimethalin과 목초액 혼용처리에 따른 잡초 종합 방제가----------102
표 1-60. 노지재배 시 Napropamide, Pendimethalin과 목초액 혼용처리에 따른 잡초 종합 방제가----------103

표 1-61. Glyphosate, Bentazone과 목초액 혼용처리에 따른 피의 건물중 변화----------105
표 1-62. Bentazone Cyhalofop-butyl과 목초액 혼용처리 시 피의 건물중, 엽록소함량, 방제가----------106
표 1-63. Bentazone Cyhalofop-butyl과 목초액 혼용에 따른 지방산 함량 (%)----------107
표 1-64. 피에 Bentazone Cyhalofop-butyl과 목초액 혼용처리 시 온도에 따른 살초효과 (Mortality)----------108
표 1-65. Bentazone Cyhalofop-butyl과 목초액 혼용처리 시 온도에 따른 피의 단백질 함량----------109
표 1-66. Mefenacet+pyrazosulfuron-ethyl과 목초액 혼용처리에 따른 자귀풀의 효소활성 변화----------111

표 1-67. Molinate+pyrazosulfuron-ethly과 목초액 혼용처리에 따른 자귀풀의 효소활성----112
표 1-68. Mefenacet+pyrazosulfuron-ethyl, Molinate+pyrazosulfuron-ethly과 목초액 혼용처리에 따른 한련초의 효소활성----------112

제 2 세부과제

표 2-1. 멸구류의 방제에 사용한 살충제의 종류----------119
표 2-2. 응애류 방제에 사용한 살비제의 종류----------125
표 2-3. 가루이 방제에 사용한 살충제의 종류----------130
표 2-4. 약제 살포에 따른 가루이의 살충율----------131
표 2-5. 카바메이트/니코티닐계 살충제와 목초액의 혼용 실험----------133
표 2-6. 가루이류 살충제와 목초액의 혼용 실험----------134
표 2-7. 진딧물 살충제와 목초액의 혼용 실험----------135
표 2-8. 진딧물 살충제의 종류----------136
표 2-9. 진딧물 살충제와 목초액 혼용 실험----------136
표 2-10. 본 실험에 사용된 곰팡이 균의 종류----------138
표 2-11. 목초액에 의한 7종 곰팡이 균의 성장억제효과----------139
표 2-12. 곤충성장조절제(IGR)이 함유된 농약과 목초액 혼용액의 살충효과----------142
표 2-13. 천연물농약과 목초액 혼용액의 살충 효과----------142

표 2-14. 다른계통의 일반 농약과 목초액 혼용액의 살충 효과----------142
표 2-15. IGR 계통 살충제와 목초액의 혼용 실험----------148
표 2-16. 천연물 살충제와 목초액의 혼용 실험----------152
표 2-17. 담배가루이에 대한 비등록 살충제와 목초액 혼용 실험----------155
표 2-18. 멸구의 AChE 활성 억제 효과 ----------157
표 2-19. 멸구류의 스트레스단백질 유전자의 유사성 비교----------162

그 림 차 례

제 1 세부과제

그림 1-1. 원액 목초추출물 생산 공정도----------42
그림 1-2. pyrazosulfuron-ethyl+molinate 제초제와 목초액 혼용에 따른 잡초 방제 효과--52
그림 1-3. 멀칭재배 시 Napropamide, Pendimethalin와 목초액의 혼용시용에 따른 고추의 수량변화----------99
그림 1-4. 노지재배 시 Napropamide, Pendimethalin와 목초액의 혼용시용에 따른 고추의 수량변화----------100
그림 1-5. Bentazone Cyhalofop-butyl과 목초액 혼용처리 시 피 방제 효과----------107
그림 1-6. Mefenacet+ pyrazosulfuron-ethyl, Molinate+ pyrazosulfuron-ethly과 목초액 혼용처리에 따른 자귀풀의 단백질 함량----------110
그림 1-7. Mefenacet+pyrazosulfuron-ethyl, Molinate+pyrazosulfuron-ethly과 목초액 혼용처리에 따른 한련초 방제효과----------113
그림 1-8. Bentazone, Glyphosate와 목초액 혼용처리에 따른 피의 1차원 전기영동 사진--115
그림 1-9. Mefenacet+pyrazosulfuron-ethyl, Molinate+pyrazosulfuron-ethly, Thiobencarb+pyrazosulfuron-ethyl와 목초액 혼용처리에 따른 피의 1차원 전기영동 사진-----116
그림 1-10. Bentazone Cyhalofop-butyl과 목초액 혼용처리 따른 피의 2차원 전기영동 사진-117

제 2 세부과제

그림 2-1. 실험실에서 목초액 및 혼합액의 살포 방법----------119
그림 2-2. 목초액의 농도에 따른 멸구의 살충율----------120
그림 2-3. 밧사와 목초액의 혼용처리에 대한 살충율----------121
그림 2-4. 벼멸구에 대한 만루포 +목초액 처리 결과----------122
그림 2-5. 오신과 목초액의 혼용처리에 대한 살충율----------123
그림 2-6. 코니도와 목초액의 혼용처리에 대한 살충율----------124
그림 2-7. 약제 살포 방법----------126
그림 2-8. 목초액의 살비 효과 실험 결과----------126
그림 2-9. 밀베노크와 목초액의 혼합액 실험 결과----------127
그림 2-10. 아바맥틴과 목초액의 혼합액 실험 결과----------128

그림 2-11. 살비왕과 목초액의 혼합액 실험 결과----------128
그림 2-12. 가루이 농약과 목초액 혼용 처리시 살충율----------132
그림 2-13. 카바메이트계/니코티닐계 농약과 목초액 혼용 처리시 살충율----------133
그림 2-14. 가루이 농약과 목초액 혼용 처리시 살충율----------134
그림 2-15. 진딧물 농약과 목초액 혼용 처리시 살충율----------135
그림 2-16. 진딧물 농약과 목초액 혼용 처리시 살충율----------137
그림 2-17. 디밀린과 목초액의 혼용처리에 대한 살충율----------143
그림 2-18. 미믹과 목초액의 혼용처리에 대한 살충율----------144
그림 2-19. 노몰트와 목초액의 혼용처리에 대한 살충율----------145
그림 2-20. 알시스틴과 목초액의 혼용처리에 대한 살충율----------146
그림 2-21. 아프로밧사 와 목초액의 혼용처리에 대한 살충율----------147
그림 2-22. 곤충성장조절제(IGR) 과 목초액 혼용 처리시 살충율----------148
그림 2-23. 올스타와 목초액의 혼용처리에 대한 살충율----------150
그림 2-24. 에피스와 목초액의 혼용처리에 대한 살충율----------151
그림 2-25. 응장군과 목초액의 혼용처리에 대한 살충율----------151
그림 2-26. 천연물 농약과 목초액 혼용 처리시 살충율----------152
그림 2-27. 살비왕 과 목초액의 혼용처리에 대한 살충율----------154
그림 2-28. 지페트 와 목초액의 혼용처리에 대한 살충율----------155
그림 2-29. 다른 계통의 농약과 목초액 혼용 처리시 살충율----------156
그림 2-30. 만루포와 목초액의 혼용처리에 대한 AChE의 활성도----------158
그림 2-31. 멸구 스트레스 유전자들의 partial sequence 분석----------161
그림 2-32. 만루포 와 목초액의 혼용처리에 대한 스트레스단백질 유전자의 발현 패턴---163

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구배경

영농과정에서 자주 발생하는 잡초 및 병해충의 방제를 위해서는 지력배양은 물론, 비배관리의 합리화, 천적에 의한 구제 등 몇 가지 방제법이 있으나 농약에 의한 방제법이 가장 직접적이고 효과가 빠르며 경비 또한 최소화되는 능률적인 방법으로써 세계 주요 농업 국가들은 산업화로 인한 농촌인구의 급격한 감소로 잡초 및 병해충의 방제가 화학적 방제방법으로 대체됨에 따라 농약 사용이 필수 불가결한 상태이다. 그러나 최근에는 안전다수확을 위하여 등장한 농약이 그 본래의 효과 이외에 수자원이나 토양 등을 오염시키는 환경오염원으로 자연계와 인간에게 악영향을 끼치는 결과를 초래하고 있다.

1996년 기준으로 OECD 국가의 농약 사용량에 대해 알아보면 일본은 19.3(㎏/ha), 이태리 15.3(㎏/ha), 벨기에 13.5(㎏/ha), 한국 11.5(㎏/ha), 프랑스 5.0(㎏/ha), 미국 2.0(㎏/ha) 순이며, 우리나라의 농약 사용량은 통계청의 '환경평가 보고서'에 의하면 '75년 8,619ton, '95년 26,676ton, 2001년 28,218ton 으로 75년 이후 26년간 3.5배의 증가를 보였다고 한다. 그 중 벼 재배에 사용되는 농약은 8,730ton으로 전체 농약 사용량의 30.3%를 차지하고 있다.

21세기에 들어 환경보존이 인류생존의 주요 관심사가 되고 있는 가운데, 농업분야에서도 자연환경을 보존하고 양질의 안전농산물을 생산하여 공급하는 지속 가능한 환경농업을 발전시키고 이의 실천방향으로 토양과 대기오염을 방지하고 농업을 유지발전 시킬 수 있는 환경친화적인 소재개발을 확대하는 방안을 모색해야 한다는 인식이 확산되고 있다. 따라서 점차적으로 농약과 화학비료 사용량을 감축해 나가며, 자연의 순환원리에 순응하는 친환경농업을 정착시켜 나아가는 것이 우리의 과제라 할 것이다.

현재, 농약이나 화학비료 중심의 농업에서 저 농약, 저 비료의 생태적 지속형 농업으로의 전환을 위한 친환경 농자재로는 목초액, 목탄, 현미식초, 키토산, 녹즙, 생선아미노산, 석회보르도액, 전해 산성수 등이 있는데, 그 중 유력한 자재의 하나로 목초액이 손꼽히고 있다. 천연물질을 이용한 식물 생리작용 및 토양 오염원 제거에 특수한 효과를 발휘하는 목초액은 종자소독, 발아촉진, 발근 및 뿌리발육 촉진, 개화촉진, 병충해 예방 및 발생억제, 치유의 효과가 있으며, 과일의 착색, 착과, 당도증가 및 낙과방지·예방, 과 비대촉진, 특유의 냄새로 짐승과 벌레들의 피해를 막는데 큰 효과가 있다고 알려져 있고, 그 밖에도 최근 숯과 목초

액의 새로운 효과가 다양한 분야에서 입증이 되고 있으며 또한 농축산 분야에서 유기농법의 일환으로 토양개량제, 식물생장촉진제, 사료첨가제, 소취제 등 다양한 방법으로 사용되고 있다. 이밖에도 목초액은 감농약보조제, 감 비료 첨가제 등의 형태로 작물 또는 토양에 사용되어지고 있다. 목초액의 효능이 다양한 분야에서 확립이 되고 있는 현실을 감안한다면 목초액의 수요가 계속 증가할 것으로 기대된다. 그리고 목초액의 활용을 활성화하기 위해서는 무엇보다도 목초액의 효능에 관한 과학적인 연구를 통해서 그 가치를 객관적으로 검증하고 정립할 필요성이 당연하다. 본 연구를 통하여 목초액의 잡초와 해충 방제효과에 관한 지식을 제정비하고 객관적인 자료를 정립할 뿐만 아니라 농가에서 효율적으로 농약을 줄임으로써 목초액을 친환경 농산물 생산에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

제 2 절 연구개발의 필요성

본 연구는 목초액을 우리나라의 주곡작물인 벼와 원예작물에 활용함으로써 목초액에 의한 작물보호체계를 도입하여 목초액 + 화학농약 혼용처리에 의한 저 농약 살포로써 잡초, 충해 및 병해를 방제하고 잔류독성을 줄일 수 있는 방법을 구명하기 위해 실시한다. 즉, 벼와 원예작물의 잡초, 해충 및 병해 방제에 있어 농약살포 횟수를 줄이고, 저 농도의 농약을 살포함으로써 환경친화적이고 생산비를 절감할 수 있는 안전한 저비용의 작물을 생산하는 것이 가장 시급한 과제이다. 그러므로 작물 재배 시 목초액을 이용한 농약 절감과 병충해 방제체계를 확립할 필요가 있다고 생각되며, 목초액을 작물에 이용하기 위한 기술적 및 경제, 사회적 필요성은 다음과 같다.

1. 기술적 측면

- 농약과 화학비료의 남용은 자연생태계의 파괴, 토양 오염, 식품오염, 농민들의 농약 중독 등의 피해가 속출하고 있으며, 농업이 농약에 너무 의존함으로써 잡초 및 병해충의 내성이 강해져서 저항성이 증대되고, 격발현상을 초래하며, 잔류독성으로 인한 피해를 줄여야 한다.

● 과도한 농약 사용으로 인한 소비자의 농업생산물에 대한 불신감을 해소하고, 농약 사용의 절감으로 국민의 보건 향상 도모와 환경오염 및 생태계의 파괴가 적은 재배 기술이 필요한 실정이다.

● 그 동안 쌀 경쟁력 제고를 위해 투자한 결과, 경지정리, 농업기계, 미곡처리장(RPC) 설치 등 물적 기반(Hardware)에는 많은 성과가 있었으나, 농업생산의 지속성 및 소비자 기호에 맞는 친환경 농업 기반 조성을 이용한 생산비 절감 기술이 절실히 요구되고 있다.

● 목초액의 효과를 농업생산물에 활용하기 위하여 정확한 시용 방법과 시기 등을 구명할 필요성이 요구되고 또한, 목초액의 효능에 대한 작용기작을 구명함으로써 목초액의 효과적인 사용방법을 제시해야 한다.

2. 경제 · 산업적 측면

● 목초액을 이용하여 농약의 사용을 줄이고 이에 따른 생산비의 절감효과로 가격 경쟁력을 높일 수 있으며, 농가소득의 향상 및 관련 산업의 수요 창출을 도모할 수 있을 것이다.

● WTO 출범으로 인한 농산물의 교역에서 비교우위를 점할 수 있는 무공해 고품질의 농산물의 생산이 요구되고 있으며, 목초액을 이용한 재배법의 개선으로 저비용 및 고품질의 농산물 재배기술을 개발할 수 있을 것이다.

● 현재 목초액이 과잉 생산되고 있으나 작물재배에 대한 활용이 정확하게 밝혀지지 않아 사용량이 극히 제한되어 있으므로 농약절감 효과를 구명함으로서 목초액의 사용을 확대시킬 수 있다.

3. 사회 · 문화적 측면

● 국민 소득의 증가에 따른 생활수준의 향상으로 쌀의 소비가 줄어들고 있어 친환경 농자재인 목초액을 이용하여 농약 감량 벼 재배법을 통해 고기능성 벼 생산 방안 확립이 필요하다.

● 최근 농약에 의한 식품의 농약잔류 문제로 소비자는 무공해 농산물의 요구와 함께 안전한 유기농산물의 요구가 소비자로부터 급증하고 있다.

● 국제경쟁력을 갖추고 안정성이 높은 작물 생산기술 개발은 단순히 경제적 문제 해결뿐만 아니라 식량안보 및 통일에 대비한 식량문제 등 사회적 안정성을 높이는 데도 기여할 것이다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

- 목초액은 다양한 방법으로 활용되고 있고, 그 효과가 탁월한 것으로 널리 입증이 되어 있으나, 우리나라에서는 병해충방제를 위한 목초액의 활용이 현재 일부 농가에서 개인의 경험을 바탕으로 해서 부분적으로 이용되고 있으나 구체적이고 객관적인 자료가 부족한 실정이다.

- 목초액을 잔디에 살포하면 발근이 촉진되어 뿌리 뻗음이 좋고 병해충에 강한 잔디가 자란다고 한다. 목초액을 고려잔디에 3년간, 매월 살포한 후 생육을 조사한 결과, 뿌리, 중량, 길이가 모두 목초액을 뿌리지 않은 잔디에 비해 크다는 결과가 보고 되었다.

- 산성이 강한 목초액을 토양에 살포시 pH에 대한 영향이 우려되나, 3년간 목초액을 계속 사용한 후, 1개월 후의 토양 pH를 측정하였더니 목초액을 살포하지 않은 토양의 pH와 거의 동일한 것으로 나타나 적정 목초액 양으로는 토양 pH저하를 일으키지 않는 것으로 밝혀졌다.

- 목초액 효과는 벼묘 에서도 인정되고 있다. 40% 목초액 함유 버뮤큐레이트를 혼합한 토양에 파종하면 뿌리의 신장생장촉진이 나타났고, 목초액의 주요성분인 페놀성성분에서 벼 생육에 미치는 영향을 조사한 바, 모두의 경우에서 10ppm 정도의 저농도에서 양호한 결과가 나타나고 있다.

- 목초액이 토양 중에서 유해미생물의 번식을 억제하는 토양소독에 효과가 있어 입고병에 효과가 있다고 알려져 있으며 목초액 살포는 보리계통 작물의 위축병 발병을 억제한다는 연구 결과도 있다. 또한 토양 미생물에 한정되지 않고 목초액 및 그 주성분인 초산이 식중독 원인균인 살모넬라균에 대해서 제균 효과가 있는 것이 증명되었다..

- 탈취제로서 효능을 나타내는 것으로 알려지고 있는 목초액의 음식물쓰레기 등의 악취 발생 물질에 대한 효과를 조사한 바 목초액은 질소를 포함한 염기성 물질인 암모니아나 아민류에 높은 탈취효과를 보이나 산성의 황화합물인 황화수소나 메틸메르캅탄의 탈취에는 한계를 나타났다고 보고되었다.

■ 북제주의 감귤농장에 목초액을 살포함으로써 화학비료 사용량이 용성인비 200포, 가리 40포, 요소 160포에서 용성인비 40포와 요소 25포로 각각 80%, 100%, 84.4% 씩 감소한 것으로 나타났다. 또한 농약의 살포횟수가 연 12 회에서 연 8회로 33.3% 줄어들었으며, 병충해도 현저히 감소한 것으로 나타났다.

■ 수박 재배시 목초액 500배액과 살비왕(응애) 및 목초액 500배액과 대시스(청벌레)를 엽면에 뿌려주었다. 목초액 사용효과로서는 2회 관주로 연작장해인 망고병이 치유되었으며, 칼라가 뚜렷하고 당도가 증진되었고 운송시 신선도가 유지 및 증진되었다고 보고됨

■ 벼에서 목초액 사용효과로서는 농약사용량이 50% 감소한 반면 병충해는 오히려 줄어들었고, 메뚜기, 거미 등 유효곤충과 미꾸라지는 증가하였다. 못자리 유묘시 잔뿌리 발달로 튼튼하고 건강한 묘가 생산되었으며, 미질이 향상되어 정부 수매시 전량 1등급으로 판정 받았고, 300평당 쌀 생산량이 360-400kg에서 450-480kg으로 증가하는 등 소득증대에 기여한 것으로 나타났다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 세부과제 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 잡초 방제 효과 구명

제 1 절 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 제초제 감량 효과 구명

1. 재료 및 방법

벼 재배 시 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 제초제 감량 효과를 알아보고자 대구 근교지역에서 2005년, 2006년 실험을 수행하였다. 공시품종인 주남벼는 경상북도 농업기술원에서 분양 받아 사용하였으며, 파종은 정선된 종자를 스포탁 유제 2,000배액에 24시간 소독하고 1～2 mm 최아시켜 수도용 상토를 이용하여 육묘상자에 파종하였다. 파종량은 상자당(58×28×3cm) 건종자를 기준으로 130 g씩 산파한 다음 복토 후에 육묘상자를 옮겨 비닐터널 못자리에 설치하여 육묘하였다. 재식거리 30×14 cm로 이앙하였으며, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로, 시험구 면적은 구당 20㎡로 하였다. 시비량은 N-P_2O_5-K_2O (11-5.5-4.8kg/10a)로 하였으며 요소의 분시는 기비:분얼비:수비를 50:25:25%로 3회 분시 하였으며 칼리는 기비:수비를 70:30%로 2회 분시, 인산은 전량 기비로 시용하였다. 실험에 사용된 제초제는 토양처리 입제인 pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb, imazosulfuron+thiobencarb, pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet, pyrazosulfuron-ethyl+molinate, bensulfuron-methyl+butach -lor, 유제인 butachlor+clomazone과 경엽처리 유제인 cyhalofop-butyl+bentazone을 사용하였으며, 처리내용은 제초제 기준시용 단용, 제초제 기준시용의 50% 단용, 제초제 기준시용의 50%+목초액 500배액, 1000배액, 무처리로 하였다. 목초액의 종류는 100%참나무만을 원료로 하고 6개월 이상 숙성된 참나무 기계식 목초액을 사용하였다. 잡초 조사는 이앙 후 45일에 50㎝×50 ㎝ quadrat를 이용하여 초종, 개체수 및 건물중을 처리구당 4반복으로 조사하였다.

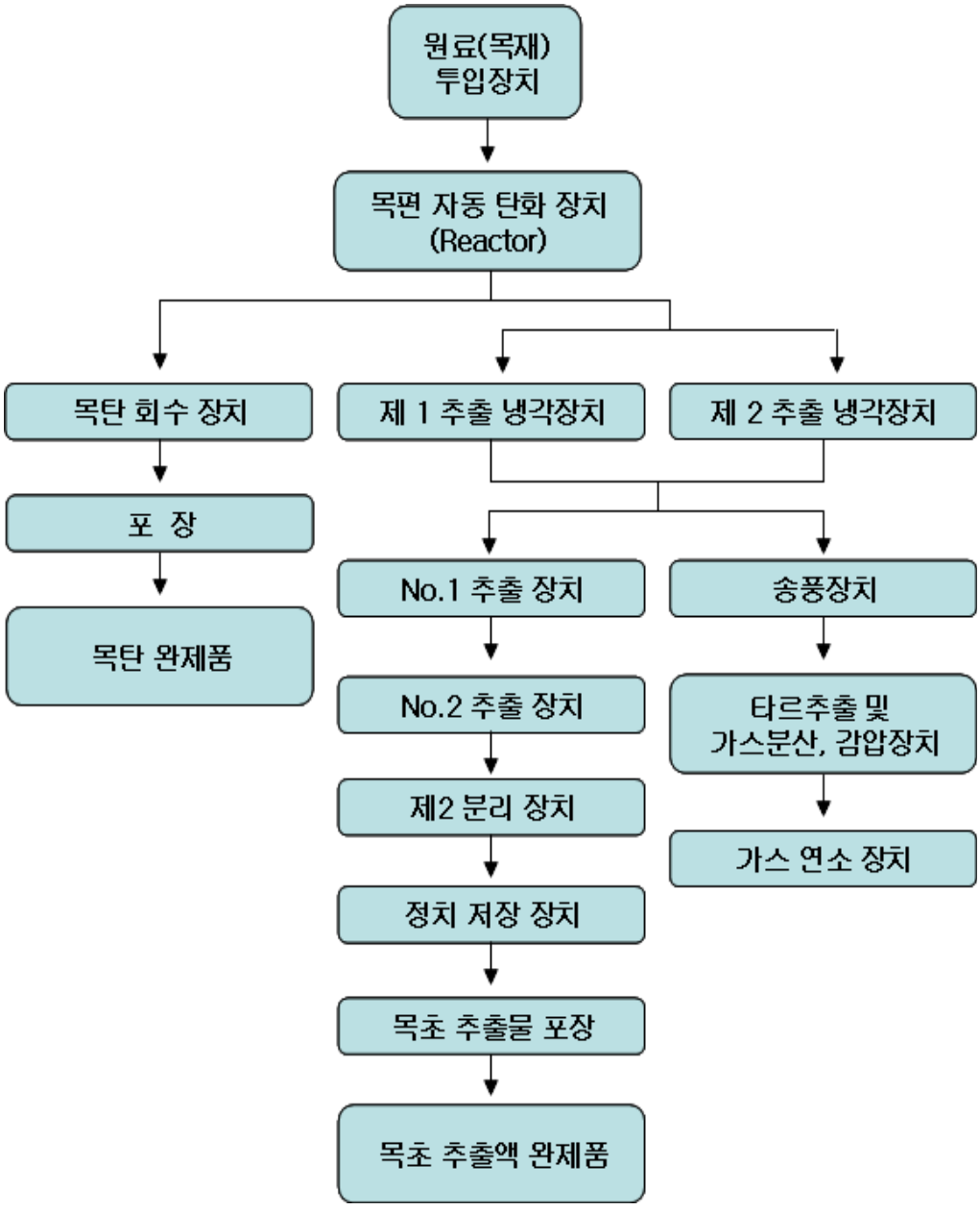


그림 1-1. 원액 목초추출물 생산 공정도

표 1-1. 원액 목초추출물 생산 공정도 설명

원료(참나무Chip) 투 입 장 치	목재 목편(Chip) 원료를 저장 및 콘베어 장치로 이송,투입
목편자동탄화장치 (REACTOR)	투입된 목편이 ´직화식 연속 자동 탄화로´에서 다른 연료의 투입 없이 자동 탄화 됨. 탄화 후 고체(목탄)와 기체(연기)로 분리 됨.
제1차 추출 냉각 장 치	탄화로에서 생성된 연기를 포집하여 냉각수(물)에 의해 "추출냉각장치"로 목초 추출물을 추출함. 탄화가스(연기)를 분산 및 압력 조정
제2차 추출 냉각 장 치	제2차 추출 냉각기의 미추출물을 냉각하여 추출함. (냉각수는 1차 냉각수를 재 사용함.
NO 1·2 추출 장치	제1추출, 제2추출 냉각장치에서 추출된 목초 추출물을 자동 이송 및 타르(Tar) 등 분리 추출 장치
2차 분리 장치	1차, 2차 추출 장치에서 추출한 목초 추출물의 불순물질 분리 장치
정치 저장 장치	추출된 목초 추출물을 정치 저장하여 3차 분리 됨.
목초 추출물 포장	목초 추출물을 용도에 따라 자동 포장
송 풍 장 치	탄화로의 온도 조절 및 가스 이송을 위한 고압 송풍장치 (3.7KW 동력 필요)
타르(Tar)추출 및 가스(Gas) 분산, 감 압 장 치	역류화 방지, 고비점 잔유물 추출 분산 및 역류 방지장치
가스(Gas)연소 장치	목탄 가스를 연료 투입 없이 자연 연소 시킴.

2. 결과 및 고찰

가. 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 벼의 잡초방제효과(2005년)

표 1-2, 1-3, 1-4는 여러 가지 제초제와 목초액의 혼용처리에 따른 잡초 방제 효과를 나타낸 것으로 피, 물달개비, 사마귀풀, 여뀌바늘과 같은 일년생 논 잡초가 발생되었으며, 그 중 피와 물달개비가 우점하는 경향을 나타내었으며, 다년생 논 잡초의 경우는 올방개로 나타났다. 무처리구의 경우 화본과 잡초인 피는 105.2g, 외떡잎 식물, 물옥잠과인 물달개비 28.2g, 닭의 장풀과인 사마귀풀 3.9g, 바늘꽃과의 여뀌바늘 3.5g, 다년생 잡초인 사초과 올방개는 11.8g로 나타났다. 피의 발생율이 가장 높았으며 기타 다른 잡초는 발생정도가 미미하였다. 표 1-2는 pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb, imazosulfuron+thiobencarb, pyrazosul-furon-ethyl+molinate제초제와 목초액을 혼용한 실험결과로 물달개비, 사마귀풀, 여뀌바늘, 올방개의 전 처리구의 방제가가 100.0%였는데 이는 실험 약제가 광엽잡초에는 약효가 우수한 것에 기인되었다고 사료된다.

피의 경우 pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb 제초제는 기준시용의 50% 처리구와 기준시용의 50% + 목초액 500 ,1000배액과는 차이가 없었으며, 건물중에서도 유의성을 보이지 않았다. Imazosulfuron+thiobencarb 제초제는 기준시용의 50% + 목초액 500, 1000배액에서 방제가가 100.0%로 기준시용의 50% 처리구의 방제가보다 높게 나타났다. Pyrazosulfuron-ethyl+molinate 제초제에서는 뚜렷한 목초액 효과를 보였는데 기준시용의 50% 처리구에서는 50.8%의 방제가를 보였고 목초액 처리구에서는 그 보다 더 높은 80.2, 85.4%를 나타내어 제초제간에 효과가 다르게 나타났다. 표 1-3은 pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet, bensulfuron-methyl+butachlor 제초제를 사용하여 실험을 하였는데, 일년생 잡초인 물달개비, 여뀌바늘, 다년생 잡초인 올방개의 전 처리구에서 방제가 100.0%로 나타났다. pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet는 또한 사마귀풀의 전 처리구에서 100.0%의 방제가를 보였다. pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet의 경우 기준시용의 50% 처리구와 기준시용의 50% + 목초액 처리구와 비슷한 경향을 보여 처리 약제 중 목초액의 효과가 가장 떨어졌다. bensulfuron-methyl+butachlor에 경우 뚜렷한 목초액 효과가 나타났다. 피의 경우 기준시용의 50% 처리구에서 방제가가 78.6%로 기준시용의 50% + 목초액 500, 1000배액의 방제가 100.0, 97.3%로 많은 차이를 보였고, 사마귀풀에서도 비슷한 경향을 확인할 수 있었다. 표 1-4는 butachlor+clomazone과 경

엽처리 제초제인 cyhalofop-butyl+bentazone을 목초액과 혼용처리한 실험 결과이며, butachlor+clomazone의 경우 물달개비, 여뀌바늘, 올방개의 전 처리구에서 100.0%에 방제가를 보였고, 피와 사마귀풀에서 기준시용의 50% 처리구는 기준시용의 50% + 목초액 처리구와 비슷한 경향을 보였다. cyhalofop-butyl+bentazone의 경우 약제 처리 후 약효지속 기간동안 잦은 강우와 처리시기의 늦음으로 다른 제초제에 비해서 방제가가 낮게 나타났다. 총계의 경우 기준시용의 50% 처리구는 20.2%로 나타나 기준시용의 50% + 목초액 500배액보다는 높게 나타났고, 1000배액(71.5%)보다는 낮게 나타났다. 특히 500배액에서 낮게 나타났는데, 이는 피에서 방제가가 다소 높게 나타났기 때문이다.

표 1-2. Pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb, imazosulfuron+thiobencarb, pyrazosulfuron-ethyl+molinate와 목초액의 혼용처리에 따른 일년생 및 다년생 잡초의 종합 방제가

제초제 종류	처리내용	목초액 (배액)	일년생 잡초												다년생 잡초			총계		
			피			물달개비			사마귀풀			여뀌바늘			올방개					
			본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)
pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb	기준시용	-	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0
	기준시용의 50%	-	1.3	1.8b	98.3	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	1.3	1.8b	98.8
	기준시용의 50%	500	1.3	3.3b	96.9	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	1.3	3.3b	97.8
	기준시용의 50%	1000	1.3	1.5b	98.6	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	1.3	1.5b	99.0
imazosulfuron+thiobencarb	기준시용	-	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0
	기준시용의 50%	-	1.3	2.6b	97.5	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	1.3	2.6b	98.3
	기준시용의 50%	500	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0
	기준시용의 50%	1000	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0
pyrazosulfuron-ethyl+molinate	기준시용	-	1.3	12.1b	88.5	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	1.3	12.1b	92.1
	기준시용의 50%	-	6.7	51.8ab	50.8	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	6.7	51.8ab	66.1
	기준시용의 50%	500	6.7	20.8b	80.2	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	6.7	20.8b	86.4
	기준시용의 50%	1000	5.3	15.4b	85.4	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	5.3	15.4b	89.9
-	무처리	-	11.0	105.2a	-	15.0	28.2a	-	5.0	3.9a	-	3.0	3.5a	-	11.0	11.8a	-	45.0	152.6a	-

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-3. Pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet, bensulfuron-methyl+butachlor과 목초액의 혼용처리에 따른 일년생, 다년생 잡초 종합 방제가

제초제 종류	처리내용	목초액 (배액)	일년생 잡초												다년생 잡초			총계		
			피			물달개비			사마귀풀			여뀌바늘			올방개					
			본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)
pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet	기준시용	-	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0
	기준시용의 50%	-	1.3	1.1b	99.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	1.3	1.1b	99.3
	기준시용의 50%	500	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0
	기준시용의 50%	1000	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0
bensulfuron-methyl+butachlor	기준시용	-	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0
	기준시용의 50%	-	4.0	22.5ab	78.6	0.0	0.0b	100.0	2.7	1.0a	74.4	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	6.7	23.5ab	84.6
	기준시용의 50%	500	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0
	기준시용의 50%	1000	1.3	2.8b	97.3	0.0	0.0b	100.0	1.3	0.4a	89.7	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	2.6	3.2b	97.9
-	무처리	-	11.0	105.2a	-	15.0	28.2a	-	5.0	3.9a	-	3.0	3.5a	-	11.0	11.8a	-	45.0	152.6a	-

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-4. Butachlor+clomazone, cyhalofop-butyl+bentazone과 목초액의 혼용처리에 따른 일년생, 다년생 잡초 종합 방제가

제초제 종류	처리내용	목초액 (배액)	일년생 잡초												다년생 잡초			총계		
			피			물달개비			사마귀풀			여뀌바늘			올방개					
			본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)
cyhalofop-butyl+bentazone	기준시용	-	5.3	26.5b	74.7	12.0	15.8a	44.0	1.3	1.9a	51.3	0.0	0.0b	100.0	2.7	10.5a	11.0	21.3	54.8b	64.1
	기준시용의 50%	-	16.0	97.7a	7.1	12.0	24.0a	14.9	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	28.0	121.7a	20.2
	기준시용의 50%	500	13.3	42.5b	59.6	13.3	23.5a	16.7	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	1.3	2.5b	78.8	28.0	71.3b	53.3
	기준시용의 50%	1000	8.0	30.7b	70.8	6.7	11.6a	58.9	1.3	1.3a	66.7	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	16.0	43.6b	71.5
butachlor+clomazone	기준시용	-	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0
	기준시용의 50%	-	1.3	3.5b	96.7	0.0	0.0b	100.0	1.3	0.2a	99.8	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	2.6	3.7b	97.6
	기준시용의 50%	500	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	1.3	0.3a	91.5	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	1.3	0.3b	99.8
	기준시용의 50%	1000	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0
-	무처리	-	11.0	105.2a	-	15.0	28.2a	-	5.0	3.9a	-	3.0	3.5a	-	11.0	11.8a	-	45.0	152.6a	-

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

나. 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 벼의 잡초방제효과(2006년)

그림 1-2는 목초액과 pyrazosulfuron-ethyl+molinate 제초제의 혼용 시용 시 잡초방제 효과에 대한 그림이다. 아래의 표의 pyrazosulfuron-ethyl+molinate 제초제와 목초액의 혼합 시용에 관한 실제 방제의 모습이다. 그림에서도 표의 수치와 같이 목초액을 혼합 시용 한 것이 그렇지 않은 것에 비해 방제효과가 뛰어 났음을 보여 준다. pyrazosulfuron-ethyl+molinate 제초제 기준시용의 50%+목초액 500배액과 pyrazosulfuron-ethyl+molinate 제초제 기준시용의 25%+목초액 500배액에서 pyrazosulfuron-ethyl+molinate 제초제 기준시용과 비슷한 효과를 나타내었다. 또한 이 실험구들은 pyrazosulfuron-ethyl+molinate 제초제 기준시용 50%, 25% 의 잡초 방제 효과 보다 뛰어나다는 것을 알 수 있다. 이는 대부분의 목초액과 제초제의 혼합시용 실험구에서도 관찰 되었다. 자세한 수치는 아래의 표 1-5, 1-6을 보면 알 수 있다.

표 1-5, 1-6은 pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb외 4개의 제초제와 목초액의 혼용처리에 따른 잡초 방제 효과를 나타낸 것으로 피, 물달개비, 사마귀풀, 여뀌바늘과 같은 일년생 논 잡초가 발생되었으며, 발생된 잡초 초종 중에는 물달개비 사마귀풀이 우점 하는 경향을 나타내었다. 다년생 논 잡초의 경우는 올방개와 방동사니만 발생하여 다년생 초종이 부족하였지만 이는 우리나라 논의 경우 계속적인 제초제 처리로 인하여 잡초 발생이 줄어들고 최근에 일년생 잡초 피, 물달개비가 우점 하는 경향이 뚜렷하여 본 실험을 수행한 포장에도 같은 결과가 나타난 것으로 사료된다. pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb의 처리에는 물달개비와 사마귀풀이 우점 하였으며, 무처리구의 경우 화본과 잡초인 피는 6.7g, 외떡잎 식물, 물옥잠과인 물달개비 10.9g, 닭의 장풀과인 사마귀풀 8.2g, 바늘꽃과의 여뀌바늘 4.6g, 다년생 잡초인 사초과 올방개는 1.3g로 나타났고, 기준시용에서는 잡초가 거의 발생이 되지 않았으며, 기준시용의 25%, 50%에서도 77.4%. 89.7%로 높은 방제가를 나타내었지만 목초액을 혼용 할 경우에는 이 보다 더 높은 방제가를 나타내어 목초액의 제초제를 감량 에 효과가 있을 것으로 사료된다. 특히 기준시용의 50%와 목초액 500배액의 처리에서 99.1%의 방제가는 기준시용의 방제효과와 같았다. 그리고 pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb, pyrazosulfuron-ethyl+molinate 제초제 기준시용의 50%+목초액 500배액에서 가장 높은 방제효과를 나타내었음을 알 수 있다. 이는 목초액이 pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb 제초제의 절감효과를 가져올 뿐 아니라 잡초의 방제에 있어서도 효과를 나타낸다고 사료 된다. pyrazosulfuron-ethly+Molinate

처리는 pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb의 결과와는 전혀 다르게 피의 방제가가 다소 높게 나타났으며 무엇보다도 목초액의 혼용 효과가 나타나지 않는 결과를 보였다. 이는 작년의 온실 실험에서의 결과가 같은 경향이며 포장에서도 같은 결과를 보여 이에 대한 원인 구명이 요구 되어진다.

표 1-6은 pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet, pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb, pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl 제초제와 목초액을 혼용한 시험결과로 표 1-5의 두 제초제에 비하여 잡초의 우점 종류는 비슷했으나 그 방제가가 제초제의 기준시용, 기준시용 50%, 기준시용 25% 각각의 의 방제가 보다 낮음을 알 수 있었다. pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet처리는 기준시용의 50%에서는 종합방제가가 86.2%이나 목초액을 각각 500배액, 1000배액으로 혼용한 처리에서는 방제가가 98.5로 높았다. 그리고 이와 같은 경향은 기준시용의 25%에서도 같은 결과를 나타내어 목초액의 제초제 절감 효과가 뚜렷하였다. 그러나 pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb 처리에서는 기준시용의 25%에서는 pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet 제초제와 같은 결과였으나 기준시용의 50%에서는 처리간의 차이가 보이지 않았다. 특히 pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl 제초제에서는 처리 약량과 목초액 농도간의 일정한 경향이 없어 추후 더 검토가 필요하다고 생각한다. 또한 목초액 단독시용 실험구와 제초제 + 목초액 혼합시용구의 방제가를 비교해보면 제초제+목초액 혼합시용구의 방제가가 높음을 알 수 있다. 이는 잡초의 방제에 있어 목초액 단독시용보다는 제초제와 혼용시용이 더 효과적이라는 것을 보여준다. 종합방제가의 경우 각 제초제에서 제초제 기준시용으로 인한 방제가 100%를 제외하면 각 제초제와 목초액의 혼합시용은 평균방제가 98%를 나타낸 제초제 기준시용 50%+목초액 500배액이 혼합시용 시 잡초방제에 있어 가장 적합한 것으로 사료된다.

제초제 기준시용

제초제 50%+목초액500배액 시용

제초제 기준시용의 50%

제초제 50%+목초액1000배액 시용

제초제 기준시용의 25%

제초제 기준시용의 25%+목초액500배액

무처리구

제초제 기준시용의 25%+목초액100배액

목초액 500배액 시용

목초액 1000배액 시용

그림 1-2. pyrazosulfuron-ethyl+molinate 제초제와 목초액 혼용에 따른 잡초 방제 효과

표 1-5. pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb, pyrazosulfuron-ethyl+molinate와 목초액의 혼용처리에 따른 일년생 및 다년생 잡초방제가

제초제 종류	처리내용	목초액 (배액)	일년생 잡초															다년생 잡초			총계		
			피			물달개비			사마귀풀			여뀌			방동사니			올방개					
			본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)
-	목초액 단독	500	1.3	1.7b	74.5	12.0	4.9ab	55.0	8.0	3.5b	57.1	2.7	1.1b	75.8	1.3	0.1b	97.6	2.7	0.7a	45.0	28.0	12.0b	64.7
	목초액 단독	1000	4.0	1.2b	81.6	16.0	9.3a	14.5	4.0	3.1b	62.0	1.3	1.0b	79.0	0.0	0.0b	100.0	4.0	0.8a	40.0	29.3	15.4b	54.7
pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb	기준시용	-	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0c	100.0
	기준시용의 50%	-	1.3	0.2b	97.8	1.3	0.2b	98.5	8.0	3.1b	62.7	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	10.6	3.5bc	89.7
	기준시용의 50%	500	0.0	0.0b	100.0	1.3	0.3b	96.8	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	1.3	0.3c	99.1
	기준시용의 50%	1000	1.3	0.2b	96.6	1.3	0.3b	97.1	2.7	0.9b	89.6	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	5.3	1.4c	95.9
	기준시용의 25%	-	2.3	0.4b	100.0	8.0	3.0ab	72.5	9.3	4.0a	51.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	1.3	0.3b	77.0	20.9	7.7b	77.4
	기준시용의 25%	500	4.0	1.4ab	78.6	6.7	1.5b	86.6	2.7	1.6b	80.2	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	13.4	4.5bc	86.8
	기준시용의 25%	1000	1.3	0.2b	97.2	6.7	3.6ab	67.0	9.3	2.7b	67.4	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	17.3	6.5b	80.9
pyrazosulfuron-ethyl+molinate	기준시용	-	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0c	100.0
	기준시용의 50%	-	1.3	0.6b	91.5	1.3	0.2b	98.2	5.3	1.9b	77.4	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	7.9	2.7bc	92.1
	기준시용의 50%	500	0.0	0.0b	100.0	2.7	0.5b	95.8	4.0	2.1b	73.9	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	6.7	2.6bc	92.4
	기준시용의 50%	1000	1.3	0.6b	91.5	2.7	0.4b	96.4	2.7	1.1b	86.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	6.7	2.1bc	93.8
	기준시용의 25%	-	6.7	2.0ab	70.7	6.0	2.0b	90.4	2.7	0.7b	91.2	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	15.4	4.7b	86.2
	기준시용의 25%	500	0.0	0.0b	100.0	5.3	1.6b	85.3	9.3	2.9b	57.4	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	14.6	4.5b	86.8
	기준시용의 25%	1000	2.7	0.4b	94.1	5.3	1.6b	85.3	5.3	1.5b	81.2	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	13.3	3.5b	89.7
-	무처리	-	9.3	6.7a	-	25.3	10.9a	-	17.3	8.2a	-	9.3	4.6a	-	4.0	2.3a	-	8.0	1.3a	-	73.2	34.0a	-

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-6. pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet, pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb, pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl과 목초액의 혼용처리에 따른 일년생, 다년생 잡초 방제가

제초제 종류	처리내용	목초액 (배액)	일년생 잡초															다년생 잡초			총계		
			피			물달개비			사마귀풀			여뀌			방동사니			올방개					
			본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)
pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet	기준시용	-	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0c	100.0
	기준시용의 50%	-	1.3	1.2b	82.4	1.3	1.2b	88.8	6.7	2.3b	71.4	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	9.3	4.7bc	86.2
	기준시용의 50%	500	0.0	0.0b	100.0	1.3	0.3b	97.5	1.3	0.2b	97.9	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	2.6	0.5c	98.5
	기준시용의 50%	1000	1.3	0.2b	97.6	0.0	0.0b	100.0	1.3	0.3b	96.3	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	2.6	0.5c	98.5
	기준시용의 25%		2.0	1.7b	74.6	5.3	2.3b	78.9	1.3	0.4b	94.6	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	8.6	4.4bc	87.1
	기준시용의 25%	500	1.3	0.8b	88.1	4.0	1.7b	84.1	5.3	3.5ab	44.8	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	10.6	6.0b	82.4
	기준시용의 25%	1000	2.7	0.9b	87.1	2.7	1.0b	90.6	3.7	1.3b	84.1	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	9.1	3.2bc	90.6
pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb	기준시용	-	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	1.3	0.2b	97.4	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	1.3	0.2c	99.4
	기준시용의 50%	-	1.3	031b	96.2	2.3	1.4b	87.27	1.3	0.2b	97.2	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	5.1	1.9b	94.4
	기준시용의 50%	500	1.3	0.2b	97.2	2.7	0.3b	96.9	2.7	0.6b	93.2	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	6.7	1.1b	96.8
	기준시용의 50%	1000	0.0	0.0b	100.0	2.7	0.8b	93.0	4.0	1.0b	87.7	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	6.7	1.8b	94.7
	기준시용의 25%	-	1.7	0.4b	94.0	4.0	1.1b	90.0	2.7	1.2b	85.1	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	8.4	2.7b	82.1
	기준시용의 25%	500	1.3	0.3b	96.2	2.7	0.5b	95.0	1.3	0.8b	90.1	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	5.3	1.6b	95.3
	기준시용의 25%	1000	0.0	0.0b	100.0	1.3	0.5b	95.1	2.7	0.5b	94.5	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	4.0	1.0b	97.1
pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl	기준시용	-	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	2.7	0.9b	89.3	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	2.7	0.9c	97.4
	기준시용의 50%	-	1.3	1.0b	85.1	4.0	1.2b	89.2	4.0	2.1b	74.5	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	983	4.3bc	87.4
	기준시용의 50%	500	1.3	0.2b	97.4	6.7	2.5b	77.3	4.0	1.1b	86.9	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	12.0	3.8bc	88.8
	기준시용의 50%	1000	4.0	3.7a	44.4	5.3	2.6b	76.2	8.0	3.1b	62.3	1.3	0.9b	80.2	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	18.6	10.3b	69.7
	기준시용의 25%	-	4.0	1.9b	72.3	10.7	4.0ab	63.4	4.0	1.6b	80.7	1.3	1.5b	67.6	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	20.0	9.0b	73.5
	기준시용의 25%	500	1.3	0.2b	97.4	10.7	3.3ab	69.7	6.7	2.0b	75.6	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	18.7	5.5bc	83.8
	기준시용의 25%	1000	4.0	1.1b	83.2	14.7	4.6ab	57.7	8.0	2.3b	71.6	1.3	0.4b	91.5	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	28.0	8.4bc	75.3
-	무처리	-	9.3	6.7a	-	25.3	10.9a	-	17.3	8.2a	-	9.3	4.6a	-	4.0	2.3a	-	8.0	1.3a	-	73.2	34.0a	-

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

제 2 절 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 벼 생육 및 품질 구명

1. 재료 및 방법

벼 재배 시 목초액을 제초제와 혼용하여 농약절감효과 및 벼의 생육 및 품질에 미치는 영향을 알아보고자 공시품종은 주남벼를 사용하였고, 파종방법은 정선된 종자를 스포탁 유제 2,000배액에 24시간 소독하고 1～2mm 최아 시켜 수도용 상토를 이용하여 육묘상자에 파종한다. 파종량은 상자 당(58㎝×28㎝×3㎝) 건 종자를 기준으로 130g씩 산파한 다음 복토 후에 육묘상자를 못자리로 옮겨 비닐터널 못자리에 설치하여 육묘한다. 2006년 4월 20일에 파종하여 5월 20일에 재식거리 30×14cm로 이앙하며, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로, 시험구 면적을 시험구 당 20㎡로 한다. 시비량은 N-P_2O_5-K_2O (11-5.5-4.8 kg/10a)로 분시비율을 요소는 기비, 분얼비, 수비를 50 : 25 : 25%로 3회 분시하였으며 칼리는 기비와 수비를 70 : 30%로 2회 분시, 인산은 전량 기비로 시용하였다. 처리제초제는Esprocarb+ Pyrazosulfuron-ethyl과 Cyhalofop-butyl+Bentazone을 사용할 예정이며, 목초액은 6개월 이상 숙성된 참나무 기계식 목초액 500배액을 제초제 시용 시 혼용하여 처리하였으며, 제초제 처리량은 Esprocarb+ Pyrazosulfuron-ethyl과 Cyhalofop-butyl+Bentazone을 기준시용, 기준시용의 50%, 기준시용의 25%로 하여 목초액 500배액과 혼합 시용하였으며 제초제 처리시기는 이앙후 7일째(Esprocarb+Pyrazosulfuron-ethyl)와 25일째(Cyhalofop-butyl+Bentazone)에 처리한다. 조사항목은 벼의 생육특성, 수량 및 수량구성요소, 미질 등을 조사하였으며, 벼 생육특성은 분얼기에는 분얼수와 초장을 조사하고, 벼 성숙기에는 간장, 수수, 1이삭 당 영화수, 등숙율, 천립중, 이삭수, 수량 등을 조사한다. 수량과 수량구성요소는 농촌진흥청 농사시험 연구 조사기준에 준하였으며 수확된 벼는 수분함량을 15% 이하로 건조시켜 실험용 현미기와 백미기를 사용하여 도정하였다. 도정된 백미를 이용하여 알카리 붕괴도를 Little 등 (1958)이 제안한 기준에 따라 1～7 등급으로 조사하였고, 아밀로스와 단백질 함량은 성분분석기 (TOYO)로 조사하였다. 미질에 관련된 특성조사는 백미를 이용하여 미립판별기(TOYO)로 조사하였다. 시료를 무작위로 추출한 후 Good, Chalky, Colour, Broken, Dead로 분류 및 측정하였고, 식미 검사는 현미를 백미로 도정한 재료를 이용하여 식미 측정기를 이용하여 측정하였다.

기능성 성분 분석은 피틴산 함량을 조사하며, 실험재료는 목초액을 이용해서 재배한 벼를 사용하여 왕겨를 제거한 현미를 사용한다. Phytic acid는 Wheeler 방법을 변형하여 이용하였다. 현미 10g를 갈은 샘플에 1.2% HCL과 10% Na_2SO_4 혼합용액을 첨가하여 2시간 동안 상온에서 진탕기로 진탕 시킨다. No.4 whatman paper로 거르고, 거른 용액 중 10ml을 취해 50mL falacon tube에 담아 $FeCl_3$ 12ml을 첨가한 후, water bath에서 75분간 중탕 가열한다. 상온에서 1시간 동안 식히고 3500rpm에서 15분간 원심분리를 한 후 No.1 whatman paper로 거른다. 증류수로 씻으면서 50ml로 채우고, 그 중에 4ml의 시료를 취해 wade reagent 1ml을 첨가하여 10분간 놔두고 500nm에서 분광도를 측정한다. 생리활성 효능검정을 위해서 항산화 활성을 측정할 것이다. 항산화 활성 측정은 DPPH 자유라디칼에 대한 전자공여능 측정을 하였다.

2. 연구결과

가. 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 벼 생육 특성

표 1-7은 Esprocarb+pyrazosulfuron-ethyl과 목초액 혼용처리 시 벼의 생육특성을 나타낸 것으로 Esprocarb+pyrazosulfuron-ethyl 의 기준시용과 Esprocarb+pyrazosulfuron-ethyl 50%+목초액 500배액, 1000배액 처리에서는 초장 분얼 및 엽록소 함량에는 처리 간에 차이가 나타나지 않았으나, Esprocarb+pyrazosulfuron-ethyl 25%+목초액 500배액,100배액의 처리는 통계적 유의성은 없었지만 초장과 분얼이 다소 감소하는 경향이었다. 이는 기준량의 25%의 제초제와 목초액의 혼용은 기준시용과 같은 잡초 방제 효과를 얻지 못하여 초장과 분얼이 다소 감소되었다. 그러나 엽록소 함량은 제초제의 약량에 관계없이 처리 간에 큰 차이는 없었다. 또한 Esprocarb+pyrazosulfuron-ethyl+목초액이 벼 생육에 있어 Esprocarb+pyrazosulfuron-ethyl 농약을 50%의 절감효과를 가져 올 수 있음을 의미하는 것으로 사료된다.

표 1-7. Esprocarb+pyrazosulfuron-ethyl과 목초액 혼용처리 시 벼의 생육특성

처리내용	목초액 (배액)	초장 (cm)	분얼 (개)	엽록소 (%)
기준시용	-	37.3a	20.7a	45.7a
기준시용 50%	-	38.9a	20.4a	44.1a
기준시용 50%	500	36.6a	21.1a	43.8a
기준시용 50%	1000	38.5a	20.6a	44.5a
기준시용 25%	-	36.4a	18.2a	44.5a
기준시용 25%	500	38.3a	18.7a	44.0a
기준시용 25%	1000	37.7a	20.8a	43.9a
무처리	-	28.2b	14.9b	38.6b

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-8은 Mefenacet+pyrazosulfuron-ethyl 과 목초액 혼용처리 시 벼의 생육특성을 나타낸 것으로 Mefenacet+pyrazosulfuron-ethyl의 기준시용의 50%, 25% 약량과 목초액 혼용 처리는 Mefenacet+pyrazosulfuron-ethyl 기준시용과 초장, 분얼 및 엽록소 함량에서 통계적 유의성이 인정되지 않았다. 오히려 Mefenacet+pyrazosulfuron-ethyl 기준시용 25% + 목초액 500배액과 같이 생육의 특성에 있어 다른 실험구들에 비해 더 높은 결과를 나타내었다. 이는 벼 생육에 있어 Mefenacet+pyrazosulfuron-ethyl 제초제와 목초액 혼용은 잡초방제의 상승효과 인정되었고 전술한 Esprocarb+pyrazosulfuron-ethyl보다 제초제 절감효과가 높게 나타났다.

표 1-8. Mefenacet+pyrazosulfuron-ethyl과 목초액 혼용처리 시 벼의 생육특성

처리내용	목초액 (배액)	초장 (cm)	분얼 (개)	엽록소 (%)
기준시용	-	36.2a	20.8a	42.7a
기준시용 50%	-	38.7a	21.2a	43.7a
기준시용 50%	500	37.7a	20.3a	43.3a
기준시용 50%	1000	36.3a	20.6a	43.8a
기준시용 25%	-	36.1a	17.5a	43.6a
기준시용 25%	500	38.8a	20.8a	44.8a
기준시용 25%	1000	36.8a	20.1a	44.3a
무처리	-	28.2b	14.9b	38.6b

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-9는 Molinate+pyrazosulfuron-ethly과 목초액 혼용처리 시 벼의 생육특성을 나타낸 것이며, Molinate+pyrazosulfuron-ethly 기준시용 50%+ 목초액 1000배액에서 엽록소 함량이 가장 높고 초장과 분얼은 Molinate+pyrazosulfuron-ethly 기준시용 50%+목초액 500배액 처리에서 가장 높은 수치를 나타내었다. 벼의 초장과 분얼 그리고 엽록소 함량만으로 목초액의 제초제 감량효과를 직접 증명하기는 어렵지만 기준시용의 25% 처리는 잡초방제가 잘 되지 않아 일반적으로 초장과 분얼의 감소를 가져오는 결과와 본 실험의 결과를 비교 분석하여 보면 분명히 Molinate+pyrazosulfuron-ethly 제초제의 경우에도 목초액으로 인해 사용량의 절감의 효과가 있는 것으로 판단된다.

표 1-9. Molinate+pyrazosulfuron-ethly과 목초액 혼용처리 시 벼의 생육특성

처리내용	목초액 (배액)	초장 (cm)	분얼 (개)	엽록소 (%)
기준시용	-	37.1a	19.7a	44.0a
기준시용 50%	-	35.5a	19.8a	43.0a
기준시용 50%	500	38.8a	21.3a	43.6a
기준시용 50%	1000	36.4a	19.2a	45.4a
기준시용 25%	-	38.4a	20.0a	44.5a
기준시용 25%	500	36.5a	19.5a	43.5a
기준시용 25%	1000	37.1a	19.7a	44.9a
무처리	-	28.2b	14.9b	38.6b

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-10은 Thiobencarb+pyrazosulfuron-ethyl과 목초액 혼용처리 시 벼의 생육특성을 나타낸 것으로 Thiobencarb+pyrazosulfuron-ethyl의 기준시용과 비교해보았을 때, Thiobencarb+pyrazosulfuron-ethyl 기준시용의 25%, 50% + 목초액 처리는 초장과 분얼 엽록소 함량이 기준시용 처리보다 높은 수치가 나타났으나, 그 유의성은 인정되지 않았다. 하지만 Thiobencarb+pyrazosulfuron-ethyl 기준시용 50%, 기준시용 25% 단독처리에 비해 오히려 생육특성이 더 나았음을 알 수 있다. 이는 Thiobencarb+pyrazosulfuron-ethyl에 목초액을 혼용 처리함으로서 제초제를 절감 할 수 있을 것으로 사료된다.

표 1-10. Thiobencarb+pyrazosulfuron-ethyl과 목초액 혼용처리 시 벼의 생육특성

처리내용	목초액 (배액)	초장 (cm)	분얼 (개)	엽록소 (%)
기준시용	-	37.9a	18.1a	42.4a
기준시용 50%	-	36.9a	19.6a	43.5a
기준시용 50%	500	36.8a	19.3a	45.2a
기준시용 50%	1000	37.4a	19.7a	42.8a
기준시용 25%	-	37.8a	22.0a	44.7a
기준시용 25%	500	39.1a	23.0a	44.5a
기준시용 25%	1000	37.3a	19.7a	44.8a
무처리	-	28.2b	14.9b	38.6b

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-11은 Pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl과 목초액 혼용처리 시 벼의 생육특성을 나타낸 것으로 이 실험구는 Pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl의 기준시용이 Pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl + 목초액에 비해 벼의 생육특성에 있어 근소한 차이를 보이지만 유의성은 인정되지 아니하였다. 특히 기준시용의 25%는 앞의 Mefenacet+pyrazosulfuron-ethyl, Molinate+pyrazosulfuron-ethlyl, Thiobencarb+pyrazosulfuron-ethyl보다 Pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl의 목초액 혼용처리가 농약의 절감효과가 다소 낮게 나타났다. 따라서 벼의 생육 특성만으로 비교 하였을 때 사용된 5개의 제초제와 목초액 혼용처리는 제초제 간에 다소 차이는 나타났지만 목초액의 효과 있다고 판단되며 제초제 간의 효과 차이에 대해서는 보다 면밀한 검토가 요망된다.

표 1-11. Pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl과 목초액 혼용처리 시 벼의 생육특성

처리내용	목초액 (배액)	초장 (cm)	분얼 (개)	엽록소 (%)
기준시용	-	38.5a	20.5a	44.4a
기준시용 50%	-	36.8a	21.4a	44.9a
기준시용 50%	500	37.6a	20.4a	44.8a
기준시용 50%	1000	37.7a	18.6a	43.3a
기준시용 25%	-	36.6a	18.9a	44.5a
기준시용 25%	500	37.1a	19.5a	43.5a
기준시용 25%	1000	36.4a	19.2a	44.1a
무처리	-	28.2b	14.9b	38.6b

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

나. 제초제와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 수량구성요소

표 1-12는 pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 수량구성요소와 수량을 나타낸 것으로 수수에 있어 pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb제초제의 기준시용이 가장 높은 20.6개가 나타내었으며 일반적으로 목초액의 농도에 상관없이 기준시용, 기준시용의 50%, 기준시용의 25%순으로 수수가 많았으며 기준시용의 50%+1000배액에서 15.9개로 낮았지만 목초액을 혼용한 처리에서 제초제의 약량에 관계없이 높은 경향이었다. 이삭당 영화수는 pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb제초제의 기준시용 25%의 수치가 높게 나타났고 처리 간에 일정한 경향이 나타나지 않았다. 그리고 등숙률과 천립중은 처리 간에 차이를 보이지 않았으며 제초제 약량과 목초액의 농도에 따른 차이도 나타나지 않았다. 그러나 수량에 있어서는 처리 간에 뚜렷한 차이를 보여 기준시용과 기준시용의 50%+목초액 500배액, 1000배액 처리에서 가장 높은 수량을 얻었다. 각 제초제 약량 내에서 목초액의 혼용 효과가 뚜렷하였으며, 전술한 잡초 방제가와 유사한 결과를 가져와 목초액 자체의 효과보다 제초제와 목초액의 시너지효과가 검증되었다고 생각된다.

표 1-12. pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 수량구성요소 및 수량

처리내용	목초액 (배액)	수수 (개)	영화수 (개/이삭)	등숙률 (%)	천립중 (g)	수량 (Kg/10a)
기준시용	-	20.6a	173.3ab	73.6a	23.9b	798.0a
기준시용의 50%	-	19.0ab	178.0a	70.2ab	24.2ab	745.6b
기준시용의 50%	500	20.5a	173.6ab	71.4ab	24.4ab	787.2ab
기준시용의 50%	1000	15.9b	168.6ab	73.5a	24.4ab	782.0ab
기준시용의 25%	-	17.5ab	177.7a	70.9ab	25.3a	707.5bc
기준시용의 25%	500	17.7ab	161.8b	70.8ab	24.4ab	759.9b
기준시용의 25%	1000	18.9ab	175.1ab	70.6ab	24.6ab	745.3b
무처리구	-	16.7ab	165.0b	70.3b	24.0b	679.7c

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-13은 pyrazosulfuron-ethyl+molinate 와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 수량구성요소와 수량을 나타 낸 것이다. 수수, 영화수는 기준시용에서 가장 높았으며, 처리 간에 다소 차이가 있었지만 모든 처리에서 유의성이 인정 되지 않았다. 등숙률에 있어 pyrazosulfuron-ethyl+molinate제초제의 기준시용과 기준시용의 50%+500배액이 가장 높은 수치를 나타내었다. 그리고 25%보다 50%, 기준시용 구에서 등숙률이 높은 경향이며, 목초액의 혼용 효과 또한 보이지 않았다. 천립중은 수량구성요소 중 변이가 가장 낮은 요소로 제초제와 목초액 처리의 뚜렷한 경향이 나타나지 않았다. 수량에 있어 기준시용과 기준시용의 50%+목초액500배액이 가장 높았다. 기준시용의 50%+목초액 500배액이 수량이 높은 이유는 영화수에서 기인 된 것이라 사료된다. 그리고 수량은 pyrazosulfuron-ethyl+molinate 처리에서는 대체로 제초제의 약량에 의해 수량의 정도가 결정되었다 해도 과언이 아니다. pyrazosulfuron-ethyl+molinate제초제가 잡초방제에서도 목초액의 혼용 효과 없던 것과 같이 수량에서도 각 약량 내의 목초액 효과를 설명하기 어렵다.

표 1-13. pyrazosulfuron-ethyl+molinate와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 수량구성요소 및 수량

처리내용	목초액 (배액)	수수 (개)	영화수 (개/이삭)	등숙률 (%)	천립중 (g)	수량 (Kg/10a)
기준시용	-	18.5a	175.9a	72.4ab	23.9b	833.4a
기준시용의 50%	-	17.6a	154.2a	69.4b	25.1a	792.1b
기준시용의 50%	500	18.0a	176.0a	74.8a	24.4ab	820.0a
기준시용의 50%	1000	17.4a	170.4a	70.5b	24.7ab	787.4ab
기준시용의 25%	-	17.1a	168.1a	69.1b	24.1b	780.5ab
기준시용의 25%	500	15.8a	165.2a	69.6b	24.4ab	788.0ab
기준시용의 25%	1000	16.5a	162.2a	69.4b	24.0b	780.7a
무처리구	-	16.7a	165.0a	70.3b	24.0b	679.7b

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-14는 pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 수량구성요소와 수량을 나타낸 것이다. 조사된 항목 모두에서 pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet의 기준시용에서 수량구성요소가 높아 이것이 직접적으로 반영되어 수량이 가장 높은 것이며, 천립중을 제외하고는 처리간의 차이가 있지만 일정한 경향을 알 수 없었다. 여기서도 제초제의 약량에 따라 수량의 차이를 보였고 기준시용의 25%에서는 목초액의 효과 뚜렷한 반면에 5

0% 처리에서는 목초액의 효과를 인정 할 수 없었다 이는 기준시용의 50%와 기준시용에 목초액을 혼용한 처리 간에 잡초방제가 차이가 그렇게 높지 않은 데서 기인 된 것으로 사료된다.

표 1-14. pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 수량구성요소 및 수량

처리내용	목초액 (배액)	수수 (개)	영화수 (개/이삭)	등숙률 (%)	천립중 (g)	수량 (Kg/10a)
기준시용	-	17.5ab	170.3a	71.7ab	24.7a	853.8a
기준시용의 50%	-	17.4ab	167.5ab	70.0b	23.7a	808.8a
기준시용의 50%	500	20.0a	169.7ab	71.5ab	23.5a	811.5a
기준시용의 50%	1000	16.8bc	159.1ab	71.2ab	23.8a	791.8ab
기준시용의 25%	-	15.6c	168.0ab	73.8a	23.8a	708.6ab
기준시용의 25%	500	18.0ab	168.1ab	70.3b	23.8a	779.4ab
기준시용의 25%	1000	15.8bc	169.7ab	68.7b	24.3a	779.3ab
무처리구	-	16.7ab	165.0b	70.3b	24.0a	679.7b

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-15는 pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 수량구성요소와 수량을 나타낸 것으로 앞선 결과와는 다르게 조사된 항목들에 있어 pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb 처리구는 수량구성요소 및 수량에서 다른 제초제보다 높은 수치를 나타내었으며, 수량구성요소에서는 전 처리에서 유의성이 인정 되지 않았고 이것은 pyrazosulfuron-ethyl+molinate가 잡초 방제가에서 다른 제초제보다 우수하게 나타났고 목초액의 혼용효과도 뚜렷하지 않아 수량 및 수량구성요소에서도 제초제 약량과 목초액의 농도간의 차이가 나타나지 않았다고 판단된다.

표 1-15. pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb 제초제와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 수량 구성요소 및 수량

처리내용	목초액 (배액)	수수 (개)	영화수 (개/이삭)	등숙률 (%)	천립중 (g)	수량 (Kg/10a)
기준시용	-	16.0a	185.0a	71.9a	25.0a	831.6a
기준시용의 50%	-	17.1a	163.5a	71.1a	24.9a	788.4ab
기준시용의 50%	500	18.8a	180.7a	70.8a	24.1a	807.1ab
기준시용의 50%	1000	16.4a	177.3a	73.8a	24.6a	817.3ab
기준시용의 25%	-	17.2a	182.3a	68.5a	24.1a	800.0ab
기준시용의 25%	500	19.0a	187.6a	69.6a	24.6a	815.9ab
기준시용의 25%	1000	18.0a	154.1a	70.4a	24.5a	818.7ab
무처리구	-	17.7a	165.0a	70.3a	24.0a	679.7b

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-16은 pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 수량구성요소와 수량을 나타낸 것이다. 수량구성요소는 pyrazosulfuron-ethyl+molinate 처리간에 차이가 크지 않았으며 제초제 약량과 목초액의 농도에 따른 효과도 나타나지 않았다. 그러나 수량에서는 제초제의 약량에 따른 수량의 차이는 뚜렷했으나 목초액의 혼용 효과는 없었다. 이 결과는 pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl의 잡초 방제와 거의 비슷한 결과이다

표 1-16. pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl과 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 수량구성요소 및 수량

처리내용	목초액 (배액)	수수 (개)	영화수 (개/이삭)	등숙률 (%)	천립중 (g)	수량 (Kg/10a)
기준시용	-	18.1a	178.3a	70.6ab	24.3a	797.5b
기준시용의 50%	-	15.2a	156.7a	70.8ab	23.8a	813.2b
기준시용의 50%	500	17.2a	163.4a	75.3a	24.4a	849.8a
기준시용의 50%	1000	16.5a	166.6a	71.7ab	24.4a	803.7b
기준시용의 25%	-	16.7a	169.1a	69.3b	24.8a	705.7bc
기준시용의 25%	500	17.8a	162.8a	69.5b	24.4a	707.1bc
기준시용의 25%	1000	15.8a	148.9a	69.4b	24.7a	702.3bc
무처리구	-	17.7a	165.0a	70.3b	24.0a	679.7d

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

다. 제초제와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 품위 변화

표 1-17은 목초액 단독처리에 따른 벼의 품위 변화를 나타 낸 것으로 목초액 500배액과 1000배액 처리는 정립의 비율이나 파쇄립을 포함한 피해립에서도 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 일부의 목초액이 쌀의 품질을 높게 한다는 보고와는 본 실험의 결과와 상이하였다.

표 1-17. 목초액 단독처리에 따른 벼의 품위 변화

처리내용	목초액 (배액)	정립	파쇄립	분상질립	피해립	착색립	동할립
		----------(%)----------					
목초액	500	88.2a	6.3a	2.0a	1.8a	0.1a	4.7a
목초액	1000	89.0a	6.6a	2.4a	2.0a	0.1a	4.4a
무처리구	-	87.2a	6.4a	1.9a	1.9a	0.1a	4.4a

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-18은 pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb 와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 품위 변화를 나타낸 것으로, pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb 제초제+목초액 혼합시용이 정립율에 있어 pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb기준시용의 92.2%에는 미치지 못하였으나, pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb기준시용의 50%, pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb 기준시용의 25%의 실험구에 비해서는 다소 높았음을 알 수 있다. 기준 시용의 25%보다 50% 그리고 기준시용 순서로 정립의 비율이 높게 나타났다 이는 목초액 자체보다는 잡초방제 정도에 따른 효과로 인정되고 앞의 잡초방제 효과와는 달리 벼의 품위 면에서는 목초액의 효과가 경미하게 나타났다. 하지만 파쇄립의 경우 pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb+목초액의 혼합시용 실험구가 pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb 기준시용구들에 비해서 다소 높게 나타났다.

표 1-18. pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb과 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 품위 변화

처리내용	목초액 (배액)	정립	파쇄립	분상질립	피해립	착색립	동할립
		----------(%)----------					
기준시용	-	92.2a	3.2d	1.0c	2.3a	0.2a	2.8ab
기준시용의 50%	-	89.4bcd	4.4bc	1.4c	3.0a	0.2a	3.5ab
기준시용의 50%	500	91.8ab	3.6cd	1.1c	1.8a	0.1a	3.0ab
기준시용의 50%	1000	90.1abc	4.6bc	1.2c	0.5a	0.1a	3.0ab
기준시용의 25%	-	87.8cd	6.3a	2.2ab	3.4a	0.1a	3.9ab
기준시용의 25%	500	88.2cd	6.4a	2.4a	2.4a	0.0a	2.1b
기준시용의 25%	1000	88.3cd	5.5ab	2.2ab	3.2a	0.0a	1.9b
무처리구	-	87.2d	6.4a	1.9b	1.9a	0.1a	4.4a

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-19는 pyrazosulfuron-ethyl+molinate 와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 품위 변화를 나타낸 것이다. pyrazosulfuron-ethyl+molinate 제초제의 기준시용 50%+목초액 500배액에서 정립율이 가장 높게 나타났으며 파쇄립율이 가장 작게 나타났다. pyrazosulfuron-ethyl+molinate 제초제와 목초액의 혼용시용구와 pyrazosulfuron-ethyl+molinate 기준시용을 전체적으로 비교해봤을 때 조사된 모든 항목에서 pyrazosulfuron-ethyl+molinate 기준시용을 제외한 pyrazosulfuron-ethyl+molinate기준시용 50%, 25% 에 비해서 효과적인 수치를 나타내어 통계적 유의성이 인정되었다. 분상질립이나 피해립 착색립, 동할립의 경우는 비슷한 수치를 나타내었다.

표 1-19. pyrazosulfuron-ethyl+molinate와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 품위변화

처리내용	목초액 (배액)	정립	파쇄립	분상질립	피해립	착색립	동할립
		----------(%)----------					
기준시용	-	92.2a	2.8c	1.3ab	3.0a	0.1a	1.9a
기준시용의 50%	-	88.1b	4.3b	1.8ab	1.6a	0.1a	2.5a
기준시용의 50%	500	92.5a	3.4bc	1.8b	5.6a	0.5a	2.3a
기준시용의 50%	1000	90.8a	4.3b	1.5ab	2.1a	0.0a	3.6a
기준시용의 25%	-	87.3b	6.8a	1.7ab	1.6a	0.1a	2.8a
기준시용의 25%	500	87.1b	6.3a	1.3ab	1.5a	0.0a	3.9a
기준시용의 25%	1000	88.1b	6.3a	1.6ab	2.4a	0.1a	3.1a
무처리구	-	87.2b	6.4a	1.9a	1.9a	0.1a	4.4a

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-20은 pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet 와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 품위 변화를 나타낸 것으로 pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb와 pyrazosulfuron-ethyl+molinate 같이 pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet 기준시용 50%+ 목초액 500배액일 때 정립율이 가장 좋았으며, 파쇄립율이 가장 낮았다. 또한 목초액은 pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet 제초제와 혼용 시 잡초방제 효과뿐만 아니라 벼의 품위를 향상 시키는 효과가 다소 있음을 알 수 있었다. 그리고 분상질립이나 착색립, 동할립의 경우 그 수치가 각 처리 간에 비슷했으나, 피해립의 경우 그 수치가 일정치 않았다. 이는 백미를 제조할 때의 부주의에서 기인한 것이라 사료된다.

표 1-20. pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet 와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 품위 변화

처리내용	목초액 (배액)	정립	파쇄립	분상질립	피해립	착색립	동할립
		----------(%)----------					
기준시용	-	90.0a	4.6abc	1.3d	1.6a	0.0a	2.9ab
기준시용의 50%	-	87.4bc	6.5a	2.1a	6.6a	0.2a	2.3ab
기준시용의 50%	500	90.1a	3.7c	1.4cd	2.2a	0.0a	3.0ab
기준시용의 50%	1000	89.3ab	4.4bc	1.3d	0.8a	0.0a	2.9ab
기준시용의 25%	-	86.8c	6.0ab	2.0ab	4.3a	0.2a	2.9ab
기준시용의 25%	500	8.3abc	5.4abc	1.9abc	1.8a	0.0a	3.2ab
기준시용의 25%	1000	87.7abc	6.2ab	1.6bcd	3.6a	0.1a	1.4b
무처리구	-	87.2bc	6.4a	1.9abc	1.9a	0.1a	4.4a

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-21은 pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 품위 변화를 나타낸 것이다. pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb 기준시용50%+목초액500배액이 정립률에 있어 다소 높게 나타났으며, 파쇄립의 정도 또한 다른 실험구들에 비해 낮았다. 착색립과 동할립, 분상질립은 각 실험구들이 비슷한 수치를 나타나 앞의 3개의 제초제와는 달리 pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb 처리에서는 제초제 농도와 목초액의 혼용의 효과가 전혀 벼의 품질에는 영향을 미치지 못하였다.

표 1-21. pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 품위 변화

처리내용	목초액 (배액)	정립	파쇄립	분상질립	피해립	착색립	동할립
		----------(%)----------					
기준시용	-	90.8a	4.0b	1.4b	2.1a	0.1a	3.3a
기준시용의 50%	-	88.6ab	5.7a	1.7ab	1.2a	0.0a	1.8a
기준시용의 50%	500	91.3a	3.8b	1.4b	1.9a	0.1a	3.3a
기준시용의 50%	1000	87.2b	5.4a	1.6ab	4.6a	0.2a	3.7a
기준시용의 25%	-	86.3b	6.0a	2.0a	6.5a	0.1a	3.1a
기준시용의 25%	500	87.4b	5.8a	1.6ab	2.3a	0.0a	3.2a
기준시용의 25%	1000	87.5b	6.2a	1.9a	2.3a	0.1a	3.0a
무처리구	-	87.2b	6.4a	1.9a	1.9a	0.1a	4.4a

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-22는 pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl 와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 품위 변화를 나타낸 것으로 pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl 기준시용 50%+목초액 500배액에서 정립율의 수치가 가장 높았으며, 파쇄립의 수치가 가장 낮았다. 그러나 pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb 처리와 마찬가지로 제초제 약량과 목초액의 혼용 따른 벼 품위에 미치는 효과가 전혀 나타나지 않았다. 따라서 목초액과 제초제 혼용 시 혼용의 약량의 감량 효과가 있을 경우에는 벼 품위에도 영향 있는 것으로 보아 제초제에 따른 목초액이 잡초방제에 다른 효과를 나타내는 원인의 구명이 시급한 과제로 남아 있다.

표 1-22. pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl 와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 품위 변화

처리내용	목초액 (배액)	정립	파쇄립	분상질립	피해립	착색립	동할립
		----------(%)----------					
기준시용	-	91.5a	4.0cd	1.8a	1.4a	0.0a	4.6a
기준시용의 50%	-	89.1ab	5.6b	1.8a	3.1a	0.1a	2.2b
기준시용의 50%	500	91.0a	3.6d	1.6a	1.7a	0.1a	2.6ab
기준시용의 50%	1000	89.3ab	4.7c	1.5a	1.5a	0.0a	3.1ab
기준시용의 25%	-	87.5b	6.3ab	1.9a	0.1a	0.0a	3.1ab
기준시용의 25%	500	86.4b	6.2b	2.0a	1.8a	0.1a	3.2ab
기준시용의 25%	1000	87.1b	7.2a	2.0a	1.5a	0.1a	3.6ab
무처리구	-	87.2b	6.4ab	1.9a	1.9a	0.1a	4.4ab

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

라. 제초제와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 이화학적 특성 변화

표 1-23는 목초액 단독 처리 시 벼의 이화학적 특성 변화를 나타낸 것으로 단백질 함량의 경우는 목초액 500배액에서 유의성은 인정되지 않았지만 단백질 함량을 감소시켜 식미를 향상 시킨 것으로 해석되며, 아밀로스의 함량도 단백질 함량과 같은 결과였다. Toyo 식미 수치는 목초액 단독처리구가 무처리구에 비해 다소 낮았지만 유의성은 나타나지 않았다.

표 1-23. 목초액 단독처리시 벼의 이화학적 특성 변화

처리내용	목초액 (배액)	단백질 (%)	아밀로스 (%)	식미 (Toyo meter)	알칼리 붕괴도 (KOH: 1~7)
목초액	500	6.2a	18.8a	66.1a	5.7a
목초액	1000	6.6a	19.4a	66.3a	5.8a
무처리구	-	6.5a	19.7a	71.1a	5.8a

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-24는 pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 이화학적 특성 변화를 나타낸 것으로 단백질, 아밀로오스 함량에 있어 큰 차이를 보이지 않았다. 그리고 상대적인 식미 수치 또한 각 실험구에서 비슷하게 조사 되었다. 이 결과는 무처리에서 보듯이 무 농약일 경우가 농약을 처리한 것보다 미질이 높게 나타난다는 것이 증명 되었으며, 고 품질의 쌀을 생산하기 위하여 화학 비료나 농약의 감량이 필수적이다. 본 실험에 사용 된 pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb 제초제와 목초액 혼용 처리에서는 벼의 이화학적 특성에 있어 아무런 변화가 없었다.

표 1-24. pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 이화화적 특성 변화

처리내용	목초액 (배액)	단백질 (%)	아밀로스 (%)	식미 (Toyo meter)	알칼리 붕괴도 (KOH: 1~7)
기준시용	-	6.7a	19.4a	67.8ab	5.3b
기준시용의 50%	-	6.9a	19.0a	68.4ab	5.7a
기준시용의 50%	500	6.5a	19.2a	69.6ab	5.4ab
기준시용의 50%	1000	6.6a	18.9a	65.8b	5.7a
기준시용의 25%	-	6.9a	19.2a	69.6ab	5.8a
기준시용의 25%	500	6.7a	19.5a	69.7ab	5.8a
기준시용의 25%	1000	6.8a	19.2a	67.9ab	5.9a
무처리구	-	6.5a	19.7a	71.1a	5.8a

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-25는 pyrazosulfuron-ethyl+molinate 제초제 와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 이화학적 특성 변화를 나타낸 것이다. 알카리 붕괴도와 단백질, 아밀로스의 함량과 상대적인 식미 수치에 있어 유의성이 인정되지 않음을 알 수 있다. 이는 pyrazosulfuron-ethyl+molinate제초제+ 목초액을 시용함에 있어 벼의 이화학적 특성에는 pyrazosulfuron-ethyl+molinate 제초제의 기준시용에 비해 단백질과 아밀로스 함량이 다소 감소되었으나 Toyo 식미측정에는 영향을 주지 않았다.

표 1-25. pyrazosulfuron-ethyl+molinate와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 이화학적 특성 변화

처리내용	목초액 (배액)	단백질 (%)	아밀로스 (%)	식미 (Toyo meter)	알칼리 붕괴도 (KOH: 1~7)
기준시용	-	6.8ab	19.3ab	71.1a	5.1b
기준시용의 50%	-	6.2b	20.1a	70.0a	5.7a
기준시용의 50%	500	7.1a	18.9b	69.2a	5.0b
기준시용의 50%	1000	6.2ab	19.8ab	71.0a	5.3ab
기준시용의 25%	-	6.7ab	19.2ab	65.9a	5.8a
기준시용의 25%	500	6.4ab	19.4ab	70.8a	5.5a
기준시용의 25%	1000	6.8ab	19.3ab	67.3a	5.6a
무처리구	-	6.5ab	19.7ab	71.1a	5.8a

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-26은 pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 이화학적 특성 변화를 나타낸 것이다. 앞선 결과들과 마찬가지로 단백질과 아밀로스 함량에 있어서는 큰 차이를 보이지 않았으며, 하지만 상대적인 식미에 있어서 pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet 기준시용 25%+ 목초액 500배액이 가장 높은 수치를 보여 농약의 함량이 낮아지면서 식미가 다소 높아졌다고 생각된다. 이 결과도 목초액이 쌀의 이화학적 특성에 미치는 효과를 파악하기가 어려우며 pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet제초제의 절감효과를 보여준 것이라 사료된다.

표 1-26. pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 이화학적 특성 변화

처리내용	목초액 (배액)	단백질 (%)	아밀로스 (%)	식미 (Toyo meter)	알칼리 붕괴도 (KOH: 1~7)
기준시용	-	6.3a	19.3a	68.5a	5.5a
기준시용의 50%	-	6.8a	19.1a	69.4a	5.4ab
기준시용의 50%	500	6.4a	19.5a	64.8a	5.0b
기준시용의 50%	1000	6.3a	19.5a	70.0a	5.1b
기준시용의 25%	-	6.5a	19.8a	70.0a	5.7a
기준시용의 25%	500	6.8a	19.4a	71.5a	5.6a
기준시용의 25%	1000	6.8a	19.2a	69.5a	5.6a
무처리구	-	6.5a	19.7a	71.1a	5.8a

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-27은 pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 이화학적 특성 변화를 나타낸 것이다. 단백질이나 아미로스함량, 알카리 붕괴도에 있어서 큰 차이는 보이지 아니하였다. 상대적인 식미 수치는 무처리구에서 가장 높았으며 목초액이 pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb 제초제에 비해 조사된 모든 항목에 있어 영향을 미치지 않았음이 보여 진다.

표 1-27. pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 이화학적 특성 변화

처리내용	목초액 (배액)	단백질 (%)	아밀로스 (%)	식미 (Toyo meter)	알칼리 붕괴도 (KOH: 1~7)
기준시용	-	7.1a	18.7a	68.9ab	5.5a
기준시용의 50%	-	6.6a	19.3a	70.8a	5.5a
기준시용의 50%	500	6.4a	19.5a	70.5a	5.4ab
기준시용의 50%	1000	6.5a	19.6a	70.3a	5.2b
기준시용의 25%	-	6.8a	19.0a	64.6b	5.7a
기준시용의 25%	500	6.8a	19.3a	68.3ab	5.4ab
기준시용의 25%	1000	6.5a	19.1a	69.9ab	5.5a
무처리구	-	6.5a	19.7a	71.1a	5.8a

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-28은 pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 이화학적 특성 변화를 나타낸 것으로, 앞선 결과들과 상이 하지 않았다. 단백질과 아밀로오스 함량, 상대적인 식미 정도, 알카리 붕괴도의 수치는 비슷하였다. 앞선 결과와 마찬가지로 목초액은 pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl 제초제의 절감효과에 기이하여 쌀의 이화학적 성질에 영향을 미쳤음이 확인 되었다. 하지만 무처리구의 상대적인 식미 수치가 가장 높았는데 이는 모든 처리에서 비슷한 경향이었다.

표 1-28. pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl와 목초액의 혼용처리에 따른 벼의 이화학적 특성 변화

처리내용	목초액 (배액)	단백질 (%)	아밀로스 (%)	식미 (Toyo meter)	알칼리 붕괴도 (KOH: 1~7)
기준시용	-	6.2c	19.2abc	70.0a	5.4ab
기준시용의 50%	-	6.9ab	19.2abc	66.5a	5.8a
기준시용의 50%	500	6.3bc	19.6ab	68.0a	5.8a
기준시용의 50%	1000	7.0a	18.9c	68.1a	5.6a
기준시용의 25%	-	6.3bc	19.2abc	68.5a	5.9a
기준시용의 25%	500	6.3bc	19.5abc	70.8a	5.7a
기준시용의 25%	1000	6.3bc	19.0bc	69.5a	5.5a
무처리구	-	6.5abc	19.7a	71.1a	5.8a

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-29는 제초제와 목초액 혼용처리에 따른 phytic acid 함량을 나타낸 것으로 Pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl와 Esprocarb+pyrazosulfuron-ethyl 처리구에서 사용된 다른 제초제 보다 phytic acid 함량이 높았으며 뚜렷한 경향은 보이지 않았지만 무처리구가 제초제 처리구보다 채체로 phytic acid 함량이 높았다. 잡초방제 효과면에서 검토할 때 기준시용과 기준시용의 50%+목초액은 잡초방제 효과에 약간의 차이를 보였으나 phytic acid 함량은 목초액을 첨가함으로써 유의성은 인정되지 않았지만 함량이 높아짐을 알 수 있다. 이는 사용된 제초제에 거의 동일한 결과 였다. 따라서 농약의 감소는 고품질의 벼 생산에 중요한 요소로 작용할 수 있다고 판단된다.

표 1-29. 제초제와 목초액 혼용처리에 따른 Phytic acid 함량

처리내용	목초액 (배액)	Esprocarb+ pyrazosulfuron-ethyl	Mefenacet+ pyrazosulfuron-ethyl	Thiobencarb +pyrazosulfuron-ethyl	Molinate+pyrazosulfuron-ethly	Pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl
기준시용	-	92.5 a	66.0 a	75.2 a	87.6 a	93.9 ab
기준시용 50%	-	90.8 a	93.0 a	93.9 a	77.5 a	97.2 ab
기준시용 50%	500	98.9 a	97.8 a	90.2 a	89.9 a	87.1 ab
기준시용 50%	1000	93.6 a	82.0 a	83.4 a	87.4 a	104.5 a
기준시용 25%	-	86.2 a	60.7 a	88.8 a	94.9 a	67.2 ab
기준시용 25%	500	102.8a	89.5 a	89.3 a	94.2 a	71.0 ab
기준시용 25%	1000	90.9 a	102.9 a	73.8 a	97.9 a	60.1 b
무처리	-	90.7 a	90.7 a	90.7 a	90.7 a	90.7 ab

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-30은 Electron donating ability를 나타낸 것으로 사용된 처리약제는 대체로 기준시용이 기준시용의 50% 보다 통계적 유의성은 보이지 않았지만 Electron donating ability가 낮았으며 목초액의 혼용에 따른 Electron donating ability는 처리 제초제 및 목초액 농도 간에는 뚜렷한 경향치가 없었다. Electron donating ability는 항산화 효과와 생리활성 효과를 나타낼 수 있는 지표로 이용할 수 있지만 본 실험의 결과로는 무처리구에서는 제초제 처리구보다 Electron donating ability가 높게 나타나 농약이 생리활성 물질의 생산을 저해 할 것이라 사료되며 목초액 처리에 의한 생리활성 물질과의 관계는 추후 검토가 더 필요하다고 생각된다.

표 1-30. 제초제와 목초액의 혼용처리에 따른 Electron donating ability

처리내용	목초액 (배액)	Electron donating ability(%) - 10mg/ml				
		pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb	pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet	pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb	pyrazosulfuron-ethyl+molinate	pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl
Vit. C	-	91.7				
Vit. E	-	92.5				
Butylated Hydroxytoluene	-	90.6				
기준시용	-	16.5 a	14.7 ab	16.8 a	12.8 bc	**15.0 a**
기준시용 50%	-	17.2 a	17.0 c	11.3 c	12.5 bc	**15.7 a**
기준시용 50%	500	16.0 a	16.2 ab	14.2 a	13.2 bc	**14.9 a**
기준시용 50%	1000	17.9 ab	15.4 ab	15.3 a	11.5 c	**19.5 a**
기준시용 25%	-	16.2 a	15.8 ab	12.5 bc	15.0 bc	**14.0 a**
기준시용 25%	500	12.7 c	15.1 ab	13.3 bc	16.2 abc	**18.4 a**
기준시용 25%	1000	13.0 c	13.3 b	14.9 ab	17.2 ab	**16.5 a**
무처리	-	20.3 a	20.3 a	20.3 a	20.3 a	**20.3 a**

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

제 3 절 목초액 처리로 인한 토양의 변화 구명

1. 재료 및 방법

제초제와 목초액의 혼용시용에 따른 토양의 변화를 조사하기 위하여 논포장에서 실험을 실시할 것이며, 목초액의 농도는 500, 1000배액으로 희석하여 논에 뿌린 후 제초제를 처리하며, 처리내용은 Bensulfuron-methyl+Molinate 100%, Bensulfuron-methyl+ Molinate 50%, Bensulfuron-methyl+Molinate 50%+목초액, Bensulfuron-methyl+Molinate 25%, Bensulfuron- methyl+Molinate 25%+목초액 및 무처리로 한다. 토양특성의 조사와 치환 산도, EC, O.M., P_2O_5, 토양 내 양이온함량(Ca, Mg, K, Na) 등을 조사하고, 기타 토양 특성조사는 농촌진흥청 토양화학 분석법에 준하여 실시하고, 기타 재배 및 경종방법은 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준에 준하여 실시한다.

2. 연구결과

가. 목초액 처리로 인한 토양의 변화 구명

표 1-31은 목초액 단독처리 시 토양분석 내용이다. 무처리구의 pH는 5.49로 조사되었고 목초액 500배액, 1000배액은 각각 5.33, 5.36으로 조사되어 목초액 처리에 따라 산성화되는 경향을 나타내었다. 이것은 목초액이 강산성이기 때문일 것으로 사료된다. 유기물 함량에서는 목초액 처리한 시험구에서 무처리 보다 조금 높은 경향을 나타냈다. 유효인산은 목초액 500배액이 가장 높았고 치환성 양이온에서는 목초액 1000배액이 높은 수치를 나타냈다.

표 1-31. 목초액 단독처리에 따른 토양 분석

처리내용	목초액 (배액)	산도 (pH)	유기물 (%)	유효인산 (mg/Kg)	치환성 양이온(cmol+/Kg)		
					칼륨	칼슘	마그네슘
목초액	500	5.33a	1.95a	186.27a	0.18b	2.73a	0.29b
목초액	1000	5.36a	1.94a	165.99b	0.14a	2.92a	0.39a
무처리구	-	5.49a	1.92a	179.08b	0.15b	2.79a	0.24b

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-32는 Pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb와 목초액 혼용처리에 따른 토양 분석 내용을 나타낸 표이다. 전반적으로 기준시용 처리구에서 가장 높은 수치를 나타났으며 pH는 기준시용의 50%+목초액 500배액이 5.30으로 가장 낮게 나타났다. 여기서도 목초액 500배액 처리가 목초액 1000배액 보다 산성화되는 경향을 나타냈다. 유기물 함량과 유효인산에서는 목초액을 처리한 시험구가 기준시용과 비슷하게 조사되었다. 치환성 양이온은 목초액 단독처리와 같이 목초액 1000배액 처리가 500배액보다 높게 조사되었다.

표 1-32. pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb와 목초액 혼용처리에 따른 토양 분석

처리내용	목초액 (배액)	산도 (pH)	유기물 (%)	유효인산 (mg/Kg)	치환성 양이온(cmol+/Kg)		
					칼륨	칼슘	마그네슘
기준시용	-	5.99a	2.24a	203.83a	0.32a	2.92a	0.53a
기준시용의 50%	-	5.62b	2.01ab	197.64a	0.21ab	2.80ab	0.41ab
기준시용의 50%	500	5.30b	2.20a	202.46a	0.26a	2.88ab	0.59a
기준시용의 50%	1000	5.77b	2.23a	204.30a	0.29a	2.94a	0.55a
기준시용의 25%	-	5.57b	1.98b	142.64b	0.19b	2.77b	0.32ab
기준시용의 25%	500	5.75b	2.19a	197.36a	0.26a	2.80ab	0.50a
기준시용의 25%	1000	5.83b	2.12b	197.24a	0.27a	2.82ab	0.55a
무처리구	-	5.49b	1.92b	179.08b	0.15b	2.79b	0.24b

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-33은 pyrazosulfuron-ethyl+molinate와 목초액 혼용처리에 따른 토양 분석 내용을 나타낸 것이다. 여기서도 pH는 목초액 500배액 처리가 목초액 1000배액 처리보다 낮게 나타나 좀 더 산성화된 것을 알 수 있다. 유기물 함량에 있어서는 기준시용의 50%+목초액 500배액이 2.36으로 가장 높게 나타났으며 목초액을 처리한 시험구에서 기준시용 처리구와 비슷한 함량으로 조사되었다. 그리고 치환성 양이온에서도 같은 효과를 나타냈다.

표 1-33. pyrazosulfuron-ethyl+molinate와 목초액 혼용처리에 따른 토양 분석

처리내용	목초액 (배액)	산도 (pH)	유기물 (%)	유효인산 (mg/Kg)	치환성 양이온(cmol+/Kg)		
					칼륨	칼슘	마그네슘
기준시용	-	6.37a	2.21a	219.51a	0.40a	3.88a	0.62a
기준시용의 50%	-	6.09a	2.04ab	181.74b	0.55a	3.43a	0.70a
기준시용의 50%	500	6.19a	2.36a	209.60a	0.48a	4.36a	0.76a
기준시용의 50%	1000	6.42a	2.19a	202.10a	0.48a	4.49a	0.76a
기준시용의 25%	-	5.90b	1.86b	171.70b	0.44a	3.48a	0.71a
기준시용의 25%	500	6.11a	2.19a	188.71ab	0.41a	4.21a	0.40ab
기준시용의 25%	1000	6.20a	2.13a	189.90ab	0.50a	4.69a	0.56a
무처리구	-	5.49b	1.92b	179.08b	0.15b	2.79b	0.24b

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-34는 pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet와 목초액 혼용처리에 따른 토양 분석 내용을 나타낸 표이다. pH는 기준시용 처리구에서 가장 높게 나타났고 목초액을 처리한 시험구에서는 역시 앞에서의 결과와 같았다. 유기물 함량과 유효인산은 기준시용 처리구와 목초액을 처리한 시험구에서 비슷한 수치를 나타냈다. 치환성 양이온 중 K와 Ca 함량은 앞선 결과와 동일하였고 Mg에서 기준시용50%+목초액 1000배액이 0.37로 낮게 조사되었다.

표 1-34. pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet와 목초액 혼용처리에 따른 토양 분석

처리내용	목초액 (배액)	산도 (pH)	유기물 (%)	유효인산 (mg/Kg)	치환성 양이온(cmol+/Kg)		
					칼륨	칼슘	마그네슘
기준시용	-	6.50a	2.13a	219.16a	0.41a	5.31a	0.85a
기준시용의 50%	-	6.01a	1.91b	196.92ab	0.38a	4.03a	0.70a
기준시용의 50%	500	6.30a	2.10a	215.44a	0.41a	4.73a	0.85a
기준시용의 50%	1000	6.33a	2.09a	218.62a	0.37a	4.66a	0.37b
기준시용의 25%	-	5.94b	1.81b	199.38ab	0.23b	3.35ab	0.74a
기준시용의 25%	500	6.13a	2.08a	211.53a	0.42a	4.74a	0.74a
기준시용의 25%	1000	6.25a	2.03ab	209.07a	0.47a	4.85a	0.76a
무처리구	-	5.49b	1.92b	179.08b	0.15b	2.79b	0.24b

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-35는 pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb와 목초액 혼용처리에 따른 토양을 분석한 표이다. pH에서는 기준시용 처리구가 5.86으로 가장 높았고 기준시용의 50%+목초액 500배액이 기준시용의 50%+목초액 1000배액 보다 높게 조사되었다. 그러나 기준시용의 25%에 목초액을 처리한 시험구에서는 앞에서의 표의 결과와 동일하게 나타났다. 유기물 함량은 기준시용 처리구가 가장 높았으며 그 다음으로 기준시용의 50%+목초액 500배액과 1000배액은 비슷한 수치를 나타냈고 기준시용의 25%+목초액 500배액과 1000배액이 비슷하게 조사되었다. 유효인산에서는 기준시용 처리구와 목초액을 처리한 시험구가 차이는 조금 있지만 비슷하게 조사되었다. 치환성 양이온에서는 기준시용의 25%에 목초액을 처리한 시험구에서는 앞선 결과들과 동일하게 조사된 반면 기준시용의 50%에 목초액을 처리한 시험구에서는 목초액 500배액을 처리한 시험구에서 높게 조사되었다.

표 1-35. pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb와 목초액 혼용처리에 따른 토양 분석

처리내용	목초액 (배액)	산도 (pH)	유기물 (%)	유효인산 (mg/Kg)	치환성 양이온(cmol+/Kg)		
					칼륨	칼슘	마그네슘
기준시용	-	5.86a	2.33a	208.27a	0.26a	3.58a	0.72a
기준시용의 50%	-	5.52a	1.97b	204.51a	0.19b	3.48a	0.58a
기준시용의 50%	500	5.73a	2.25a	206.42a	0.23a	3.44a	0.63a
기준시용의 50%	1000	5.62a	2.29a	205.71a	0.25a	3.35a	0.47a
기준시용의 25%	-	5.59a	1.92b	200.98ab	0.18b	2.90b	0.57a
기준시용의 25%	500	5.57a	2.18a	205.74a	0.20ab	3.57a	0.59a
기준시용의 25%	1000	5.63a	2.19a	205.05a	0.24a	3.51a	0.77a
무처리구	-	5.49a	1.92b	179.08b	0.15b	2.79b	0.24a

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-36은 pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl과 목초액 혼용처리에 따른 토양을 분석한 것이다. pH에서 기준시용이 6.14로 가장 높았고 기준시용의 50%+목초액 1000배액이 비슷한 pH를 나타났다. 나머지는 무처리를 제외하고는 비슷하게 조사되었다. 조금의 차이이지만 여기에서도 목초액 1000배액을 처리한 시험구가 목초액 500배액을 처리한 시험구 보다 높은 pH를 나타내어 목초액 처리에 따라 pH가 산성화 되는 경향을 나타내었다. 유기물과 유효인산 함량은 기준시용 처리구가 가장 높았고 나머지는 비슷하게 조사되었다. 치환성 양이온은 앞에서와 같이 목초액 1000배액 처리구가 목초액 500배액 처리구 보다 높게 조사되었다.

표 1-36. pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl과 목초액 혼용처리에 따른 토양 분석

처리내용	목초액 (배액)	산도 (pH)	유기물 (%)	유효인산 (mg/Kg)	치환성 양이온(cmol+/Kg)		
					칼륨	칼슘	마그네슘
기준시용	-	6.14a	2.12a	202.20a	0.39a	4.55a	0.67a
기준시용의 50%	-	6.09a	1.91b	192.40ab	0.42a	3.70a	0.56a
기준시용의 50%	500	6.06a	2.09a	194.90ab	0.38a	4.60a	0.54a
기준시용의 50%	1000	6.11a	2.08a	192.30ab	0.44a	4.64a	0.58a
기준시용의 25%	-	6.02a	1.90b	193.46ab	0.19b	2.36b	0.43ab
기준시용의 25%	500	5.98ab	1.96ab	197.80a	0.43a	4.42a	0.64a
기준시용의 25%	1000	6.05a	1.98ab	192.70ab	0.46a	4.84a	0.69a
무처리구	-	5.49b	1.92b	179.08b	0.15b	2.79b	0.24b

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

제 4 절 조건별 목초액 효과구명

1. 재료 및 방법

조건(토성, 처리시기, 온도. 처리방법)에 따른 제초제와 목초액의 혼용시용 시 잡초방제 효과검증을 위하여 강피 종자를 1/1000a 사각 pot에서 흙을 2/3정도 담아 파종하기 1일전 관개 후 파종하며, 제초제는 토양처리 제초제인 pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb, pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl, pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet, pyrazosulfuron-ethyl+molinate 를 사용한다. 제초제와 목초액 처리는 제초제 기준시용, 제초제 기준시용의 50%와 목초액 농도는 500, 1000배액을 처리한다. 토성은 사양토와 식양토, 제초제 처리는 잡초 파종 후 5~15일에 처리한다. 그리고 처리 시기는 잡초의 생육시기별에 따른 효과를 검정하기 위하여 시험구 배치방법을 완전임의 배치 3반복으로 하여, 잡초의 건물중, 방제가 등을 조사하였다.

2. 연구결과

가. 엽기 별 토성에 따른 제초제와 목초액 혼용 효과

표 1-37은 pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb와 목초액 혼용 처리 시기와 토성에 따른 잡초방제효과를 나타낸 것으로 목초액과 제초제의 혼용시용 시 1엽기에서는 사양토가 방제 효과가 높았으나 2엽기에서 식양토가 더 나은 방제가를 나타냄을 알 수 있었다. 그리고 pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb 제초제 기준시용의 50%+ 목초액 500배액, 1000배액의 목초액 농도에 따른 차이가 없었다. 또한 전반적인 방제가가 1엽기보다는 2엽기에 더 향상 된 것을 볼 수 있다. 본 실험에 사용 된 제초제 pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb는 목초액의 혼용 효과가 전혀 나타나지 않았는데 이 결과는 포장시험과 상이하였다. 이 원인은 제초제 처리 시기가 다소 빠르기 때문인 것으로 사료되며 본 실험의 결과에서도 1엽기보다 2 엽기의 방제가 높은 결과도 같은 맥락이라 할 수 있겠다. 그리고 전년의 실험에서도 이와 같이 제초제 간에 목초액의 효과가 달라 이에 대한 구명이 밝혀져야 목초액을 농약 절감의 대체 자재로 사용 할 수 있을 것이다.

표 1-37. pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb와 목초액 혼용 처리 시기와 토성에 따른 잡초방제 효과

처리내용	목초액 (배액)	1엽기				2엽기			
		식양토		사양토		식양토		사양토	
		건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)
무처리구	-	2.8a	-	1.5a	-	3.2a	-	10.3a	-
기준시용	-	0.8b	70.5	0.1b	92.5	0.1c	97.9	0.6c	93.7
기준시용의 50%	-	1.2b	58.1	0.6b	56.2	0.7b	76.2	1.8b	82.4
기준시용의 50%	500	2.1ab	25.8	0.8b	44.1	0.5b	82.5	2.1b	79.3
기준시용의 50%	1000	2.0ab	27.2	0.7b	53.6	0.5b	83.8	2.0b	80.7

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT

표 1-38은 pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl처리가 피 1, 2엽기 방제 효과를 나타낸 것으로 전반적인 방제가가 식양토보다는 사양토에서 높게 나타났음을 알 수 있다. 제초제는 포장에서의 평가에서는 식양토가 사양토보다 잡초방제 효과가 높은 것이 일반적이나 본 실험은 pot를 사용하여 실험한 관계로 이와 같은 결과를 나타내었다.

그리고 토성에 관계없이 제초제와 목초액의 혼용시용 시 방제가는 pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl제초제 기준시용 50%+ 목초액 1000배액이 pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl제초제 기준시용 50%+ 목초액 500배액 보다 잡초방제 효과가 높음을 알 수 있었다. 이 결과는 포장 실험의 결과와 일치하여 목초액의 적정 처리 농도를 1000배액으로 하는 것이 가장 좋을 것 같다. 또한 엽기 별 효과는 대체로 1엽기가 2엽기보다 방제가가 낮아 제초제 처리 시기가 중요한 요소가 되었다.

표 1-38. pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl와 목초액 혼용 처리 시기와 토성에 따른 잡초 방제 효과

처리내용	목초액 (배액)	1엽기				2엽기			
		식양토		사양토		식양토		사양토	
		건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)
무처리구	-	2.8a	-	1.5a	-	3.2a	-	10.3a	-
기준시용	-	0.3c	89.4	0.1b	94.7	0.2b	91.3	0.3b	96.7
기준시용의 50%	-	1.1b	59.3	0.5b	66.7	1.2ab	62.8	1.5b	85.4
기준시용의 50%	500	1.1b	58.6	0.4ab	73.3	0.5b	84.7	1.2b	88.2
기준시용의 50%	1000	0.7bc	72.8	0.3b	80.7	0.3b	90.4	0.5b	95.0

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT

표 1-39는 pyrazosulfuron-ethyl+mefenace와 목초액 혼용 처리 시 토성에 따른 잡초 방제 효과를 나타 낸 것으로 앞선 결과들과 마찬가지로 식양토보다는 사양토에서 1엽기 보다는 2엽기에서 전체적인 방제가가 높게 나타났다. pyrazosulfuron-ethyl+mefenace 기준시용의 50%+목초액 1000배액이 목초액 500배액보다 방제가가 높게 조사 되었으며, 공시 약제 중 목초액의 제초제 절감 효과가 가장 뚜렷한 결과를 나타내었으며 이 약제의 경우에는 50%를 감량 사용해도 될 것으로 사료된다.

표 1-39. pyrazosulfuron-ethyl+mefenace과 목초액 혼용 처리 시기와 토성에 따른 잡초 방제 효과

처리내용	목초액 (배액)	1엽기				2엽기			
		식양토		사양토		식양토		사양토	
		건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)
무처리구	-	2.8a	-	1.5a	-	3.2a	-	2.3a	-
기준시용	-	0.8b	72.1	0.1b	93.3	0.1b	97.8	0.2b	91.3
기준시용의 50%	-	1.8ab	35.4	0.3b	66.7	0.6b	81.2	0.6b	74.2
기준시용의 50%	500	1.4ab	48.0	0.2b	86.7	0.3b	89.3	0.3b	85.0
기준시용의 50%	1000	0.8b	71.5	0.1b	93.3	0.2b	92.8	0.2b	91.3

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT

표 1-40은 pyrazosulfuron-ethyl+molinate와 목초액 혼용 처리 시기와 토성에 따른 잡초 방제 효과의 결과이며, pyrazosulfuron-ethyl+molinate과 목초액의 혼용 처리 결과는 1, 2 엽기 모두 식양토가 사양토보다 다소 방제효과가 높았으나 유의성이 인정되지 않았고, 앞의 제초제와는 달리 토성에 다른 약제의 효과 차이를 보이지 않았다. 그리고 목초액의 혼용에 따른 제초제의 절감 효과가 전혀 나타나지 않은 결과를 보였다.

이상의 결과를 볼 때 제초제와 목초액의 혼용 효과는 제초제 종류에 따라 크게 다르게 반응하며 조건에 따른 차이는 그렇게 영향을 준다고 볼 수 없다. 따라서 제초제 종류에 따라 나타나는 잡초 방제에 차이에 대하여는 구명하기 위하여서는 각 제초제의 작용기작에 관여하는 효소 또는 분자 수주의 연구를 추진하여 장래의 제초제 뿐 만 아니라 농약 감량에 실질적으로 적용할 수 있는 방법을 모색 할 것이다.

표 1-40. pyrazosulfuron-ethyl+molinate와 목초액 혼용 처리 시기와 토성에 따른 잡초 방제 효과

처리내용	목초액 (배액)	1엽기				2엽기			
		식양토		사양토		식양토		사양토	
		건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)
무처리구	-	2.8a	-	1.5a	-	3.2a	-	2.5a	-
기준시용	-	0.6b	78.7	0.1b	92.4	0.2b	92.6	0.2b	89.7
기준시용의 50%	-	1.1ab	59.8	0.6b	56.2	0.7b	78.1	0.7b	70.6
기준시용의 50%	500	1.5ab	47.5	0.8b	44.1	0.9b	71.1	0.9b	59.0
기준시용의 50%	1000	1.0b	63.5	0.7b	53.9	0.6b	79.8	0.6b	71.8

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT

나. 제초제와 목초액 혼용처리 시 잡초 초종별 방제효과

표 1-41은 5 종류의 제초제와 목초액 혼용처리 시 피 방제효과를 나타낸 것으로 피의 경우 제초제와 목초액 혼용시용이 전체적으로 높은 방제효과를 나타내고 있다. pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl 제초제 기준시용의 50%+목초액1000배액이 73.8%로 방제가가

낮은 것을 제외하고는 각각의 제초제 처리내용에서 95%이상의 높은 방제효과가 나타났다. 본 시험 피 방제에서도 목초액의 혼용에 의한 제초제 50% 절감 가능성이 시사 되었으나 기준 시용의 50%에서 다소 높은 방제가가 나타나 이에 대한 검증이 필요하다. 5 종류의 제초제 중에서도 pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet 제초제는 모든 처리내용에서 가장 높은 방제효과를 나타났다.

표 1-41. 제초제와 목초액 혼용처리 시 피 방제효과

처리내용	목초액(배액)	제초제 종류									
		pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb		pyrazosulfuron-ethyl+molinate		pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet		pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb		pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl	
		건물중(g)	방제가(%)	건물중(g)	방제가(%)	건물중(g)	방제가(%)	건물중(g)	방제가(%)	건물중(g)	방제가(%)
기준시용	-	0.0b	100.0	0.3b	98.4	0.0b	100.0	0.1b	98.7	0.2b	98.1
기준시용의 50%	-	0.9b	90.4	1.1b	87.5	1.6b	82.5	0.6b	93.8	1.0b	88.7
기준시용의 50%	500	0.1b	98.6	0.2b	97.8	0.0b	100.0	0.3b	96.5	0.2b	97.8
기준시용의 50%	1000	0.4b	96.1	0.6b	93.6	0.2b	98.0	0.3b	96.2	2.4b	73.8
무처리구	-	9.2a	-	9.2a	-	9.2a	-	9.2a	-	9.2a	-

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-42는 5종류의 제초제와 목초액 혼용처리 시 물달개비 방제효과를 나타낸 것으로 pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl 기준시용의 50%+목초액 500배액, 1000배액처리의 경우 방제가가 각각 79.4%, 78.7%로 낮은 방제가를 제외하고는 역시 피와 비슷한 방제효과를 나타내고 있으며, pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet 처리는 목초액 500배액이나 100배액 모두 높은 방제가를 나타냈다. 그리고 피 결과와 마찬가지로 물달개비의 방제에 있어서 목초액의 혼용에 의한 제초제 50% 절감 가능성이 시사 되었으나 기준 시용의 50%에서 다소 높은 방제가가 나타나 이에 대한 검증이 필요하다.

표 1-42. 제초제와 목초액 혼용처리 시 물달개비 방제효과

처리내용	목초액 (배액)	제초제 종류									
		pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb		pyrazosulfuron-ethyl+molinate		pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet		pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb		pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl	
		건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)
기준시용	-	0.0b	100.0	0.0b	100.0	0.2b	98.4	0.1b	99.1	0.0b	100.0
기준시용의 50%	-	1.3b	88.2	1.1b	89.7	2.6b	76.3	1.4b	86.9	3.3b	69.4
기준시용의 50%	500	0.3b	96.9	0.5b	95.6	0.3b	97.5	0.3b	96.9	2.2b	79.4
기준시용의 50%	1000	0.4b	96.1	0.4b	96.2	0.1b	99.3	0.7b	93.6	2.3b	78.7
무처리구	-	10.9a	-	10.9a	-	10.9a	-	10.9a	-	10.9a	-

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-43은 제초제와 목초액 혼용처리 시 사마귀풀 방제효과의 결과이며, 사마귀풀은 피와 물달개비 방제와는 달리 각각 제초제의 기준시용의 50%+목초액 1000배액이 방제효과가 낮게 나타났고, 목초액의 혼용에 의한 잡초방제 효과가 인정되나 피나 물달개비 같은 결과처럼 뚜렷하지 않았다. 그리고 처리 간에 변이가 높았으나 각 처리내용에서 가장 높은 방제효과를 보인 것은 pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet 처리였다.

표 1-43. 제초제와 목초액 혼용처리 시 사마귀풀 방제효과

처리내용	목초액 (배액)	제초제 종류									
		pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb		pyrazosulfuron-ethyl+molinate		pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet		pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb		pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl	
		건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중(g)	방제가(%)
기준시용	-	0.0b	100.0	0.1b	98.8	0.0b	100.0	0.2b	98.0	0.7b	91.3
기준시용의 50%	-	3.1b	64.3	3.2b	62.6	2.3b	72.7	1.4b	83.4	3.1b	64.0
기준시용의 50%	500	0.2b	98.1	1.9b	78.2	0.2b	97.2	0.7b	92.0	1.1b	86.7
기준시용의 50%	1000	1.0b	88.5	1.3b	85.3	0.4b	95.2	0.9b	89.8	2.8ab	67.2
무처리구	-	8.6a	-	8.6a	-	8.6a	-	8.6a	-	8.6a	-

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-44는 제초제와 목초액 혼용처리 시 여뀌 방제효과의 결과이며, 여뀌의 경우 전체적으로 5종류의 모든 제초제의 처리에서 96%이상의 높은 방제효과를 보였다. pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb 처리는 기준시용의 50%+목초액 1000배액이 84.0%으로 가장 낮은 방제효과를 나타내었지만 500배액에서는 높은 방제가가 나타나 일관성이 결여 되었고, 이 결과는 포장시험에서도 같았다.

표 1-44. 제초제와 목초액 혼용처리 시 여뀌 방제효과

처리내용	목초액(배액)	제초제 종류									
		pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb		pyrazosulfuron-ethyl+molinate		pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet		pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb		pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl	
		건물중(g)	방제가(%)	건물중(g)	방제가(%)	건물중(g)	방제가(%)	건물중(g)	방제가(%)	건물중(g)	방제가(%)
기준시용	-	0.1b	97.8	0.0b	100.0	0.0b	100.0	0.0b	100.0	0.1b	98.9
기준시용의 50%	-	0.7b	86.0	0.6b	83.2	0.4b	91.6	0.9b	80.7	1.1b	77.7
기준시용의 50%	500	0.0b	100.0	0.2b	96.1	0.0b	100.0	0.1b	97.2	0.2b	96.4
기준시용의 50%	1000	0.1b	97.0	0.1b	98.1	0.0b	100.0	0.8b	84.0	0.2b	96.7
무처리구	-	4.8a	-	4.8a	-	4.8a	-	4.8a	-	4.8a	-

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-45는 제초제와 목초액 혼용처리 시 방동사니 방제효과의 결과이며 방동사니의 경우 전체적으로 기준시용의 50%+목초액 500배액과 1000배액이 기준시용과 비슷한 방제효과를 나타내고 있다. pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb와 pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb 제초제의 기준시용의 50%+목초액 1000배액의 방제효과가 다소 떨어지는데 이것은 잡초의 발생량이 적은 것으로 기인한 것으로 사료된다. 방동사니의 경우는 피, 물달개비 처리와 같은 경향으로 목초액의 혼용에 의한 제초제 50% 절감 가능성이 시사 되었다.

표 1-45. 제초제와 목초액 혼용처리 시 방동사니 방제효과

처리내용	목초액(배액)	제초제 종류									
		pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb		pyrazosulfuron-ethyl+molinate		pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet		pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb		pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl	
		건물중(g)	방제가(%)	건물중(g)	방제가(%)	건물중(g)	방제가(%)	건물중(g)	방제가(%)	건물중(g)	방제가(%)
기준시용	-	0.0b	100.0	0.1b	97.1	0.0b	100.0	0.0b	100.0	0.1b	96.7
기준시용의 50%	-	0.7b	81.1	0.4b	87.8	0.6b	83.0	0.7b	80.0	0.5b	86.7
기준시용의 50%	500	0.1b	98.5	0.3b	95.2	0.1b	97.8	0.3b	92.7	0.1b	96.0
기준시용의 50%	1000	0.4b	89.0	0.2b	92.7	0.3b	90.8	0.1b	98.2	0.2b	95.2
무처리구	-	3.6a	-	3.6a	-	3.6a	-	3.6a	-	3.6a	-

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-46은 제초제와 목초액 혼용처리 시 올방개 방제효과의 결과이며, 올방개에서 pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethy와 pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet 제초제 기준시용의 50%+목초액1000배액이 88.3%, 89.2%로 가장 낮게 나타났고 기준시용의 50%+목초액 500배액이 다른 초종의 결과와 달리 1000배액 처리보다 방제가가 높게 나타났다. 본 시험의 결과 목초액 혼용 효과가 우수하지만 올방개의 잡초의 발생량이 적어 추후 검토가 요망 된다.

표 1-46. 제초제와 목초액 혼용처리 시 올방개 방제효과

처리내용	목초액(배액)	제초제 종류									
		pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb		pyrazosulfuron-ethyl+molinate		pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet		pyrazosulfuron-ethyl+thiobencarb		pyriminobac-methyl+pyrazosulfuron-ethyl	
		건물중(g)	방제가(%)	건물중(g)	방제가(%)	건물중(g)	방제가(%)	건물중(g)	방제가(%)	건물중(g)	방제가(%)
기준시용	-	0.0b	100.0	0.0b	100.0	0.1b	95.8	0.0b	100.0	0.0b	100.0
기준시용의 50%	-	0.4b	75.2	0.2b	87.6	0.4b	76.0	0.2b	86.8	0.3b	83.5
기준시용의 50%	500	0.1b	96.7	0.1b	95.8	0.1b	93.3	0.0b	100.0	0.1b	91.7
기준시용의 50%	1000	0.1b	90.8	0.0b	100.0	0.2b	89.2	0.1b	95.8	0.2b	88.3
무처리구	-	1.6a	-	1.6a	-	1.6a	-	1.6a	-	1.6a	-

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

다. 제초제와 목초액 혼용처리 시 물높이에 따른 피 방제 효과

표 1-47은 pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb와 목초액 혼용에 따른 피 방제효과를 나타낸 것이다. 피 1엽기, 물의 깊이가 3cm인 경우 무처리구의 건물중이 0.52g로 가장 높았으며, 기준시용의 50% + 목초액 500, 1000배액의 건물중이 0.07, 0.05g로 방제가가 86.5, 90.4%로 나타났다. 반면에 기준시용의 50% 처리구는 건물중이 0.10g로 목초액의 처리구보다 높았지만 유의성은 인정되지 않았고 방제가는 80.8%로 낮게 나타났다. 물의 깊이가 0cm의 경우 기준시용의 50% + 목초액 500, 1000배액의 건물중이 0.19, 0.09g로 방제가가 94.2, 97.2%로 기준시용의 50%의 건물중 0.27g, 방제가 91.7%보다 약간 높게 나타났고, 건물중의 유의적인 차이는 없었다. 2엽기의 물 깊이 0, 3cm의 경우에는 기준시용의 50%와 기준시용의 50% + 목초액 500, 1000배액 처리구와 건물중 및 방제가가 비슷하게 나타났고 건물중의 유의성은 없었다.

표 1-47. Pyrazosulfuron-ethyl+esprocarb와 목초액 혼용에 따른 피 방제효과

처리내용	목초액 (배액)	1엽기				2엽기			
		3cm		0cm		3cm		0cm	
		건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)
기준시용	-	0.01b	98.1	0.19b	94.2	0.38b	99.0	0.98b	96.5
기준시용의 50%	-	0.10b	80.8	0.27b	91.7	1.33b	96.4	2.66b	90.5
기준시용의 50%	500	0.07b	86.5	0.19b	94.2	1.22b	96.7	2.58b	90.8
기준시용의 50%	1000	0.05b	90.4	0.09b	97.2	0.87b	97.7	3.04b	89.1
무처리구	-	0.52a	-	3.26a	-	37.0a	-	27.93a	-

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT..

표 1-48은 imazosulfuron+thiobencarb와 목초액 혼용에 따른 피 방제효과를 나타낸 것으로 1엽기 3cm의 경우 기준시용의 50% 처리구가 건물중 0.19, 방제가 63.5%로 기준시용의 50% + 목초액 500, 1000배액의 방제가(80.8, 76.9%)보다 낮아 목초액의 혼용이 제초효과의 상승에 관여한 것으로 판단되고, 피 1엽기 0cm, 피 2엽기 0, 3cm의 경우는 그 효과는 미미하였다. 특히 피 2엽기 0cm의 경우 기준시용의 50% + 목초액 1000배액은 오히려 기준시용의 50% 처리구보다 방제가가 더 떨어지는 것으로 나타났다. 이와 같이 물 높이에 따른 제초제와 목초액의 혼용효과가 다르게 나타났으며 물이 부족한 경우는 목초액의 혼용효과가 없었다.

표 1-48. Imazosulfuron+thiobencarb와 목초액 혼용에 따른 피 방제효과

처리내용	목초액 (배액)	1엽기				2엽기			
		3cm		0cm		3cm		0cm	
		건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)
기준시용	-	0.04b	92.3	0.31b	90.5	1.09b	97.1	1.74b	93.8
기준시용의 50%	-	0.19b	63.5	0.43b	86.8	2.77b	92.5	3.17b	88.7
기준시용의 50%	500	0.10b	80.8	0.41b	87.4	2.24b	93.9	2.55b	90.9
기준시용의 50%	1000	0.12b	76.9	0.30b	90.8	2.41b	93.5	4.11b	85.3
무처리구	-	0.52a	-	3.26a	-	36.99a	-	27.93a	-

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-49는 pyrazosulfuron-ethyl+molinate와 목초액의 혼용에 따른 피 방제효과를 나타낸 결과이다. 피 1엽기의 3cm의 경우 기준시용의 50% 처리구의 건물중이 0.12g, 방제가가 76.9%로 기준시용의 50% + 목초액 500배액과 1000배액의 건물중 0.08, 0.03g, 방제가 84.6%, 94.2%보다 낮게 나타났으나, 건물중의 유의성은 인정되지 않았다. 목초액의 혼용에 따른 효과가 피 1엽기의 3cm의 경우 다소 나타났으나, 그 외 피 1엽기의 0cm, 피 2엽기의 0, 3cm의 경우는 비슷하거나 오히려 떨어지는 것으로 조사되었고, 건물중에 대한 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 엽기별로는 1엽기에서는 목초액의 혼용효과가 뚜렷하였으나 2엽기에서는 물 높이에 대한 차이도 나타나지 않았다.

표 1-49. Pyrazosulfuron-ethyl+molinate와 목초액 혼용에 따른 피 방제효과

처리내용	목초액 (배액)	1엽기				2엽기			
		3cm		0cm		3cm		0cm	
		건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)
기준시용	-	0.00b	100.0	0.18b	94.5	0.45b	98.8	1.43b	94.9
기준시용의 50%	-	0.12b	76.9	0.49b	85.0	1.93b	94.8	2.21b	92.1
기준시용의 50%	500	0.08b	84.6	0.38b	88.3	2.04b	94.5	2.85b	89.8
기준시용의 50%	1000	0.03b	94.2	0.36b	89.0	0.83b	97.8	3.27b	88.3
무처리구	-	0.52a	-	3.26a	-	36.99a	-	27.93a	-

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT..

표 1-50은 halosulfuron-methyl+pyriminobac-methyl+pretilachlor과 목초액 혼용에 따른 피 방제효과를 나타내었다. 피 1엽기의 3cm의 경우 기준시용의 50%와 기준시용의 50% + 목초액 500, 1000배액이 방제가가 94.2%로 같았고, 건물중의 유의성은 없었다. 피 1엽기의 0cm의 경우 기준시용의 50% 처리구가 94.5%의 방제가를 보였고 기준시용의 50% + 목초액 500 ,1000배액의 방제가는 98.5, 99.1%로 목초액 효과가 나타났지만 미미하였다. 2엽기의 0, 3cm의 경우 기준시용의 50%와 기준시용의 50% + 목초액 500, 1000배액의 방제가의 차이는 거의 없었고 건물중의 유의적인 차이도 나타나지 않았다.

표 1-50. Halosulfuron-methyl+pyriminobac-methyl+pretilachlor과 목초액 혼용에 따른 피 방제효과

처리내용	목초액 (배액)	1엽기				2엽기			
		3cm		0cm		3cm		0cm	
		건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)
기준시용	-	0.01b	98.1	0.00b	100.0	0.05b	99.9	0.03b	99.9
기준시용의 50%	-	0.03b	94.2	0.18b	94.5	0.39b	99.0	0.47b	98.3
기준시용의 50%	500	0.03b	94.2	0.05b	98.5	0.28b	99.2	0.28b	99.0
기준시용의 50%	1000	0.03b	94.2	0.03b	99.1	0.20b	99.5	0.26b	99.1
무처리구	-	0.52a	-	3.26a	-	36.99a	-	27.93a	-

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT..

pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet과 목초액 혼용처리에 따른 피 방제효과를 나타낸 것이 표 1-51이다. 피 1엽기 3cm의 경우 기준시용의 50% 처리구의 방제가가 82.7%로 기준시용의 50% + 목초액 500, 1000배액의 방제가 90.4, 94.2%보다 낮게 나타나 목초액의 제초효과가 다소 나타났으나, 건물중의 유의성은 나타나지 않았고, 피 2엽기의 0, 3cm의 경우 거의 비슷한 방제가를 보였다. 피 1엽기의 0cm의 경우는 기준시용의 50% + 목초액 500배액의 방제가가 88.7%로 기준시용의 50% 방제가(93.9%)보다 낮게 나타났다. 따라서 피 1엽기의 0cm를 제외하고는 pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet와 목초액의 혼용이 잡초 방제에 약간의 영향을 주는 것으로 판단된다.

표 1-51. Pyrazosulfuron-ethyl+mefenacet과 목초액 혼용에 따른 피 방제효과

처리내용	목초액 (배액)	1엽기				2엽기			
		3cm		0cm		3cm		0cm	
		건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)
기준시용	-	0.01b	98.1	0.13b	96.0	0.14b	99.6	0.48b	98.3
기준시용의 50%	-	0.09b	82.7	0.20b	93.9	0.71b	98.1	2.50b	91.1
기준시용의 50%	500	0.05b	90.4	0.37b	88.7	0.43b	98.8	0.43b	98.5
기준시용의 50%	1000	0.03b	94.2	0.15b	95.4	0.43b	98.8	1.52b	94.6
무처리구	-	0.52a	-	3.26a	-	36.99a	-	27.93a	-

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-52는 bensulfuron-methyl+butachlor와 목초액 혼용에 따른 피 방제효과를 나타낸 것이다. 피 1엽기의 3cm의 경우 기준시용의 50% + 목초액 500배액은 기준시용의 50%와 같은 88.5%의 방제가를 보였고, 기준시용의 50% + 목초액 1000배액의 경우는 방제가가 90.4%로 높게 나타났다. 피 1엽기의 0cm와 피 2엽기의 0, 3cm의 경우 기준시용의 50% 처리구의 방제가와 기준시용의 50% +목초액 500, 1000배액의 방제가가 거의 비슷하거나 같은 경향을 보였고, 건물중은 유의적인 차이를 보이지 않았다. bensulfuron-methyl+butachlor 제초제는 목초액 혼용 시 피 방제 효과가 조금은 나타나는 것으로 보이며, 목초액의 혼용으로 제초제 감량 효과의 가능성이 가장 높은 약제로 판명되어 농약감량에 목초액을 이용할 수 있을 것으로 판단된다.

표 1-52. Bensulfuron-methyl+butachlor와 목초액 혼용에 따른 피 방제효과

처리내용	목초액 (배액)	1엽기				2엽기			
		3cm		0cm		3cm		0cm	
		건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)	건물중 (g)	방제가 (%)
기준시용	-	0.03b	94.2	0.08b	97.6	1.38b	96.3	2.61b	90.7
기준시용의 50%	-	0.06b	88.5	0.19b	94.2	3.07b	91.7	6.22b	77.7
기준시용의 50%	500	0.06b	88.5	0.15b	95.4	2.92b	92.1	4.55b	83.7
기준시용의 50%	1000	0.05b	90.4	0.14b	95.7	2.99b	91.9	6.22b	77.7
무처리구	-	0.52a	-	3.26a	-	36.99a	-	27.93a	-

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT..

라. 목초액과 제초제 처리 시 온도에 따른 방제 효과

표 1-53은 Bentazone Cyhalofop-butyl과 목초액 혼용처리 시 피의 건물중 및 방제가를 나타낸 것으로 온도가 21/15℃일 때 건물중과 방제가는 기준시용, 기준시용 50%+WV1000이 각각 모두 0.10g, 50%로 비슷하였고 29/25℃에서도 기준시용과 기준시용 50%+WV1000이 비슷한 것으로 조사 되었다. 목초액과 제초제의 혼용처리 시 온도에 따른 건물중 및 방제가는 고온인 상태에서는 목초액의 혼용효과가 다소 감소하는 것으로 나타났다.

표 1-53. Bentazone Cyhalofop-butyl과 목초액 혼용처리 시 온도에 따른 피의 건물중 및 방제가

처리내용	목초액 (배액)	Temperatures (day/night ℃) 21/15		29/25	
		건물중(g)	방제가(%)	건물중(g)	방제가(%)
기준시용	-	0.10 de	50.0	0.16 d	57.9
기준시용 50%	-	0.11 cd	45.0	0.18 d	52.6
기준시용 50%	500	0.12 c	40.0	0.18 d	52.6
기준시용 50%	1000	0.10 cde	50.0	0.24 c	36.8
-	500	0.25 a	0.0	0.34 b	10.5
-	1000	0.25 a	0.0	0.44 a	0.0
무처리	-	0.20 b	-	0.38 b	-

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-54는 Bentazone Cephalop-butyl과 목초액 혼용처리 시 피의 엽록소 함량(mg/g) 변화를 나타낸 것이다. 21/15℃에서는 기준시용 50%+WV500, 기준시용 50%+WV1000가 각각 0.56mg/g으로 나타나 0.46mg/g인 기준시용보다 수치는 약간 높으나 유의한 차이가 나지 않았다. 29/25℃에서는 기준시용이 0.39mg/g으로 가장 낮은 것으로 나타났고 기준시용 50%+WV500, 기준시용 50%+WV1000이 각각 1.14mg/g, 0.91mg/g으로 수치가 높게 나타났지만 기준시용의 50%보다 낮아 목초액 혼용효과를 보였으며 온도에 따른 엽록소 함량도 건물중 및 방제가의 결과와 같이 고온 상태일 때는 목초액의 혼용효과가 다소 감소한다는 것을 알 수 있다.

표 1-54. Bentazone Cyhalofop-butyl과 목초액 혼용처리 시 온도에 따른 피의 엽록소 함량

처리내용	목초액 (배액)	Temperatures (day/night ℃) 21/15	29/25
기준시용	-	0.46 b	0.39 f
기준시용 50%	-	0.80 a	1.23 c
기준시용 50%	500	0.56 b	1.14 c
기준시용 50%	1000	0.56 b	0.91 d
-	500	0.56 b	1.45 b
-	1000	0.70 a	2.21 a
무처리	-	0.80 a	2.10 a

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

마. 목초액과 제초제 혼합시 pH에 따른 피 방제 효과

표 1-55는 Bentazone Cyhalofop-butyl과 목초액 혼용처리 시 pH에 따른 건물중 변화를 나타낸 것으로 기준시용이 0.05g으로 조사되었고 그 외 처리들도 이와 비슷한 수치를 나타내어 pH에 따른 건물중 및 방제가의 차이는 나타나지 않았다. 목초액의 pH가 대략 3을 나타내어 산에 의한 영향인 것을 확인 하고자 목초액과 제초제를 혼합 후 가성 소오다로 pH를 조절하여 처리하였으나 위의 결과 같이 pH에 대한 영향은 나타나지 않았다.

표 1-55. Bentazone Cyhalofop-butyl과 목초액 혼용처리 시 pH에 따른 건물중 변화

처리량	목초액 (배액)	pH	건물중 (g)	방제가 (%)
기준시용	-	-	0.05 b	44.4
기준시용 50%	-	-	0.04 b	55.6
기준시용 50%	500	3	0.05 b	44.4
기준시용 50%	500	4	0.05 b	44.4
기준시용 50%	500	5	0.04 b	55.6
기준시용 50%	500	6	0.04 b	55.6
무처리	-	-	0.09 a	-

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

제 5절 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 고추 생육 및 잡초 방제 효과

1. 재료 및 방법

시험재료는 고추 품종 부초를 사용하였으며, 시험구는 난괴법 3반복으로 시행하였다. 총 재식 주수는 50주로 하였으며, 파종은 4월 상순에 2~3립씩 육묘 트레이에 파종하여 육묘하였다. 발아적온은 28~30℃, 야간 22~23℃, 주간 27~28℃로 유묘를 관리하였다. 정식은 5월18일에 90㎝×45㎝로 2줄 로 실시하였으며, 정식 15일전에 소석회, 인산비료를 전량시비하고 경운하였다. 정식 7일전에 퇴비를 시용하고 다시 경운한 후 정지하였으며, 정식 2일전에 쇄토하고 질소, 칼리의 기비량을 골고루 뿌리고 이랑을 만들었다. 처리내용은 목초액 500배액+napromide기준시용, 목초액 500배액+napromide50%시용, 목초액 500배액+pendimethalin 기준시용, 목초액500배액+pendimethalin 50%시용, 목초액1000배액+napromide기준시용, 목초액1000배액+napromide50%시용, 목초액1000배액+pendimethalin 기준시용, 목초액1000 배액+pendimethalin 50%시용, napromide 단독시용, pendimethalin 단독시용, 무처리구로 나누어 처리하였다. 생육특성조사는 농촌진흥청이 고시한 특성별 조사기준에 준하여 실시하였으며 잡초조사는 공시잡초 깨풀, 피,바랭이, 쇠뜨기, 가막사리로 정해 조사 하였으며 이들의 건물중과 방제가를 통하여 잡초방제효과를 조사하였다.

2. 연구결과

가. 제초제와 목초액 혼용 처리 시 고추의 생육특성

표 1-56은 제초제 종류와 재배법에 따른 제초제와 목초액 혼용시용 시 고추의 과경을 조사한 것으로 과경에 있어서 무처리를 제외하고 처리 간에 큰 차이는 없었으며, 제초제와 목초액의 처리에 관계없이 멀칭 재배가 노지재배에 비해 과경의 크기가 더 컸음을 알 수 있다. 이는 멀칭에서 오는 잡초의 감소와 지온의 상승효과로 사료된다.

표 1-56. 제초제 종류와 재배법에 따른 제초제와 목초액 혼용시용 시 고추의 과경(mm)

처리내용	목초액 (배액)	멀칭재배		노지재배	
		Napropamide	Pendimethalin	Napropamide	Pendimethalin
기준시용	-	20.5a	19.8a	15.4ab	13.8a
기준시용의 50%	-	19.2a	20.2a	14.5ab	15.0a
기준시용의 50%	500	20.3a	20.4a	15.7a	15.4a
기준시용의 50%	1000	20.6a	20.0a	15.4ab	15.0a
무처리구	-	19.6a	19.6a	13.4b	13.4a

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-57은 제초제 종류와 재배법에 따른 제초제와 목초액 혼용 시용 시 고추의 과장을 조사한 것으로 제초제 기준시용의 50%+목초액 500배액이 과장에 있어 재배조건이나 제초제 종류에 상관없이 가장 높은 수치를 나타내었으며, 기준시용 보다도 큰 값을 가짐을 알 수 있다. 이는 밭작물에서도 목초액이 제초제의 절감효과를 가져 올 수 있다는 것을 의미하지만 기준시용과 기준시용의 50% 처리에서 차이가 전혀 나타나지 않아 결론을 내릴 수가 없다. 또한 앞선 결과와 마찬가지로 노지재배보다는 멀칭재배가 과장의 크기가 더 큰 것을 알 수 있다. 제초제의 종류에 있어서는 서로 비슷한 수치를 나타내어 과경과 과장에서 차이가 인정 되지 않았다.

표 1-57. 제초제 종류와 재배법에 따른 제초제와 목초액 혼용 시용 시 고추의 과장(cm)

처리내용	목초액 (배액)	멀칭재배		노지재배	
		Napropamide	Pendimethalin	Napropamide	Pendimethalin
기준시용	-	10.2a	10.5a	7.9a	8.1a
기준시용의 50%	-	10.0ab	10.0ab	7.7ab	7.8ab
기준시용의 50%	500	10.4a	10.5a	8.0a	8.2a
기준시용의 50%	1000	10.3a	10.0ab	8.1a	7.7ab
무처리구	-	9.5b	9.5b	7.4b	7.4b

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-58은 제초제 종류와 재배법에 따른 제초제와 목초액 혼용시용 시 고추의 초장을 나타낸 것으로 고추의 초장은 앞선 결과와는 달리 제초제의 기준시용 50%+1000배액이 가장 높았으나 유의성은 없었으며 처리 간의 차이도 나타나지 않았다. 재배법에 있어서는 멀칭재배가 노지재배에 비해 과장과 과경과 마찬가지로 높았으며, 제초제 종류에 따른 초장의 크기는 큰 차이가 없었다. 이와 같은 생육에 보여 진 결과는 제초제의 약량에 따른 잡초 방제가 차이가 낮았고 또한 밭작물의 특성상 처리구 내에서도 변이가 높기 때문인 것으로 해석된다.

표 1-58. 제초제 종류와 재배법에 따른 제초제와 목초액 혼용시용 시 고추의 초장(cm)

처리내용	목초액 (배액)	멀칭재배		노지재배	
		Napropamide	Pendimethalin	Napropamide	Pendimethalin
기준시용	-	47.0a	49.6a	37.5a	39.8a
기준시용의 50%	-	50.2a	49.4a	38.8a	38.9ab
기준시용의 50%	500	47.3a	49.0a	37.9a	38.8ab
기준시용의 50%	1000	50.6a	49.0a	40.1a	39.2a
무처리구	-	48.7a	48.7a	37.3a	37.3b

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

나. 제초제와 목초액 혼용 처리 시 고추의 수량변화

수량에 있어서는 그림 1-3에서 보는 봐와 같이 Napropamide 에서는 기준시용의 50%+목초액1000배액이 가장 높은 수치를 나타내었다. 이는 Napropamide 기준시용 처리보다 수량이 높게 나타난 것으로 목초액의 제초제 절감효과를 수량에서 증명하였다고 볼 수 있다. 또한 수량에 있어 밭 작물이 앞서 언급한 논 작물보다 목초액이 더 큰 효과를 낼 것이라 사료된다. 그리고 Pendimethalin의 경우 Napropamide 결과와 마찬가지로 기준시용의 50%+목초액 1000배액이 수량에 있어 가장 높은 수치를 나타내었다. 이는 Napropamide뿐만 아니라 Pendimethalin에서도 목초액이 절감효과에 긍정적인 영향을 준 것이라 사료 된다.

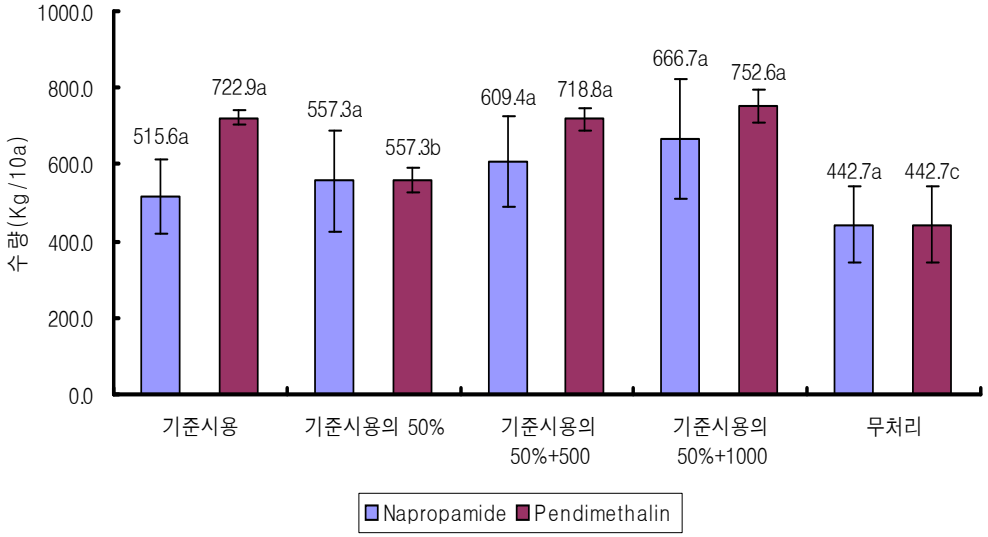


그림 1-3. 멀칭재배 시 Napropamide, Pendimethalin와 목초액의 혼용시용에 따른 고추의 수량변화

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

그림 1-4에서 보듯이 노지재배 또한 Napropamide와 목초액의 혼용시용 실험구가 다른 실험구에 비해 수량이 높음을 알 수 있다. 이는 멀칭재배 뿐 아니라 노지재배에서도 목초액의 Napropamide의 절감효과에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다. 하지만 노지재배는 표 1-58, 1-59의 생육특성에서 나타나 것과 마찬가지로 멀칭재배에 비해 전체적인 수량의 수치가 낮음을 알 수 있다. 또한 앞선 결과들과 마찬 가지로 Pendimethalin와 목초액의 혼용시용 실험구가 다른 실험구들에 비해 수량의 수치가 높음을 알 수 있다. 이는 노지재배의 Pendimethalin의 절감효과가 목초액의 영향을 받는 것이라 사료 할 수 있다.

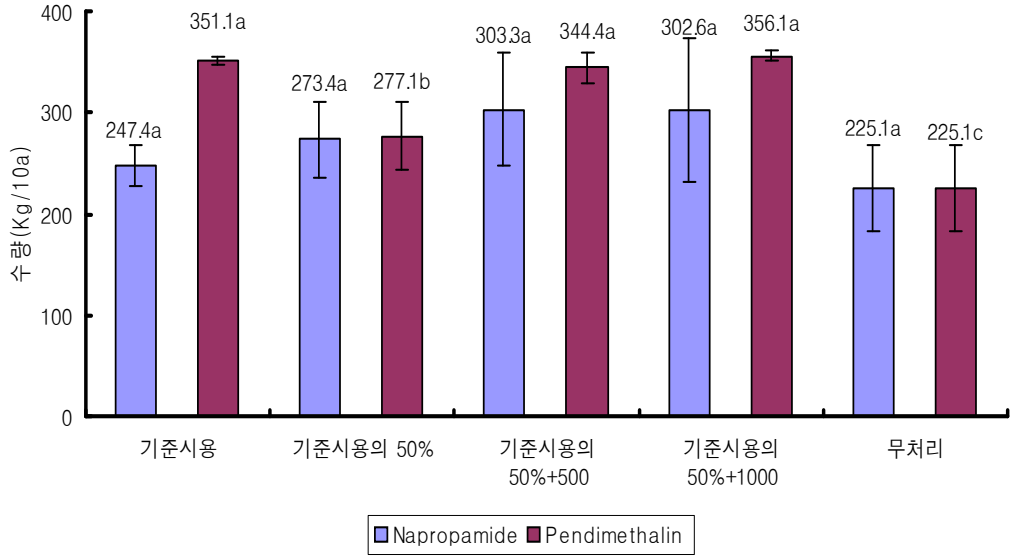


그림 1-4. 노지재배 시 Napropamide, Pendimethalin와 목초액의 혼용시용에 따른 고추의 수량변화

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

다. 제초제와 목초액 혼용시용에 따른 잡초 방제 효과

표 1-59는 멀칭재배 시 Napropamide, Pendimethalin과 목초액 혼용처리에 따른 잡초 방제효과를 나타낸 것으로 바랭이, 방동사니. 명아주, 쇠비름 등이 발생되었다. Napropamide 처리의 경우 쇠비름을 제외한 다른 잡초들은 모든 처리에서 100%의 방제효과를 나타내었다. 이는 포장에 멀칭을 했기 때문에 잡초의 개체수가 적었기 때문이라고 생각된다. 쇠비름에서는 기준시용의 50%의 방제가가 64.2%으로 가장 낮았으며 기준시용의 50%+목초액 1000배액의 방제효과가 92.0%로 기준시용의 96.8%와 비슷하게 나타났다. Pendimethalin 처리의 경우는 기준시용의 50%일 때 명아주를 제외한 모든 잡초가 발생하였고 기준시용과 목초액 혼용 처리에서는 모두 100%의 방제가를 나타내어 잡초방제에 효과가 높게 나타났다. 이 결과는 기준시용의 50% 처리에 멀칭재배를 함으로서 잡초방제가가 높았지만 목초액의 제초제 절감을 나타내는 경향은 뚜렷하였고 전년도 그리고 올해 논에서 나온 결과보다 우수하여 밭에서의 목초액을 이용한 제초제 절감을 전면적으로 고려 할 가치가 있다고 사료된다. 표 1-60은 노지재배 시 Napropamide, Pendimethalin과 목초액 혼용처리에 따른 잡초 방제효과를 나타낸 것으로 피, 바랭이, 개쑥갓, 명아주, 쇠비름 같은 일년생 잡초가 발생되었으며 다년생

잡초인 쇠뜨기도 발생 되었고 발생 잡초 중에는 피와 쇠비름이 우점 하는 경향을 나타내었다. Napropamide 처리의 경우 기준시용과 기준시용의 50%+목초액 500배액이 비슷한 방제효과를 나타내었으며 기준시용의 50%의 방제가가 다소 높게 나타나 목초액의 혼용 효과가 정확하게 설명 할 수 없지만 멀칭재배와 마찬가지로 목초액의 제초제 감량에 긍정적인 측면이 인지 할 수 있었다. Pendimethalin 처리의 경우 개쑥갓, 명아주, 쇠비름, 쇠뜨기의 모든 처리내용에서 잡초 방제가가 거의 100%으로 나타났고, 피에서는 기준시용과 기준시용의 50%+목초액 500배액이 비슷한 방제효과를 나타났다. 바랭이의 경우 기준시용을 제외한 모든 처리에서 낮은 잡초방제 효과를 나타내었다. 공시 된 두 약제는 약효에 있어서 피, 바랭이가 기준시용의 50% 수준에서 방제가 어려웠고, 노지상태에서 토양처리제 처리 시는 목초액의 제초제 절감 효과를 얻기 위하여서는 새로운 처리방법을 모색해야 할 과제를 남겼다.

표 1-59. 멀칭재배 시 Napropamide, Pendimethalin과 목초액 혼용처리에 따른 잡초 종합 방제가

제초제 종류	처리내용	목초액 (배액)	일년생 잡초												총계		
			바랭이			방동사니			명아주			쇠비름					
			본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)
Napropamide	기준시용	-	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0a	100.0	2.7	0.2b	96.8	2.7	0.2b	98.4
	기준시용의 50%	-	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0a	100.0	10.7	2.1b	64.2	10.7	2.1b	82.3
	기준시용의 50%	500	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0a	100.0	6.7	0.6b	89.7	6.7	0.6b	94.9
	기준시용의 50%	1000	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0a	100.0	8.0	0.5b	92.0	9.3	0.6b	94.9
Pendimethalin	기준시용	-	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0
	기준시용의 50%	-	1.3	0.1b	97.6	1.3	0.1a	61.5	0.0	0.0a	100.0	5.3	0.3b	90.4	8.0	0.8b	93.6
	기준시용의 50%	500	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0
	기준시용의 50%	1000	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0a	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0
-	무처리	-	14.7	5.5a	-	2.7	0.2a	-	1.3	0.3a		24.0	5.9a	-	42.7	11.8a	-

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-60. 노지재배 시 Napropamide, Pendimethalin과 목초액 혼용처리에 따른 잡초 종합 방제가

제초제 종류	처리내용	목초액 (배액)	일년생 잡초															다년생 잡초			총계		
			피			바랭이			개쑥갓			명아주			쇠비름			쇠띠기					
			본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)	본수 (개)	건물중 (g)	방제가 (%)
Napropamide	기준시용	-	4.0	1.9c	70.8	2.7	0.8bc	79.7	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	6.7	2.7b	91.8
	기준시용의 50%	-	2.7	1.1c	82.7	1.3	0.2c	96.0	1.3	0.2b	91.9	1.3	0.1b	96.5	0.0	0.0b	100.0	1.3	0.3b	97.3	8.0	1.9b	94.1
	기준시용의 50%	500	4.0	1.7c	74.3	1.3	1.1bc	73.4	0.0	0.0b	100.0	1.3	0.1b	97.4	1.3	0.1b	97	1.3	0.5b	95.4	9.3	3.4b	89.6
	기준시용의 50%	1000	10.7	4.6b	30.0	1.3	1.7b	58.8	1.3	0.3b	87.4	0.0	0.0b	100.0	4.0	0.7b	68.1	0.0	0.0b	100.0	17.3	7.3b	74
Pendimethalin	기준시용	-	1.3	0.3b	95.3	1.3	0.2d	94.4	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	1.3	0.6b	94.1	4.0	1.1b	97.3
	기준시용의 50%	-	9.3	2.3ab	64.5	2.7	1.3cd	67.4	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	12.0	3.6b	88.7
	기준시용의 50%	500	4	1.2b	82.2	6.7	2.0bc	50.8	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	10.7	3.1b	88.8
	기준시용의 50%	1000	5.3	0.7b	89.2	5.3	2.6b	34.9	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	0.0	0.0b	100.0	10.7	3.3b	87.3
	무처리	-	17.3	6.5a	-	6.7	4.0a	-	2.7	2.6a	-	2.7	4.2a	-	9.3	2.2a	-	1.3	9.9a	-	40.0	29.5a	-

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

제 6 절 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 작용기작 구명

1. 재료 및 방법

경북대학교 내 부속온실에서 실험을 수행하였으며, 파종방법은 1/1000a 사각 pot에서 흙을 2/3정도 담고 복합비료를 일정량 시비한 뒤 파종하기 1일전 물을 대어 두었다가 다음 날 파종하였다. 사용된 목초액은 6개월 이상 숙성된 참나무 기계식 목초액을 이용하였고, 처리내용은 기준시용의 100% 및 기준 시용 50% 단독처리와 제초제 기준시용의 50%와 목초액과의 혼용시용으로 처리를 하며, 제초제와 함께 혼용된 목초액의 농도는 500, 1000배액으로 희석하여 사용하였다. 시험구 배치방법은 완전임의배치 3반복으로 했고 단백질의 추출 및 정량 분석 방법은 제초제 처리 후 15일이 지난 후, 지상부를 잘라 모으는 방법으로 공시잡초를 채취하며 약 7g을 Freezer Dryer를 이용하여 수분을 타취시킨다. 7g을 칭량하여 나쇄한뒤, 75ml의 aceton을 첨가한다. watman filter paper로 거른 뒤 단백질의 추출이 완료 되며, 0.05M Tris-hcl을 sample 0.1g에 25ml 정도 첨가한다. 후 4도씨에 30분동안 보관하며, 20분간 12000rpm에서 원심분리 한다. 이 후 spectrophotometer로 600nm에서 측정하는 Bradford Method를 이용하여 분석하였다. ALS활성 반응 차이 분석은 RAY(1984) 방법을 응용하여 실행하였다. 제초제의 처리 시기는 2~3엽기에 처리하며, sample 채취 시 지상부를 수확 후, 즉시 액체 질소에 동결하여 사용한다. 액체질소에 동결된 피 10g를 1mM Sodium Pyruvate, 0.5mM thiamine(TPP), 10μM flavine adenine dinucletide(FAD), 0.5mM $MgCl_2$와 10% glycerol이 용해된 0.1M K_2HPO_4(pH 7.5)의 완충용액 150㎖에 넣고 막자사발에 넣어 마쇄한 다음, 8겹의 cheesecloth로 거른 여액을 27,000g에서 20분 동안 원심분리하여 상등액을 이용한다. 25% Amminium sulfate로 상등액을 포화시켜 17,000g에서 30분간 원심분리 후 pellet을 20mM pyruvate와 0.5mM $MgCl_2$가 용해된 0.1M K_2HPO_4 완충액으로 용해시킨 다음 동일한 완충용액으로 채워진 Sephadex G-25(Pharmacia PD-10) 칼럼으로부터 desalt된 효소를 즉시 효소반응 시험에 사용한다. 이러한 모든 과정은 4℃ 조건에서 실시한다. 효소반응은 효소 추출물의 0.2㎖를 20mM sodium pyruvate, 0.5mM TPP, 0.5mM $MgCl_2$가 용해된 20mM K_2HPO_4 완충용액(pH 7.0) 1㎖와 실험에 사용된 제초제의 여러 농도(0.1㎖)를 첨가하면서 시작하고, 50% H_2SO_4 100㎕을 넣어 반응을 종료시킨다. 효소활성은 Westerfield(1948)의 변형된 방법에 따라 생성된 acetoin의 양을 측정하였다. 반응을 종료시킨 용액을 40℃의 Water Bath에서 20분간 decarboxylation시킨 다음 0.5%(w/v) creatine과 10% NaOH에 녹인 5%

(w/v)의 α-naphthol 각각 1㎖를 넣은 후 1시간 동안 실온에서 발색시켜 530nm에서 흡광도를 측정하였다. 단백질에 대한 발현율은 전기영동에 있어서 같은 부위에 생체 잎을 자른 후에 Laemmli(1970)에 13% SDS polyacrylamide gels로 단백질을 분리하였다. separating gel은 30% acrylamide / 0.8% bisacrylamide 6.5ml, 4X Tris-HCl / SDS pH 8.8 3.75ml, H_2O 4.75ml, 10% APS 0.05ml, TEMED 0.01ml을 섞어서 만들고 굳은 후에 Stacking gel은 30% acrylamide / 0.8% bisacrylamide 0.65ml, 4X Tris-HCl / SDS pH 6.8 1.25ml, H_2O 3.05ml, 10% APS 25μl, TEMED 5μl을 섞어 붓었고 겔의 염색은 coomassie brilliant blue R을 사용하였다.

2. 결과 및 고찰

가. 목초액과 제초제 처리 방법에 따른 방제효과

표 1-61은 Glyphosate, Bentazone과 목초액 혼용처리에 따른 피의 건물중 변화를 나타낸 것으로 Glyphosate의 경우 기준시용이 0.014g으로 가장 낮고 방제가가 74.1%로 조사되었으며 기준시용 50%+WV500, 기준시용 50%+WV1000이 각각 0.019g으로 방제가가 50% 단독보다는 높았지만 기준시용보다는 다소 낮은 방제가를 나타내어 목초액의 효과를 볼 수 있었다. Bentazone의 경우도 Glyphosate와 비슷한 결과이므로 논에 사용되는 유제는 모두 적용할 수 있는 것으로 사료된다.

표 1-61. Glyphosate, Bentazone과 목초액 혼용처리에 따른 피의 건물중 변화

처리내용	목초액 (배액)	Glyphosate		Bentazone	
		건물중(g)	방제가(%)	건물중(g)	방제가(%)
기준시용	-	0.014 d	74.1	0.028 cd	57.6
기준시용 50%	-	0.030 c	44.4	0.062 a	6.1
기준시용 50%	500	0.019 d	64.8	0.040 b	39.4
기준시용 50%	1000	0.019 d	64.8	0.036 bc	45.5
기준시용 25%	-	0.064 a	0.0	0.026 d	60.6
기준시용 25%	500	0.034 c	37.0	0.063 a	4.5
기준시용 25%	1000	0.036 c	33.3	0.059 a	10.6
무처리	-	0.054 b	-	0.066 a	-

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

제초제와 목초액 처리 시 입제는 처리방법에 따른 혼용효과가 기준시용에는 못 미치는 효과가 나타났고, 유제의 혼용효과가 입제보다는 높은 방제효과가 모든 결과에서 보였다.(표 1-61)

따라서 본 실험에서는 유제를 목초액과 혼용하여 농약을 절감할 수 있는 방안을 모색하기 위하여 목초액과 제초제의 처리시기를 달리한 결과가 표 1-62이다. 유제인 Bentazone Cyhalofop-butyl-butyl과 목초액 처리 시 피의 건물중, 엽록소 함량, 방제가를 나타낸 것으로 기준시용과 제초제 50%의 방제가가 각각 76.1%, 65.2%로 나타나 제초제의 농도에 따른 방제가 뚜렷하였고 특히 제초제 처리 후 목초액 처리는 방제가 약간 높았으나 제초제 50%와 목초액을 혼용처리한 결과 방제가가 기준시용과 거의 같은 결과를 나타내어 유제 제초제와 목초액을 혼용처리하면 제초제 50%의 감량으로도 충분히 기준시용의 효과를 나타낼 수 있다고 판단된다.(그림 1-5)

표 1-62. Bentazone Cyhalofop-butyl과 목초액 혼용처리 시 피의 건물중, 엽록소 함량, 방제가

처리내용	목초액 (배액)	건물중(g)	방제가(%)	엽록소 함량(mg/g)
기준시용	-	0.11 e	76.1	0.63 d
기준시용 50%	-	0.16 cd	65.2	1.10 ab
기준시용 50%	500	0.14 cde	69.6	0.95 bc
기준시용 50%	1000	0.17 c	63.0	0.98 ab
기준시용 50%	500(Mix)	0.12 e	75.0	0.85 d
기준시용 50%	1000(Mix)	0.13 de	73.9	0.57 d
-	500	0.42 ab	8.7	0.71 cd
-	1000	0.42 ab	8.7	1.21 a
무처리	-	0.46 a	-	1.13 ab

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-63은 Bentazone Cyhalofop-butyl과 목초액 혼용에 따른 지방산 함량을 나타낸 것으로 Palmitic acid, Stearic acid, Arachidic acid는 무처리와 기준시용을 비교 했을때 그 수치가 증가되었고 Linolenic acid는 감소하는 것으로 나타났다. 기준시용과 기준시용 50%+1000(Mix)의 경우 지방산 함량이 비슷한 경향을 나타내는 것을 볼 수 있는데 이것은 유제를 50% 감량하여 목초액과 혼용처리하면 기준시용과 비슷한 효과를 나타낼 수 있는 것으로 사료된다.

표 1-63. Bentazone Cyhalofop-butyl과 목초액 혼용에 따른 지방산 함량 (%)

	목초액	Palmitic acid	Stearic acid	Linoleic acid	Linolenic acid	Arachidic acid
기준시용	-	36.49	13.38	14.73	31.04	4.37
기준시용 50%	-	22.20	6.02	13.55	56.06	2.18
기준시용 50%	500	24.67	8.02	13.89	50.42	3.00
기준시용 50%	100	20.36	6.16	11.93	59.42	2.14
기준시용 50%	500(Mix)	22.11	6.70	13.04	55.24	2.90
기준시용 50%	1000(Mix)	33.06	13.02	13.78	35.72	4.42
-	500	14.41	6.26	15.50	62.81	1.02
-	1000	15.54	5.52	14.59	63.09	1.26
무처리	-	14.45	4.98	13.68	65.76	1.13

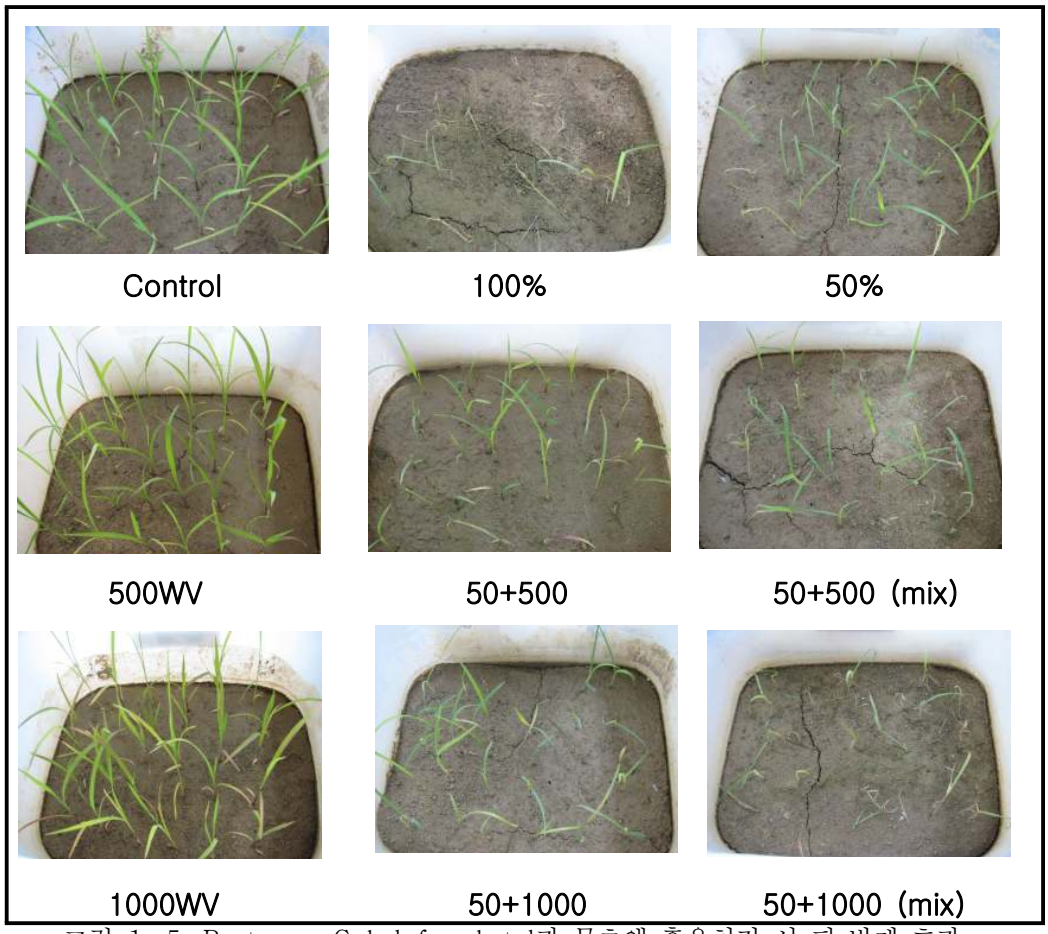


그림 1-5. Bentazone Cyhalofop-butyl과 목초액 혼용처리 시 피 방제 효과

표 1-64는 피에 Bentazone Cyhalofop-butyl과 목초액 혼용처리 시 살초효과를 나타낸 것으로 21/15℃일 때 기준시용과 기준시용 50%+WV500(Mix)가 각각 77%, 75%로 나타나 비슷한 살초효과를 보였으며 25/20℃에서는 기준시용이 83%, 50%+WV1000(Mix)가 78%로 조사 되었다. 또한 29/25℃에서도 기준시용과 50%+WV1000(Mix)가 88%의 살초효과를 나타내어 Bentazone Cephalop-butyl과 목초액 혼용처리의 효과를 보여주었다. 본 실험의 결과 온도에 따른 유제 제초제 Bentazone Cyhalofop-butyl에 목초액을 혼용하였을 때의 반응이 거의 비슷한 경향이었다.

표 1-64. 피에 Bentazone Cyhalofop-butyl과 목초액 혼용처리 시 온도에 따른 살초효과 (Mortality)

처리내용	목초액 (배액)	Temperatures (day/night ℃)		
		21/15	25/20	29/25
기준시용	-	77 a	83 a	88 a
기준시용 50%	-	28 c	20 c	23 d
기준시용 50%	500	28 c	20 c	40 c
기준시용 50%	1000	28 c	23 c	13 e
기준시용 50%	500(Mix)	75 a	67 b	62 b
기준시용 50%	1000(Mix)	52 b	78 a	88 a
-	500	-	-	-
-	1000	-	-	-
무처리	-	-	-	

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-65는 Bentazone Cyhalofop-butyl과 목초액 혼용처리 시 온도에 따른 피의 단백질 함량을 나타낸 것이다. 21/15℃에서는 기준시용이 3.63μg/μl으로 나타났고 기준시용 50%+WV500(Mix),기준시용 50%+WV1000(Mix)이 5.01μg/μl, 5.63μg/μl으로 나타나 기준시용보다 약간 높은 단백질 함량을 나타내었다. 25/20℃에서는 기준시용과 50%+WV500(Mix)가 각각 6.44μg/μl, 5.89μg/μl으로 조사되어 비슷한 단백질 함량을 나타내었다. 단백질 함량도 잡초 방제가와 비슷한 결과로 기준시용과 제초제와 목초액을 혼합하여 시용하였을 때는 단백질 함량이 비슷하였고 제초제를 50% 감량하였을 때는 단백질 함량도 높게 나타나 제초제를 처리하면 단백질 합성이 저해된다는 것을 알 수 있었다.

표 1-65. Bentazone Cyhalofop-butyl과 목초액 혼용처리 시 온도에 따른 피의 단백질 함량

처리내용	목초액 (배액)	Temperatures (day/night ℃)		
		21/15	25/20	29/25
기준시용	-	3.63 d	6.44 e	0.84 e
기준시용 50%	-	6.15 bc	12.42 b	2.45 bcd
기준시용 50%	500	12.01 a	12.50 b	0.87 e
기준시용 50%	1000	13.15 a	11.36 bc	1.59 cd
기준시용 50%	500(Mix)	5.01 cd	5.89 e	1.45 cd
기준시용 50%	1000(Mix)	5.63 bcd	8.86 d	7.13 a
-	500	7.39 bc	10.38 c	4.31 b
-	1000	7.77 b	15.25 a	4.59 b
무처리	-	11.15 a	12.29 b	3.59 bc

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT

그림 1-6은 Mefenacet+ pyrazosulfuron-ethyl, Molinate+ pyrazosulfuron-ethly과 목초액 혼용처리에 따른 자귀풀의 단백질 함량을 나타낸 것으로 Mefenacet+ pyrazosulfuron-ethyl을 처리했을 때 무처리의 경우 19.5μg/μl로 가장 높은 것으로 나타났고 기준시용이 10.0μg/μl, 기준시용 50%+ WV500이 11.8μg/μl로 비슷한 것으로 조사 되었다. Molinate+ pyrazosulfuron-ethly을 처리했을 때도 비슷한 경향을 나타내었으며 기준시용이 12.5μg/μl, 기준시용 50%+ WV500이 13.0μg/μl로 나타났다. 본 실험의 결과 무처리와 제초제 처리간에는 단백질 함량의 차이가 뚜렷하였으나 목초액 처리효과는 유제와 같은 결과를 나타내지 않았다.

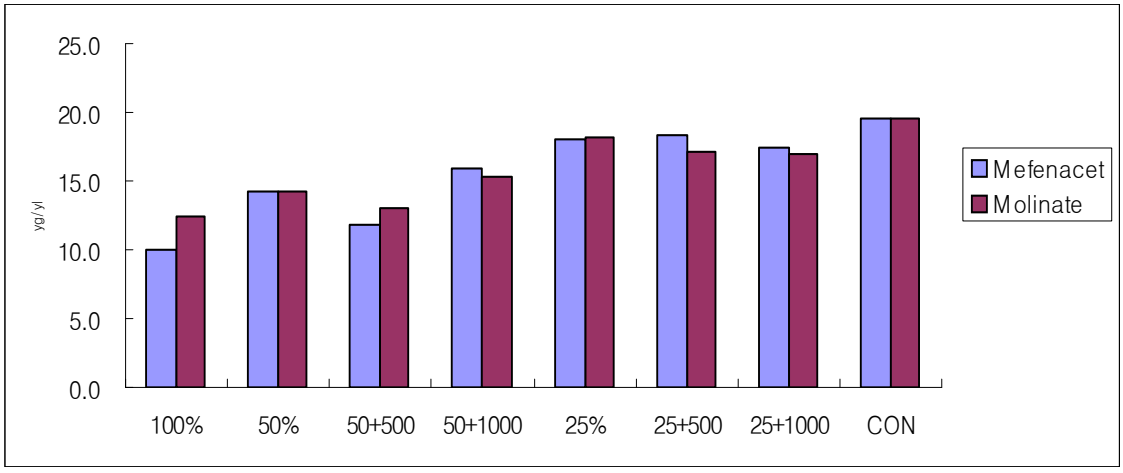


그림 1-6. Mefenacet+ pyrazosulfuron-ethyl, Molinate+ pyrazosulfuron-ethly과 목초액 혼용처리에 따른 자귀풀의 단백질 함량

나. 잡초 초종에 따른 효소 활성 검정

표 1-66은 Mefenacet+pyrazosulfuron-ethyl과 목초액 혼용처리에 따른 자귀풀의 효소활성 변화를 나타낸 것으로 처리 후 3일에서는 기준시용이 0.048로 조사되었고 기준시용 50%+WV500이 0.055로 나타나 비슷한 효소 활성을 나타내었으며 처리 후 6일에도 기준시용과 기준시용 50%+WV500이 0.049, 0.055로 나타나 비슷하게 조사되었으며. 처리 후 9일, 12일도 기준시용과 기준시용 50%+WV500이 비슷한 경향을 보였으며 처리 후 9일과 12일에는 효소활성이 증가되는 것으로 조사되었다. 이 결과는 앞의 피의 경우와 대조적으로 Mefenacet+ pyrazosulfuron-ethyl의 경우 피의 방제는 제초효과도 낮았을 뿐 아니라 목초액 처리 효과도 약했다. 그러나 광엽잡초인 자귀풀에서는 혼용효과가 뚜렷하였다. 그러므로 목초액 사용 시 초종에 따라 효과가 다르게 나타나므로 이에 대한 주의가 요망된다.

표 1-66. Mefenacet+pyrazosulfuron-ethyl과 목초액 혼용처리에 따른 자귀풀의 효소활성 변화

처리내용	목초액 (배액)	효소활성			
		3일	6일	9일	12일
기준시용	-	0.048 d	0.049 e	0.101 e	0.106 e
기준시용 50%	-	0.076 bc	0.081 bcb	0.108 d	0.113 d
기준시용 50%	500	0.055 cd	0.055 de	0.101 e	0.107 e
기준시용 50%	1000	0.059 cd	0.058 c	0.109 c	0.114 c
기준시용 25%	-	0.095 ab	0.100 ab	0.111 c	0.121 bc
기준시용 25%	500	0.074 bc	0.079 c	0.113 d	0.120 d
기준시용 25%	1000	0.070 bcd	0.077 cd	0.117 b	0.123 ab
무처리	-	0.109 a	0.117 a	0.123 a	0.124 a

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-67은 Molinate+pyrazosulfuron-ethly과 목초액 혼용처리에 따른 자귀풀의 효소활성 변화를 나타낸 것이다. 처리 후 3일에서 기준시용과 기준시용 50%+WV500이 각각 0.053, 0.057로 비슷한 수치를 나타내었으며 처리 후 6일에는 3일보다 낮아진 0.047, 0.052로 나타났다. 처리 후 9일과 12일에는 효소의 활성이 증가되는 것으로 조사되었고 기준시용과 기준시용 50%+WV500의 효소활성은 비슷한 경향을 나타내었다. Molinate+pyrazosulfuron-ethly은 앞의 Mefenacet+pyrazosulfuron-ethyl의 결과와 비슷한 양상이었다.

표 1-67. Molinate+pyrazosulfuron-ethly과 목초액 혼용처리에 따른 자귀풀의 효소활성

처리내용	목초액 (배액)	효소활성			
		3일	6일	9일	12일
기준시용	-	0.053 f	0.047 e	0.099 f	0.103 e
기준시용 50%	-	0.069 de	0.078 c	0.108 d	0.110 c
기준시용 50%	500	0.057 f	0.052 e	0.101 f	0.103 e
기준시용 50%	1000	0.064 cd	0.061 c	0.104 b	0.106 b
기준시용 25%	-	0.081 c	0.097 b	0.110 cd	0.111 c
기준시용 25%	500	0.077 ef	0.082 d	0.114 e	0.115 d
기준시용 25%	1000	0.092 b	0.103 b	0.111 c	0.114 b
무처리	-	0.112 a	0.114 a	0.123 a	0.124 a

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

표 1-68은 Mefenacet+pyrazosulfuron-ethyl, Molinate+pyrazosulfuron-ethly과 목초액 혼용처리에 따른 한련초의 효소활성을 나타낸 것이다. Mefenacet+pyrazosulfuron-ethyl의 경우 기준시용 50%+WV500이 0.01로 가장 낮은 수치를 나타냈으나 처리 간 유의한 차이가 나타나지 않았다. Molinate+pyrazosulfuron-ethly의 경우도 기준시용 50%+WV500이 0.007로 가장 낮았으며 기준시용 50%가 높은 것으로 나타났다. 잡초 초종이 달라짐에 따라 제초제와 목초액의 혼용효과가 달랐고, 특히 처리약제에 따른 효소활성도 다르게 나타나 지금까지의 모든 결과와 일치하는 경향이었다.

표 1-68. Mefenacet+pyrazosulfuron-ethyl, Molinate+pyrazosulfuron-ethly과 목초액 혼용처리에 따른 한련초의 효소활성

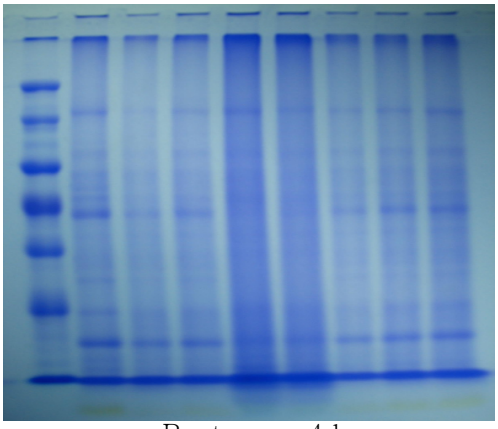
처리내용	목초액 (배액)	효소활성	
		Mefenacet+ pyrazosulfuron-ethyl	Molinate+ pyrazosulfuron-ethly
기준시용	-	0.021 a	0.013 bc
기준시용 50%	-	0.017 a	0.040 a
기준시용 50%	500	0.010 a	0.007 c
기준시용 50%	1000	0.016 a	0.026 abc
무처리	-	0.032 a	0.032 ab

The same letters are significantly different at the 5% level by DMRT.

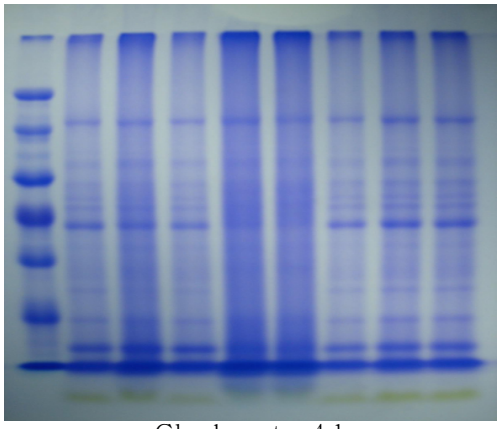
그림 1-7. Mefenacet+pyrazosulfuron-ethyl(위), Molinate+pyrazosulfuron-ethly(아래)과 목초액 혼용처리에 따른 한련초 방제효과

다. 목초액과 제초제 혼용처리에 따른 피의 단백질 발현율 조사

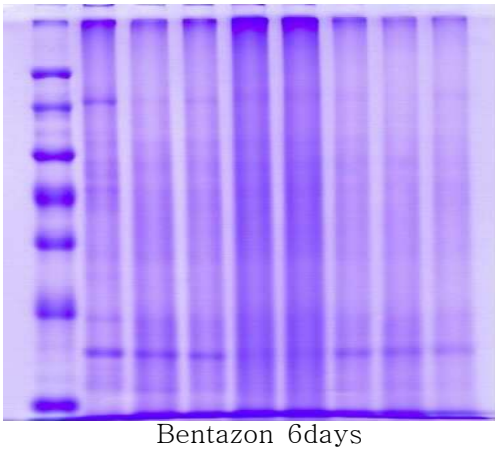
그림 1-8은 유제인 Bentazone, Glyphosate와 목초액 혼용처리에 따른 피의 1차원 전기영동 사진이고 그림 1-9는 입제인 Mefenacet+pyrazosulfuron-ethyl, Molinate+pyrazosulfuron-ethly, Thiobencarb+pyrazosulfuron-ethyl와 목초액 혼용처리에 따른 피의 1차원 전기영동 사진이다. Bentazone, Glyphosate과 목초액을 혼용 처리하여 4일후 채취한 sample을 분석한 결과 두 Gel 모두에서 기준시용 50%+WV500, 기준시용 50%+WV1000의 50kDa 부근 밴드가 사라진 것을 확인 할 수 있으며, 이 결과를 볼 때 목초액과 제초제의 혼용시용으로 인하여 단백질의 합성이 저해 되었을 것이라고 판단되며 앞으로의 연구에 있어 가능성을 제시한 것이라고 사료된다.



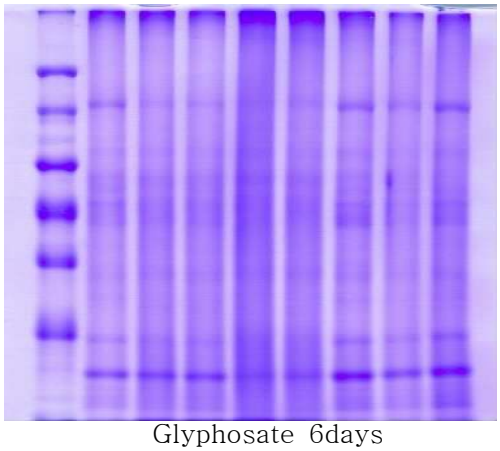
Bentazone 4days



Glyphosate 4days

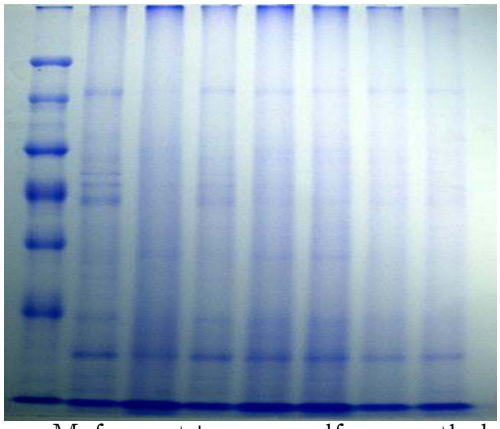


Bentazon 6days

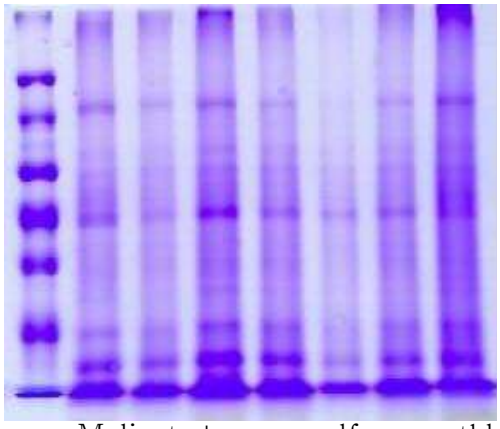


Glyphosate 6days

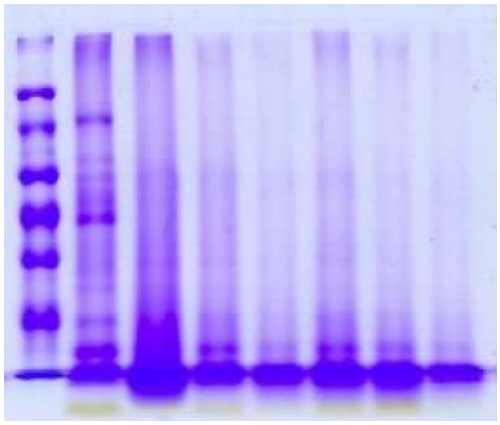
그림 1-8. Bentazone, Glyphosate와 목초액 혼용처리에 따른 피의 1차원 전기영동 사진 (좌측부터 Marker, Control, 100%, 50%, 50%+WV500, 50%+WV1000, 25%, 25%+WV500, 25%+WV1000)



Mefenacet+pyrazosulfuron-ethyl



Molinate+pyrazosulfuron-ethly



Thiobencarb+pyrazosulfuron-ethyl

그림 1-9. Mefenacet+pyrazosulfuron-ethyl, Molinate+pyrazosulfuron-ethly, Thiobencarb+pyrazosulfuron-ethyl와 목초액 혼용처리에 따른 피의 1차원 전기영동 사진(좌측부터 Marker, Control, 100%, 50%, 50%+WV500, 50%+WV1000(Soil Apply), 50%+WV500. 50%+WV1000(Leaf Apply)

그림 1-10은 Bentazone Cyhalofop-butyl과 목초액 혼용처리 따른 피의 2차원 전기영동 사진이다. 목초액 1000배액과 Control을 비교했을 때 나타나는 spot의 수와 크기가 줄어든 것을 볼 수 있고 기준시용 50%와 기준시용 50%+WV1000에서는 그 수와 크기의 감소가 뚜렷이 나타났다. 이와 같이 목초액과 제초제를 처리함으로써 단백질 합성이 저해된 것이라고 사료되며 피의 단백질 분석은 전문적인 연구가 많이 이루어지지 않은 점을 고려하여 추후 연구를 계속한다면 피 방제에 대한 좀 더 나은 결과를 도출 수 있을 것이라 판단된다.

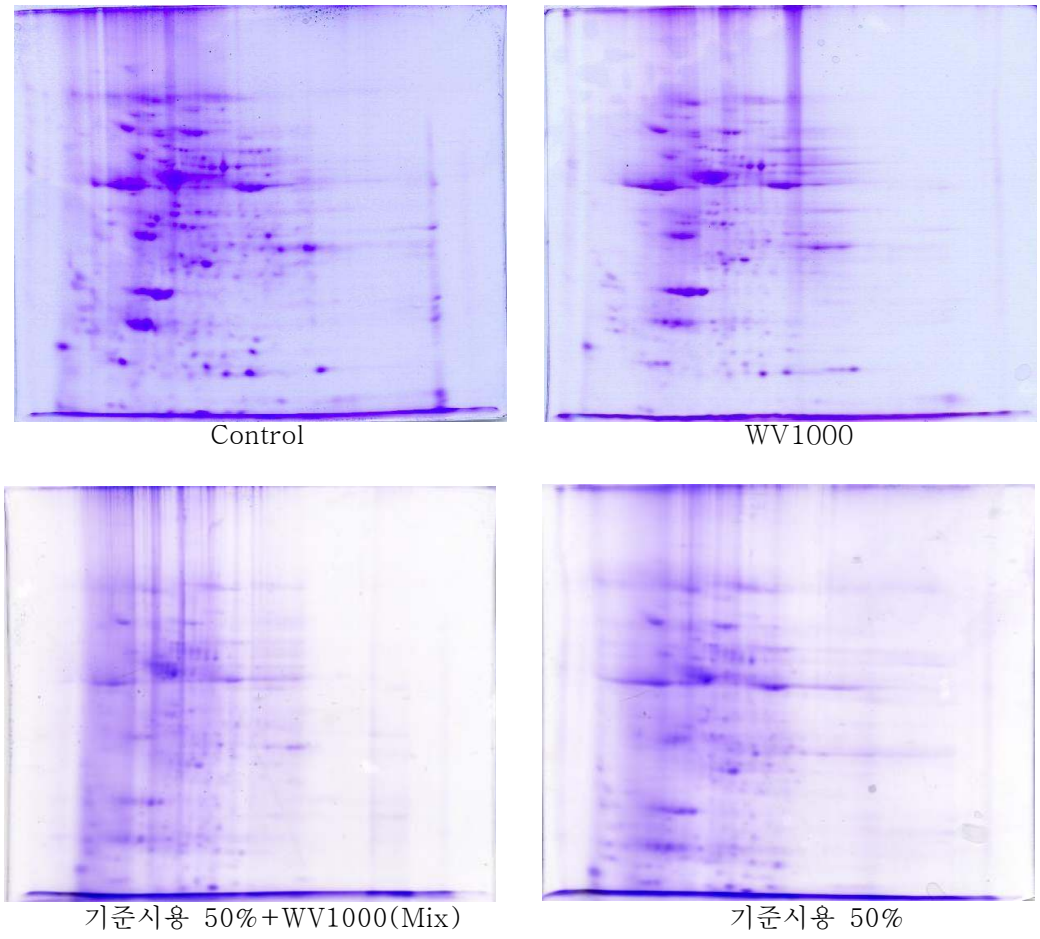


그림 1-10. Bentazone Cyhalofop-butyl과 목초액 혼용처리 따른 피의 2차원 전기영동 사진

제 2 세부과제 목초액과 살충 및 살균제의 혼용처리에 따른 해충 및 병 방제 효과 구명

제 1 절 농작물의 주요해충에 대한 목초액과 살충제의 혼용처리 효과 분석

1. 벼의 주요 해충인 멸구류의 방제에 대한 혼용처리의 효과

가. 재료 및 방법

벼의 주요 해충인 벼멸구(*Nilaparvata lugens*)와 애멸구(*Laodelphax striatellus*)를 사용하였다. 목초액은 6개월 이상 숙성된 참나무 기계식 목초액을 참여기업인 강원목초산업주식회사에서 구입하였다. 멸구류 생육에 필요한 벼는 추청벼로서 영남농업연구원(밀양) 실험실에서 약 1주일 키운 것을 사용하였다. 벼의 실험실 재배조건은 간단히 설명하면 다음과 같다. 물 1L에 적당량의 벼를 넣고, 종자소독제(프로라츠유제, (주)신젠타코리아) 1㎖를 처리하여 하루 동안 소독을 하고 난 후, 암조건의 배양실에서 약 3일간 키워 싹이 나면, 사육실(평균 27~8℃유지)에서 3~4일간 물만 주고 키웠다.

멸구 사육상자 제작: 목초액 및 혼용액이 처리실험에는 실험실에서 제작한 플라스틱 사육상자를 사용했는데 기존의 플라스틱 곤충사육상자(14.5×10.5×4 ㎤)의 상단부에 지름 약 5 cm의 구멍을 만들고 그기에 500㎖ PT-생수통(아이시스)의 주둥이 부분(지름 약5㎝)을 잘라서 구멍에 맞게 붙여서 제작하였다 (그림 2-1). 이 사육통의 장점은 목초혼용액 살포시에 멸구가 탈출하는 것을 방지할 수 있으며 주둥이를 통하여 분무기로 골고루 살포할 수 있는 장점이 있다.

추정벼(약 5~6 ㎝)를 패트리디쉬(지름 5㎝)에 넣은 뒤 뚜껑 중앙에 지름 약 6㎝정도의 구멍을 뚫고 빈 생수 PT병 앞부분을 잘라서 붙인 플라스틱 상자(14.5×10.5×4 ㎤) 중앙에 테이프로 고정시키고, 벼멸구(성충 약 50마리)를 투여한 뒤에 일정량(스프레이 1회 분무)의 살충제 및 혼합액(살충제+목초액)을 스프레이로 살포하였다. 일정시간(3시간)이 경과한 뒤에 주기적으로 살충율을 계산하였다. 같은 방법으로 2차 살포를 한 뒤에 살충율을 관찰했다. 위 실험을 3회 반복하고 그 결과를 분석했다. 목초혼용액의 살포는 100 ml 스프레이식용기(자연주의; (주)생활주의)를 분무기로 사용했으며 1회 살포량이 160-180 ㎕이고 곤충사육통 내에 균일하게 분사되는 장점이 있다.

그림 2-1. 실험실에서 목초액 및 혼합액의 살포 방법

멸구 방제에 사용한 살충제는 종류가 다른 계통의 살충제를 이용했으며 아래의 표와 같다.

표 2-1. 멸구류의 방제에 사용한 살충제의 종류

상표명	계통	제조회사	유효성분	대상해충
밧사(비피유제)	카바메이트계	동방아그로	2-sec-butylphenyl N-methylcaebamate (BPMC)	벼멸구, 애멸구
만루포		한국삼공	carbosulfan	
오신	후라니코티닐계	동부한농	dinotefuran	벼멸구
코니도	클로로니코티닐계	동부한농	imidacloprid	

나. 결과 및 고찰

1) 목초액 단독처리에 대한 살충효과

목초액 단독처리에 의한 멸구의 살충율을 측정해 본 결과 목초액은 무처리구와 큰 차이를 나타내지 않았다. 즉, 목초액 자체로는 멸구의 살충효과가 없는 것으로 판단된다.

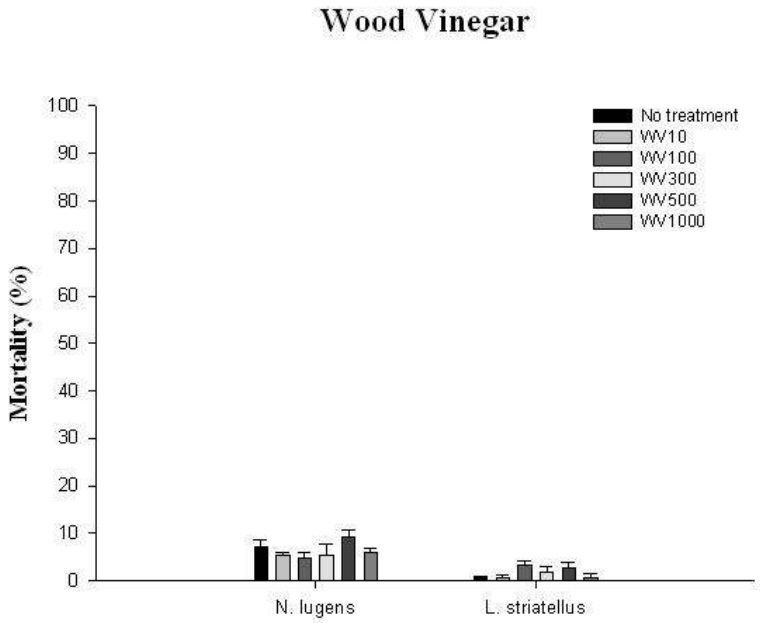


그림 2-2. 목초액의 농도에 따른 멸구의 살충율

2) 밧사+목초액 혼합액의 살충효과

목초액 단독으로 처리한 구에서는 무처리구와 차이가 없었다. 그리고 밧사 20%수준을 처리한 구에서는 약 13%의 살충율을 나타내었고, 밧사 20%와 목초액 300배, 500배, 1000배 희석을 한 것과 혼합한 처리구에서는 밧사 20%만 처리한 것 보다 약 5%, 15%, 17% 정도 높은 살충율을 나타내어 목초액을 혼합처리 한 것이 살충율에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다. 즉, 밧사 20%와 목초액 혼합액이 밧사 20% 처리시와 비교해 차이가 나타났다.

애멸구의 경우에는 밧사20%를 처리한 구에서는 약 32%의 살충율을 나타냈었고, 밧사 20%에 목초액 300배, 500배, 1000배를 혼합한 처리구에서는 각각 31%, 36%, 36%의 살충율을 나타내어 밧사20%와 목초액 500배, 1000배 혼합액처리구가 약 4%가량 더 높은 살충율을 나타내었으나, 목초액 혼합처리가 큰 효과를 나타낸다고 볼 수는 없다.

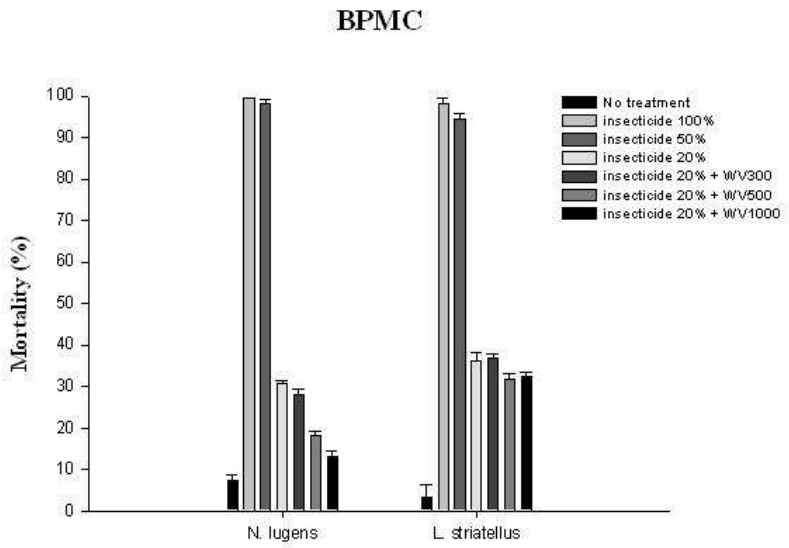


그림 2-3. 밧사와 목초액의 혼용처리에 대한 살충율

3) 만루포+목초액 혼합액의 살충효과

벼멸구의 경우에 만루포를 처리한 대조구와 만루포와 목초액이 혼용액을 처리한 처리구에서 살충율이 큰차이를 나타냈다. 만루포 100%와 50%를 처리한 구에서는 16.7%와 8.0%의 살충율을 나타냈으나, 만루포 50%와 목초희석액(300배, 500배, 1000배)을 혼용한 혼합액에서는 5-9배로 살충율이 증가하였다. 그 중에서 목초액의 농도가 1000배 희석에서 300배 희석으로 증가할수록 살충율도 증가하였다.

애멸구의 경우에서도 벼멸구의 경우와 유사하게 목초액의 상승효과를 나타냈다. 만루포 100%와 50%를 처리한 구에서는 각각 38%와 10.7%의 살충율을 나타냈으나, 만루포 50%와 목초액(300배, 500배, 1000배 희석)을 혼용한 혼합액에서는 5-8배로 살충율이 증가하였다. 이 결과는 멸구류에서 목초액이 만루포의 살충작용을 상승시키는 효과라고 할 수 있다.

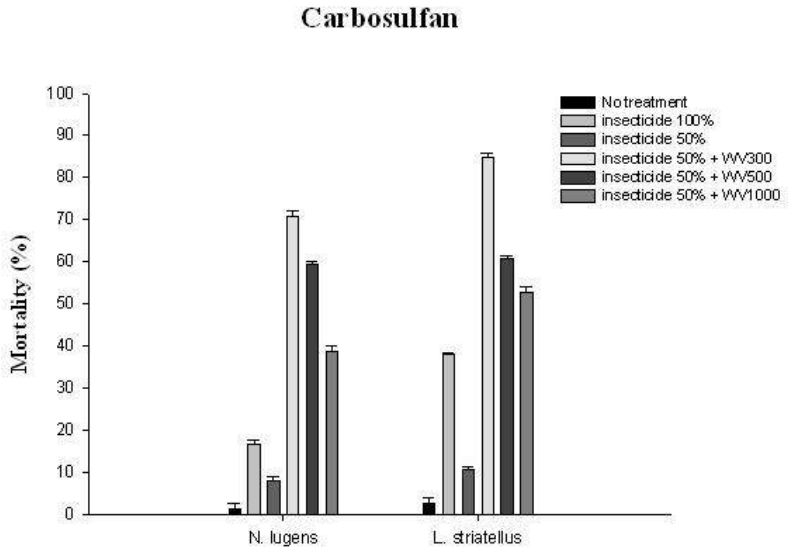


그림 2-4. 벼멸구에 대한 만루포 +목초액 처리 결과

4) 오신+목초액의 혼합액 살충효과

벼멸구의 경우에는 관행살포액의 30%수준의 오신을 처리한 결과 약 37%의 살충율을 나타내었고, 오신30%에 목초액 300배, 500배, 1000배 희석액을 혼합한 처리구에서는 각각 44%, 36%, 22%의 살충율을 나타내었다. 이것으로 보아 목초액 300배를 혼합한 처리구에서는 약 7%의 살충율이 향상이 되었지만, 목초액 500배 혼합한 처리구는 오신30%를 단독으로 처리한 것과 유사한 살충율을 보였다. 그러나 목초액 1000배 혼합한 처리구는 오히려 약 15%정도 살충율이 감소하는 경향이 나타내었다.

애멸구의 경우에는 벼멸구와는 달리 오신30%와 목초액 300배, 500배, 1000배를 혼합한 처리구에서는 오신30% 단독 처리구에 비해 오히려 살충율이 13%, 16%, 16% 감소하였다. 즉, 애멸구에서는 오신20%와 목초액 혼합액이 살충율을 오히려 감소시키는 것으로 나타났다.

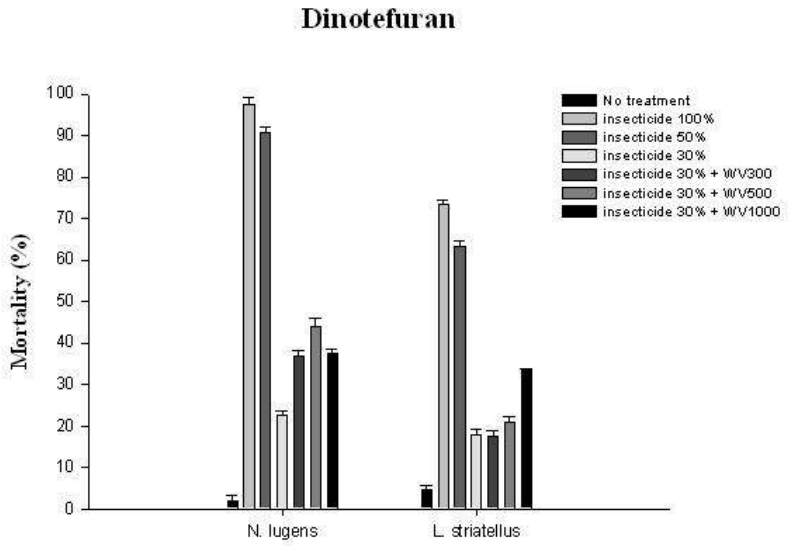


그림 2-5. 오신과 목초액의 혼용처리에 대한 살충율

5) 코니도+목초액의 혼합액 살충효과

벼멸구의 경우에는 코니도 100%의 처리구에서 54%, 코니도 50%에서 46%의 살충율을 나타냈다. 코니도 50%와 목초액의 혼용에서는 목초액의 농도에 상관없이 32-40%의 살충율을 나타냈으며 코니도 단독처리구보다 낮은 살충율을 나타냈다.

애멸구의 경우에는 코니도 100%를 살포한 처리구는 평균 약 60%의 살충율을 나타내었고, 코니도 50%를 살포한 처리구에서는 평균 약 22%의 살충율을 나타내었다. 목초액을 300배, 500배, 1000배 희석한 것과 코니도 50%의 혼합액의 살충율은 각각 54%, 55%, 36%의 살충율을 나타내어 코니도 50% 단독 처리보다 1.5-2.5배의 상승효과가 나타났다. 즉, 코니도에 대한 목초액의 효과는 벼멸구와 애멸구간에 상이한 패턴을 나타냈다.

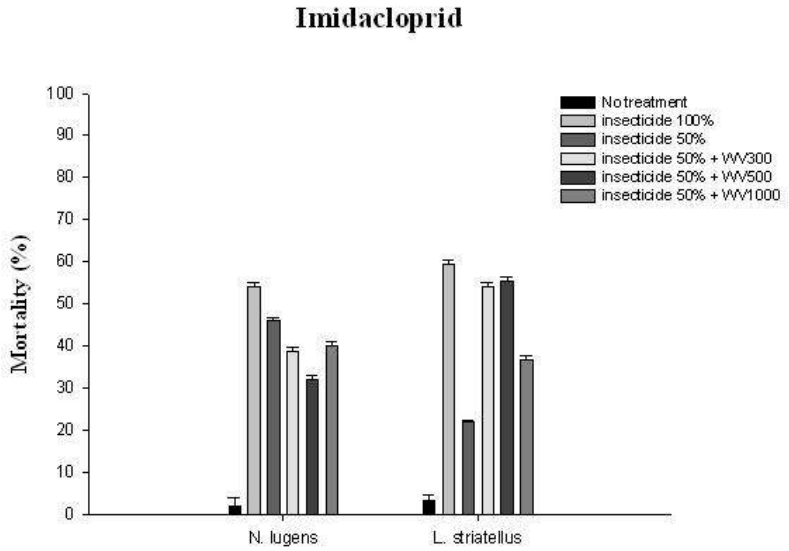


그림 2-6. 코니도와 목초액의 혼용처리에 대한 살충율

다. 요약

멸구 살충제에 대한 목초액의 혼용효과를 분석해 본 결과 살충제 성분의 계통뿐만 아니라 멸구의 종류에 따라 다양한 결과를 나타냈다. 카바메이트계인 밧사는 목초액과 혼용시에 벼멸구에 약간의 상승효과가 나타났으나 애멸구에는 효과가 없었다. 하지만 같은 카바메이트계인 만루포는 목초액과 혼용시에 벼멸구와 애멸구 모두에게 5-9배의 높은 상승효과가 나타났으며 그 효과가 목초액의 농도에 비례하였다. 이는 같은 계통의 살충제라도 구체적인 화합물의 종류에 따라서 목초액의 혼용효과가 다르게 작용하는 것으로 판단된다. 후라닐코틴인 오신은 목초액을 첨가함으로서 오히려 두 종류의 멸구의 살충율을 저하시켰다. 그러나, 클로로니코티니계인 코니도는 목초액과 혼용시에 벼멸구의 살충율은 감소했으나 애멸구의 살충율은 2.5배까지 상승했다.

2. 과수의 주요 해충인 점박이응애

가. 재료 및 방법

점박이응애(*Tetranychus urticae*)는 과수 및 채소류의 주요 해충이며 본 실험릉 위하여 매화콩 및 반콩을 이용하여 사육하였는데 발아 후 14일 이상 경과된 것에 점박이응애를 접종하였다. 목초액은 참나무 기계식 목초액(6개월 이상 숙성)을 사용했다. 응애의 살충에 사용된 살비제의 종류는 아래와 같다.

표 2-2. 응애류 방제에 사용한 살비제의 종류

상표명	계통	제조회사	유효성분	대상해충
밀베노크	Antibiotic	바이엘	Milbemectin	응애류
올스타	Antibiotic	경농	Abamectin	
살비왕	페녹시피라졸계	동부한농	Fenpyroximate	
지페트	피리미디닐옥시계 +유기염소계	한국삼공	Fluacrypyrim + Tetradifon	

실험방법은 Insect Breeding Dish(SPL, 100*40mm)에 탈지면을 깔고, 증류수를 넣어서 수분을 유지하게 한 뒤에 매화콩 또는 반콩잎(3×3 ㎠)이 뒷면이 보이도록 깔고, 점박이응애 암컷 성충(35마리)를 투입하였다. 투입한 다음에는 옮겨진 점박이응애가 안정화 될 수 있게 3~6시간 사육실에서 보관한 후에 살비제와 목초액 혼합액을 Sprayer(자연주의, 1회 살포량 160~180㎕)로 약제에 따라 2~3회 살포하고 일정 시간동안 관찰했다. (그림 1)

점박이응애의 살충판단은 점박이응애를 붓으로 건드렸을 때, 움직임이 없으면 죽은 것으로 간주하였다.

그림 2-7. 약제 살포 방법

나. 결과 및 고찰

1) 목초액 단독처리에 대한 살비효과

목초액 단독처리에 의한 점박이응애의 살충율을 측정해 본 결과 목초액은 무처리구와 3-20%의 차이를 나타냈는데 목초액 300배에서 살충효과가 가장 높았다. 즉, 목초액 자체로는 점박이응애의 살충효과가 농도에 따라 차이가 있는 것으로 판단된다.

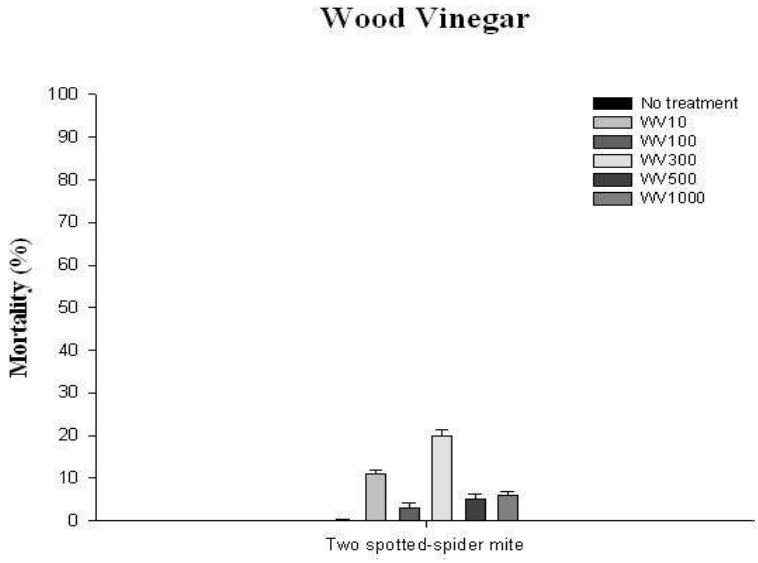


그림 2-8. 목초액의 살비 효과 실험 결과

2) 밀베노크+목초액의 혼합액의 살비효과

항생제 계통인 밀베노크는 5-10%의 농도에서도 아주 높은 살비율을 나타냈다. 멜베노크 5%와 목초액의 혼합액에서도 밀베노크 단독처리와 비슷한 수준의 높은 살비율을 나타났으나 목초액 1,000배 희석액과 혼합했을 때에는 도리어 살비율이 50%로 저하되었다.

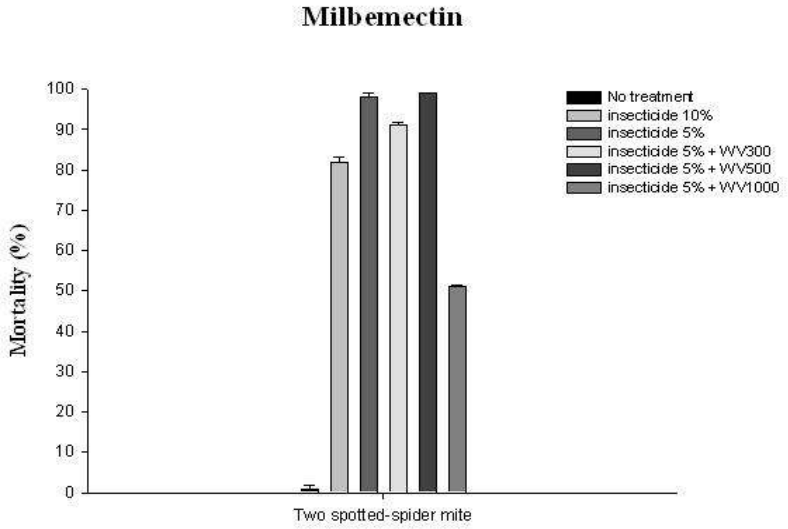


그림 2-9. 밀베노크와 목초액의 혼합액 실험 결과

3) 올스타+목초액의 혼합액 살비효과

Abamectin 성분을 함유하고 있는 항생제류의 올스타는 밀베노크의 경우와 마찬가지로 20-40%의 농도에서 각가 79%, 97%의 높은 살비율을 나타냈다. 올스타 20%와 목초액의 혼합액에서도 올스타 20% 단독처리와 비슷한 수준의 높은 살비율을 나타냈다.

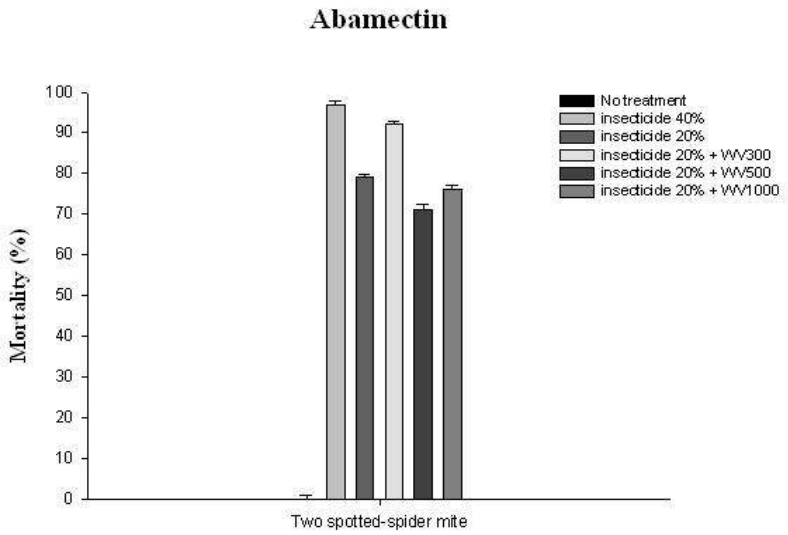


그림 2-10. 아바맥틴과 목초액의 혼합액 실험 결과

4) 살비왕+목초액의 혼합액 살비효과

페녹시파라졸계통인 살비왕은50%, 100% 농도에서 각각 50%, 78%의 살비율을 나타냈다. 살비왕 50%와 목초액의 혼합액을 처리했을 때에 7-20%의 살비율이 증가했는데 목초액 500배 희석액을 사용했을 때에 가장 높았다.

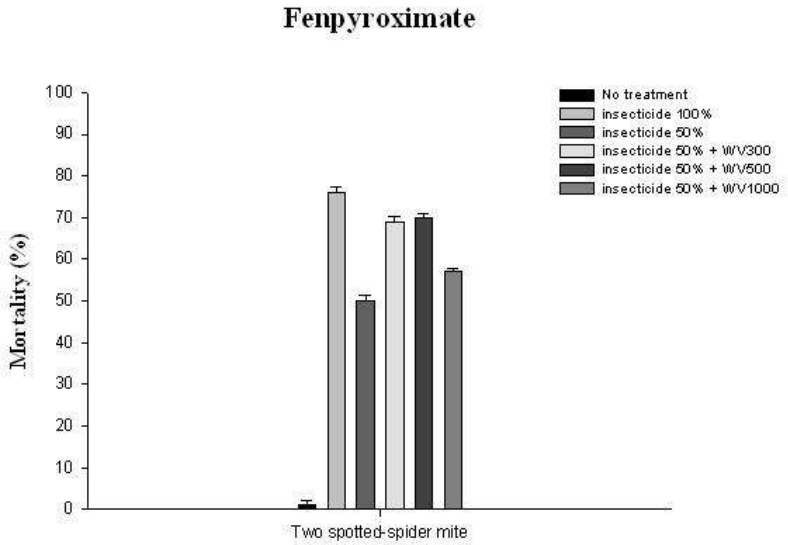


그림 2-11. 살비왕과 목초액의 혼합액 실험 결과

다. 요약

시중에서 응애류 방제를 위하여 유통되고 있는 살비제 중에서 2종류의 항생제 계통과 1종의 페녹시피라졸 계통을 대상으로 목초액의 혼용효과를 조사해 본 결과 기존의 약제가 저농도에서도 강력한 살비효과를 가지고 있었으며 목초약을 혼용했을 때에 5-10%의 살비율이 상승하는 경우도 있었지만 목초액의 농도에 따라서 그 정도가 변이가 심했으며 일부의 경우는 살비율이 도리어 감소하는 경우도 나타났다. 즉, 살비제와 목초액의 혼용효과는 유의성있게 나타나지 않았다.

3. 채소류의 주요 해충인 가루이, 진딧물

가. 재료 및 방법

오이를 가해하는 주요 해충인 담배가루이(*Bemisia tabaci*), 온실가루이(*Trialeurodes vaporariorum*) 그리고 목화진딧물(*Aphis gossypii*)을 사용하였다. 목초액은 강원목초산업주식회사에서 구입하였다. 목화진딧물 생육에 필요한 오이는 내서삼척오이의 종자를 구입하여 경북대학교 농생물학과 해충생리학실험실에서 약 4주일 키운 것을 사용하였다.

오이에 담배가루이(4령과 번데기), 온실가루이(4령과 번데기) 그리고 목화진딧물을 접종시킨 후 일정량(스프레이 5~10회 분무)의 살충제 및 혼합액(살충제+목초액)을 스프레이로 살포 그리고 살충제 반감액을 먼저 살포후 목초액 300배를 스프레이로 살포하였다. 일정시간(24시간)이 경과한 뒤에 주기적으로 살충율을 계산하였다. 위 실험을 3회 반복하고 그 결과를 분석했다. 목초혼용액의 살포는 100 ㎖ 스프레이식용기(자연주의; (주)생활주의)를 분무기로 사용했으며 1회 살포량이 160-180 ㎕이고 균일하게 분사되는 장점이 있다.

표 2-3. 가루이 방제에 사용한 살충제의 종류

상표명	계 통	제조회사	유효성분	특징
신기루		동방아그로	Pyriproxyfen	생장호르몬 유사체
모스피란	클로르니코티닐계	경농	Acetamiprid	침투이행성
아타라	치아니코니닐계	신젠타	Thiamethoxam	침투이행성

이번 실험에서는 시설원예에서 주요 해충으로 문제가 되고 있는 담배가루이, 온실가루이 그리고 목화진딧물에 대해 목초액과 살충제를 혼합하여 약효를 검정하였다. 담배가루이 피해 발생시 흔히 사용되는 약제 3종류, 곤충의 탈피를 억제시키거나, 촉진시키는 곤충성장조절제(IGR)가 함유되어 있는 농약, 카바메이트계/니코티닐계 농약, 미생물에서 추출한 천연성분의 유도체, 다른 계통 농약을 권장사용 희석비율, 권장사용 희석비율의 2배, 권장사용 희석비율의 2배와 목초액 300배를 각각 혼용하여 사용하였다.

곤충성장조절제(IGR)가 함유되어 있는 농약은 약제가 곤충에 침투하고 반응을 일으키는

데 일정 시간이 필요하다. 그래서 이전 연구에서 살충율을 관찰했던 방법과는 다르게 약제 살포 후 약 1주일간 12시간 간격으로 살충율을 관찰하였다. 카바메이트계/니코티닐계 농약과 다른 계통 농약의 경우는 농약 반감액를 먼저 살포 한 후, 목초액 300배를 살포하는 실험을 추가하여 진행하였다.

나. 결과 및 고찰

1) 가루이 방제 농약과 목초액 혼용액의 살충효과 (담배가루이)

Pyriproxyfen(신기루)는 Pyriproxyfen 50%처리구가 가장 높은 살충율을 나타내었고 목초액 300배와 혼합시 살충율이 감소하는 경향을 나타내었고, Acetamiprid(모스피란)의 경우는 Acetamiprid 50%와 목초액 300배를 혼합했을때 살충율이 다소 증가하는 경향을 나타내었고, Thiamethoxam(아타라)의 경우는 목초액 혼합시에도 특별한 경향을 나타내지 않았다. 전반적으로 현재 사용되고 있는 가루이 살충제의 살충력이 낮고 목초액과 혼합시에도 뚜렷한 상승효과가 나타나는 살충제는 없는 것으로 나타났다.

표 2-4. 약제 살포에 따른 가루이의 살충율

약제	Mortality (%, mean ± SD)			
	No treatment	Wood Vinegar 300	Insecticide 50%	Insecticide 50% + Wood Vinegar 300
신기루	0.52 ± 0.0764	1.77 ± 0.0361	32.00 ± 5.2467	24.87 ± 15.1592
모스피란	0.52 ± 0.0764	1.77 ± 0.0361	20.80 ± 5.3936	30.42 ± 2.5237
아타라	0.52 ± 0.0764	1.77 ± 0.0361	17.80 ± 3.3343	17.80 ± 5.6710

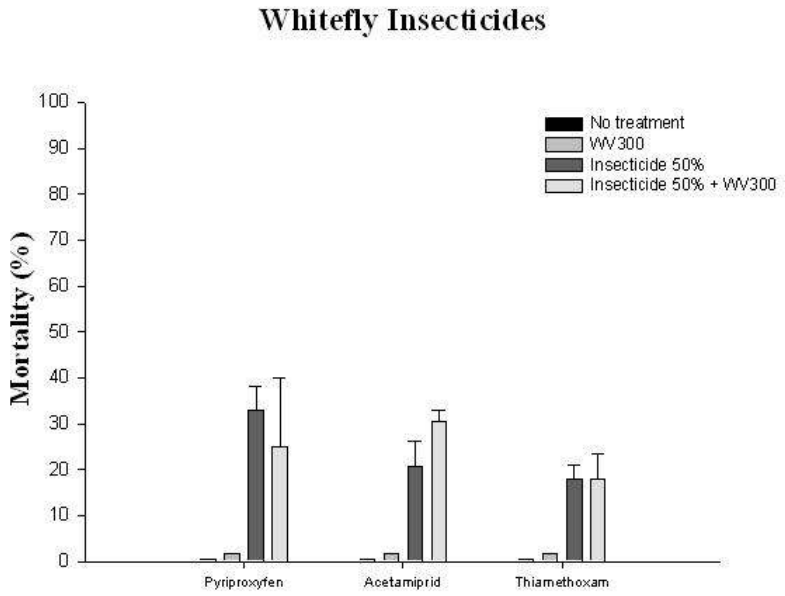


그림 2-12. 가루이 농약과 목초액 혼용 처리시 살충율

2) 카바메이트계/니코티닐계 농약과 목초액 혼용액의 살충효과 (담배가루이)

카바메이트계 농약 BPMC(밧사)의 경우는 목초액과 혼합시에는 살충력의 상승이나 감소의 경향이 크게 나타나지 않았으나 BPMC 50%를 처리후 목초액 300배를 처리 하였을때는 살충력이 증가하는 경향을 나타냈고, Carbosulfan(만루포)의 경우는 멸구류에서 나타나는 것처럼 Carbosulfan과 목초액 300배를 혼합하였을때 살충력이 크게 증가하였고, Carbosulfan 50%를 먼저 처리후 목초액 300배를 처리 하였을때는 살충력이 혼합액에 비해 감소하는 경향을 나타내었다. 니코티닐계 농약 Dinotefuran(오신)은 목초액과 혼합시 큰 변화가 나타나지 않았지만, Dinotefuran 50% 처리후 목초액 300배를 처리 하였을때는 살충력이 증가하는 현상이 나타났다. 하지만, Imidacloprid(코니도)의 경우는 변화가 없었고, 살충력도 없는 것으로 나타났다.

표 2-5. 카바메이트/니코티닐계 살충제와 목초액의 혼용 실험

약제	Mortality (%, mean ± SD)				
	No treatment	Wood Vinegar 300	Insecticide 50%	Insecticide 50% + Wood Vinegar 300	insecticide 50% → Wood Vinegar 300
밧사	0.52 ± 0.0764	1.77 ± 0.0361	0.78 ± 0.1815	2.55 ± 2.1907	12.44 ± 2.5891
만루포	0.52 ± 0.0764	1.77 ± 0.0361	50.50 ± 6.5574	**81.67 ± 0.5774**	72.33 ± 1.1547
오신	0.52 ± 0.0764	1.77 ± 0.0361	0.26 ± 0.1097	2.49 ± 1.4689	19.68 ± 2.5330
코니도	0.52 ± 0.0764	1.77 ± 0.0361	0.71 ± 0.2501	0.77 ± 0.4751	0.91 ± 0.0473

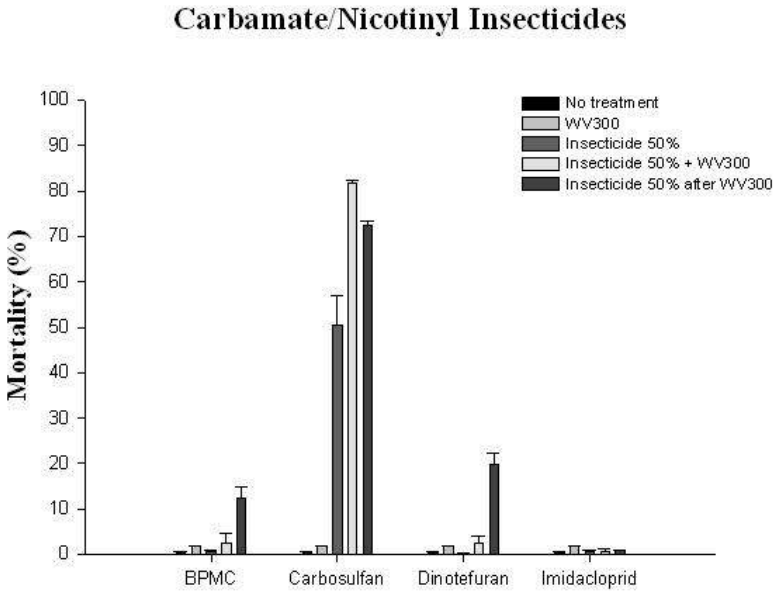


그림 2-13. 카바메이트계/니코티닐계 농약과 목초액 혼용 처리시 살충율

3) 가루이 방제 농약과 목초액 혼용액의 살충 효과 (온실가루이)

담배가루이 실험에서와는 달리, Pyriproxyfen(신기루) 50%와 목초액 300배의 혼합액은 Pyriproxyfen 50% 단독 처리시 보다 훨씬 높은 살충력을 나타내었고, 90% 이상의 살충율을 나타내었다. 목초액이 Pyriproxyfen의 살충력을 향상시키는데 역할을 한 것으로 보인다. 하지만, Carbosulfan(만루포)의 경우는 멸구류와 담배가루이에서의 결과와는 달리 목초액과 혼합시 살충력이 오히려 급격히 감소하는 경향을 나타내었다.

표 2-6. 가루이류 살충제와 목초액의 혼용 실험

약제	Mortality (%, mean ± SD)			
	No treatment	Wood Vinegar 300	Insecticide 50%	Insecticide 50% + Wood Vinegar 300
신기루	2.27 ± 0.2517	21.45 ± 2.1601	68.33 ± 6.6006	92.23 ± 4.6545
만루포	2.27 ± 0.2517	21.45 ± 2.1601	84.69 ± 6.3799	17.99 ± 7.6176

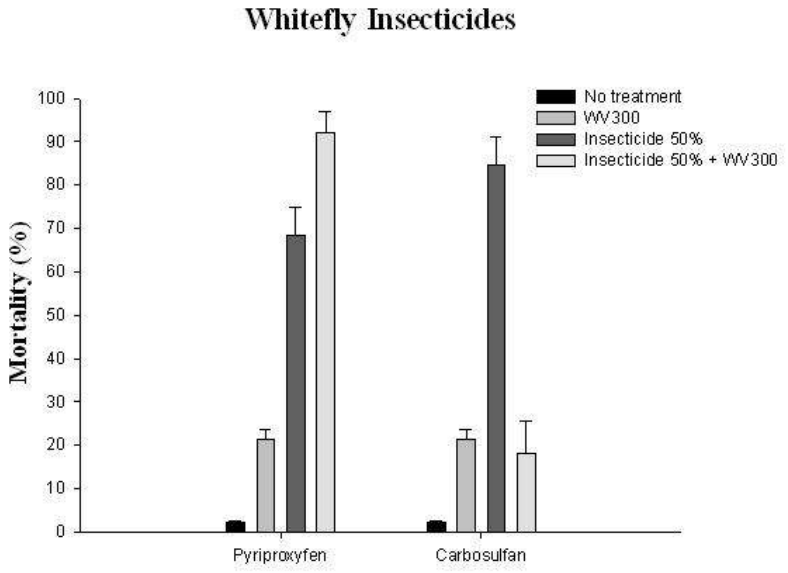


그림 2-14. 가루이 농약과 목초액 혼용 처리시 살충율

4) 진딧물 방제 농약과 목초액 혼용액의 살충 효과 (목화진딧물)

Carbosulfan(만루포) 50%와 목초액 300배의 혼합액은 Carbosulfan 50% 단독 처리시 보다 낮은 살충율을 나타내었으나, 그 차이가 크지 않아 목초액이 carbosulfan의 살충력을 변화시키지 못한 것으로 나타났다.

표 2-7. 진딧물 살충제와 목초액의 혼용 실험

약제	Mortality (%, mean ± SD)			
	No treatment	Wood Vinegar 300	Insecticide 50%	Insecticide 50% + Wood Vinegar 300
만루포	1.23 ± 0.2517	34.00 ± 2.1794	47.67 ± 4.7258	46.33 ± 2.3094

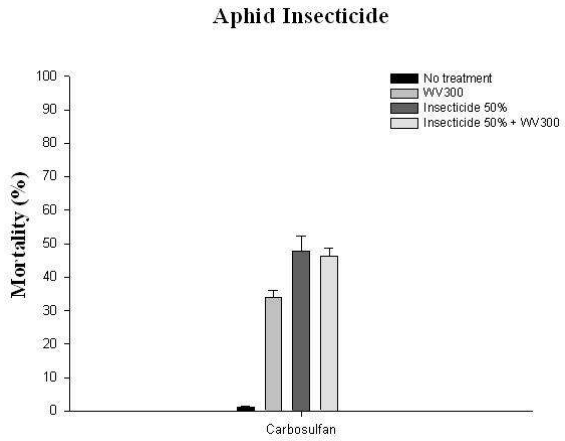


그림 2-15. 진딧물 농약과 목초액 혼용 처리시 살충율

5) 진딧물 방제 농약과 목초액 혼용액의 살충 효과 (복숭아혹진딧물)

고추를 가해하는 해충인 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae*)을 사용하였다. 목초액은 강원목초산업주식회사에서 구입하였다. 복숭아혹진딧물 생육에 필요한 고추는 녹광고추의 종자를 구입하여 경북대학교 농생물학과 해충생리학실험실에서 약 4주일 키운 것을 사용하였다.

고추에 복숭아진딧물을 접종시킨 후 일정량(스프레이 5~10회 분무)의 살충제 및 혼합액(살충제+목초액)을 스프레이로 살포하였다. 일정시간(24시간)이 경과한 뒤에 주기적으로 살충율을 계산하였다. 위 실험을 3회 반복하고 그 결과를 분석했다. 목초혼용액의 살포는 100 ml 스프레이식용기(자연주의; (주)생활주의)를 분무기로 사용했으며 1회 살포량이 160-180 μl이고 균일하게 분사되는 장점이 있다.

표 2-8. 진딧물 살충제의 종류

상표명	계 통	제조회사	유효성분	특 징
코니도	클로로니코티닐계	동부한농	Imidacloprid	침투이행성
오신	후라니코티닐계	동부한농	dinotefuran	침투이행성
새강자	카바메이트계	영일케미컬	carbosulfan Imidacloprid	침투이행성

고추에 발생하는 복숭아혹진딧물을 방제하는데 있어 많이 사용되어지는 3종의 살충제를 목초액과 혼용하여 살충제 사용량은 줄이고 살충력은 향상시키는 살충제를 찾기위해 실험을 수행하였다.

본 실험에서 사용되어진 3종의 복숭아혹진딧물 살충제 Imidacloprid(코니도), Dinotefuran(오신), Carbosulfan+Imidacloprid(새강자)는 모두 살충제 반감액이 권장 사용농도의 살충력과 비슷한 높은 살충력을 가지고 있어 목초액과 혼합시 나타나는 살충력 상승이나 감소효과를 관찰 할 수가 없었다.

표 2-9. 진딧물 살충제와 목초액 혼용 실험

약제	Mortality (%, mean ± SD)					
	No Treatment	Insecticide 100%	Insecticide 50%	Insecticide 50% +Wood Vinegar 300	Insecticide 50% +Wood Vinegar 500	Insecticide 50% +Wood Vinegar 1000
코니도	10.83 ± 0.4762	98.03 ± 1.4572	94.73 ± 1.6862	95.36 ± 1.6862	92.80 ± 3.9686	95.10 ± 2.3259
오신	10.80 ± 1.0583	96.20 ± 0.6245	95.86 ± 2.4826	95.03 ± 0.6658	97.86 ± 0.3055	98.00 ± 1.9157
새강자	10.63 ± 1.7214	98.66 ± 1.2220	97.16 ± 0.6658	99.60 ± 0.6928	98.10 ± 1.0817	98.53 ± 0.9866

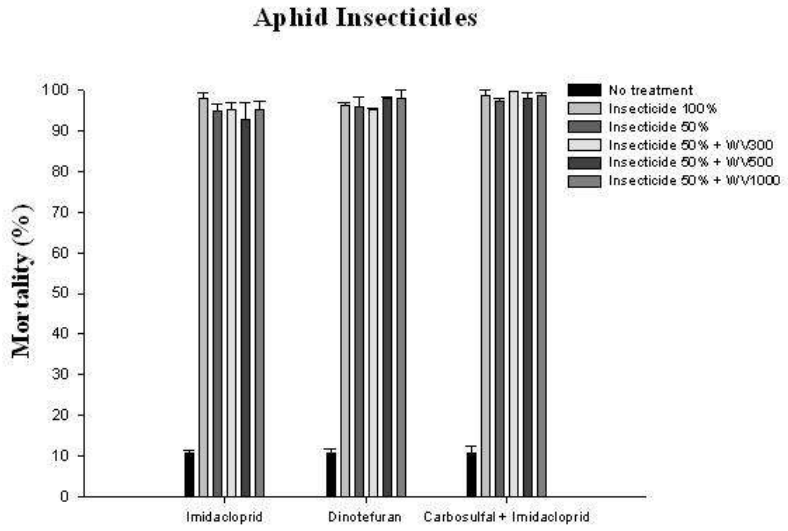


그림 2-16. 진딧물 농약과 목초액 혼용 처리시 살충율

다. 요약

가루이의 경우에 전반적으로 현재 사용되고 있는 가루이 살충제인 Pyriproxyfen(신기루), Acetamiprid(모스피란), Thiamethoxam(아타라)의 살충력이 낮고 목초액과 혼합시에도 뚜렷한 상승효과가 나타나는 살충제는 없는 것으로 나타났다.

카바메이트계 농약 BPMC(밧사)의 경우는 목초액과 혼합시에는 살충력의 상승이나 감소의 경향이 크게 나타나지 않았으나 BPMC 처리후 목초액를 처리 하였을때는 살충력이 증가하는 경향을 나타냈다. Carbosulfan(만루포)의 경우는 멸구류에서 처럼 목초액과 혼합했을때 살충력이 크게 증가했다. 니코티닐계 농약 Dinotefuran(오신)와 Imidacloprid(코니도)은 목초액과 혼합시 큰 변화가 나타나지 않았지만, Dinotefuran 처리후 목초액을 처리 하였을때는 살충력이 증가하는 현상이 나타났다.

진딧물의 경우에는 담배가루이와는 달리, Pyriproxyfen(신기루)와 목초액 혼합액은 단독 처리시 보다 훨씬 높은 살충력을 나타내었다. 하지만, Carbosulfan(만루포)의 경우는 멸구류와 담배가루이에서의 결과와는 달리 목초액과 혼합시 살충력이 오히려 급격히 감소하는 경향을 나타내었다.

제2절 목초액과 살균제의 혼용처리 효과 분석

1. 재료 및 방법

곰팡이의 성장에 필요한 배지는 3.9g의 DifcoTM Patato Dextrose Agar (Bioscience)를 100 ml에 희석한 뒤에 autoclave로 멸균처리를 한 후에 Petri dish(직경 50mm)에 3 ml를 첨가했다. 목초액의 성장억제효과를 조사하기 위하여 10-10,000배로 희석된 목초액(50 μl)를 배지위에 첨가했다. Petri dish 중앙에 균주를 직경 5 mm 크기로 접종을 한 뒤에 20℃의 배양기에서 배양하였다. 성장율을 조사하기 위하여 7일 동안 24시간마다 균주의 크기를 측정하였다.

2. 결과 및 고찰

본 실험에서는 농작물에 주요 피해를 끼치는 곰팡이 균을 사용했다 (표 2-10). 각 균의 성장율은 44-90% 내에서 다양하게 나타났다. 목초액의 처리에 대한 각 곰팡이 균의 성장율은 그 농도에 따라 억제되는 균도 있었지만 반면에 촉진하는 균도 나타났다.

표 2-10. 본 실험에 사용된 곰팡이 균의 종류

진균 종류	병명	주요 피해 작물
Cylindrocapon destructans	근부병	
Alternaria spp. (Root)		
Alternaria spp. (Leaf)	흑반병, 겹무늬병, 점무늬낙엽병	사과, 감자, 토마토, 감귤류 등
Phytophthora cactorum	역병	과수, 채소, 관상수 등
Rhizoctonia solani	잎집무늬마름병	벼
Colletotricum gloeosporioides	탄저병	사과, 딸기
Pythium spp.	모잘록병, 종자뿌리썩음병	벼, 채소류 등

표 2-11에서 살펴본 바와 같이 Cylindrocapon destructims 균은 대조구에서 78%의 성장률을 나타냈으나 목초액을 첨가했을 때에 농도에 관계없이 81-84%의 성장률을 나타내어 성장률이 3-5%의 촉진되었다. 뿌리에 감염되는 *Alternaria spp.*는 목초액 10배 희석액과 100액 희석액을 처리했을 때에 성장률이 8-10% 촉진되었다. 반면에 잎에 흑반병, 겹무늬병 및 점무늬낙엽병을 일으키는 *Alternaria spp.*는 목초액의 농도에 따라 성장율이 감소하는 경향을 나타냈는데 10배로 희석된 목초액을 처리했을 때에 성장률이 15% 감소하였다. 역병을 일으키는 *Phytophthora cactorum*은 목초액의 농도에 따라 성장률이 감소하는 경향을 나타냈는데 10배로 희석된 목초액을 처리했을 때에 성장률이 18% 감소하였다. *Rhizoctonia solani*의 경우는 목초액 10배액 처리에 의해서 11% 감소하였다. *Colletotricum gloeosporioides*는 10배액 처리에 의해서 26% 감소하였다. *Pythium spp.*는 10배액에서 46% 감소하였다.

표 2-11. 목초액에 의한 7종 곰팡이 균의 성장억제효과

균주명	대조구		목초액							
			10배		100배		1,000배		10,000배	
	직경 (mm)	성장률 (%)	직경 (mm)	성장률 (%)	직경 (mm)	성장률 (%)	직경 (mm)	성장률 (%)	직경 (mm)	성장률 (%)
Cylindrocapon destructims	39.0	78	40.5	81	41.0	82	43.0	86	42.0	84
Alternaria spp. (Root)	22.0	44	27.0	54	26.0	52	22.0	44	21.0	42
Alternaria spp. (Leaf)	38.0	76	30.5	61	26.5	53	28.0	56	35.5	71
Phytophthora cactorum	36.0	72	27.0	54	29.5	59	32.0	64	36.0	70
Rhizoctonia solani	44.0	88	38.5	77	43.5	87				
Colletotricum gloeosporioides	35.0	70	22.0	44	37.0	74	34.5	69	36.0	72
Pythium spp.	45.0	90	22.0	44						

다. 요약

농작물에 해를 끼치는 7종의 곰팡이균을 대상으로 목초액의 살균효과를 검정해 본 결과 전반적으로 10-40%의 성장억제율을 나타냈는데 목초액의 농도가 높을수록 살균율도 증가했다. 그 중에서 탄저병을 일으키는 *Colletotricum gloeosporioides*가 10%의 목초액을 처리했을 때에 26%, 벼와 채소류에 모잘룩병과 종자뿌리썩음병을 일으키는 *Pythium spp.*의 경우는 36%까지 억제되었다. 즉, 목초액의 살균효과는 균의 종류에 따라서 다르게 나타나는 것을 볼 수 있다.

제3절 목초액과 IGR계통 및 천연물 살충제의 혼용처리 효과 분석

1. IGR 계통의 살충제와 목초액의 혼용효과 분석

가. 멸구류의 방제에 대한 혼용처리의 효과

1) 재료 및 방법

벼를 가해하는 주요 해충인 벼멸구(*Nilaparvata lugens*)와 애멸구(*Laodelphax striatellus*)를 사용하였다. 목초액은 6개월 이상 숙성된 참나무 기계식 목초액을 참여기업인 강원목초산업주식회사에서 구입하였다. 멸구류 생육에 필요한 벼는 추청벼로서 영남농업연구원(밀양) 실험실에서 약 1주일 키운 것을 사용하였다. 벼의 실험실 재배조건은 간단히 설명하면 다음과 같다. 물 1L에 적당량의 벼를 넣고, 종자소독제(프로라츠유제, (주)신젠타코리아) 1㎖를 처리하여 하루 동안 소독을 하고 난 후, 암조건의 배양실에서 약 3일간 키워 싹이 나면, 사육실(평균 27~8℃유지)에서 3~4일간 물만 주고 키움.

멸구 사육상자 제작: 목초액 및 혼용액이 처리실험에는 실험실에서 제작한 플라스틱 사육상자를 사용했는데 기존의 플라스틱 곤충사육상자(14.5×10.5×4 ㎤)의 상단부에 지름 약 5 cm의 구멍을 만들고 그기에 500㎖ PT-생수통(아이시스)의 주둥이 부분(지름 약5㎝)을 잘라서 구멍에 맞게 붙여서 제작하였다 (그림 1). 이 사육통의 장점은 목초혼용액 살포시에 멸구가 탈출하는 것을 방지할 수 있으며 주둥이를 통하여 분무기로 골고루 살포할 수 있는 장점이 있다.

추정벼(약 5~6 ㎝)를 패트리디쉬(지름 5㎝)에 넣은 뒤 뚜껑 중앙에 지름 약 6㎝정도의 구멍을 뚫고 빈 생수 PT병 앞부분을 잘라서 붙인 플라스틱 상자(14.5×10.5×4 ㎤) 중앙에 테이프로 고정시키고, 벼멸구(성충 약 50마리)를 투여한 뒤에 일정량(스프레이 1회 분무)의 살충제 및 혼합액(살충제+목초액)을 스프레이로 살포하였다. 일정시간(3시간)이 경과한 뒤에 주기적으로 살충율을 계산하였다. 같은 방법으로 2차 살포를 한 뒤에 살충율을 관찰했다. 위 실험을 3회 반복하고 그 결과를 분석했다. 목초혼용액의 살포는 100 ml 스프레이식용기(자연주의; (주)생활주의)를 분무기로 사용했으며 1회 살포량이 160-180 ul이고 곤충사육통 내에 균일하게 분사되는 장점이 있다.

표 2-12. 곤충성장조절제(IGR)이 함유된 농약과 목초액 혼용액의 살충 효과

상표명	계 통	제조회사	유효성분	특징
디밀린	벤조일 페닐우레아계	신젠타 (액상수화제)	diflubenzuron	키틴질 형성저해 및 탈피억제
미믹	벤조일 하이드라진계	경농(수화제)	tebufenozide	탈피촉진제 (RH-5992)
노몰트	요소계	경농(액상수화제)	teflubenzuron	키틴질 형성저해 탈피억제
알시스틴	벤조일 우레아계	동부한농(수화제)	triflumuron	키틴질 형성저해 탈피억제제
아프로밧사	치아디아진계 카바메이트계	경농(수화제)	buprofezin BPMC	탈피억제 신경계통마비

표 2-13. 천연물농약과 목초액 혼용액의 살충 효과

상표명	계 통	제조회사	유효성분	특징
올스타	항생제	경농(유제)	abamectin	미생물에서 추출한 천연성분의 유도체로 접촉독 및 소화중독
에피스	천연 oil 성분	그린스웰(주)	·	·
응장군	천연물질 추출액	(주) 부 국	·	·

표 2-14. 다른계통의 일반 농약과 목초액 혼용액의 살충 효과

상표명	계 통	제조회사	유효성분	특징
살비왕	페녹시피라졸계	동부한농	fenpyroximate	·
지페트	피리미디닐옥시계 유기염소계	삼공	fluacrylpyrim tetradifon	·

본 실험에서는 일반적으로 곤충의 탈피를 억제시키거나, 촉진시키는 곤충성장조절제(IGR)가 함유되어 있는 농약과 천연물 농약, 미생물에서 추출한 천연성분의 유도체와 이전 실험에 사용되지 않았던 계통의 농약을 권장사용 희석비율, 권장사용 희석비율의 2배, 권장사용 희석비율의 2배와 목초액 300배, 500배, 1000배를 각각 혼용하여 사용하였다.

곤충성장조절제(IGR)가 함유되어 있는 농약은 약제가 곤충에 침투하고 반응을 일으키는데 일정 시간이 필요하다. 그래서 이전 연구에서 살충율을 관찰했던 방법과는 다르게 약제 살포 후 약 1주일간 12시간 간격으로 살충율을 관찰하였다.

천연물 농약과 이전 실험에서 사용되지 않았던 계통의 농약도 같은 방법으로 실험을 진행하였다.

2) 결과 및 고찰

가) 디밀린+목초액의 혼합액 살충효과

벼멸구의 경우 디밀린50%(34.9%)가 디밀린 100%(25%)보다 높은 살충율을 나타내었으나 목초액과의 혼합시 오히려 살충력이 떨어지는 현상을 나타내었다.

애멸구에서는 디밀린100%의 살충율(21.4%)이 가장 높았고 디밀린50%의 살충율(12.9%)이 가장 낮았다. 디밀린50%와 목초액 300배, 500배, 1000배 혼합액의 살충율은 19.3%, 17.2%, 13.7%로 디밀린50%의 살충율보다는 높았으나 무처리구의 살충율(20.1%)보다 낮아 디밀린과 목초액의 혼용효과 인한 살충력 이라기보다는 자연사로 인한 결과로 보인다.

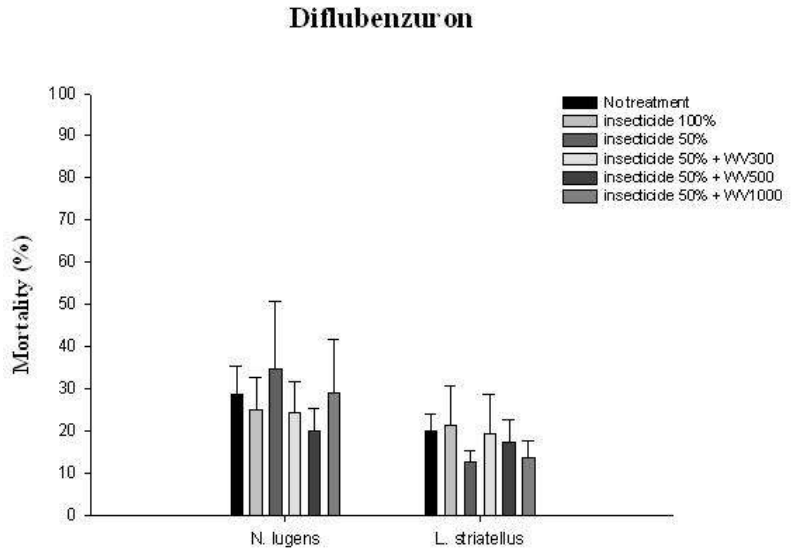


그림 2-17. 디밀린과 목초액의 혼용처리에 대한 살충율

나) 미믹+목초액의 혼합액 살충효과

벼멸구는 미믹 100%처리구가 가장 높은 살충율(26.7%)을 나타내었고, 다음으로 미믹 50%+목초액 500배가 높은 살충율(20.2%)을 나타내었으나 전체적으로 살충율이 30% 미만이라서 미믹 자체의 살충율도 떨어질 뿐 아니라 미믹과 목초액 혼용액 역시 기준 살충율(90% 이상)을 나타 내지 못했다.

애멸구에서는 미믹100%(9.6%)뿐 아니라 미믹50%와 목초액 혼용액의 살충율이 10%미만이었고, 오히려 증류수를 사용한 Control의 살충율(12.9%)보다 낮았다.

이러한 결과를 미루어 볼 때 곤충성장조절제(IGR) 미믹은 그 자체만으로도 벼멸구와 애멸구에 대해 살충력이 없을 뿐만 아니라 목초액과 혼용시에도 효과가 없거나 살충력이 감소하는 것으로 나타났다.

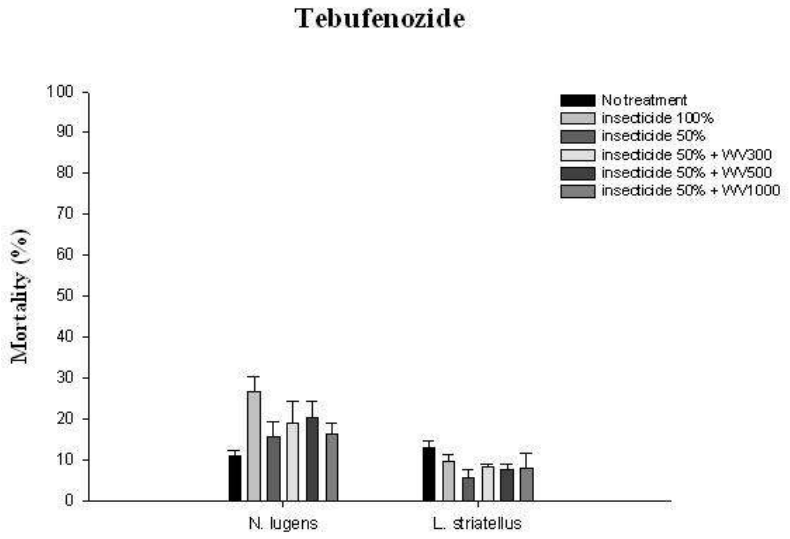


그림 2-18. 미믹과 목초액의 혼용처리에 대한 살충율

다) 노몰트+목초액의 혼합액 살충효과

벼멸구의 경우에 노몰트50%+목초액500배의 살충율(61.3%)이 가장 높았다. 노몰트100%의 살충율(45.5%)이 약제 처리구 중에서는 가장 낮았고, 노몰트50%와 목초액 300배, 500배, 1000배는 노몰트50%의 살충율(49.4%)보다 각각 4.7%, 11.9%, 2.4% 높은 살충율을 나타내었으나, 무처리구의 살충율(45.2%)이 높아서 노몰트와 목초액의 혼합액의 단독 효과라고 보기

어렵다.

애멸구에서는 노몰트50%의 살충율(35.9%)이 가장 높았고 노몰트100%의 살충율(20.4%)은 무처리구(22.7%)보다 낮은 살충율을 나타내었고, 노몰트50%와 목초액 혼용액은 목초액과 혼합시 오히려 노몰트50%의 살충율을 떨어뜨리는 것으로 나타났다.

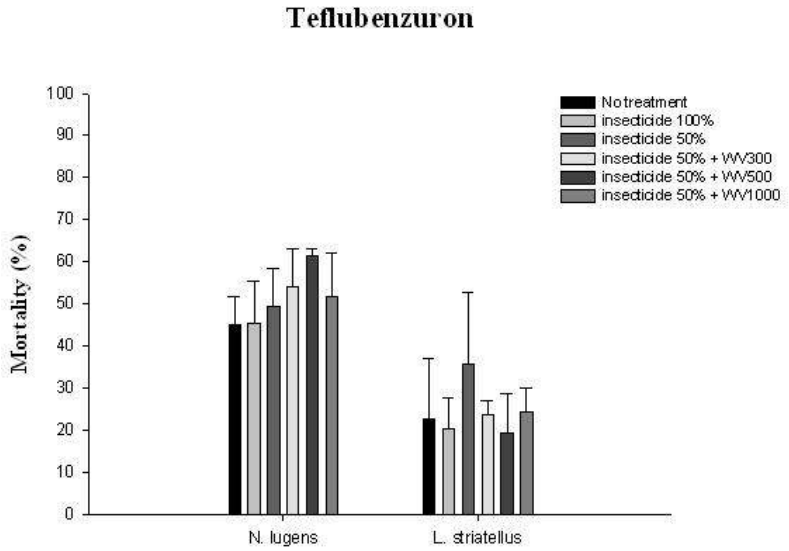


그림 2-19. 노몰트와 목초액의 혼용처리에 대한 살충율

라) 알시스틴+목초액의 혼합액 살충효과

벼멸구의 경우 관행살포액의 50%수준의 알시스틴을 처리한 결과 약 51.1%의 살충율을 나타내었고, 알시스틴50%에 목초액 300배, 500배, 1000배 희석액을 혼합한 처리구에서는 각각 44.6%, 41.3%, 43.6%의 살충율을 나타내었다. 이것으로 보아 목초액 300배, 목초액 500배, 목초액 1000배 혼합한 처리구들은 약 7%정도 살충율이 감소하는 경향을 나타내었다.

애멸구의 경우에는 관행살포액의 100%수준(21.8%)과 50%수준(22.1%)의 살충율은 비슷했으나 벼멸구와 같이 알시스틴50%와 목초액 300배, 500배, 1000배를 혼합한 처리구가 알시스틴50% 단독 처리구에 비해 오히려 살충율이 감소하였다.

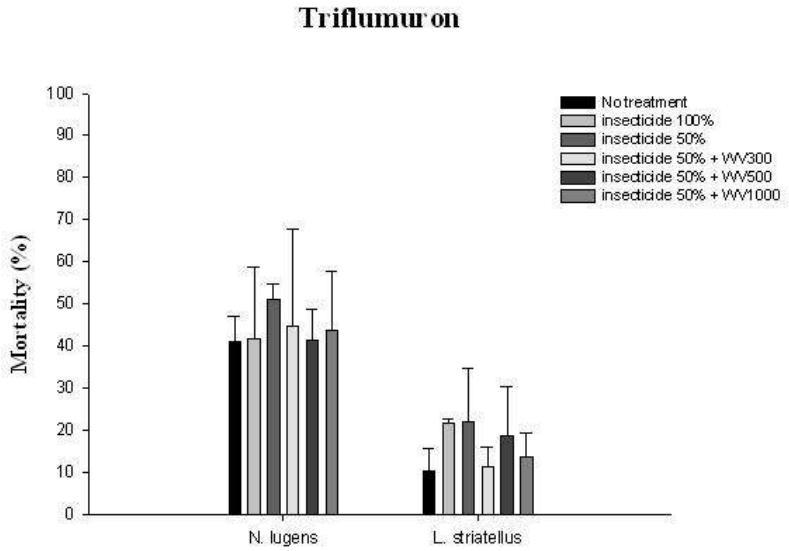


그림 2-20. 알시스틴과 목초액의 혼용처리에 대한 살충율

마) 아프로밧사+목초액의 혼합액 살충효과

벼멸구는 아프로밧사 100%의 처리구에서 68%, 아프로밧사 50%에서 60.1%의 살충율을 나타냈다. 아프로밧사 50%와 목초액의 혼용에서는 목초액의 농도에 상관없이 52-55%의 살충율을 나타냈으며 아프로밧사 단독처리구보다 낮은 살충율을 나타냈다.

애멸구의 경우에는 아프로밧사 100%를 살포한 처리구는 평균 약 26.1%의 살충율을 나타내었고, 아프로밧사 50%를 살포한 처리구에서는 평균 약 18.7%의 살충율을 나타내었다. 목초액을 300배, 500배, 1000배 희석한 것과 아프로밧사 50%의 혼합액의 살충율은 각각 18.2%, 19.9%, 29.2%의 살충율을 나타내어 목초액의 농도가 낮아 질수록 아프로밧사 50% 단독 처리보다 상승효과가 나타났다. 즉, 아프로밧사에 대한 목초액의 효과는 벼멸구와 애멸구간에 상이한 패턴을 나타냈다.

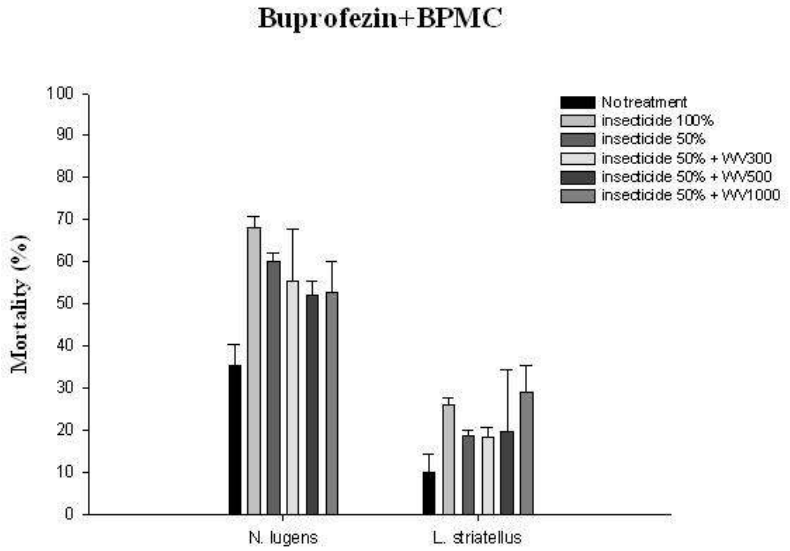


그림 2-21. 아프로밧사 와 목초액의 혼용처리에 대한 살충율

나. 담배가루이의 방제에 대한 혼용처리의 효과

1) 재료 및 방법

본 실험에서는 곤충의 발달을 조절하는 곤충성장조절제(Insect Growth Regulators; IGR)가 함유되어 있는 살충제를 권장사용 희석비율, 권장사용 희석비율의 2배, 권장사용 희석비율의 2배와 목초액 300배, 500배, 1000배를 각각 혼용하여 사용하였다(표 2). IGR계 살충제는 그 효과가 서서히 나타나는 특징이 있다. 그래서 이전 연구에서 살충율을 관찰했던 방법과는 다르게 약제 살포 후 약 1주일간 12시간 간격으로 살충율을 관찰하였다.

2) 결과 및 고찰

Diflubenzuron(디밀린), Tebufenozide(미믹), Teflubenzuron(노몰트), Triflumuron(알시스틴) 그리고 Buprofezin +BPMC(아프로밧사) 총 5가지의 곤충성장조절제(IGR) 살충제를 목초액과 혼합하여 살포하고 그 살충력을 검정하였다. 5가지 살충제 모두 30% 미만의 낮은 살충력을 가질 뿐 아니라, 목초액과 혼합시에는 5가지 모두 살충력이 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과를 미루어 볼 때 IGR은 그 자체만으로도 담배가루이에 대해 살충력이 없을 뿐만 아니라 목초액과 혼용시에는 오히려 살충력이 감소하는 것으로 나타났다.

표 2-15. IGR 계통 살충제와 목초액의 혼용 실험

약제	Mortality (%, mean ± SD)			
	No treatment	Wood Vinegar 300	Insecticide 50%	Insecticide 50% + Wood Vinegar 300
디밀린	0.52 ± 0.0764	1.77 ± 0.0361	7.11 ± 0.4455	4.40 ± 1.4005
미믹	0.52 ± 0.0764	1.77 ± 0.0361	19.26 ± 1.8809	12.36 ± 2.2460
노몰트	0.52 ± 0.0764	1.77 ± 0.0361	27.65 ± 7.2691	7.94 ± 1.2445
알시스틴	0.52 ± 0.0764	1.77 ± 0.0361	6.85 ± 0.2546	1.88 ± 0.0636
아프로밧사	0.52 ± 0.0764	1.77 ± 0.0361	11.74 ± 0.4101	2.88 ± 1.6359

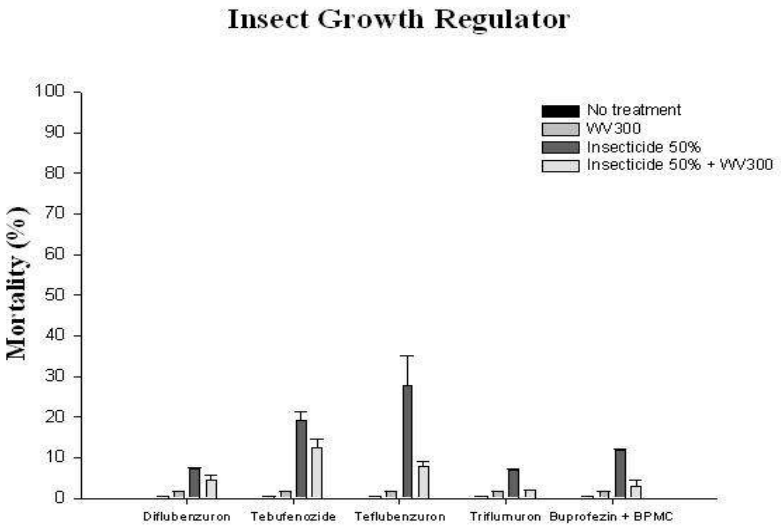


그림 2-22. 곤충성장조절제(IGR) 과 목초액 혼용 처리시 살충율

3) 요약

곤충성장조절제(IGR) 살충제에 대한 목초액의 혼용효과를 분석해 본 결과 살충제 성분의 계통뿐만 아니라 멸구의 종류에 따라 다양한 결과를 나타냈다. 벤조일 하이드라진계인 미믹은 목초액과 혼용시 벼멸구와 애멸구 두 종 모두에서 약간의 상승효과가 나타났으나 관행살포수준 100% 보다 살충력이 낮았다. 그러나 관행살포수준역시 살충력이 높지 않아 비교수준이 되지 못하였다. 벼멸구는 노몰트와 목초액을 혼용했을때, 그리고 애멸구는 디밀린과 아프로밧사와 목초액을 혼용했을때 약간의 상승효과를 나타내었다. 하지만 이전 실험 결과에서 나타난 카바메이트계인 만루포 만큼의 높은 상승효과가 나타난것은 없으며, 결과로 나타난 살충력 또한 기대 수준 이하였다.

이번 실험에서 사용된 농약의 Target 해충이 벼멸구나 애멸구는 아니지만 곤충성장조절

제(IGR)가 함유되어있는 농약이므로 적용 해충의 종류와는 상관없이 살충효과가 나타날 것으로 예상하고 실험하였다. 하지만, 곤충성장조절제(IGR)가 함유되어 있는 5가지의 농약을 살포한 후, 나타난 살충율은 관행살포수준뿐만 아니라 목초액 혼용액도 대부분 50%를 넘지 못하였다.

결과적으로 목초액과 혼합시 상승효과를 나타내는 곤충성장조절제(IGR)는 찾지 못하였으나, 더 많은 종류의 곤충성장조절제(IGR)을 목초액과 혼용해 Screening이 필요하다.

2. 천연물농약과 목초액의 혼용효과 분석

가. 멸구류의 방제에 대한 혼용처리의 효과

1) 올스타+목초액의 혼합액 살충효과

벼멸구와 애멸구 모두 올스타 100%처리구가 가장 높은 살충율(35.4%/28.8%)을 나타내었고, 벼멸구의 경우는 올스타50%와 목초액 500배, 1000배 혼합액이 올스타50% 단독처리 살충율(22.7%)보다 각각 6.8%, 2.2%높았지만, 애멸구의 경우는 올스타50% 단독처리 살충율(22.8%)보다 목초액300배, 500배, 1000배 혼합액이 각각 0.8%, 4.2%, 3.1% 낮은 살충율을 보였다.

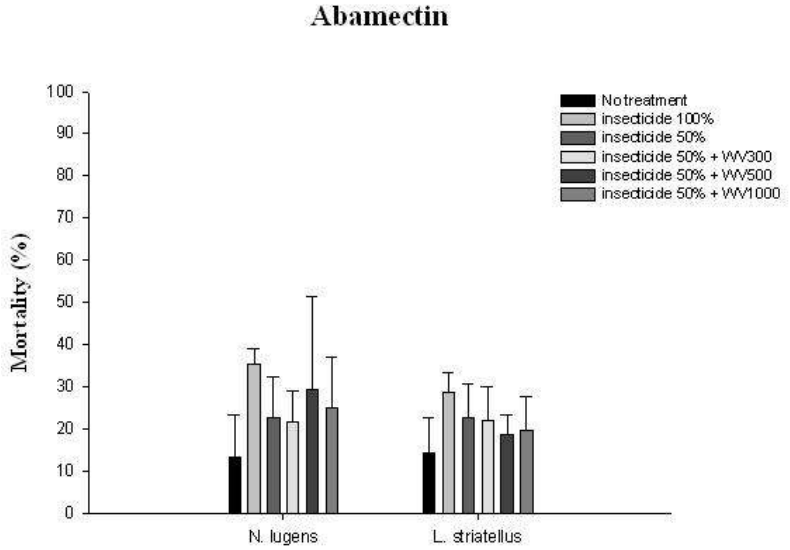


그림 2-23. 올스타 와 목초액의 혼용처리에 대한 살충율

2) 에피스+목초액의 혼합액 살충효과

벼멸구와 애멸구 모두 에피스 100%처리구가 가장 높은 살충율(16.3%/21%)을 나타내었고, 에피스50%와 목초액 300배, 500배 혼합액은 오히려 무처리구 보다 낮은 살충율을 나타내었다. 즉, 에피스의 경우는 에피스의 관행살포수준의 살충력이 아주 낮지만, 목초액과 혼용시 살충력을 더 감소시키는 경향이 있는 것으로 보인다.

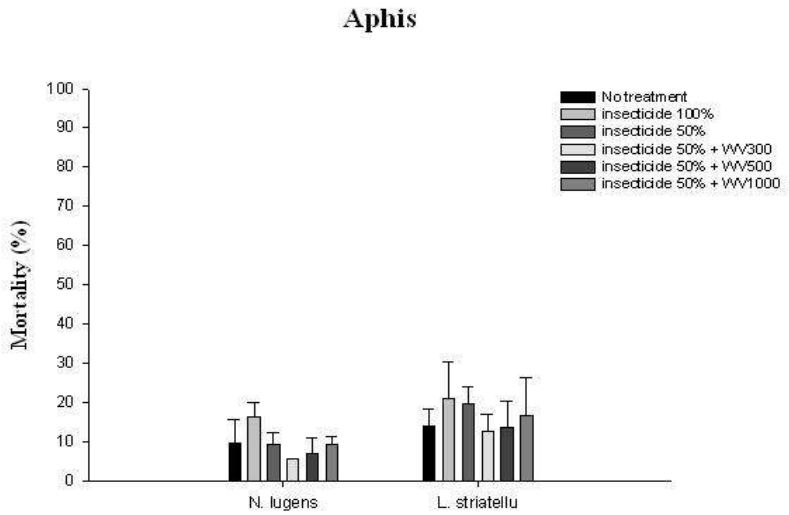


그림 2-24. 에피스와 목초액의 혼용처리에 대한 살충율

3) 응장군+목초액의 혼합액 살충효과

벼멸구와 애멸구 모두 응장군에 대해서는 관행살포수준, 관행살포수준의 50%, 그리고 관행살포수준의 50%에 목초액 300배, 500배, 1000배 혼용액 모두 10%미만의 살충률을 나타내어 응장군 단독처리 뿐만 아니라 응장군과 목초액 혼용액 처리에 의해 해충이 죽은 것으로 볼 수 없고, 실험 진행 기간 동안 시간경과로 인한 자연사로 보여 진다.

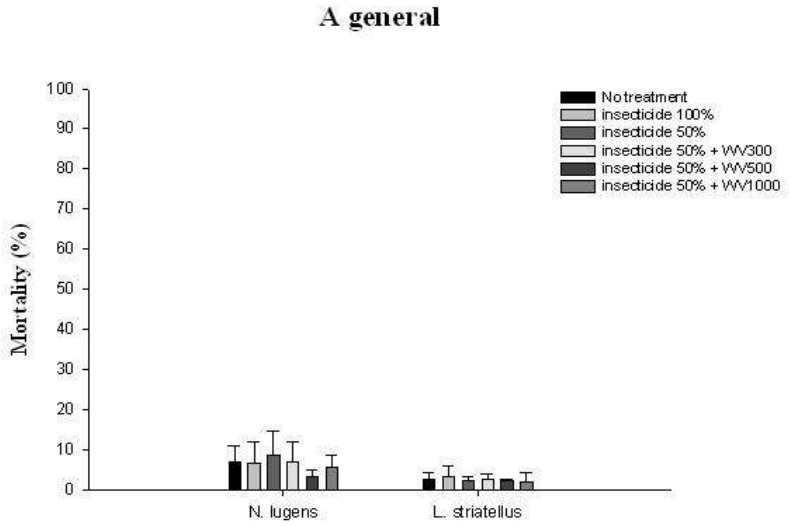


그림 2-25. 응장군과 목초액의 혼용처리에 대한 살충율

나. 담배가루이에 대한 목초액 혼용효과

Abamectin(올스타) 50%와 목초액 300배 혼합액은 Abamectin 50% 단독 처리구보다 높은 살충력을 나타내었고, 살충제 50%를 살포한 후, 목초액 300배를 살포한 처리구는 살충제 50% 단독 처리구보다 낮은 살충력을 나타내었다. 하지만 모든 처리구가 30% 미만의 낮은 살충력을 나타내었다.

표 2-16. 천연물 살충제와 목초액의 혼용 실험

약제	Mortality (%, mean ± SD)				
	No treatment	Wood Vinegar 300	Insecticide 50%	Insecticide 50% + Wood Vinegar 300	insecticide 50% → Wood Vinegar 300
올스타	0.52 ± 0.0764	1.77 ± 0.0361	22.47 ± 5.6257	26.45 ± 4.8172	19.00 ± 0.3900

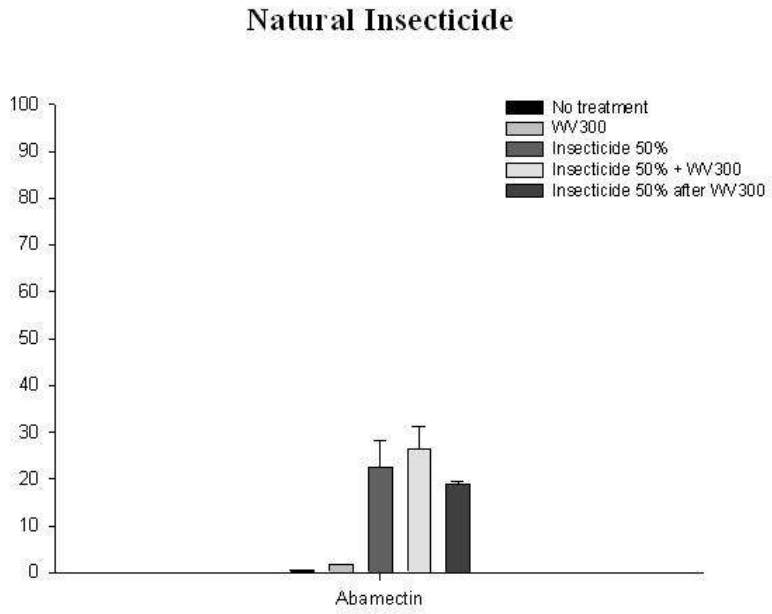


그림 2-26. 천연물 농약과 목초액 혼용 처리시 살충율

다. 요약

천연물농약에 대한 목초액의 혼용효과를 분석해 본 결과 올스타를 제외한 에피스와 응장군의 경우는 목초액과 혼용액 뿐만 아니라 에피스와 응장군 단독처리 또한 살충력이 너무

낮아서 살충력에 대한 판단을 할 수가 없으며, 올스타의 경우는 나머지 두 종류의 천연물농약에 비해 높은 살충력을 나타내고 있지만, 이 또한 실제 필드에서 요구되는 살충력에는 못 미치는 수준이다. 결과적으로 천연물농약과 목초액 혼용시 기대되는 상승효과는 없다고 판단된다.

3. 기타 계통의 일반농약과 목초액 혼용액의 살충 효과

가. 살비왕+목초액의 혼합액 살충효과

벼멸구의 경우 살비왕 100%처리구가 가장 높은 살충율(18.7%)을 나타내었고, 다음으로 살비왕 50%가 높은 살충율(16.5%)을 나타내었고, 살비왕50%와 목초액 300배, 500배, 1000배 혼용액은 살비왕 50% 단독처리구 보다 낮을 살충율을 나타내어, 살비왕은 목초액과 혼용시 살충력이 저하되는 것으로 나타났다.

애멸구의 경우는 살비왕50%와 목초액 1000배 혼용액의 살충율이 35.3%로 가장 높은 살충율을 나타내었고, 이것은 살비왕 100%, 살비왕 50% 단독처리구 보다 각각 1.4%, 15.2% 높은 살충율을 나타내었다. 하지만 살비왕50%와 목초액 300배, 500배 혼용액은 살비왕 50% 단독처리구 보다 각각 3.5%, 1.8% 살충율이 낮았다.

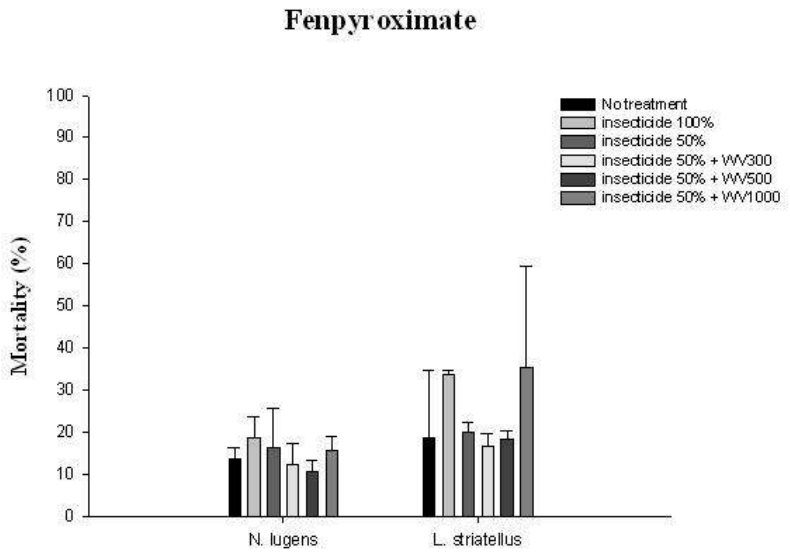


그림 2-27. 살비왕 과 목초액의 혼용처리에 대한 살충율

나. 지페트+목초액의 혼합액 살충효과

벼멸구와 애멸구 모두 무처리구 와 비슷한 수준의 살충율을 나타내었고, 벼멸구의 경우는 지페트 50%와 목초액 300배, 500배, 1000배 혼용시 지페트50% 단독처리구 살충율 8.2% 보다 각각 2.5%, 2%, 0.1% 낮은 살충율을 나타내는 것으로 보아 목초액과 혼합시 살충력

저하현상이 나타났다

애멸구의 경우는 무처리구와 지페트 50%와 목초액1000배 혼용액이 16.9%의 살충율로 가장 높게 나타났고, 지페트 50% 단독처리시에는 오히려 무처리구 보다 더 낮은 살충율을 나타내었다.

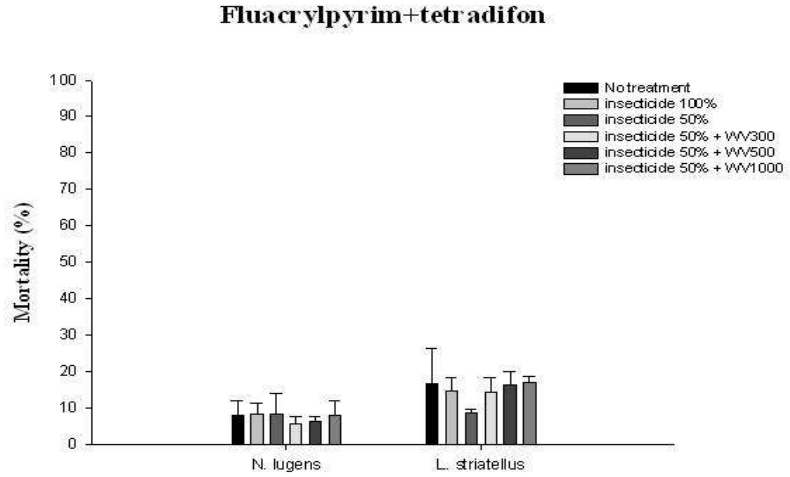


그림 2-28. 지페트 와 목초액의 혼용처리에 대한 살충율

다. 기타 계통의 농약과 목초액 혼용액의 살충효과 (담배가루이)

2종의 살충제, Fenpyroximate(살비왕) 와 Fluacrylpyrim + Tetradifon(지페트)은 모두 30% 미만의 낮은 살충력을 나타내지만, Fenpyroximate 50%와 Fluacrylpyrim + Tetradifon 50%는 목초액 300배와 혼합시 살충력이 크게 증가하는 경향을 보였다. 그리고 각각의 살충제 50%를 먼저 살포한 후, 목초액 300배를 살포하였을때는 혼합액보다는 낮은 살충력을 보이지만 살충제 50% 단독 처리구 보다는 높은 살충력을 가지는 것으로 나타났다.

표 2-17. 담배가루이에 대한 비등록 살충제와 목초액 혼용 실험

약제	Mortality (%, mean ± SD)				
	No treatment	Wood Vinegar 300	Insecticide 50%	Insecticide 50% + Wood Vinegar 300	insecticide 50% → Wood Vinegar 300
살비왕	0.52 ± 0.0764	1.77 ± 0.0361	7.21 ± 1.3597	28.51 ± 2.0904	13.28 ± 0.5116
지페트	0.52 ± 0.0764	1.77 ± 0.0361	1.17 ± 0.6045	23.75 ± 3.0982	10.63 ± 0.8500

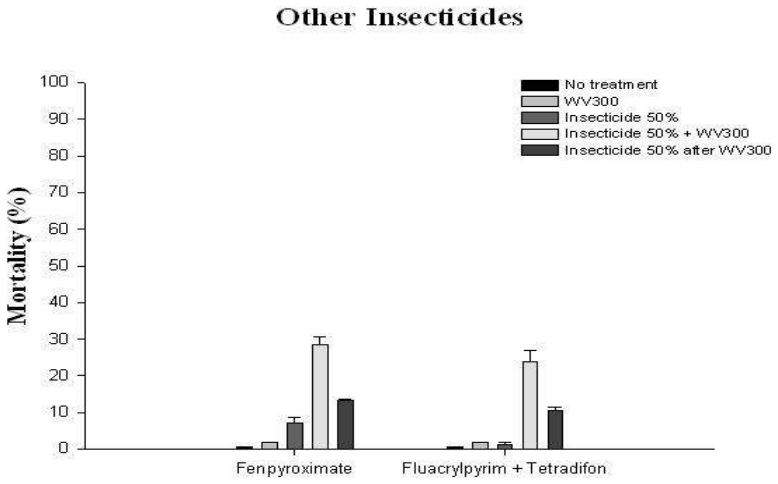


그림 2-29. 다른 계통의 농약과 목초액 혼용 처리시 살충율

라. 요약

다른 계통의 일반 농약에 대한 목초액의 혼용효과를 분석해 본 결과 살비왕과 지페트 모두 벼멸구와 애멸구에서 아주 낮은 살충율을 나타내어 이러한 결과를 바탕으로 멸구류에 대해 살충력을 가진다고 보기는 힘들고, 자연사에 의한 사망률로 보여진다. 하지만 살비왕의 경우 애멸구에서 살비왕 50%와 목초액 1000배 혼용액이 다른 처리구에 비해 다소 높은 살충율을 나타내어 추가적인 실험을 통해서 목초액과 살비왕의 상승효과에 대해서 실험해볼 필요가 있다.

제4절 목초액과 살충제의 혼용처리에 따른 작용기작 분석

목초액과 carbosulfan의 혼용액이 멸구 및 가루이의 살충율을 증가시키는 효과를 나타내는 것을 바탕으로 carbosulfan의 작요에 대한 목초액의 작용기작을 밝히기 위하여 carbosulfan의 작용점임 AChE의 활성을 분석했다. 또한, 목초액의 첨가에 의해서 곤충이 스트레스를 나타내는 정도를 유전자 수준에서 측정 할 수 있는 방법으로서 스트레스 유전자의 발현 패턴을 조사하였다.

1. Acetylcholine estestrase (AChE) 활성도 분석

가. 재료 및 방법

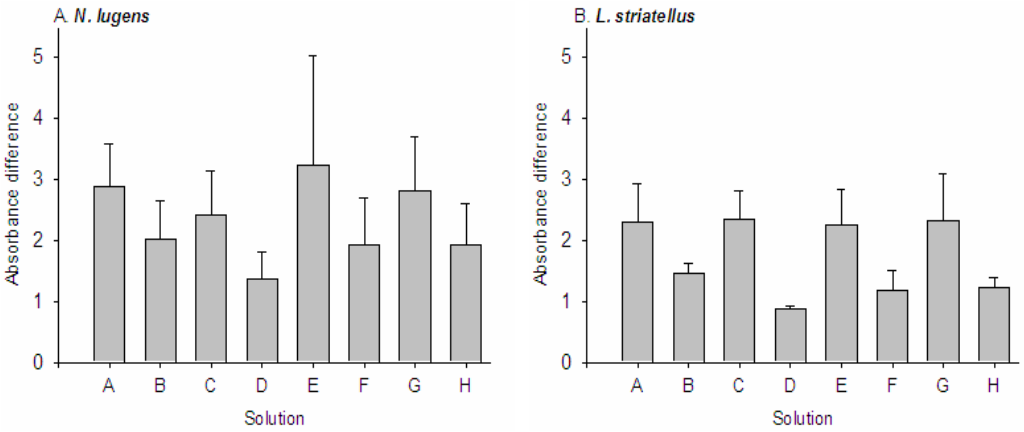
벼의 주요 해충인 벼멸구와 애멸구를 어린 벼에 사육하였으며 사육조건은 28℃, 70% 습도, 16L/8D의 광주기를 유지했다. 목초액과 살충제의 혼용액의 영향을 분석하기 위하여 상승효과 가 있는 만루포를 선택하여 목초액과 홍용한 뒤에 멸구에 처리하였다. 이때에 목초액의 처리 농도를 달리하면서 처리하였다.

Acetylcholine estestrase의 활성을 측정하기 위하여 아래와 같은 방법으로 분석하였다. 먼저 멸구를 0.3 ml의 0.1 M Tris-buffer가 들어 있는 microcentrifuge tiube에서 분쇄하였다. 그리고 10,000 rpm으로 4℃에서 20분 동안 원심분리를 한 뒤에 상층액을 새로운 튜브에 분획하였다. 단백질 함량은 Bradford 방법을 이용하였다 (Bradford, 1976). AchE의 활성은 Ellman(1961)의 방법에 의하여 측정하였는데 아래와 같다. 먼저 샘플을 100 mM Tris-HCl, 0.4 mM , 5 mM acetylcholine iodide를 포함한 tube에서 10분 동안 반응을 시킨 뒤에 microplate reader (Tecan, CA)를 이용하여 405 nm에서 30초 간격으로 측정하였다.

표 2-18. 멸구의 AChE 활성 억제 효과

해충	무처리	만루포 50%	목초액 300배	만루포50% +목초액 300배	목초액 500배	만루포50% +목초액 500배	목초액 1000배	만루포50% +목초액 1000배
벼멸구	**2.8873 (100%)**	2.0150 (69.8%)	2.4283 (84.1%)	**1.3700 (47.4%)**	3.2244 (111.6%)	1.9240 (66.6%)	2.8107 (97.3%)	1.9207 (66.5%)
애멸구	**2.2973 (100%)**	1.4503 (63.1%)	2.3493 (102.3%)	**0.8683 (37.8%)**	2.2620 (98.5%)	1.1863 (51.6%)	2.3283 (101.3%)	1.2373 (53.9%)

(값 : 처음 흡광수치 - 마지막 흡광수치)



A: No treated, B: Manrupo 50%, C: wood vinegar 300, D: Manrupo 50% + wood vinegar 300
E: wood vinegar 500, F: Manrupo 50% + wood vinegar 500
G: wood vinegar 1000, H: Manrupo 50% + wood vinegar 1000

그림 2-30. 만루포 와 목초액의 혼용처리에 대한 AChE의 활성도

나. 결과 및 고찰

약제처리 후 살충율이 가장 높았던 만루포50%+목초액300배의 AChE의 활성도가 벼멸구와 애멸구 두 해충에서 무처리에 비해 2배 이상 낮게 나타났다. 무처리구에 비해서 AChE의 활성도가 낮다는 것은 만루포50%+목초액300배가 벼멸구와 애멸구의 신경계에서 교란작용이 높다는 것을 의미하고, 또한 살충율이 다른 약제 처리구 보다 높게 나타나는 이유를 설명한다. 그리고 만루포50% 단독 처리 보다 만루포50%+목초액300배의 활성도가 낮다는 것은 목초액300배가 만루포50%와 반응을 하면 시너지 현상이 일어나 멸구류의 신경계에서 만루포 단독처리 보다 높은 교란작용을 일으켜 살충율을 높인다고 할 수 있다.

만루포의 주요 살충화합물인 carbosulfan은 carbamate계 살충제의 일종으로서 곤충의 신경계에서 시냅스후 신경세포의 세포막에 존재하는 AChE의 작용을 억제한다. 이 화합물은 AChE와 결합하여 ACh의 분해작용을 억제한다. 궁극적으로 곤충은 과다한 ACh에 의해서 마비증세를 나타내고 결국은 죽게 된다 (Oakeshott et al., 2005). 이 carbosulfan이 목초액과 혼합이 되어 곤충에 살포되었을 때에 AChE의 활성이 뚜렷히 감소했는데 이는 carbosulfan의 활성이 목초액에 의해서 촉진되었다고 판단된다. 하지만, carbosulfan과 같은 계통의 살충제인 BPMC는 목초액과 함께 처리 했을 때에 멸구류의 AChE 활성저해작용이 증가하지 않았다. 이는 목초액이 같은 계통의 살충제일지라도 다르게 작용한다는 것을 암시한다. 즉,

carbamate의 표적인 AChE에 직접적으로 영향을 끼치는 것이 아니라 간접적인 영향을 나타내는 것으로 판단된다. 일반적으로 살충제가 곤충 체내의 작용점에 영향을 나타내기 까지는 복잡한 단계를 거치게 된다. 첫 번째 단계로서 살충제는 곤충의 체벽, 입, 기문 등을 통하여 체내로 흡수되어야 된다. 살충 화합물의 구조적 특징에 따라서 침투력에 대한 차이가 타나나는데 목초액이 첨가됨으로서 carbosulfan의체내 침투력을 증가시키는 요인으로 작용할 수 있다. 목초액은 상당한 량의 acetic acid를 함유하고 있는데 이러한 것이 곤충의 큐티클층을 통한 살충화합물의 침투력을 증가시킬 수 있으며 또한 이러한 작용이 살충제의 구조적 특징에 따라 선택적으로 작용할 수 있는 것으로 판단된다.

2. 스트레스 유전자의 발현율 분석

가. 재료 및 방법

벼의 해충인 멸구(벼멸구와 애멸구)부터 스트레스 유전자를 cloning하기 위하여 total RNA를 SV Total RNA Isolation System(Promega)을 이용하여 추출했다. RNA smaple (2 μl)를 이용하여 everse transcription 반응을 실시하였다. 스트레스 유전자 3가지[small heat shock protein (shsp), heat shock cognate 70 (hsc70), heat shock protein 90 (hsp90)]를 cloning하기 위하여 유사한 종으로부터 3쌍의 primer를 제작하였다. PCR방법을 통하여 얻은 DNA 절편을 순수분리 한뒤에 pGEM-T Easy Vector (Promega, USA)에 cloning하였다. 그리고 삽입된 유전자의 염기서열을 결정하고 멸구류의 스트레스 유전자임을 확인했다.

목초액과 살충제의 혼합액이 스트레스 유전자들의 발현율에 어떤 영향을 끼치는지 조사하기 위하여 멸구에 목초액, carbosulfan 또는 혼합액을 처리한 뒤에 멸구를 마쇄하여 RNA를 추출하였다. Total RNA를 1% agarose formaldehyde gel에서 분리하고 Hybond-N 막에 transfer한다. Probe는 dot blot differential screening에 의해서 선별된 dot에 상응하는 colony로 부터 PCR 방법으로 합성된다. PCR 방법으로 증폭한 뒤에 그 product를 gel에서 purify하고 ^{32}P-labeled probe를 DNA Random Primed Probe Synthesis 방법으로 제작했다. Northern blot에 의해서 true-positive clone을 선별한 뒤에 PCR fragment를 automated DNA sequencer를 이용하여 서열을 분석했다. Northern의 민감도를 증가시키기 위해서 antisense RNA probe를 제작하여 사용했다. Antisense RNA probe는 ^{32}P-UTP (3000 Ci/mmol)와 MAXIscript *in vitro* transcription kit (Ambion)를 사용해서 합성했다. Northern blot을 probe (2 x 10^6 cpm/ml)와 함께 60℃에서 18시간 동안 hybridization 용액 (50% formamide, 5X SSC (SSC; 0.15M NaCl, 0.015M Sodium citrate, pH 7.0), 2.5X Denhardt's solution (0.02% Ficoll, 0.02% polyvinylpyrrolidone, 0.02% BSA), 50 mM Sodium phosphate (pH 7.0), 0.1% SDS, 200 μg/ml sheared herring sperm DNA, 200 μg/ml yeast tRNA)에서 실시했다. Nylon membrane을 wash solution (0.1X SSC/0.1% SDS, 65℃)에서 4회 (각 30분)에 걸쳐 씻어낸 뒤 X-ray film으로 감지했다.

나. 결과 및 고찰

벼멸구 / 애멸구 Heat shock (cognate) protein 70 , 90 종류 및 sequence	
벼멸구 (*N. lugens*)	애멸구 (*L. striatellus*)
GRP (Hsc70)	
GATCATCGCCAACGACCAGGGTAACCGTATCACGCCGTCCTACG TGGCGTTCACCTACGAGGGCGAGCGATTGATCGGTGATGCTGCCAA GAACCAGCTCACCACCAATCCCGAAAACACCATCTTTGATGCCAAGC GTCTCATTGGTCGAGAGTGGTCCGATGCCACCGTACAGAGTGATAT CAAGTTCTTCCCATTCAAGGTATTGGAAAAGAACAGCAAACCCCAC ATCCAGGTGAAGACCAGCCAAGGAAACAAGGTGTTCGCACCTGAGG AAGTGTCCGCCATGGTGCTTACCAAGATGAAA **(306bp)** IIANDQGNRITPSYVAFTYEGERLIGDAAKNQLTTNPENTIFDAKRLI GREWSDATVQSDIKFFPFKVLEKNSKPHIQVKTSQGNKVFAPEEVSAM VLTKMK **(102A.a)**	
Hsp70	Hsp70
GATCATCGCCAACGACCAGGGAAATCGCACCACTCCCTCCTATG TTGCCTTTACTGATACTGAACGCCTTATCGGCGATGCGGCAAAAAG TCAGGTGGCTATGAACCCGAAGAACACAGTGTTCGACGCGAAGCGG CTGATCGGCCGTAAGTTCGACGACCCGAAGATCCAGGACGACATGA AGCACTGGCCGTTTGCCGTCGTCGACCACTCGGACAAGCCCAAGATC CGCGTCGAGTACAAGGGTGAGCAGAAGACGTTCGCGCCGGAGGAGA TCAGCTCCATGGTGCTTACCAAGATGAAA**(304bp)** IIANDQGNRTTPSYVAFTDTERLIGDAAKSQVAMNPKNTVFDAKRLI GRKFDDPKIQDDMKHWPFAVVDHSDKPKIRVEYKGEQKTFAPEEISSMV LTKMK**(101A.a)**	GATCATCGCCAACGACCAAGGAAACAGGACGACACCCAGCTATGT TGCATTCACGGACTCGGAGCGGCTGATCGGCGATGCGGCCAAAAATC AGGTCGCAATGAACCCGAAAAACACCATCTTCGACGCCAAACGTCTC ATCGGCCGCCGTTTCGACGATCCAAAAATCACTCAGGACATGAAGCA CTGGCCCTTCAAGGTCTACAGCGACTGCGGCAAGCCCAAGATCGAGG TGGACTTCAAGGGTGAGGTGAAGAAGTTCTCTCCTGAAGAAATCAGC GCAATGGTGCTTACCAAGATGAAA **(304bp)** IIANDQGNRTTPSYVAFTDSERLIGDAAKNQVAMNPKNTIFDAKRLIG RRFDDPKITQDMKHWPFKVYSDCGKPKIEVDFKGEVKKFSPEEISAMVL TKMK **(101A.a)**
Hsc70	Hsc70
TGATCATCGCCAACGACCAAGGTAACAGAACTACACCCAGTTAT GTTGCCTTCACAGACACTGAGCGTCTCATTGGAGATGCTGCAAAGA ATCAGGTTGCGATGAACCCCAACAACACAATTTTTGATGCCAAGAG ATTGATTGGTAGGAGATTTGAAGATGCCACTGTGCAGTCTGACATG AAGCACTGGCCCTTTGAAGTCATCAGCGATGGTGGCAAACCAAAAA TTCAAGTACAATACAAGGGAGAGAACAAGACATTCTTCCCAGAAGA GGTCAGCTCCATGGTGCTTACCAAGATGAA**(304bp)** IIANDQGNRTTPSYVAFTDTERLIGDAAKNQVAMNPNNTIFDAKRLI GRRFEDATVQSDMKHWPFEVISDGGKPKIQVQYKGENKTFFPEEVSSM VLTKM**(100A.a)**	GATCATCGCCAACGACCAAGGTAACAGAACTACACCCAGTTATGT TGCCTTCACAGACACTGAGCGTCTCATTGGAGATGCTGCAAAGAATC AGGTGGCGATGAACCCCAACAACACAATTTTTGATGCCAAGAGATTG ATCGGTAGGAGATTTGAAGATGCCACTGTGCAGTCTGACATGAAGCA CTGGCCCTTTGAAGTCATCAGCGATGGTGGCAAACCAAAAATTCAAG TACAATACAAGGGAGAGAACAAGACATTCTTCCCAGAAGAGGTCAGC TCCATGGTGCTTACCAAGATGAAA**(304bp)** IIANDQGNRTTPSYVAFTDTERLIGDAAKNQVAMNPNNTIFDAKRLIG RRFEDATVQSDMKHWPFEVISDGGKPKIQVQYKGENKTFFPEEVSSMVL TKMK**(101A.a)**
Hsp90	Hsp90
TCTCATCATCAACACATTTTACTCCAACAAAGAAATCTTTCTTC GTGAATTGATTTCAAACTCTTCTGATGCTTTGGACAAGATCAGATA CGAAGGTCTCACTGATGCCAGCAAATTGGAATCTGGAAAGGACCTG CAGATTAAGATCATCCCAAACAAGAATGATAGAACACTCACCATCA TTGATACCGGAATTGGTATGACAAAGGCTGACCTTGTGAACAACCT GGGAACAATCGCAAAATCAGGAACAAAGGCGTTTATGGAGGCTCTG CAGGCCGGCGCCGACATCTCGATGATTGGTCAGTTTGGTGTGGGTT TCTACTCGGCCTACCTGGTGGCCGACAAGGTGACTGTGACGTCGAA GCACAACGACGATGAGCAATACCTGTGGGAGTCATCCGCTGGAGGT TCGTTTACGGTCCGTCCAGACCACACGGAACCCCTTGGCCGCGGCAC CAAGATCGTGCTCTACATCAAGGAGGACCAGGCCGAATTCCTCGAG GAGCACAAGATCAAAGAGATCGT **(527bp)** LIINTFYSNKEIFLRELISNSSDALDKIRYEGLTDASKLESGKDLQIKIIP NKNDRTLTIIDTGIGMTKADLVNNLGTIAKSGTKAFMEALQAGADISMI GQFGVGFYSAYLVADKVTVTSKHNDDEQYLWESSAGGSFTVRPDHTEP LGRGTKIVLYIKEDQAEFLEEHKIKEI **(175A.a)**	CACTAGTGATTCTCATCATCAACACCTTCTACTCCAACAAAGAAA TCTTTCTTCGTGAATTGATCTCCAACTCTTCTGATGCGTTGGACAAA ATTAGATACGAAGGTCTGACTGATGCCAGCAAGTTGGAATCTGGAAA GGATCTTCAAATCAAGATCATCCCAAACAAGAATGATAGAACCCTCA CCATCATTGATACTGGAATTGGAATGACGAAAGCTGACCTTGTGAAC AACCTGGGAACAATCGCCAAGTCAGGAACAAAGGCGTTCATGGAGGC GCTGCAGGCCGGTGCTGACATAGCGATGATTGGCCAGTTCGGAGTGG GTTTCTACTCGGCGTACCTGGTGGCCGACAAGGTGACTGTCACGTCG AAGCACAACGACGACGAGCAGTACCTGTGGGAGTCCTCAGCCGGCGG ATCGTTCACTGTGCGCCCCGACCACACGGAGCCCCTCGGCTGCGGCA CCAAGATCGTGCTCTACATCAAGAAAGACCAGGCCGAGTTCCTGGAG GAGCACAAGATCAAAGAGATCGT **(538bp)** LVILIINTFYSNKEIFLRELISNSSDALDKIRYEGLTDASKLESGKDLQIK IIPNKNDRTLTIIDTGIGMTKADLVNNLGTIAKSGTKAFMEALQAGADIAM IGQFGVGFYSAYLVADKVTVTSKHNDDEQYLWESSAGGSFTVRPDHTEP LGCGTKIVLYIKKDQAEFLEEHKIKEI **(178A.a)**

그림 2-31. 멸구 스트레스 유전자들의 partial sequence 분석

(1) 멸구 스트레스 유전자들의 partial sequence 분석

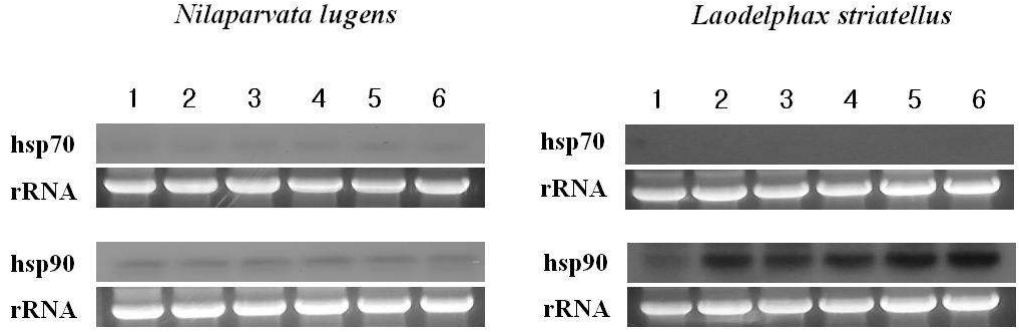
멸구의 스트레스 유전자의 partial sequence를 NCBI Blast로 분석한 결과 위 정리표에서 보는것과 같이 벼멸구에서는 GRP, Hsp70, Hsc70, Hsp90을, 애멸구에서는 Hsp70, Hsc70, Hsp90을 결정하였다. 멸구류의 스트레스 유전자를 다른 종류의 곤충들과 바교해 본 결과 아주 높은 유사성을 나타냈다.

표 2-19. 멸구류의 스트레스단백질 유전자의 유사성 비교

Hsp	Species	Accession numbers	Protein Identities (%)	References
Hsp70	*N. lugens*	•	100	•
	L. striatellus	•	76	•
	L. sativae	AAW32099.2	87	Huang, et al
	D. antiqua	AAY28732.1	85	Chen, et al
	B. mori	NP_001037396.1	85	NCBI database
Hsc70	*N. lugens*	•	100	•
	L. striatellus	•	99	•
	P. xylostella	BAE48743.1	94	Sonoda, et al
	T. ni	AAB06239.1	94	Schelling, et al
	L. obliqua	AAV91465.1	94	Veiga, et al
GRP	*N. lugens*	•	100	•
	B. mori	NP_001036837.1	89	NCBI database
	S. frugiperda	AAN86047.1	88	NCBI database
	P. interpuntella	ABM88156.1	88	Shim, et al
Hsp90	*N. lugens*	•	100	•
	L. striatellus	•	90	•
	B. mori	NP_001036876.1	90	NCBI database
	L. migratoria	AAS45246.2	90	Wang, H.X
	M. brassicae	BAF03554.1	89	Sonoda, et al

(2) 살충제+목초액 혼합액 살포 후 유전자 발현패턴 분석

벼멸구(*N. lugens*)와 애멸구(*L. striatellus*)에 대해 목초액과 혼합시 가장 큰 시너지 효과를 나타낸 만루포(Carbosulfan)를 혼용액을 만들어 두 종류의 멸구에 살포한 후 이들의 stress protein인 hsp70과 hsp90의 발현 패턴을 봄으로써 목초액 혼용액에 의해서 어떠한 유전자적 변화가 일어나는지에 대해 실험 하였다.



1: No treatment, 2: Carbosulfan 100%, 3: Carbosulfan 50%,
4: Carbosulfan 50% + Wood Vinegar 300, 5: Carbosulfan 50% + Wood Vinegar 500,
6: Carbosulfan 50% + Wood Vinegar 1000

그림 2-32. 만루포 와 목초액의 혼용처리에 대한 스트레스단백질 유전자의 발현 패턴

실험결과 만루포+목초액 혼합액이 살충률에는 아주 큰 상승효과를 일으키지만 유전자 수준에서는 살충제 처리군과 무처리군 간의 큰 차이를 나타내지 않았다. 그러므로 만루포+목초액 혼합액이 스트레스 유전자 수준에 까지는 영향을 미치지 않는 것으로 보인다.

하지만 스트레스 단백질 유전자는 살충제와 같은 화학인자에 의해서 민감하게 발현이 촉진되며 살충제 저항성 및 환경오명의 정도를 측정할 수 있는 biomarker로서 활용되고 있다. 예를 들면, 갈다구인 *Chironomus*의 hsp70 유전자는 유기인제 살충제인 fenitrothion과 ethofenprox에 의해서 발현이 촉진된다(Yoshimi et al. 2002). 최근 Sonoda와 Tsumuki(2007)의 연구에 의하면 여러 종류의 살충제를 밤나방에 처리해 본 결과 특정 살충제(chlorfenapyr)만이 스트레스 유전자의 발현을 유도하는 것으로 보고한 바 있다. 이는 스트레스 유전자의 발현이 살충제의 종류에 따라서 선택적으로 조절된다는 것을 의미한다. 본 연구에서 활용한 스트레스 유전자는 목초액과 carbodulfan 단독 처리뿐만 아니라 혼용액의 처리에서도 변화가 나타나지 않았지만 다른 유전자들이 이러한 살충제의 작용에 유도 될 가능성을 배제할 수 없다고 판단된다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 연도별 연구목표

구분	연 구 개 발 목 표	연 구 개 발 내 용 및 범 위
1 차년도 (2005. 5 ~2006. 4)	**제1 세부과제: 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 제초제 감량효과 구명**	▶ 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 제초제 감량 효과 구명 – 푸로미 외 5종의 제초제를 25, 50, 75%의 농도와 목초액 500배액을 혼합하여 제초제 감량효과 분석 ▶ 목초액 농도에 따른 잡초 방제 효과 구명 – 풀박사 외 5종의 제초제 50%액을 250, 500, 1,000, 2,000배의 목초액으로 혼합하여 목초액 농도에 따른 효과를 분석함 ▶ 잡초 초종별 목초액 효과 구명 – 화본과(피), 방동사니과(너도방동사니), 광엽잡초에 대한 목초액의 효과를 경엽처리 및 토양처리로 분석 ▶ 목초액 화학성분 분석 – 강원목초에서 생산되는 목초액의 성분 분석을 임업연구원 의뢰함
	제2 세부과제: 작물 해충에 대한 목초액의 효과 분석	▶ 벼 해충(벼멸구)에 대한 목초액의 살충효과 분석 – 벼멸구가 서식하는 벼에 목초액 농도별로 살포하여 멸구의 살충 및 기피효과 분석함 ▶ 과수해충(점박이응애)에 대한 목초액 살비효과 분석 – 콩과작물에 서식하는 점박이응애의 살비 및 생육저해효과를 분석함 ▶ 식물 병균에 대한 목초액 살균효과 분석 – 주요 작물의 탄저균에 대한 살균효과를 측정 및 적정농도 결정

구 분	연 구 개 발 목 표	연 구 개 발 내 용 및 범 위
2 차년도 (2006. 5 ~2007. 4)	**제1 세부과제: 조건별 목초액 효과 및 토양 특성 변화**	▶ 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 벼 생육 및 잡초 방제 효과 – 목초액 500배액에 푸로미 외 4종의 제초제를 첨가하여 이앙후 5일 및 10일에 나타나는 잡초방제 효과, 벼 생육 및 수량을 조사함 ▶ 목초액 처리로 인한 토양의 변화 구명 – 토양처리제 4종과 목초액의 혼합액에 대한 토양의 pH, 무기성분 및 미생물변화 정도를 조사함 ▶ 조건별(토양종류, 제초제 종류) 목초액 효과 구명 – 토양종류 (사양토, 식양토), 제초제 종류 (경엽처리제 2종, 토양처리제 2종), 물관리 (1, 5, 10 cm)의 조건에서 목초액의 효과 분석
	제2 세부과제: 목초액과 화학농약 및 천연물 농약의 혼용 처리에 의한 반감 효과 구명	▶ 목초액과 화학농약의 혼용처리에 의한 화학 살충제 반감효과 구명 – 살충제(밧사, 코니도, 강타자)와 살비제(가네마이트, 오마이트)를 농도별로 구분하여 목초액과 혼합한 혼합액에 대한 농약의 감량효과를 분석함 ▶ 목초액과 천연물농약의 혼용처리에 의한 살충 시너지효과 구명 – 천연 살충제인 니코틴, 카페인 및 피레스로이드성 식물 추출물을 목초액과 혼합한 혼합액의 효과를 분석함 ▶ 목초액과 곤충성장조절제(IGR)의 혼용처리에 의한 살충 시너지효과 구명 –곤충성장조절제(tebufenozide, diflubenzurin, neem oil)를 대상으로목초액과 혼합하여 상승효과를 분석함 ▶ 최적 살충효과를 나타내는 친환경적 복합혼합제 조성 결정 – 천연물, 곤충성장조절제의 효과를 비교함

구분	연구개발목표	연 구 개 발 내 용 및 범 위
3 차년도 (2007. 5 ~2008. 4)	**제1 세부과제: 목초액의 제초제 감량 효과에 대한 작용 기작 구명 및 미질 특성**	▶ 목초액과 제초제의 혼용처리에 따른 작용기작 구명 – 제초제: 아미노산 저해 제초제 2종 – 지방산 저해 제초제 2종 – 목초액 농도: 1,2 차년도의 실험에서 결정된 농도 사용 – 조사항목: 단백질 전기영동 페턴 조사, 효소 활성 분석 ▶ 목초액 이용 시 벼의 품질 특성 검정 – 1,2 차년도에 선발된 2종의 제초제를 적정 목초액 농도에 혼합하여 벼의 무기질 량 및 조성, 피틴산 함량, 아미노산 조성을 조사함
	제2 세부과제: 목초액과 혼용처리에 의한 살충 효과의 작용기작 구명	▶ 해충에 대한 목초액의 생리적, 생화학적 영향 분석 – 멸구류의 AChE의 활성도 비교 연구 ▶ 해충에 대한 목초액 혼합제의 생리적, 생화학적 영향 분석 – 각종 목초액 혼합제의 상승효과에 대한 멸구류의 AChE의 활성도 비교 연구 ▶ 목초액 및 혼용처리에 대한 해충의 주요 분자 target 결정 – 스트레스 유전자의 발현율 및 행동에 미치는 영향 분석

제 2 절 목표달성도

구분	착 안 사 항	척 도 (점수)	달성도
1차년도 (2005)	◆ 목초액에 의한 제초제 감량 효과 구명 ◆ 잡초 방제 효과 검정 ◆ 잡초 초종별, 희석 농도별 목초액 효과 검정 ◆ 주요 해충에 대한 목초액 살충성 분석 ◆ 주요 병균에 대한 목초액 살균성 분석	30 10 20 30 10	100%
2차년도 (2006)	◆ 목초액 처리에 의한 토양변화 구명 ◆ 잡초 방제 효과 구명 ◆ 조건별 목초액 효과 구명 ◆ 목초액의 효과를 상승시킬 수 있는 복합혼합제의 개발	30 10 30 20 10	100%
3차년도 (2007)	◆ 목초액에 의한 농약감량효과 작용기작 구명 ◆ 고 품질의 벼 생산 ◆ 목초액을 이용한 살충제 절감효과 검정 ◆ 목초액 혼합제의 살충효과의 작용기작 구명 ◆ 효소활성 기작을 이용한 목초액의 작용 구명	20 20 20 20 20	100%
최종평가	◆ 목초액의 효능 검정 및 농약 절감 효과구명 ◆ 목초액 혼용에 대한 감량 살충제 선발 ◆ 목초액 혼합제의 살충효과의 작용기작 구명	40 30 30	100%

제 3 절 연구계발 수행내용의 관련분야에의 기여도

- FTA등의 무역협상으로 인해 국내 농업의 입지가 줄어들고 있는 현 시점에 경쟁력을 가지기 위해 여러 가지 방법을 필요로 한다. 그 중 한 방법으로서 친환경농업을 통해 고품질, 고식미, 고영양의 작물을 안전하고 효율적으로 생산함으로써 외래 농산물과 비교하여 경쟁력을 가질 것으로 사료된다. 이에 목초액을 이용한 작물 재배를 통한 친환경농업의 확립 이루어져 더욱 효율적인 친환경 농산물 생산이 가능하다.

- 최근 화학비료와 농약의 과다 사용으로 인해 그 본래 효과 이외에 수자원, 토양자원을 오염 시키는 오염원이 되어 자연과 인간에 악영향을 끼치고 있다. 사회적으로 자연을 보호하자는 것에 대해 의견을 같이하는 이 시점에 친환경 농자재의 이용을 통해 농약의 절감효과와 토양 환경의 개선과 토양 오염의 감소로 토양 생태계를 보전뿐만 아니라 자연 생태계의 보전에 기여한다.

- 경제적인 측면에서 농업은 타 산업, 서비스업에 비하여 소득이 현저히 낮아 친환경적인 면과 더불어 친환경 농자재가 가지는 경제성에 주목할 필요가 있다. 본 연구에 사용되어진 목초액의 생산 활성화가 이루어짐으로서 상업화로 연결 되어 임업인의 소득 증대에 기여함은 물론이고 고품질의 농산물 생산을 통해서 기존 농가의 소득 증대에서 많은 도움이 될 것으로 기대된다.

- 예로부터, 목초액은 그 효능이 알려져서 숯과 함께 자연농약으로서 사용되어 농업에 많이 이용되어 왔으며 최근에는 목초액의 새로운 기능이 여러 분야에서 입증되면서 농업뿐만 아니라 의약연료, 식품첨가제, 공업용 등 산업적으로 그 활용도가 증가할 것이나 정확한 사용방법이 미비한 상태이었으나 금번 연구로 농약(유제제초제)의 50%감량이 가능할 것이다.

- 우리나라와 같이 농산품의 가격경쟁성이 급속히 떨어지고 있는 상황에서 국가 경쟁성을 점유하기 위해서는 친환경 농산물 생산 재배기술에 대한 고유권한을 확보하여야 할 것이다. 그러므로 본 연구로 목초액을 친환경농자재의 농업적 이용의 극대화에 기여 할 것이다.

제 4 절 연구개발실적

1. 논문 및 학술 발표 실적

가. 논문 발표 실적: 5건

1) Cyren M. Rico, Souliya Souvandoune, Lenuel Ohemeng Mintah, Il Kyung Chung, Tea Kwon Son and Sang Chul Lee. 2007. Effects of Mixed Application of Wood Vinegar and Herbicides on Weed Control, Yield and Quality of Rice (Oryza sativa L.). Korean J. Crop Sci. 52(4) : 387-392
2) Cyren M. Rico, Lemuel O. Mintah, Man Keun Kim, Il Kyung Chung, Tae Kwon Son, and Sang Chul Lee. 2007. Effects of Mixtures of Wood Vinegar and Sulfonylurea-Based Herbicides on the Control of Mixed Weed Flora and the Yield of Transplanted Rice (Oryza sativa L.). THE PHILIPPINE AGRICULTURAL SCIENTIST 90(4) : 187-195
3) Rico CM, Mintah LO, Souvandouane S, Chung IK, Shin DI, Son TH, Lee SC (2007) Effects of wood vinegar mixed with cyhalofopbutyl+bentazone or butachlor+chlomazone on weed control of rice (*Oriza sativa L.). Kor J Weed Sci* 27:184-191.
4) Kim DH, S대 HE, Lee S-C, Lee K-Y (2008) Effects of wood vinegar mixtures with insecticides on the mortalities of *Nilaparvata lugens* and *Laodelphax striatellus* (Homoptera: delphalcidae). Animal Cells and Systems 12, 47-52.
5) Kim DH, Lee s-C, Kwak D-Y, Lee K-Y (2008) Cloning of heat shock protein genes from the brown planthopper, *Nilaparvata lugens*, and the small brown planthopper, *Laodelphax striatellus,* and their expression in relation to thermal stress. (in press).

나. 학술 발표 실적: 2건

1) C.M.Rico, S. Souvandoune, L.O. Mintah, T.K. Shon, and S.C. Lee. 2007. Effects of wood vinegar and sulfonylurea-based herbicides on the growth and protein formation of barnyardgrass. 21st Asian Pacific Weed Science Society Conference 413-418
2) 김동흔, 이경열. Effect of wood vinegar mixtures with various insecticides for the control of *Nilaparvata lugens* and *Laodelphax striatellus*. 2007년 동계 한국곤충학회, 전남 함평군.

제 5 장 연구 개발 결과의 활용 계획

- 농약 사용 시 목초액은 농약의 사용량을 줄여 화학적 농법에 의존하고 있는 작물 재배에서 친환경 농업을 실천 가능하게 할 수 있다.

- 농약의 절감효과와 친환경농자재의 이용으로 인해 토양의 미생물과 익충을 보호하여 토양환경의 개선과 토양 오염의 감소로 토양 생태계를 보전 할 수 있고 농업 생태계에 유리한 조건을 제공해 줄 뿐만 아니라 벼 이외의 다른 농작물에서도 병해충 및 잡초 방제에 활용됨으로써 막대한 양의 농약 사용량을 줄여 환경 및 자연 생태계의 보전에 기여할 것으로 사료된다.

- 저 농약 친환경농산물 생산과 고품질 작물을 생산하게 되어 가격 경쟁력 증가를 가져올 뿐만 아니라 토양개량 효과가 증대됨으로써 농가의 소득을 증대시켜 농업 경쟁력을 가져올 수 있어 국가적으로나 농가소득적인 측면에서 지대한 영향을 미칠 것이다.

- 목초액의 농약 감량 효과 구명은 목초액 사용증대로 인해 목초액의 생산의 활성화 · 상업화시켜 간벌소경재 및 임지폐잔재의 수요를 창출시켜 임업인의 소득을 증대시킬 수 있다.

- 목초액에 의한 작물 생산연구 분야에 활용할 수 있으며, 저 농약 친환경 농산물 생산에 응용이 가능하여 생산비 절감과 고품질의 농산물 생산이 가능할 것이다.

- 각종 재배지 토양의 물리·화학성을 개선하여 병해충 발생을 줄여 농약의 과다 사용을 막아 수질 및 토양오염을 경감시킴으로서 환경을 보존하고 지속적 농업을 실천할 수 있는 대책 자료로 이용 가능하다.

- 목초액에 의한 농약절감효과를 종합적 병해충 방제체계에 이용할 수 있도록 농민 및 농업기술센터에 기초자료로 제공한다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

목초액의 농약 감량 효과에 대한 구체적인 연구 사례는 국내외에서 보고된 자료는 아직 알려진 바가 없는 것으로 판단된다.

제 7 장 참고문헌

제 1 세부과제

1. Min, E.S and G.H. Oh. 2001. Effects of the charcoal and the wood vinegar treatments on the plant growth and soil properties. Daesan. 9 : 221-232.

2. Du, H.G., E. Mori., H. Terao and E. Tsuzuki. 1998. Effect of the mixture of charcoal with pyroligneous acid on shoot and root growth of sweet potato *(Ipmoea batatas)*. Japanese J. Crop Sci. 67(2) : 141-152

3. Ichikawa, T. and y. Ota., 1982. Plant growth-regulating activity of pyroligneous acid, 1: Effect of pyroligneous acid on the growth of rice seedlings. Japanese J. of Crop Sci. 51(1) : 14-17.

4. Tsuzuki, E. Y. Wakiyama., H. Eto, and H. Handa. 1989. Effect of pyroligneous acid and mixture of charoal with pyroligneous acid on the growth and yield of rice *(Oryza sativa)* plant. Japanese J. of Crop Sci. 58(4) : 592-597.

5. Yatagai, M., and G. Unrinine. 1987. By-products of wood carbonization Ⅲ. Germination and growth acceleration effects of wood vinegars on plant seeds. Mokuzai Gakkaishi 33 : 521-529.

6. Yatagai, M., and G. Unrinine. 1989. By-products of wood carbonization Ⅴ. Germination and growth regulation effects of wood vinegar components and their homologues on plant seeds. Acids and neutrals. Mokuzai Gakkaishi 35 : 564-571

7. Cyren, M. Rico, Souliya Souvandoune, Lenuel Ohemeng Mintah, 정일경, 손태권, 이상철. 2007. Effects of Mixed Application of Wood Vinegar and Herbicides on Weed Control, Yield and Quality of Rice (Oryza sativa L.). Korean J. Crop Sci. 52(4) :

387-392

8. Cyren, M. Rico, Lenuel Ohemeng Mintah, Man Keun Kim, Il Kyung Chung, Tae Kwon Shon, Sang Chul Lee.. 2007. Effects of Mixtures of Wood Vinegar and Sulfonylurea-Based Herbicides on the Control of Mixed Weed Flora and the Yield of Transplanted Rice (Oryza sativa L.) THE PHILIPPINE AGRICULTURAL SCIENTIST. 90(4) : 187-195

9. Cyren, M. Rico, Lenuel Ohemeng Mintah, Souliya Souvandouane, Il Kyung Chung, Sang Chul Lee. 2007. Effects of Wood Vinegar Mixed with Cyhalofop-butyl+bentazone or butachlor+chlomazone on Weed Control of Rice (Oryza sativa L.) Kor. J. Weed Sci. 27(2) : 184-191

10. 손태권, 이지언, 김상국, 이상철. 2003. Effect of a Mixture of Charcoal and Pyroligenous Acid Applied to the Soil at Different Fertilizer Levels on the Growth and Yield of Rice. Japanese Journal of Crop Science 72(3) : 345-349

11. C.M.Rico, S. Souvandoune, L.O. Mintah, T.K. Shon, S.C. Lee. 2007. Effects of wood vinegar and sulfonylurea-based herbicides on the growth and protein formation of barnyardgrass. 21st Asian Pacific Weed Science Society Conference 413-418

12. 김광은, 박성범, 안경모. 1999. 숯과 목초액. 한림저널사. 서울. 280pp

13. 金廣殷, 朴相範, 安景模. 1998. 숯과 목초액 - 기능과 제조・제조이용법. 한림저널사

14. 안학수. 1999. 과학적으로 분석한 숯, 활성탄, 목초액의 불가사의, 도서출판

15. 감농약(減農藥) - 숯과 목초액으로-, 1996. 목초연구회 편, 도서출판 서원

16. 三枝海郎. 2000. 목초액의 유기농업에 있어서의 효용. 숯과 목초액(1) 16-18

제 2 세부과제

1. Bradford MM (1976) A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. Analytical Biochemistry 72: 248-254.

2. Ellman GL, Courtney DK, Andres V, Featherstone RM (1961) A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. Biochemical Pharmacology 7: 88-95.

3. Jang CS (2004) An economic analysis of pyroligneous liquid utilization in oriental medicine science and its support system for future development. Ministry of Agriculture and Forestry, Korea, 1-76.

4. Kim JS, Kim JC, Choi JS, Kim TJ, Kim S, Cho KY (2001) Isolation and identification of herbicidal substances from wood vinegars. Korean Journal of Weed Science 21: 357-364.

5. Kim S, Kim Y, Kim JS, Ahn MS, Heo SJ, Hur JH,Han DS (2000) Herbicidal activity of wood vinegar from Quercus mongolica Fisch. Korean Journal of Insecticide Science 4: 82-88.

6. Kiritani K (1979) Pest management in rice. Annual Review of Entomology 24: 279-312.

7. Kishimoto S (1997) Dictionary for charcoal and wood vinegar use (in Japanese). Soshinsya, Tokyo, pp. 248-309.

8. Lee SH, Lee JH, Cho KY (1991) Extraction of acetylcholinesterase from the housefly and three other insect species for In Vitro Anticholinesterase Screening. Korean Journal of Applied Entomology 30: 18-28.

9. Lee SJ, Huh KY (2002) The effect of pyroligneous acid on turfgrass growth: the case

of Yong-Pyong golf course green. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 30: 95-104.

10. Lee SY, Lee JK, Lee SK, Ye SG, Jung JH and Hwang BH (2004) Effects of wood vinegar from Quercus mongolica on the growth of plant pathogens and radish seedlings. Journal of Korean For. Soc. 93: 380~386.

11. Mochida O, Suryana T,Wahyu A (1977) Recent outbreaks of the brown planthopper in Southeast Asia (with special reference to Indonesia). The Rice Brown Planthopper, pp. 170-191.Food and Fertilizer Technology Center, Asian Pacific Region, Taipei, pp. 258.

12. Mu J, Uehara T,Furuno T (2003) Effect of bamboo vinegar on regulation of germination and radicle growth of seed plants. Journal of Wood Science 49: 262-270.

13. Oakeshott JG, Claudianos C, Campbell PM, Newcomb RD, Russell RJ (2005) Biochemical genetics and genomics of insect esterases. In: Gilbert LI, Iatrou K, Gill SS (eds) Comprehensive Molecular Insect Science Vol. 5, pp. 309-382. Elsevier Pergamon, Oxford.

14. Radhakrishnan J, Teasdale JR, Coffman CB (2002) Vinegar as a potential herbicide for organic agriculture. Proceedings of Northeastern Weed Science Society 56: 100.

15. Seo KI, Ha KJ, Bae YI, Jang JK, Shim KH (2000) Antimicrobial activities of oak smoke flavoring. Korean Journal of Postharvest Science and Technology 7: 337-341.

16. Sogawa K (1973) Feeding of the rice plant- and leafhopper. Review of Plant Protection Research 6: 31-43.

17. Sonoda S, Tsumiki H (2007) Induction of heat shock protein genes by chlorfenapyr in cultured cells of the cabbage armyworm, Mamestra brassicae. Pesticide Biochemistry and Physiology 89: 185-189.

18. Wang XL, He RF, He GC (2005) Construction of suppression subtractive hybridization libraries and identification of brown planthopper-induced genes. Journal of Plant Physiology 162: 1254-1262.

19. Yoshimi T, Minowa K, Karouna-Renier NK, Watanabe C, Sugaya Y, Miura T (2002) Activation of a stress-induced gene by insetcides in the midge, Chironomus yoshimatsui. Journal of Biochemistry and Molecular Toxicology 16: 10-17.

20. Yatagai M, Nishimoto M, Hori K, Ohira T, Shibata A (2002) Termiticidal activity of wood vinegar, its components and their homologues. Journal of Wood Science 48: 338-342.

21. Yatagai M,Unrinin G (1989) By-products of wood carbonization V. Germination and growth regulation effects of wood vinegar components and their homologs on plant seeds: acids and neutrals. Mokuzai Gakkaishi 35: 564-571.

22. Yatagai M,Unrinin G (1989) By-products of wood carbonization VI. Germination and growth regulation effects of wood vinegar components and their homologs plant seeds: alcohols and phenols. Mokuzai Gakkaishi 35: 1021-1028.

23. Yoshimoto T (1994) Present status of wood vinegar studies in Japan for agricultural usage. Special Publication-Taichung District Agricultural Improvement Station 3: 811-820.

24. 김선곤, 박종대, 김도익, 박진영, 최형국 (2004) 유기산, 기능성물질 혼합에 의한 담배거세미나방 핵다각체병바이러스의 병원성 증진 효과. Korean J. Appl. Entomol 43: 55~60.

25. 박원철, 이봉훈, 가강현, 조태수, 이학주, 이성숙, 김명길, 차병진 (2006) 목초액, 식물추출물 및 살균제를 이용한 표고골목해균인 주홍꼬리버섯 방제. Korean Journal of Mycology 34: 22~28.

26. 서권일, 하기정, 배영일, 장진규, 심기환 (2000) 참나무 목초액의 항균효과. Korean J. Postharvest SCI. Technology 7: 337~341.

27. 이선근, 예상길, 정주해, 이종규, 이상용 (2004) 참나무 목초액을 이용한 식물병의 방제효과. 한국임학회 학술연구 발표논문집.