

발 간 등 록 번 호

11-1541000-000883-01

벼물바구미(*Lissorhoptrus oryzophilus*) 방제용

유효 생물농약 개발

(Development of Effective Biopesticide to Control the
Rice Water Weevil, *Lissorhoptrus oryzophilus*)

고려바이오 주식회사

농 립 수 산 식 품 부

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “벼물바구미(*Lissorhoptrus oryzophilus*) 방제용 유효 생물농약 개발”
(개발기간 : 2009. 4. 10 ~ 2011. 4. 9)과제의 보고서로 제출합니다.

2011년 4월 9일

주관연구기관명 : 고려바이오(주)

주관연구책임자 : 김 영 권

세부연구책임자 : 홍 석 일

연 구 원 : 남 명 혼

연 구 원 : 최 재 필

연 구 원 : 박 정 현

연 구 원 : 이 재 준

연 구 원 : 이 현 수

위탁연구기관명 : 안동대학교

위탁연구책임자 : 김 용 균

요 약 문

I. 제 목

벼물바구미(*Lissorhoptrus oryzophilus*) 방제용 유효 생물농약 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

본 연구는 수도작에 발생하는 대표적인 외래해충 중 하나인 벼물바구미를 방제할 수 있는 친환경 생물농약을 개발하는 것으로, 지구 온난화에 따라 국내에서 월동하는 벼물바구미에 대한 피해확산을 방지하고자 하는데 목적이 있으며, 수도작에서의 농약사용량을 저감하고, 화학농약 사용으로 인한 토양, 수질 및 생태계환경을 개선하는데 도움이 되고자 하였다. 또한 친환경 수도작 재배농가에서 방제에 어려움을 겪고 있는 벼물바구미에 대한 방제를 통해 농가의 고충을 덜어주고 나아가서 생산성 향상을 통한 농가소득 증진에 이바지하고자 하였다.

일반적으로 수도작의 벼물바구미를 비롯한 해충을 방제할 수 있는 생물자재로는 살충성 미생물, 살충성 식물추출물, 살충성 기름 등이 있다. 벼물바구미 방제를 위한 생물농약으로 님오일을 이용한 제품이 일부 개발되었으나 대체로 방제효과가 낮아 농가에서의 반응은 만족스럽지 못하고 있다. 살충성 식물로는 고삼, 황기, 은행잎, 담배잎, 멀구슬, 무화과 등이 살충효과가 있다고 인정되고 있으나, 이 역시 단용으로는 만족스러운 방제가를 나타내지 못하고 있으며, 해충방제제로 사용하기 위해서는 oil을 유화시켜 살충효과를 나타내기 위한 제제화 기술이 필요한데 아직 제제화 기술은 미약하여 제대로 된 살충효과를 발휘하지 못하고 있는 실정이다. 더욱이 지금까지 개발된 일부 제품들은 본포에서의 방제를 위주로 하기 때문에 월동처에서의 근본적인 해결책을 제시하지 못하는 문제점을 안고 있는 실정이다.

본 연구에서는 살충성 유용성분이 있는 식물추출물, 식물성 오일 등 천연 생리활성물질과 효과를 증진시키기 위한 각종 첨가제 및 안정제 등을 이용하여 제제화하고 이를 바탕으로 그 유효성분의 작용기작에 적합한 벼물바구미 방제용 생물농약을 개발하였다. 세부적으로는 본포에서 처리할 수 있는 입상형 제품과 이앙 전에 월동처인 논둑 주변에 처리할 수 있는 액상형 제품을 개발하여 농가에서 효과적으로 방제할 수 있는 제품을 개발하였고, 이에 대한 현장적용방법을 확립함으로써 화학농약 대비 80% 이상의 살충효과를 발휘하는 벼물바구미 방제용 친환경 생물농약을 개발하였다.

본 연구를 통해 개발된 친환경 생물농약은 식물체로부터 유래한 천연 생리활성물질이기 때문에 일반적으로 안전성을 확보하고 있다. 따라서 관행농가 뿐만 아니라 친환경 수도작을 재배하는 농가에서도 사용할 수 있도록 친환경유기농자재 목록공시제에 등재하여 친환경 수도작 재배농가에서도 안전하게 사용할 수 있도록 하고자 하였다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

구분	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1차 년도	식물추출물, 식물성 오일의 최종선발	- 유효성분의 살충효과 검정 - 살충효과에 확인에 따른 유효성분물질의 최종 선발
	효과증진용 첨가제, 안정제, 물성조정제 및 제제화용 첨가제 선발	- 살충효과 증진을 위한 첨가제 선발 - 유효성분의 안정화를 위한 안정제 선발 - 제제화 시 물성유지를 위한 물성조정제 선발 - 비이온 계면활성제를 이용한 제제화용 계면활성제 선발
	유효성분간의 제형화 확립 및 최적배합 선정	- 제형별 유효성분의 recipe 확인 - 액상제형에 따른 최적배합 결정 - 입상제형에 따른 최적배합 결정
	유효성분의 효과평가 및 작용기작 분석	- 유효성분의 실내효과 평가 - 유효성분의 살충효과 작용기작 분석
2차 년도	첨가제에 대한 안전성 확인	- 첨가제의 독성시험에 따른 안전성 확인
	최적배합에 따른 시제품 제조	- 입제의 최적배합 선정 - 액제의 최적배합 선정
	시제품 제조공정 및 대량생산공정 개발	- 시제품 대량생산공정 확립 - 시제품 생산설비규격 설정
	시제품의 안전성 확인	- 제품의 독성시험에 따른 안전성 조사
	시제품의 안정성 확인	- 시제품의 경시적 이화학적 안정성 확인 - 시제품의 온도변화에 따른 저장안정성 확인
	실내효과 평가 및 포장실증시험 및 농가적용방법 확립	- 실내효과 평가에 따른 처리방법 확립 - 제형별 처리방법 도출 - 농가에서의 방제효과 확인 - 농가적용 최적처리방법 결정
	목록공시 등재, 특허신청	- 친환경유기농자재 목록공시 등재 - 벼물바구미 방제용 생물농약 관련 특허 신청
제품의 효과평가, 작용기작 및 벼물바구미의 생리학적 변화 분석	- 제품의 실내효과 평가 - 제품의 살충효과 작용기작 분석 - 대상해충의 생리적 특성 변화 분석	

IV. 연구개발결과

1. 식물성 추출물, 식물성 오일의 최종선발

본 연구에서는 선발된 여러 가지 유효성분[Sesame oil, Garlic oil, 계피추출물, 향수비자나무추출물, 님추출물, 감귤추출물 등]을 이용하여 대상해충(벼물바구미) 살충효과를 소규모 실내시험을 통해 확인하여, 효과적인 유효성분을 선정하고자 하였다. 또한 유효성분의 투입농도를 달리하여 대상해충에 대한 최적의 처리농도를 확인하였다. 님추출물, 향수비자나무추출물, 계피추출물이 2500ppm에서 60% 이상의 방제효과를 나타내었으며, 그 중 님추출물의 효과가 가장 우수한 것으로 나타났다. 이에 따라 그중 효과가 우수한 님추출물과 향수비자나무추출물 두 가지를 최종 선발하였다. 살충력 상승효과를 확인하기 위해, 벼물바구미 성충 15마리에 대해 3반복으로 약제를 살포하였으며, 24~48시간 후 살충효과를 관찰하였다. 그 결과 살충력 상승효과는 님추출물 1500ppm, 향수비자추출물 1500ppm 내외의 배합이 효과 및 경제성 면에서 가장 양호한 것으로 나타났다.

2. 효과증진용 첨가제, 안정제, 물성조정제 및 제제화용 첨가제 선발

가. 입상제품을 위한 첨가제 선발

(1) 생분해성 접착제를 이용한 부착성 증진제 개발

살충성 성분이 골고루 혼합될 수 있도록 하기 위하여 생분해성 접착제 성분의 점질성을 통한 부착성 증진제를 선발하고자 하였다. Xanthan gum, Glycerol 5~10ppm에서 물성 및 안정성이 우수한 것으로 나타났으며, 점착성 양호한 것으로 나타났다. 최종적으로는 취급성과 투입 시 단가 등을 고려하여 Xanthan gum을 선발하였다.

(2) 분산제 및 계면활성제 선발

수면전개 양상을 개선하고, 살충효과를 증대시키기 위한 보조제를 선발하고자 하였으며, 채종유(canola oil), 피마자유(castor oil), 옥수수유(corn oil), 대두유(soybean oil), 유칼립투스 오일(eucalyptus oil)의 투입율을 달리하여 주성분과 혼합 처리 후 경과일별 수면전개 양상을 비교 하였다. 그 결과 사용된 다섯 종류의 오일은 4% 투입 시 물성이 가장 양호하였으며, 그중에서 채종유, 유칼립투스 오일의 효과가 가장 우수하게 나타났다. 최종적으로 구입의 용이성 및 단가 등을 고려하여 채종유를 선발하였다.

(3) 유효성분의 효과유지를 위한 산화방지제 선발

유효성분이 식물성 오일이기 때문에 공기 중 노출 시 물리화학적 안정성 및 지속적인 살충효과유지를 위해서는 산화방지제를 이용한 안정성이 확보되어야 한다. 식품용 및 가축 사료용으로 널리 사용 중인 Ethoxyquin을 75ppm 처리 시 20일 후 수면전개 양상이 가장 양호한 것을 확인하였다.

(4) 유효성분의 안정화를 위한 물성조정제 및 안정제 선발

유효성분인 님추출물과 향수비자나무추출물의 혼합액이 수면전개성을 잘 유지하기 위해서는 적당한 유화제에 의해 유화가 되어야 하며 이를 통해 수면전개가 유지되어야 한다. 유화제는 농업용으로 사용되는 계면활성제 중에서 Polyethylene glycol(CAS No. 25322-68-3), Polyoxyethylene nonylphenol(CAS No. 9016-45-9) 1~3%에서 물성 및 유화 정도가 적절한 것으로 나타났다. 최종적으로는 취급성과 단가 등을 고려하여 Polyethylene glycol을 선발하였다.

나. 액상제품을 위한 첨가제 선발

(1) 유화제 선발

유효성분이 유화되도록 하기 위하여 완전한 유화가 되어야 한다. 유화제는 액상제형에 적합한 농업용 계면활성제를 대상으로 시험결과 Polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether(CAS No. 9036-19-5), Polyethylene glycol(CAS No. 25322-68-3), Polyoxyethylene nonylphenol(CAS No. 9016-45-9) 5~10%에서 물성 및 유화 정도가 우수한 것으로 나타났다. 최종적으로는 취급성과 단가 등을 고려하여 Polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether와 Polyethylene glycol을 선발하였다.

(2) 효력 증진용 분산제 선발

효력증진을 위한 보조제로 분산제 및 비이온계면활성제를 투입하여 대상해충의 표면에 골고루 접촉할 수 있는 분산성을 높여주어야 한다. 시험결과, Polyoxyethylene sorbitan monooleate(CAS No. 9005-65-6) 50ppm 이상에서 유효성분의 뭉침 정도와 분산 정도가 양호한 것으로 확인되었다.

(3) 생분해성 접착제를 이용한 부착성 증진제 개발

유효성분이 부착될 수 있도록 하기 위하여 생분해성 접착제 성분의 점질성을 통한 부착성을 높여야 한다. 생분해성 부착성 증진제인 Gelatin, Xanthan gum 5~10ppm에서 물성 및 안정성이 우수한 것으로 나타났으며, 점착성도 양호한 것으로 나타났다. 최종적으로는 취급성과 단가 등을 고려하여 Xanthan gum을 선발하였다.

3. 유효성분간의 제형화 확립 및 최적배합 선정

가. 입상 제품 유효성분간의 제형화 확립 및 recipe 확인

(1) 입상 캐리어 선정을 위한 포장실증 실험 및 캐리어 선정

수면전개 양상을 유지 또는 개선하고, 살충효과를 증대시키는 캐리어 선택에 앞서, 규산입제를 이용한 시제품, 유기질 펠렛 입제를 이용한 시제품의 효과를 점검하고자 하였다. 각각의 시제품은 캐리어 85%와 주요성분 15%로 배합하였다. 규산을 이용한 시제품은 기준량에서 벼물바구미에 대한 방제가 35.5%를 나타냈으며 배량에서 73.9%의 방제가를 나타내었다. 유기질 펠렛 입제를 이용한 시제품은 기준량에서 벼물바구미 성충방제는 34.8%를 나타냈으며 배량에서 60.9%의 방제가를 나타내었다. 약해조사결과 배량에서도 약해증상은 발견되지 않았다. 수면전개양상 조사결과, 규산을 이용한 입상제형이 20일 후에도 가장 우수하였다. 유충의 관찰은 무처리 자체의 수가 저조하여 방제가 산출 데이터로 활용할 수 없었다.

(2) 입상제형의 캐리어 선발

수면전개 양상을 유지 또는 개선하고, 살충효과를 증대시키는 캐리어가 선택되어야 한다. 고령토, 규산입제, 제올라이트 0.35mm, 유기질비료 펠렛, 피트모스, 쌀겨 등에 액상제형의 투입율(5%, 10%, 15%, 20%)을 달리하여 주성분의 수면전개 양상을 비교 평가한 결과, 사용된 여섯 종류의 캐리어는 15%까지 물성 면에서 양호하였으며, 수면전개 양상 면에서는 15~20%가 가장 양호하였다. 이상의 결과, 캐리어는 15%의 비율이 가장 양호하게 나타났으며, 그중에서 규산입제, 유기질비료 펠렛, 피트모스의 효과가 가장 우수하게 나타났다. 최종적으로 구입의 용이성 및 단가 등을 고려하여 규산입제를 선발하였다.

(3) 입상제품 제조를 위한 주요성분의 최적배합 결정

넙추출물 41%와 향수비자나무추출물 41%를 혼합한 후, 효력증진제인 식물성오일 (Canola oil 4%), 분산제(Castor oil ethoxylated 2.6%), 부착성 증진제(Xanthan gum 0.001%)를 혼합하고 비이온계면활성제를 이용한 유화제를 확인한 결과 polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether 2.6%, polyethylene glycol 2.3%를 혼합하여 제조하였을 때 물성이 양호한 것을 확인하였으며, 산화방지제로는 Ethoxyquin 0.0075%을 혼합하였을 때 물성의 변화 없이 안정적인 물성을 보이는 것으로 나타났다.

(4) 입상제형의 최적배합 결정

규산(또는 비료분)과 혼합하여 제형을 제조하였을 경우에 물성의 변화 없이 안정적인 물성을 보이는 것으로 나타났다. 이에 따라 첨가제 혼합에 따른 입상제형의 최적 배합은 다음과 같다.

원료명		투입비율
유효성분	넙추출물	41%
	향수비자나무추출물	41%
효력증진용 첨가제	식물성오일(Canola oil)	4%
	분산제(Castor oil ethoxylated)	2.6%
	부착성증진제(Xanthan gum)	0.001%
제제화용 첨가제	유화제 (polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl)phenyl ether)	2.6%
	유화제 (polyethylene glycol)	2.3%
	산화방지제(Ethoxyquin)	0.0075%
	증량제	Ethanol(또는 물)
증량제	규산(또는 비료분)	85%

나. 액상 제품 유효성분간의 제형화 확립 및 recipe 확인

(1) 액상제품의 유효성분간 제형화 확립

캐리어를 제외한 나머지 첨가제들을 선발된 유효성분인 넙추출물, 향수비자나무추출물을 각각 41%씩 혼합한 후, 효력증진제인 분산제(Polyoxyethylene sorbitan monooleate

0.005%, 부착성 증진제(Xanthan gum 0.001%)를 혼합하고, 제제화용 첨가제(유화제)인 polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether 5%, polyethylene glycol 5%를 혼합하여 액상제형을 제조하였을 때 물성이 양호한 것을 확인하였다.

원료명		투입비율(%)
유효성분	넝 추출물	41
	향수비자나무추출물	41
효력증진용 첨가제	분산제(Polyoxyethylene sorbitan monooleate)	0.005
	부착성증진제(Xanthan gum)	0.001
제제화용 첨가제	유화제(polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl)phenyl ether)	5
	유화제(polyethylene glycol)	5
증량제	Ethanol(또는 water)	rest

4. 유효성분의 살충력 및 섭식저해 효과 분석

제품에 대한 유효성분의 살충 효과 및 섭식저해 효과를 분석하기 위하여, 동일한 딱정벌레목에 속한 곤충을 대상으로 실내 약효 검정과 작용 기작을 분석하고자 하였다. 약제분석은 효과를 측정하기 위하여, 입제형 약제와 원제를 분석하여, 효과가 높은 원제와 입제 제형을 선발하고자 하였다.

가. 입제형 약제분석

연구에 사용된 입제형 약제로는 G-2 granule, G-1 granule, pellet, sand type을 사용했다. 조제는 밀가루 : wheat germ : Yeast (4.5 : 4.5 : 1)에 약제를 혼합하여 1000ppm, 500,000ppm의 조제하였다. 약제처리는 50ml 튜브에 약제를 각각 30g에 *Tribolium castaneum* 유충을 15마리씩 넣고 3반복으로 처리했으며 5일간 관찰하였다. 모든 처리는 *Tribolium castaneum*에 대해서 유의성 있는 방제 효과를 보여주지 못했다. 따라서 입제로 제제화 하기 전의 원제에 대한 접촉 및 섭식독 작용 분석을 실시하였다.

나. 원제 분석

입제로 제제화 하기 전의 원제에 대한 접촉 및 섭식독 작용분석을 위해 *Tribolium castaneum*, *Plutella xylostella* 3령충을 대상으로 실내 약효 검정을 통하여 작용기작을 분석하고자 하였다.

(1) *Tribolium castaneum* 생물검정

Tribolium castaneum 살충력 연구에 사용된 원제는 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin이며 1000ppm 조제는 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin 각각 30 μ l를 Acetone 5ml에 녹인 후 물 25ml에 희석했다. 5000ppm은 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin 각각 150 μ l를 Acetone 5ml에 녹인 후 물 25ml에 희석했다. Breeding dish에 *Tribolium castaneum* 성충을 10마리 넣고 약제를 살포했다. 1시간이 지난 후에 먹이를 공급하며 5일간 관찰 하였다. 각 시험구는 *Tribolium castaneum*에 대해서 전체적으로 낮은 방제가를 나타내었고, 유의성 있는 방제 효과를 보여주지 못했다. 따라서 유화된 원제를 대상으로 접촉 및 섭식독 작용분석을 실시하였다.

(2) *Plutella xylostella* 생물검정

Plutella xylostella 3령충 살충력 연구에 사용된 원제 및 희석법은 *Tribolium castaneum* 살충력 연구와 동일하게 실시하였다. *Plutella xylostella* 3령충 10마리는 배추잎(1.5cm x 1.5cm, 시료에 1분간 침지하고 10분간 건조)에 3반복으로 처리했다. 처리 2일째부터는 건전한 먹이를 주었으며 5일간 관찰했다. *Plutella xylostella*에 대하여 처리한 결과, Azadirachtin에서는 약제 약효가 없었고 Neem oil, Citronella oil 5000 ppm에서 높은 살충률이 나타났다.

다. 유화된 원제 분석

원제에 대한 유의성 있는 결과 확인을 위해 2차적으로 유화된 원제를 대상으로 실내 약효 검정을 통하여 접촉 및 섭식독 작용기작을 확인하고자 하였다.

(1) *Tribolium castaneum* 생물검정

연구에 사용된 유화된 원제는 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin이며 1000ppm 조제는 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin 각각 30 μ l를 유화성분 5ml(Ethanol 4.8 ml, Polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether 0.1ml, Polyethylene glycol 0.1ml)에 녹인 후 물 25ml에 희석했다. 5000ppm은 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin 각각 150 μ l를 유화성분 5ml(Ethanol 4.8ml, Polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether 0.1ml, Polyethylene glycol 0.1ml)에 녹인

후 물 25ml에 희석했다. Breeding dish에 *Tribolium castaneum* 성충을 10마리 넣고 약제를 살포했다. 1시간이 지난 후에 먹이를 공급하며 5일간 관찰하였다. *Tribolium castaneum*에 대하여 처리한 결과 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin 5000ppm에서 약제 약효가 있었고, 그 중 Azadirachtin의 효과가 가장 높은 방제가 84%를 나타냈다.

(2) *Plutella xylostella* 생물검정

연구에 사용된 유화된 원제는 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin이며 1000 ppm 조제는 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin 각각 30 μ l를 유화성분 5ml(Ethanol 4.8 ml, Polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether 0.1ml, Polyethylene glycol 0.1ml)에 녹인 후 물 25ml에 희석했다. 5000ppm은 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin 각각 150 μ l를 유화성분 5ml(Ethanol 4.8ml, Polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether 0.1ml, Polyethylene glycol 0.1ml) 5 ml에 녹인 후 물 25ml에 희석했다. *Plutella xylostella* 3령충 10마리를 배추잎 (1.5cm x 1.5 cm)을 약제에 1분간 침지 후 10분간 건조 후 3반복으로 처리했다. 처리 2일째부터는 건전한 먹이를 주었으며 5일간 관찰했다. *Plutella xylostella*에 대하여 처리한 결과 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin 5000ppm에서 약제 약효가 있었고, 그 중 Azadirachtin의 효과가 가장 높은 방제가 86%를 나타냈다.

5. 첨가제에 대한 안전성 확인

가. 입상제형의 혼합보조제에 대한 안전성 확인

입상 제형의 최종배합에서 주성분을 제외한 보조제만의 안전성 여부를 확인하기 위해서 혼합보조제 (Castor oil ethoxylated 2.6%, polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether 2.6%, polyethylene glycol 2.3%, ethanol 6.5% 및 ethoxyquin 0.0075%)의 급성경구독성, 급성경피독성, 잉어에 대한 급성독성시험을 실시하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 입상제형의 혼합보조제를 대상으로 (주)한국생물안전성연구소에 의뢰하여 시험을 수행하였다.

(1) 포유동물에 대한 독성시험

(가) 입상 시제품 내 혼합보조제의 마우스에 대한 급성경구독성시험

ICR계 마우스를 공시하여 1회 경구투여한 후 14일 동안 치사수, 일반중독증상, 체중 변화 및 부검소견을 관찰 및 조사한 결과, 전 시험기간 동안 투여군에 있어서 사망례는 없었고, 일반중독증상도 관찰되지 않았다. 체중변화는 암수 모두에서 1일째까지는 감소하였으나, 3일째부터는 회복되어 증가추세를 보였다. 생존동물에 대한 부검결과에서 시험물질 투여와 관련된 병리학적 소견은 관찰되지 않았다.

이상의 시험결과, 본 시험에서 ICR계 마우스의 장기에 미치는 영향은 없는 것으로 사료되었으며 수컷과 암컷 모두에 대한 LD₅₀값은 2500mg/kg 이상으로서 농약관리법에 의거 독성을 구분하면 IV급(저독성)으로 분류되었다.

(나) 입상 시제품 내 혼합보조제의 랫드에 대한 급성경피독성시험

SD계 랫드를 공시하여 1회 약제처리 후 14일 동안 치사수, 일반중독증상, 체중변화 및 부검소견을 관찰 및 조사한 결과, 2000mg/kg에서 치사 동물은 없었고, 일반중독증상도 관찰되지 않았으며, 체중변화는 암수모두에서 1일째까지는 감소를 보였으나 3일째부터는 회복되어 증가추세를 보였고, 생존동물에 대한 부검결과에서도 특이한 육안적 병리소견은 관찰되지 않았다.

이상의 결과로 SD계 랫드에 대한 벼물바구미 방제용 입상 혼합보조제 1회 약제처리 후 14일 이내에는 경피투여 시 영향이 없는 것으로 사료된다.

(2) 생태계 생물에 대한 영향시험

(가) 담수어에 대한 입상 시제품 내 혼합보조제의 급성어독성시험

입상 시제품 내 혼합보조제에 대한 급성어독성시험을 잉어(*Cyprinus carpio*)를 공시하여 평균 수온 22.4℃에서 96시간 동안 생사수와 일반중독증상을 관찰하고 체중 및 전장을 조사한 결과, 일반중독증상은 관찰되지 않았고, 체중은 평균 1.63±0.14 g, 전장은 평균 3.66±0.29 cm 이었고, pH는 평균 7.18(최저7.10~최고7.24), DO는 평균 6.42mg/ℓ (최저5.1~최고7.5)이었다.

이상의 시험결과, 본 시험물질의 잉어에 대한 48시간 및 96시간 반수치사농도(LC₅₀)는 모두 10mg/ℓ 이상이었으며, 농약관리법에 의거 독성정도별로 어독성을 구분하면 III급에 해당되었다.

나. 액상제형의 혼합보조제에 대한 안전성 확인

액상제형의 최종배합에서 주성분을 제외한 보조제만의 안전성 여부를 확인하기 위해서 혼합보조제 (Polyoxyethylene sorbitan monooleate 0.005%, Xantan gum 0.001%, Polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether 5%, polyethylene glycol 5%)의 급성경구독성, 급성경피독성, 잉어에 대한 급성독성시험을 실시하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 액상제형의 혼합보조제를 대상으로 (주)한국생물안전성연구소에 의뢰하여 시험을 수행하였다.

(1) 포유동물에 대한 독성시험

(가) 액상 시제품 내 혼합보조제의 마우스에 대한 급성경구독성시험

액상 시제품 내 혼합보조제에 대한 급성경구 독성을 ICR계 마우스를 공시하여 1회 경구투여한 후 14일 동안 치사수, 일반중독증상, 체중변화 및 부검소견을 관찰 및 조사한 결과, 기초 시험의 투여약량 수준인 5000mg/kg에서 치사 동물은 없었고, 일반중독증상은 관찰되지 않았으며, 체중변화는 약제투여 후 경과일수에 따라 암수 모두에서 1일째까지 감소를 보였으나 3일째부터는 회복되어 증가추세를 보였다. 부검소견은 투여약량 5000mg/kg에서 특이한 증상은 없었다.

이상의 시험결과, 본 시험에서 각 장기에 미치는 영향은 없는 것으로 사료되었으며 수컷과 암컷 모두에 대한 LD₅₀값은 5000mg/kg 이상으로서 농약관리법에 의거 독성을 구분하면 IV급(저독성)으로 분류되었다.

(나) 액상 시제품 내 혼합보조제의 랫드에 대한 급성경피독성시험

액상 시제품 내 혼합보조제에 대한 급성경피독성을 SD계 랫드를 공시하여 1회 약제처리 후 14일 동안 치사수, 일반중독증상, 체중변화 및 부검소견을 관찰 및 조사한 결과, 기초 시험의 투여약량 수준인 4000mg/kg에서 치사 동물은 없었으며, 일반중독증상은 관찰되지 않았고, 약제투여 후 체중은 시간이 경과함에 따라 암수 모두에서 1일째까지 감소를 보였으나 3일째부터는 회복되어 증가추세를 보였으며, 부검소견은 처리약량 4000mg/kg에서 특이한 증상은 없었다.

이상의 시험결과, 본 시험에서 각 장기에 미치는 영향은 없는 것으로 사료되었으며 수컷과 암컷 모두에 대한 LD₅₀값은 4000mg/kg 이상으로서 농약관리법에 의거 독성을 구분하면 IV급(저독성)에 해당되었다.

(2) 생태계 생물에 대한 영향시험

(가) 담수어에 대한 액상 시제품 내 혼합보조제의 급성어독성시험

액상 시제품 내 혼합보조제에 대한 급성어독성시험을 잉어(*Cyprinus carpio*)를 공시하여 96시간 동안 생사수와 일반증독증상을 관찰하고 체중 및 전장을 조사한 결과, 일반증독증상은 관찰되지 않았고, 체중은 평균 1.62 ± 0.14 g, 전장은 평균 3.76 ± 0.30 cm 이었으며, pH는 평균 7.48(최저6.98~최고7.95), DO는 평균 $7.5 \text{mg}/\ell$ (최저6.3~최고8.7)이었다.

이상의 시험결과, 본 시험물질의 잉어에 대한 48시간 및 96시간 반수치사농도(LC₅₀)는 모두 $10 \text{mg}/\ell$ 이상이었으며, 농약관리법에 의거 독성정도별로 어독성을 구분하면 III급에 해당되었다.

6. 시제품 제조 및 대량생산공정 개발

가. 제형별 시제품 제조 및 품질조사

(1) 벼물바구미 방제용 액제 시제품 생산

본 연구에서는 최적배합에 따라 액제 시제품을 제조하였다. 당사에서 보유하고 있는 제조설비를 이용하여 제조공정에 따라 시제품 200ℓ를 제조하였으며 시제품에 대한 품질을 확인하였다. 품질조사 방법으로는 시제품의 이화학적, 생물학적 특성을 조사하여 품질관리를 유지할 수 있도록 하였다.

(2) 벼물바구미 방제용 입제 시제품 생산

본 연구에서는 최적배합에 따라 입제 시제품을 제조하였다. 당사에서 보유하고 있는 제조설비를 이용하여 제조공정에 따라 시제품 200kg을 제조하였으며 시제품에 대한 품질을 확인하였다. 시제품에 대한 품질조사 방법으로는 시제품의 이화학적, 생물학적 특성을 조사하여 품질관리를 유지할 수 있도록 하였다.

(3) 시제품의 품질조사 및 품질관리

시제품의 품질을 조사하여 품질관리기준을 마련하고자 하였으며, 시제품의 품질을 조

사하였다. 액제 시제품의 품질관리기준은 pH 6.0~7.0, 유화도 4~5 이며, 액제 시제품의 품질조사결과 pH 6.66, 유화도 5로 양호하였다. 입제 시제품의 품질관리기준은 pH 6.0~7.0, 입도(mm) 0.5~2.0, 수면전개성 4~5 이며, 입제 시제품의 품질조사결과 pH 6.56, 입도 1.2mm, 수면전개성 5로 우수하였다.

나. 시제품 대량생산 공정

(1) 벼물바구미 방제용 액제 시제품 대량생산공정

제품을 안정적으로 제조, 생산하기 위한 벼물바구미 방제용 액제 시제품 대량생산공정과 설비규격을 확립하고자 하였다. 시제품을 제조하는데 있어 가장 효율적인 방법은, 먼저 유효성분인 식물추출물, 효력증진 첨가제와 제제화용 첨가제를 액상혼합기로 혼합, 유화시킨다. 최종적으로 혼합된 유화액에 증량제와 혼합하여 액상자동계량포장기를 이용하여 최종제품을 생산하는 것이 대량공정상 효율적인 것으로 확인되었다.

(2) 벼물바구미 방제용 입제 시제품 대량생산공정

제품을 안정적으로 제조, 생산하기 위한 벼물바구미 방제용 입제 시제품 대량생산공정과 설비규격을 확립하고자 하였다. 시제품을 제조하는데 있어 가장 효율적인 방법은, 먼저 유효성분인 식물추출물, 효력증진 첨가제와 제제화용 첨가제를 액상혼합기로 혼합, 유화시킨다. 최종적으로 입상혼합기를 이용하여 증량제와 혼합하여 최종 제품을 생산하는 것이 대량공정상 효율적인 것으로 확인되었다.

7. 시제품의 안정성 확인

벼물바구미 방제용 액제 시제품과 입제 시제품을 대상으로 보관온도(4℃, 25℃, 54℃)를 달리하여 경시적인 이화학적 안정성을 확인하였으며, 이화학적 안정성 조사는 pH 변화, 비중, 수면전개력을 조사하였다. 시제품 제조 후 12개월 동안 경시적 안정성을 확인한 결과, 보관온도에 따른 이화학적 안정성은 양호한 것으로 확인되었다. 즉, pH 변화, 비중, 수면전개력에 이상이 없는 것으로 나타났다.

8. 시제품의 안전성 확인

가. 입제 시제품에 대한 안전성 확인

(1) 포유동물에 대한 독성시험

(가) 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 마우스에 대한 급성경구독성시험

급성경구독성을 ICR계 마우스를 공시하여 1회 경구투여한 후 14일 동안 치사수, 일반 중독증상, 체중변화 및 부검소견을 관찰 및 조사한 결과, 2500mg/kg에서 치사 동물은 없었으며, 일반중독증상은 관찰되지 않았고, 체중변화는 약제투여 후 경과일수에 따라 암수 모두에서 1일째까지 감소를 보였으나 3일째부터는 회복되어 증가추세를 보였고, 부검소견은 투여약량 2500mg/kg에서 특이한 증상은 없었다.

이상의 시험결과, 본 시험에서 각 장기에 미치는 영향은 없는 것으로 사료되었으며 수컷과 암컷 모두에 대한 LD₅₀값은 2500mg/kg 이상으로서 농약관리법에 의거 독성을 구분하면 IV급(저독성)으로 분류되었다.

(가) 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 랫드에 대한 급성경피독성시험

급성경피독성을 SD계 랫드를 공시하여 1회 약제처리 후 14일 동안 치사수, 일반중독증상, 체중변화 및 부검소견을 관찰 및 조사한 결과, 2000mg/kg에서 치사 동물은 없었고, 일반중독증상은 관찰되지 않았고, 체중변화는 약제투여 후 경과일수에 따라 암수 모두에서 1일째까지 감소를 보였으나 3일째부터는 회복되어 증가추세를 보였고, 부검소견은 투여약량 2000mg/kg에서 특이한 증상은 없었다.

이상의 시험결과, 본 시험에서 각 장기에 미치는 영향은 없는 것으로 사료되었으며 수컷과 암컷 모두에 대한 LD₅₀값은 2000mg/kg 이상으로서 농약관리법에 의거 독성을 구분하면 IV급(저독성)에 해당되었다.

(2) 생태계 생물에 대한 영향시험

(가) 담수어에 대한 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 급성어독성시험

잉어(*Cyprinus carpio*)를 공시하여 96시간 동안 생사수와 일반중독증상을 관찰하고 체중 및 전장을 조사한 결과, 일반중독증상은 관찰되지 않았으며, 체중은 평균 1.61 ± 0.28 g, 전장은 평균 3.76 ± 0.24 cm 이었고, pH는 평균 7.50(최저 6.98~최고8.01), DO는 평균 7.5mg/ℓ(최저6.2~최고8.8)이었다.

이상의 시험결과, 본 시험물질의 잉어에 대한 48시간 및 96시간 반수치사농도(LC₅₀)는

모두 10mg/ℓ 이상이었으며, 농약관리법에 의거 독성정도별로 어독성을 구분하면 III급에 해당되었다.

나. 액제 시제품에 대한 안전성 확인

(1) 포유동물에 대한 독성시험

(가) 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 마우스에 대한 급성경구독성시험

ICR계 마우스를 공시하여 1회 경구투여한 후 14일 동안 치사수, 일반중독증상, 체중변화 및 부검소견을 관찰 및 조사한 결과, 5000mg/kg에서 치사 동물은 없었으며, 일반중독증상은 관찰되지 않았으며, 체중변화는 약제투여 후 경과일수에 따라 암수 모두에서 1일째까지 감소를 보였으나 3일째부터는 회복되어 증가추세를 보였고, 부검소견은 투여약량 5000mg/kg에서 특이한 증상은 없었다.

이상의 시험결과, 본 시험에서 각 장기에 미치는 영향은 없는 것으로 사료되었으며 수컷과 암컷 모두에 대한 LD₅₀값은 5000mg/kg 이상으로서 농약관리법에 의거 독성을 구분하면 IV급(저독성)으로 분류되었다.

(나) 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 랫드에 대한 급성경피독성시험

SD계 랫드를 공시하여 1회 약제처리 후 14일 동안 치사수, 일반중독증상, 체중변화 및 부검소견을 관찰 및 조사한 결과, 4000mg/kg에서 치사 동물은 없었고, 일반중독증상은 관찰되지 않았으며, 약제투여 후 체중은 시간이 경과함에 따라 암수 모두에서 1일째까지 감소를 보였으나 3일째부터는 회복되어 증가추세를 보였고, 부검소견은 처리약량 4000mg/kg에서 특이한 증상은 없었다.

이상의 시험결과, 본 시험에서 각 장기에 미치는 영향은 없는 것으로 사료되었으며 수컷과 암컷 모두에 대한 LD₅₀값은 4000mg/kg 이상으로서 농약관리법에 의거 독성을 구분하면 IV급(저독성)에 해당되었다.

(2) 생태계 생물에 대한 영향시험

(가) 담수어에 대한 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 급성어독성시험

잉어(*Cyprinus carpio*)를 공시하여 96시간 동안 생사수와 일반중독증상을 관찰하고

체중 및 전장을 조사한 결과, 일반증독증상은 관찰되지 않았고, 체중은 평균 1.57 ± 0.01 g, 전장은 평균 4.69 ± 0.03 cm 이었으며, pH는 평균 6.89(최저 6.70~최고7.04), DO는 평균 $7.6 \text{ mg} / \ell$ (최저6.5~최고9.1)이었다.

이상의 시험결과, 본 시험물질의 잉어에 대한 48시간 및 96시간 반수치사농도(LC₅₀)는 모두 $10 \text{ mg} / \ell$ 이상 이었으며, 농약관리법에 의거 독성정도별로 어독성을 구분하면 III급에 해당되었다.

9. 실내효과 평가 및 포장실증시험.

제조된 시제품을 대상으로 최적 처리농도 확립을 위하여 실내 효과시험을 실시하였고, 결정된 처리농도(희석배수)를 근거로 하여 시제품의 농가 포장에서 벼 벼물바구미 방제를 위한 최적처리방법을 확립하고자 포장실증시험을 실시하였다.

가. 실내효과 평가

액제 시제품의 최적 처리농도를 확립하기 위해 벼물바구미에 대한 살충효과 확인하고자 경기도 화성 인근 포장에서 채집한 성충에 액제 시제품을 250배, 500배, 1000배로 희석하여 처리한 후, Breeding dish에 반복당 20마리씩 투입하여 5일간 먹이 급이하여 생충수를 조사하였다. 또한, 입제 시제품의 최적 처리농도를 확립하기 위해 벼물바구미에 대한 살충효과를 확인하고자 입제 시제품을 1.5kg/300평, 3kg/300평, 6kg/300평 기준으로 Breeding dish에 처리 후 벼물바구미를 반복당 20마리씩 투입하여 5일간 먹이 급이하여 생충수를 조사하였다. 대조약제는 카보퓨란 입제(3kg/300평)를 사용하였다.

시험결과 액제 시제품의 벼물바구미에 대한 방제가는 약제처리 5일 후 250배에서는 82.6%, 500배에서는 80.5%, 1,000배에서는 72.1%의 방제효과를 나타내었으며, 입제 시제품의 벼물바구미에 대한 방제가는 약제처리 5일 후 6kg/300평 처리에서는 85.8%, 3kg/300평 처리에서는 82.6%, 1.5kg/300평 처리에서는 73.7%의 방제효과를 나타내었다. 이상의 결과로 볼 때 액제 시제품은 250배 희석한 시험구가 500배 희석한 시험구보다 방제효과가 우수한 것으로 나타났지만 실제 농가포장에서 처리 시 경제성을 고려할 때 최적 처리농도는 500배가 적합하였고, 입제 시제품은 6kg/300평 처리한 시험구가 3kg/300평 처리한 시험구보다 방제효과가 우수한 것으로 나타났지만 실제 농가포장에서 처리 시 경제성을 고려할 때 최적 처리기준은 3kg/300평이 적합하였다. 실내실험결과, 액제와 입제의 약효지속기간은 최소 15일이상 높은 방제가가 유지되는 것으로 확인되었다.

나. 포장실증시험

입제 시제품을 3kg/300평 기준으로 1회 처리하는 방법과, 액제 시제품을 500배로 희석하여 이앙 7일전 논둑에 1회 처리한 후 입제 시제품을 3kg/300평 기준으로 1회 처리하는 방법으로 효과를 비교하였다. 약효조사는 구당 5주의 유충에 대한 생충수를 조사하였으며, 대조약제는 카보퓨란 입제(3kg/300평)를 사용하였다. 경기도 화성시 정남면 포장의 시험결과 벼물바구미에 대한 방제가는 최종 약제 처리 30일 후 입제 시제품 1회 처리 시에는 75.4%, 액제 시제품을 논둑에 1회 처리하고 7일 후 입제 시제품 1회 처리 시에는 81.9%의 방제효과를 나타내었다. 경기도 용인시 남사면 포장의 시험결과 벼물바구미에 대한 방제가는 최종 약제 처리 30일 후 입제 시제품 1회 처리 시에는 76.5%, 액제 시제품을 논둑에 1회 처리하고 7일 후 입제 시제품 1회 처리 시에는 82.7%의 방제효과를 나타내었다. 충남 천안시 풍세면 포장의 시험결과 벼물바구미에 대한 방제가는 최종 약제 처리 30일 후 입제 시제품 1회 처리 시에는 75.1%, 액제 시제품을 논둑에 1회 처리하고 7일 후 입제 시제품 1회 처리 시에는 82.4%의 방제효과를 나타내었다. 충남 천안시 광덕면 포장의 시험결과 벼물바구미에 대한 방제가는 최종 약제 처리 30일 후 입제 시제품 1회 처리 시에는 74.2%, 액제 시제품을 논둑에 1회 처리하고 7일 후 입제 시제품 1회 처리 시에는 82.0%의 방제효과를 나타내었다. 전북 고창군 고수면 포장의 시험결과 벼물바구미에 대한 방제가는 최종 약제 처리 30일 후 입제 시제품 1회 처리 시에는 76.3%, 액제 시제품을 논둑에 1회 처리하고 7일 후 입제 시제품 1회 처리 시에는 84.8%의 방제효과를 나타내었다. 전북 고창군 무장면 포장의 시험결과 벼물바구미에 대한 방제가는 최종 약제 처리 30일 후 입제 시제품 1회 처리 시에는 77.9%, 액제 시제품을 논둑에 1회 처리하고 7일 후 입제 시제품 1회 처리 시에는 80.6%의 방제효과를 나타내었다.

최적처리방법은 액제 시제품을 논둑에 1회 처리하고 7일 후 입제 시제품 1회 처리 시 80% 이상의 방제가를 나타내어 이를 최적처리방법으로 결정하였으며, 기준량과 배량에서 약해는 없는 것으로 확인되었다. 포장실증시험은 환경조건이 다른 경기, 충남, 전남 지역에서의 농가포장에서 실시하였으며 방제가가 유의성 있게 나타났다.

10. 목록공시 등재 및 특허출원

가. 친환경유기농자재 목록공시 등재

본 연구과제의 성과물인 “바구탄 입제”는 친환경유기농자재 목록공시에 2010년 4월 15일부로 작물충해관리용 자재(대상해충 : 벼 벼물바구미)로 등재되었다(등재번호 : 10-유기-5-268). 등재된 사항은 농촌진흥청 홈페이지(www.rda.go.kr)에서 확인할 수 있다.

등록번호	자재종류	자재명	제조회사
10-유기-5-268	작물충해관리용 자재	식물추출물 (상표명 : 바구탄 입제)	고려바이오(주)

나. 제품 및 제조방법에 대한 특허신청

본 연구결과와 관련하여 시제품 “바구탄 입제”의 제제화 기술에 대한 특허를 출원할 예정이며 내역은 다음과 같다.

구분	내 용
권리	특 허
출원인	고려바이오(주)
출원일자(예정)	2011년 9월
발명명칭	벼물바구미 방제용 친환경 생물농약 제조방법

11. 제품의 효과평가, 작용기작 및 벼물바구미의 생리학적 변화 분석

개발된 시제품이 갖는 일반적 살충능력을 분석하기 위해 배추좀나방과 파밤나방에 대해서 실내 약효 검정이 이뤄졌으며, 벼물바구미와 동일한 딱정벌레목에 속한 곤충으로 현재 전체 계놈의 유전자 염기서열이 밝혀진 거릿쌀도둑거저리(*Tribolium castaneum*)을 대상으로 실내 약효검정과 작용기작을 분석하였다. 배추좀나방에 대한 살충효과는 섭식 독으로 판단되고, *Tribolium castaneum*에 대한 효과는 접촉독으로 판단되므로 벼물바구미에 대한 작용기작은 접촉독으로 판단된다.

V. 연구개발 성과 및 성과활용 계획

1. 연구성과

가. 친환경유기농자재 등록공시 등재

본 연구과제의 성과물인 “바구탄 입제”는 친환경유기농자재 등록공시에 2010년 4월 15일부로 작물충해관리용 자재(대상해충 : 벼 벼물바구미)로 등재되었다(등록번호 : 10-

유기-5-268). 등재된 사항은 농촌진흥청 홈페이지(www.rda.go.kr)에서 확인할 수 있다.

등록등재번호	자재종류	자재명	제조회사
10-유기-5-268	작물충해관리용 자재	식물추출물 (상표명 : 바구탄 입제)	고려바이오(주)

나. 제품 및 제조방법에 대한 특허신청

본 연구결과와 관련하여 시제품 “바구탄 입제”의 제제화 기술에 대한 특허를 출원할 예정이며 내역은 다음과 같다.

구분	내 용
권리	특 허
출원인	고려바이오(주)
출원일자(예정)	2011년 9월
발명명칭	벼물바구미 방제용 친환경 생물농약 제조방법

다. 기술개발 결과의 유형 및 무형 성과

본 연구를 통해 개발된 성과물인 “바구탄 입제”는 벼물바구미 방제용으로 개발된 친환경유기농자재로서 제품에 대한 홍보자료를 제작하였다.

2. 성과 활용계획

가. 기술개발 성과물 활용방안

당사에서 직접 제조하게 될 본 기술개발과제의 성과물은, 우선적으로는 당사의 대리점을 통하여 내수 홍보 및 판매를 추진 중이며, 국내시장의 안정적인 진입이후에는 당사에서 수출하고 있는 인도, 대만 및 중국을 비롯하여 친환경 수도작 생산이 가능한 지역으로 수출할 계획이다. 해외 수출방면으로는 초기에 국가환경기술정보센터 및 국가기술사업화정보망(Tech-Biz Network)을 활용하고, KOTRA 협조를 얻어 해외 주요 친환경 수도작 생산국가에 수출할 계획이다.

구분	성과물의 판매증진 방안
내수 판매	<ul style="list-style-type: none"> - 본 성과물을 당사의 전문 대리점을 통하여 판매 활성화. - 당사는 창업 이래 14년간 난방제성 해충용 생물농약, 미생물농약, 친환경농자재 등을 개발하여 전국의 50여개 대리점을 통하여 판매를 하고 있음. - 친환경 수도작 재배농가 또는 작목반 대상으로 홍보 및 판매. - 각 지자체의 친환경 보조사업을 유도하여 관납 추진 진행 중.
수출 판매	<ul style="list-style-type: none"> - 해외의 개방형 기술 중개 사이트와 연계하여 판매증진 - 해외 주요 친환경 수도작 생산국가에 제품수출(KOTRA 협조) - 국가환경기술정보센터의 정보망을 활용

나. 시장진입전략

현재, 매우 다양한 제품군의 생물농약, 친환경농자재, 비료 등을 판매하고 있는 당사는 새롭게 개발된 벼물바구미 방제용 친환경 생물농약(친환경유기농자재)의 효과가 우수(방제가 80%이상)하므로, 시장진입은 매우 용이할 것으로 확신하고 있다. 따라서 당사의 전국 대리점에 대한 농가실증시험 결과를 홍보, 친환경 수도작 생산지역의 농업기술센터에 대한 제품홍보, 주산지 지역작목반에 대한 홍보 등을 추진하고 있다.

다. 제품화 개발계획

(1) 본 연구가 완료된 2011년에 우선적으로 벼물바구미 방제용 친환경유기농자재로 제품화를 완료하였음

(2) 개발된 제품은 친환경유기농자재 목록공시제에 신청하여 벼물바구미 방제용 친환경유기농자재로 등재 완료하였음

(3) 2011년 상반기에는 지역별, 품종별로 시범포를 운영하고 있으며 현장에서의 재현성을 확보하고 농가에 대한 홍보를 병행 실시하고 있는 중임

(4) 본 개발기술을 응용하여 수도작 뿐만 아니라 다른 농작물의 해충방제용 친환경 생물농약에도 적용, 개발할 계획임

3. 대량생산을 위한 계획

(1) 본 연구과제가 마무리된 2011년 상반기 현재, 선발된 유효성분 증 념 추출물은 인도 남부지방에 있는 업체를 통해 수급선을 확보하였으며, 향수비자나무 추출물은 중국 절강성 지역에 있는 업체를 통해 수급선을 확보하여 당사가 직접 수입하여 사용하게 됨

(2) 대량생산공정은 당사에서 보유하고 있는 설비를 이용하였으며, 공정에 적합한 추가설비는 2010년에 구입하였음

(3) 본격적으로 2012년에 벼물바구미 방제용 생물농약(친환경유기농자재)을 생산하고 판매할 계획이며, 2011년에는 재현성 실증시험과 제품 홍보에 집중할 계획임

SUMMARY

(영문요약문)

In this research, the development of Biopesticide to control the *Lissorhoptrus oryzophilus* which is one of the reason of decrease of rice production output was conducted.

To optimize the product, insecticidal material and extract were formulated and tested to verify synergistic effect.

First, it was completed to formulate them as a granular type of product. The spreading effect of silica granules on the surface of the water was excellent and silica granules were selected as a carrier.

The optimal mixture of granular product was selected 15% of Neem extract 41%, Citronella extract 41%, Canola oil 4%, Castor oil, ethoxylated 2.6%, Polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether 2.6%, Xanthan gum 0.001%, Polyethylene glycol 2.3%, Ethoxyquin 0.0075% and Ethanol 6.5% with silica granules 85%.

The optimal mixture of liquid product was selected Neem extract 41%, Citronella extract 41%, Polyoxyethylene sorbitan monooleate 0.005%, Xanthan gum 0.001%, Polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether 5%, Polyethylene glycol 5% and Ethanol 8%.

Liquid and granular products were stably stored during 12 months with storage temperature, emulsion properties, physicochemical properties and water spreading properties.

Liquid and granular products were tested for the acute oral toxicity, acute dermal toxicity effect study against mammal and also its additives were tested for the acute oral toxicity, acute dermal toxicity and effect study to freshwater fish.

According to the result of evaluating the effectiveness of the product inside, criteria for optimal treatment of granular product was suitable for 3kg/300 plain. And optimal treatment of liquid products in the rice water weevil was 500 times of dilution.

In case of field experiments, the best way to control rice water weevil was applying liquid product at least 7 days before transplanting and applying granular product at the day of transplanting. As a result, more than 80% of the control rate against the rice water weevil in the field and no damage at double amount of treatment was detected

It was published a list of eco-friendly organic materials on the 15th April , 2010 as a part of crop insect management materials(the target pest : Rice water Weevil, list Number : 10-organic-5-288. Detailed information is available at the website of RDA(www.rda.go.kr).

With respect to the results of this study, the formulation technology of our product which controls rice water weevil will be applied for a patent sooner or later.

CONTENTS

(영 문 목 차)

Chapter 1. Summary	31
1. Object and necessary of new technology	31
2. Range of new technology	35
3. Effect of new technology	37
4. Market analysis	39
Chapter 2. The present state of domestic and foreign technologies	41
1. Important and state of object technology	41
Chapter 3. Research items and results	46
1. Selection of plant extract and oil	46
2. Selection of effective additives, stabilizer, texture modifiers	49
3. Establishment of active ingredients and decision for optimal mixture	56
4. Analysis of insecticidal property and antifeedant effect	64
5. Safety test of effective additives	69
6. Development of manufacturing process and mass production process	81
7. Stability test of trial products	88
8. Safety test of trial products	90
9. Verification on laboratory and field test	101
10. Patent application and registration	108
11. Vertification on effect of trial products, mode of action and analysis of physiological changes of <i>Lissorhoptrus oryzophilus</i>	109
Chapter 4. Objective achievement and contribution of related area	112
Chapter 5. Research results and application of research results	115
Chpter 6. Foreign technologies collected during research project	122
Chapter 7. References	123

목 차

제 1 장 연구개발과제의 개요	31
제 1 절 개발기술의 목적 및 필요성	31
제 2 절 연구개발의 범위	35
제 3 절 연구개발의 효과	37
제 4 절 시장 현황	39
제 2 장 국내외 기술개발 현황	41
제 1 절 연구개발결과의 중요성 및 국내·외 관련분야에 대한 기술개발 현황	41
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	46
제 1 절 식물추출물 및 식물성오일의 최종선발	46
제 2 절 효과증진용 첨가제, 안정제, 물성조정제 및 제제화용 첨가제 선발	49
제 3 절 유효성분간의 제형화 확립 및 최적배합 선정	56
제 4 절 유효성분의 살충력 및 섭식저해 효과 분석	64
제 5 절 첨가제에 대한 안전성 확인	69
제 6 절 시제품 제조 및 대량생산공정 개발	81
제 7 절 시제품의 안정성 확인	88
제 8 절 시제품의 안전성 확인	89
제 9 절 실내효과 평가 및 포장실증시험	101
제 10 절 특허공시 신청 및 특허 출원	108
제 11 절 제품의 효과평가, 작용기작 및 벼물바구미의 생리학적 변화 분석	109
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	112
제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획	115
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	122
제 7 장 참고문헌	123

표 목 차

- Table 1. 벼물바구미에 대한 식물추출물의 농도별 살충효과 1
- Table 2. 벼물바구미에 대한 식물추출물의 농도별 살충효과 2
- Table 3. 벼물바구미에 대한 식물추출물의 농도별 살충효과 3
- Table 4. 부착성 증진제의 농도에 따른 물성안정성 및 점착성
- Table 5. 식물성오일의 투입비율에 따른 경과 일수별 수면전개 양상(실내)
- Table 6. 비이온계면활성제의 투입농도에 따른 수면전개 양상
- Table 7. 입상용 유화제의 농도에 따른 물성안정성 및 유화정도
- Table 8. 액상용 유화제의 농도에 따른 물성안정성 및 유화정도
- Table 9. 비이온계면활성제의 농도에 따른 유효성분의 뭉침 및 분산정도
- Table 10. 부착성 증진제의 농도에 따른 물성안정성 및 점착성
- Table 11. 입상제형의 무처리 대비 효과
- Table 12. 입상제형 내 액상배합의 투입비율에 따른 경과 일수별 물성 양상(실내)
- Table 13. 입상제형 내 액상배합의 투입비율에 따른 경과 일수별 수면전개 양상(실내)
- Table 14. 입상제품 제조를 위한 주요성분의 최적배합
- Table 15. 입상제품의 최적배합
- Table 16. 액상제품의 최적배합
- Table 17. 입상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 일별치사동물수 조사결과
- Table 18. 입상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 임상관찰결과
- Table 19. 입상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 체중변화측정결과
- Table 20. 입상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 부검소견결과
- Table 21. 입상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 일별치사동물수 조사결과
- Table 22. 입상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 임상관찰결과
- Table 23. 입상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 체중변화측정결과
- Table 24. 입상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 부검소견결과
- Table 25. 입상 시제품 내 혼합보조제의 처리 후 경과시간별 치사수
- Table 26. 입상 시제품 내 혼합보조제의 LC₅₀ 및 증독증상
- Table 27. 경시적 수질검사 성적서
- Table 28. 액상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 일별치사동물수 조사결과
- Table 29. 액상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 임상관찰결과
- Table 30. 액상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 체중변화측정결과
- Table 31. 액상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 부검소견결과

- Table 32. 액상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 일별치사동물수 조사결과
- Table 33. 액상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 임상관찰결과
- Table 34. 액상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 체중변화측정결과
- Table 35. 액상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 부검소견결과
- Table 36. 액상 시제품 내 혼합보조제 처리 후 경과시간별 치사수
- Table 37. 액상 시제품 내 혼합보조제의 LC₅₀ 및 증독증상
- Table 38. 경시적 수질검사 성적서
- Table 39. 액제 시제품 생산에 따른 원료 투입량
- Table 40. 입제 시제품 생산에 따른 원료 투입량
- Table 41. 시제품의 품질조사 및 품질관리
- Table 42. 시제품 생산을 위한 설비규격
- Table 43. 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 경시적 안정성
- Table 44. 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 경시적 안정성
- Table 45. 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 처리에 의한 일별치사동물수 조사결과
- Table 46. 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 처리에 의한 임상관찰결과
- Table 47. 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 처리에 의한 체중변화측정결과
- Table 48. 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 처리에 의한 부검소견결과
- Table 49. 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 처리에 의한 일별치사동물수 조사결과
- Table 50. 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 처리에 의한 임상관찰결과
- Table 51. 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 처리에 의한 체중변화측정결과
- Table 52. 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 처리에 의한 부검소견결과
- Table 53. 벼물바구미 방제용 입제 시제품 처리 후 경과시간별 치사수
- Table 54. 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 LC₅₀ 및 증독증상
- Table 55. 경시적 수질검사 성적서
- Table 56. 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 처리에 의한 일별치사동물수 조사결과
- Table 57. 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 처리에 의한 임상관찰결과
- Table 58. 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 처리에 의한 체중변화측정결과
- Table 59. 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 처리에 의한 부검소견결과
- Table 60. 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 처리에 의한 일별치사동물수 조사결과
- Table 61. 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 처리에 의한 임상관찰결과
- Table 62. 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 처리에 의한 체중변화측정결과
- Table 63. 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 처리에 의한 부검소견결과
- Table 64. 벼물바구미 방제용 액제 시제품 처리 후 경과시간별 치사수
- Table 65. 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 LC₅₀ 및 증독증상

Table 66. 경시적 수질검사 성적서

Table 67. 벼물바구미에 대한 제품별 처리농도에 따른 실내시험방법

Table 68. 처리농도에 따른 벼물바구미에 대한 실내 방제효과(시료처리 5일 후)

Table 69. 처리방법에 따른 벼물바구미에 대한 약제방제효과(화성시 정남면 포장)

Table 70. 처리방법에 따른 벼물바구미에 대한 약제방제효과(용인시 남사면 포장)

Table 71. 처리방법에 따른 벼물바구미에 대한 약제방제효과(천안시 풍세면 포장)

Table 72. 처리방법에 따른 벼물바구미에 대한 시료방제효과(천안시 광덕면 포장)

Table 73. 처리방법에 따른 벼물바구미에 대한 약제방제효과(고창군 고수면 포장)

Table 74. 처리방법에 따른 벼물바구미에 대한 시료방제효과(고창군 무장면 포장)

그림 목차

- Figure 1. 벼물바구미의 형태 및 피해
- Figure 2. 식물성오일 및 계면활성제 투입 시 수면전개 양상
- Figure 3. 입상제형의 포장실증 실험
- Figure 4. 입상제형의 수면전개 양상
- Figure 5. 입상제형 내 유효성분의 투입비율에 따른 입상제형의 물성 양상
- Figure 6. 입상제형 내 유효성분의 투입비율에 따른 경과 일수별 수면전개 양상(실내)
- Figure 7. 입제형 시료의 거짓쌀도둑거저리(*Tribolium castaneum*)에 대한 실내효과검정
- Figure 8. 원제의 거짓쌀도둑거저리(*Tribolium castaneum*)에 대한 실내효과검정
- Figure 9. 원제의 배추좀나방(*Plutella xylostella*)에 대한 실내효과검정
- Figure 10. 유화된 원제의 거짓쌀도둑거저리(*Tribolium castaneum*)에 대한 실내효과검정
- Figure 11. 유화된 원제의 배추좀나방(*Plutella xylostella*)에 대한 실내효과검정
- Figure 12. 벼물바구미 방제용 액제 시제품 제조공정도
- Figure 13. 벼물바구미 방제용 액제 시제품 대량생산공정
- Figure 14. 벼물바구미 방제용 입제 시제품 제조공정도
- Figure 15. 벼물바구미 방제용 입제 시제품 대량생산공정
- Figure 16. 시제품 생산용 주요설비
- Figure 17. 벼물바구미에 대한 입제 시제품별 처리농도에 따른 실내시험
- Figure 18. 벼물바구미에 대한 액제 시제품별 처리농도에 따른 실내시험
- Figure 19. 시제품의 포장실증시험 1
- Figure 20. 시제품의 포장실증시험 2
- Figure 21. 배추좀나방(*Plutella xylostella*)에 대한 벼물바구미 방제 시료의 살충효과
- Figure 22. 파밤나방(*Spodoptera exigua*)에 대한 벼물바구미 방제 시료의 살충효과
- Figure 23. 거짓쌀도둑거저리(*Tribolium castaneum*)에 대한 벼물바구미 방제 시료의 살충효과
- Figure 24. 벼물바구미 방제용 “바구탄 입제” 홍보자료
- Figure 25. 2009 TAMAS 고려바이오(주) 홍보부스
- Figure 26. 2010 중국 상해국제농업박람회 고려바이오(주) 홍보부스
- Figure 27. 2011 중국 상해국제농업박람회 고려바이오(주) 홍보부스
- Figure 28. 2010 제2회 충남농업대축전 고려바이오(주) 홍보부스

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 개발기술의 목적 및 필요성

본 연구는 수도작에 발생하는 대표적인 외래해충 중 하나인 벼물바구미 (*Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel)를 방제할 수 있는 친환경 생물농약을 개발하는 것으로, 지구 온난화에 따라 국내에서 월동하는 벼물바구미에 대한 피해확산을 방지하고자 하는데 목적이 있으며, 수도작에서의 농약사용량을 저감하고, 화학농약 사용으로 인한 토양, 수질 및 생태계환경을 개선하는데 도움이 되고자 하였다. 또한 친환경 수도작 재배농가에서 방제에 어려움을 겪고 있는 벼물바구미에 대한 방제를 통해 농가의 고충을 덜어주고 나아가서 생산성 향상을 통한 농가소득 증진에 이바지하고자 하였다.

본 연구에서의 핵심기술은 천연 식물체로부터 살충효과를 나타내는 유효성분을 확보하고 이러한 유효성분의 살충효과를 극대화하기 위한 효력증진제 등을 이용하여 제제화함으로써 높은 살충효과를 나타내고자 한다. 또한 농가 현장에서의 포장시험을 통해 최적의 적용방법을 확립함으로써 실제로 사용될 수 있는 제품을 개발하고자 하였다.

본 연구를 통해 개발된 제품은 식물체로부터 유래한 천연 생리활성물질이기 때문에 일반적으로 안전성을 확보하고 있다. 따라서 관행농가 뿐만 아니라 친환경 수도작을 재배하는 농가에서도 사용할 수 있도록 친환경유기농자재 목록공시제에 신청, 등재하여 친환경 수도작 재배농가에서도 안전하게 사용할 수 있도록 하고자 하였다.

지난 100년 동안 지구 전체 기온은 0.74℃ 상승하였고, 특히 한반도는 1.7℃ 상승하는 등 기후변화로 인한 환경 위기가 커지고 있으나, 현재 전 세계적으로 사용되고 있는 농약은 약 1,000여종에 이르며 우리나라에서 사용되고 있는 농약은 약 400여종이 되고 있다. 우리나라 농약 사용량은 경제협력개발기구(OECD) 회원국 가운데 최고 수준인 것으로 나타나고 있다. 2008년 10월 9일에 농림수산식품부가 국회에 제출한 국정감사 자료에 따르면 우리나라 ha당 농약 사용량은 2007년에 13.1kg으로, 2006년의 12.9kg보다 0.2kg 늘었다. 연도별로도 2005년 12.8kg, 2006년 12.9kg, 2007년 13.1kg 등 매년 증가하고 있다. 이는 유엔 식량농업기구(FAO)가 집계한 OECD 국가 연평균(1990~2003년) 사용량과 비교할 때 단연 1위 수준이다. 2001~2007년 ha당 12.4~13.1kg의 사용량은 8.00kg에 불과한 2위 네덜란드와도 큰 격차를 보인다. 공동 27위인 노르웨이·캐나다·핀란드(0.60kg)와 비교하면 20배가 넘는 양이다. 2007년의 농약 사용량 13.1kg에서 친환경 농자재로 분류될 수 있는 기계유제(기계에 사용된 윤활유를 활용한 농약), 생물 농약을 빼더라도 우리나라 사용량은 네덜란드보다 거의 3kg이나 많은 10.8kg에 달한다.

우리가 화학농약이 아닌 생물농약을 사용해야 하는 이유는 여러 가지가 있다. 우선, 국민소득 증대에 의한 고품질 안전농산물에 대한 요구 증가로 환경 친화적 병해충 종합 관리기술 개발에 대한 요구가 증대되고 있는 실정이다. 외국과의 FTA에 대비한 농산물의 국제 경쟁력 강화를 위한 고품질 안전농산물의 생산기술 개발에 대한 요구가 증대되는 원인도 그중 하나이다. 또한 OECD 농업환경지표협약과 관련하여 국내 농약사용량을 2013년까지 2004년 대비 40% 절감하는 목표를 설정하여 추진 중이다.

또한 정부는 친환경성과 에너지 효율성의 중요성을 강조하는 “녹색성장”을 향후 60년 새로운 국가 비전의 축으로 삼고 있다. 이에 농림수산식품부, 농촌진흥청 및 산림청은 농림수산식품 분야의 녹색성장 추진을 위한 비전과 추진전략을 세우는 등 구체적 방향과 실천 노력 추진을 위한 계획을 수립하였다. 농림수산식품부는 국민건강 증진과 국격 제고를 위해서 농약 및 화학비료 사용량을 2020년까지 OECD 최저수준으로 달성하는 등의 녹색생활 실천 확산을 구체적으로 실행할 계획을 가지고 있다(농림수산식품기술기획평가원). 이에 발맞추어, 농약사용량을 줄이는 대체제로 생물농약과 같은 친환경 농자재를 개발 및 보급하는 것은 국제화시대에 걸맞는 시급한 과제임이 분명하다.

벼물바구미(*Lissorhoptrus oryzophilus*)는 미국 미시시피강 상류가 원산지로 알려져 있고, 캐나다, 도미니카, 일본 등에도 발생하는 것으로 알려져 있다. 우리나라에서는 1988년 7월 경남 하동에서 처음으로 발견된 이후 같은 해에 시흥, 동해, 울주 등에서도 발생이 보고되었고 지금은 거의 전국적으로 발생하고 있다. 성충의 기주식물은 그 범위가 넓어 총 11과 92종이 알려졌고, 주요 종은 띠, 개밀, 참억새 등 화본과와 사초과에 속하는 것들이다. 발생지에서 가장 심하게 피해를 받았던 기주는 띠, 속털개밀, 참억새, 참방동사니, 잔디 등이다. 유충의 기주는 너도방동사니, 올방개, 강피, 갈대, 개피 등이다. 산란 기주는 바랭이새, 진퍼리새, 산쟁이사초 등이다. 바구미과에 속하며, 영명은 rice water weevil, 학명은 *Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel이다.

성충의 몸길이는 3mm 안팎이며 암회색 바탕으로 등 중앙에 부정형의 큰 흑색무늬가 있다. 머리는 코끼리의 주둥이처럼 앞쪽으로 길게 신장되어 있으며 길이와 폭과 생김새는 여러 가지이다. 등 쪽은 비늘이 서로 밀접하여 있어 매끄럽게 보인다. 더듬이는 중간 팔굽마디부터 곤봉 부분 이전까지 6마디로 되어 있으며 적갈색 바탕으로 곤봉부의 끝 1/3을 제외하고는 털이 없어 광택이 나며 곤봉의 끝 부분만 흰색의 작은 털로 덮여 있다. 다리는 모두 4마디로 구성되어 있으며 모든 다리의 종아리마디 끝에 갈고리 모양의 가시돌기가 있다. 중간다리의 종아리마디 양쪽에 가늘고 긴 털이 1줄씩 있어 헤엄을 치는데 이용한다. 알은 흰색이며 원통형으로 물속에 있는 벼 잎집 속에 1개씩 낳는다. 길이는 0.8mm 안팎이고 폭은 0.15mm 이다. 유충은 머리 부분과 12개의 마디로 구성되어 있다.

몸 색은 우뚝빛이며 다 자란 유충의 몸길이는 10mm전후이고, 2~7마디에 기문이 등 위쪽으로 돌출되어 있어 6개의 돌기로 보인다. 돌기 위에는 1쌍의 배환이 있으며 이것을 벼 뿌리 속에 끼워 넣고 산소를 흡입한다. 번데기는 줄기 가까이에 있는 굽은 뿌리에 팔알 모양의 흙집을 만들어 붙여 놓고 그 속에서 번데기가 된다.

벼물바구미는 연중 1회 발생하는 해충으로 알 기간은 10일 내외, 유충 기간은 28~37일, 번데기 기간은 6~9일이며 나머지 약 10개월간을 성충으로 지낸다. 논에서 우화한 후 8월 상순경 월동처로 이동한 후, 이듬해 5월 중·하순경 산란을 위하여 논으로 이동하기까지 대부분 기간을 월동처에서 지낸다. 월동처에서 겨울을 보낸 벼물바구미 성충은 4월 하순부터 활동을 시작하여 월동처 주변의 잡초를 먹는다. 이때부터 비상근(飛翔筋)이 발달하기 시작하여 5월 중순이 되면 논으로 이동하기 시작한다. 본답으로 이동한 성충의 비상근은 퇴화되고 난소가 발달하는데, 논에 정착한 후에는 비상근의 단백질이 영양분으로서 난 형성에 이용된다. 우리나라에서 발생되고 있는 벼물바구미는 33개의 염색체를 가진 3배체의 암컷인 단위생식 계통이며, 산란수는 118~163개 범위로 하루 평균 2개 정도를 산란한다. 제 2 본엽의 잎집에 95%이상을 산란하는데 부화율은 온도에 따라 크게 다르며, 온도가 높을수록 발육속도가 빠르고 부화율도 높아서 25℃에서 80.4%의 부화율을 나타낸다.

부화 유충은 1~3일간 엽초 내에서 엽육을 섭식한 후 물 속으로 떨어져 뿌리로 이동하여 뿌리를 가해하는데 유충 기간은 30~40일, 번데기 기간은 7~14일 정도이다. 1세대 성충은 한 낮에는 벼의 지제부에 잠복하고 있다가 저녁이 되면 잎의 끝으로 올라가고 야간에는 다시 밑으로 내려가며, 8월 중하순이 되면 벼를 떠나 월동처로 이동한다. 성충은 예찰 등에 잘 유인되며 유살 최성기는 월동 후 성충이 5월 하순~6월 중순, 1세대 성충이 7월 하순~8월 중순경이다. 성충의 이동, 분산은 주로 비상에 의하지만 가까운 곳은 보행으로도 하며, 논 안에서는 헤엄쳐 이동한다. 성충은 식물의 잎 끝으로 올라가서 비상을 하는데, 월동 성충은 16시경부터, 차세대 성충은 17시경부터 시작하여 일몰과 함께 끝난다.



성충

알

유충

피해

Figure 1. 벼물바구미의 형태 및 피해

성충은 어린잎의 잎살을 갉아먹으므로 벼잎에 가는 흰색의 선이 생기게 되며, 밀도가 높을 경우 잎 전체가 하얗게 변하고 결국 포기 전체가 고사하여 결주가 생기는 경우도 있다. 알에서 깨어 나온 유충은 뿌리와 토양으로 이동하여 뿌리의 내부조직을 가해하며 양분이 고갈되면 다른 뿌리로 이동하여 갉아먹으므로 뿌리가 끊어지게 되어 큰 피해를 준다. 유충은 땅속 3~9cm 범위에 주로 서식하는데 유충의 밀도가 높으면 초장과 뿌리의 감소, 생육지연 및 하위엽 황화가 나타나며, 분얼이 되지 못하여 경수가 줄어들고 키가 크지 못하게 되어 결국 수량이 크게 감소하게 된다. 이앙 직후 유충이 뿌리를 가해하기 시작하면 마치 비료가 부족한 것처럼 잎이 누렇게 되고 키가 크지 못하는 증상을 보이며, 이때 벼포기를 뽑아보면 뿌리가 모두 절단되어 있는 것을 발견할 수 있다. 또한 피해를 받은 벼는 출수가 지연되며 벼알이 제대로 여물지 못하는 경우도 있다.

이러한 벼물바구미의 방제에는 주로 화학농약을 사용하였으며, 2011년 현재 국내에는 개 84개 품목이 등록되어 있고, 단일 병해충으로는 벼 도열병, 사과 탄저병 다음으로 많은 품목이 등록되어 있는 중요 병해충 중의 하나이다. 특히 1988년 7월 경남 하동에서 최초로 발견된 이후 지구온난화에 따라 그 피해가 점차 확산되고 있어 친환경 수도작 농가뿐만 아니라 일반 관행 농가에서도 큰 피해를 입히고 있는 해충이다.

대체적으로 수도작의 벼물바구미를 비롯한 해충을 방제할 수 있는 생물자재로는 살충성 미생물, 살충성 식물추출물, 살충성 기름 등이 있다. 살충성 미생물로는 대표적으로 BT가 있으며, 그 외의 미생물로는 *Lecanicillium*속, *Metarhizium*속, *Paecilomyces*속, *Beauveria*속, *Hirsutria*속 등이 있으며, 국내외적으로 많은 연구가 진행되었으나, 그 방제효과가 높지 않아 실효성이 낮은 것으로 알려져 있다. 특히, 벼물바구미 방제를 위한 생물농약으로 님오일을 이용한 제품이 일부 개발되었으나 대체로 방제효과가 낮아 농가에서의 반응은 만족스럽지 못하고 있다. 살충성 식물로는 고삼, 황기, 은행잎, 담배잎, 멀구슬, 무화과 등이 살충효과가 있다고 인정되고 있으나, 이 역시 단용으로는 만족스러운 방제가 나타내지 못하고 있다. 또한, 살충성 기름으로는 Neem oil, Citronella oil, Canola oil 등이 있으며 어느 정도의 살충력은 가지고 있으나, 해충방제제로 사용하기 위해서는 oil을 유화시켜 살충효과를 나타내기 위한 제제화 기술이 필요한데 아직 제제화 기술은 미약하여 제대로 된 살충효과를 발휘하지 못하고 있는 실정이다. 기타 살충력이 있다고 알려진 유용성분들 역시 마찬가지로의 상황이다. 더욱이 지금까지 개발된 일부 제품들은 벼물바구미의 생태적 특성을 적극 활용하지 못하고 본포에서만 사용하도록 하는 등 현장에서의 적용방법 및 접근방법에 있어 문제점이 있었다. 이는 본포에서의 방제를 위주로 하기 때문에 월동처에서의 근본적인 해결책을 제시하지 못하는 문제점을 안고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 이들 살충성 유용성분이 있는 천연 생리활성물질을 이용하여 그 유효성분의 작용기작에 적합한 벼물바구미 방제용 생물농약을 개발하고, 2차적으로는 농가에서 효과적으로 방제할 수 있도록 즉, 본포에서 처리할 수 있는 입상 제품과 월동처에 처리할 수 있는 액상 제품을 개발하고 현장적용방법을 확립함으로써 대조구 대비 80% 이상의 살충효과를 지닌 벼물바구미 방제용 친환경 생물농약을 개발하고자 하였다.

제 2 절 연구개발의 범위

1. 연구개발의 최종목표 및 주요내용

최종목표	주요내용
벼물바구미 방제용 친환경 생물농약 개발	- 벼물바구미 방제제 제형 개발(액제, 입제) - 생물농약 개발(방제가 : 화학농약대비 80% 이상)
작용기작 및 생리적 변화 분석	- 유효성분 및 제품의 작용기작 분석 - 제품의 벼물바구미에 대한 생리적 변화 분석
농가 현장적용 방법 확립	- 벼물바구미에 대한 본포에서의 처리방법 결정(입제) - 벼물바구미에 대한 월동처에서의 처리방법 결정(액제) - 종합 방제방법에 따른 방제효과 확인 - 포장실증시험을 통한 농가적용방법 확립
목록공시 및 특허 신청	- 친환경유기농자재 목록공시 신청, 등재 - 벼물바구미 방제용 친환경 생물농약 특허신청

2. 연차별 연구개발의 목표 및 내용

구분 (연도)	연구개발의 목표	연구개발의 내용	연구범위
1차년도 (2009)	벼물바구미 방제용 제형개발	- 유효성분 선발	- 식물추출물과 식물성오일의 농도별 살충효과 검정 - 살충효과에 따른 유효성분 최종선발
		- 효과증진용 첨가제, 안정제, 물성 조정제 및 제제화용 첨가제 선발	- 보조제를 농도별, 투입비율별 유효성분과 혼합하여 경시적안정성 및 물성개선효과 평가 - 살충효과 증진을 위한 첨가제 선발 (부착성증진제, 산화방지제, 분산제 등) - 유효성분의 안정화를 위한 안정제 선발 - 제제화 시 물성유지를 위한 물성 조정제 선발 - 비이온 계면활성제를 이용한 제제화용 계면활성제 선발
	- 제형화 확립 및 최적배합 선정	- 유효성분과 첨가제혼합에 따른 액상제형의 최적배합 선정 및 액상제형의 투입에 따른 입상제형별 물성 및 수면전개 양상효과 평가 - 제형별 유효성분의 recipe 확인 - 액상제형에 따른 최적배합 결정 - 입상제형에 따른 최적배합 결정	
유효성분의 약효 실내검정	- 유효성분의 실내효과 평가 - 유효성분의 살충효과 작용기작 분석	- 벼물바구미에 대한 방제효과 검정 및 작용기작 분석 - 벼물바구미 및 실내에서 사육되는 유사한 해충에 약제를 살포 후 효과를 분석하고 해충의 작용 기작을 분석	
2차년도 (2010)	첨가제 및 시제품의 안정성 평가	- 첨가제에 대한 안정성확인	- 최적배합에 결정된 첨가제에 대한 안전성 자료 확보 - 이를 바탕으로 최종배합에 적용
		- 최적배합에 따른 시제품 제조	- 결정된 최적배합에 따라 시제품을 생산공정에 맞게 입제형태와 액제형태로 제조
		- 시제품의 안정성 및 안전성 확인	- 시제품의 경시적 및 이화학적 안정성 확인(층분리, 물성) - 시제품의 온도변화에 따른 저장 안정성 확인(물성변화)
	시제품의 안전성 평가	- 제품의 포유동물 및 생태계 생물에 대한 독성 및 영향 시험	- 시제품의 등록을 위한 기본적인 독성시험을 실시 - 급성경구독성시험 - 급성경피독성시험 - 담수어에 대한 영향시험
	실내효과 평가 및 포장실증시험	- 실내효과 평가에 따른 처리방법 확립	- 대상해충에 대한 실내효과 평가를 통해 제형별 희석배수, 처리량 등 처리방법을 확립 - 제형별로 포장에서 적용하기 위한 본포처리, 주변처리 등 최적처리방법을 결정 - 환경조건이 다른 여러 지역의 포장시험을 통해 방제효과 평가
	현장적용기술확립	- 농가적용 최적처리방법 도출 - 농가에서의 방제효과 검증	- 실내효과 평가에 따른 처리방법 확립(희석배수, 처리량, 살포시기 등) - 농가적용 최적처리방법 도출 (본포처리, 주변 윌동처 처리) - 농가에서의 방제효과 확인 (환경조건이 다른 여러 지역에서의 포장시험 및 대조구 대비 방제가 평가) - 방제효과 재현을 위한 반복시험
	시제품 제조 및 대량생산공정 개발	- 시제품 대량생산공정 확립 - 시제품 생산설비규격 설정	- 기존 설비를 활용하여 시제품의 대량생산을 위한 공정 및 생산설비규격 설정
	목록공시 신청 및 특허 출원	- 친환경유기농자재 목록공시 등재 - 특허 출원	- 작물충해관리용 자재로 목록공시 신청, 등재 - 벼물바구미 방제용 생물농약 관련하여 특허 출원
제품의 약효 실내검정	- 제품의 실내효과 평가 - 제품의 살충효과 작용기작 분석	- 벼물바구미 및 실내에서 사육되는 유사한 해충을 대상으로 약효를 검정 - 벼물바구미 및 실내에서 사육되는 유사한 해충에 약제를 살포 후 효과를 분석하고 해충의 작용 기작을 분석 - 벼물바구미 및 실내에서 사육되는 유사한 해충의 생리적 반응 및 특성의 변화를 분석	

제 3 절 연구개발의 효과

1. 기대효과

가. 기술적 측면

(1) 벼물바구미에 대한 생물농약시장의 기술적 전기 마련

해충방제용 생물농약의 제형화 및 제제화 기술은 현재까지 국내에서는 안정적인 기술을 확보하고 있지 못한 실정이다. 특히, 제형화 기술에 있어 첨가제 선별 및 제조공정, 유효성분과 첨가제의 배합 기술은 매우 까다롭다. 따라서 본 연구의 기술이 개발되면 국내 생물농약 기술 수준이 한 단계 업그레이드 될 것이다. 또한, 생물농약의 가장 큰 약점은 환경조건에 따라 효과편차가 심하다는 것과 실제 포장에서의 효과지속성이 약하다는 점인데, 본 연구를 통하여 효과 증진을 위한 각종 첨가제가 선별되어 살충효과를 나타내는 유효성분과 첨가제 성분과의 제형화 기술이 개발되면 생물농약의 시장 확대를 위한 기술적 전기가 마련될 것이다.

(2) 친환경농업 활성화 및 가속화 증대

친환경농업은 병해충방제용 천연자재의 개발 여부에 따라 그 성패가 달려 있으며 본 사업 성공 시, 현재 정부의 저탄소 녹색성장 정책에 따른 친환경농업 활성화에 부응하고 가속화 될 수 있는 계기가 마련될 것이다.

나. 경제적·산업적 측면

(1) 친환경농산물 생산을 통한 수도권 농가소득 증대

화학농약이 아닌 환경 친화적 방법으로 작물 해충을 방제하여 친환경농산물(쌀)을 생산할 수 있으므로, 친환경농산물 재배농가의 소득을 증대 및 안정화시킬 수 있으며, 각종 농산물의 수입개방 압력이 거세지는 현시점에서 농가의 경쟁력을 확보할 수 있다.

(2) 기술적용 확대에 따른 타 농산물의 수출경쟁력 강화

FTA에 따른 선진 외국의 청정농산물 수입확대 경향에 발맞추어 개발기술을 원예, 과수에 적용 확대함에 따라 화학농약의 사용을 감소시켜 청정농산물의 생산이 가능해짐으로써 농산물의 수출경쟁력이 강화될 것이다.

(3) 친환경 농업의 생산성 향상

내성 발현이 거의 없으며 인체에 해가 없는 천연생리활성물질에 의한 생물학적 방제법에 의하여 작물 해충을 방제함으로써 작물해충방제 효율성이 높아지고 친환경농산물에 대한 농업생산성이 향상된다.

(4) 해충 방제용 농약원제의 수입대체 효과 기대

해충 방제용 농약의 원제(특히, 벼물바구미 방제용)는 전량 수입되고 있기 때문에 본 제품의 개발 성공 시, 이들 수입 원제를 대체함으로써 무역수지를 개선할 수 있으며 나아가서는 해외 수출시장도 개척할 수 있을 것이다.

(5) 수질 및 토양환경 보전

국내 뿐만 아니라 전 세계적으로 환경보전에 대한 인식이 강화되면서, 농약 등 화학물질로 인한 수질, 토양오염 방지 및 지속가능한 농업을 통한 수질, 토양, 생태계환경보전에 이바지 할 것이다.

제 4 절 시장현황

1. 국내 제품생산 및 시장현황

가. 생물농약 시장규모

(단위 : 억 원)

구 분	현재의 시장규모 (2009 년)	예상 시장규모 (2013 년)
세계시장규모	30,000	45,000
한국시장규모	800	1,500

※ 출처 : 한국화학연구원 산업바이오화학연구센터

나. 타사 제품과의 비교

경쟁사명	제품명	사용방법	국내시장 점유율(단위: %)
아리스타라이프사이언스(주)	그린졸	모판처리	0.2% 미만
(주)남보	바구클	모판처리	0.1% 미만
(주)키토넷	물바구자바	본포처리	0.1% 미만

2. 개발기술의 산업화 방향 및 기대효과

가. 개발기술의 산업화 방향(제품의 특징, 대상 등)

- (1) 지구온난화에 따라 국내 피해지역과 월동지역이 확산되고 있는 외래해충인 벼물바구미 방제제 개발
- (2) 천연물질 유래 식물추출물, 식물성오일 등을 이용한 친환경 생물농약 개발

- (3) 효과를 증진시키기 위한 각종 첨가제 등을 선발
- (4) 안정적이고 효과적인 살충효과제고를 위한 제제화 및 안정화 기술개발
- (5) 벼물바구미의 생태적 특성에 맞는 입제와 액제의 두 가지 형태로 제품 개발
- (6) 농가 현장에서 실질적으로 적용할 수 있는 현장적용방법 확립

나. 개발기술의 산업화를 통한 기대효과

(단위 : 백만원)

산업화 기준 항 목	1차년도 (2012)	2차년도 (2013)	3차년도 (2014)	4차년도 (2015)	5차년도 (2016)	계
직접 경제효과	200	500	800	1,000	1,300	3,800
경제적 파급효과	100	200	300	500	1,000	2,100
부가가치 창출액	-	100	250	400	600	1,350
합 계	300	800	1,350	1,900	2,900	7,250

※ 직접 경제효과 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통해 기대되는 제품의 매출액 추정치

※ 경제적 파급효과 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통한 농가소득효과, 비용절감 효과 등 추정치

※ 부가가치 창출액 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통해 기대되는 수출효과, 브랜드가치 등 추정치

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 연구개발결과의 중요성 및 국내·외 관련분야에 대한 기술개발 현황

1. 연구개발 결과의 중요성

- 가. 고품질 안전농산물에 대한 국민들의 요구가 급증하고 있으며, 환경 친화적 병해충 종합 관리기술 개발에 대한 요구가 증대되고 있음
- 나. 소비자의 고품질 안전농산물에 대한 요구가 급증하고 있으며, 친환경농업 생산성 증대로 인한 활성화 및 가속화 증대가 기대됨
- 다. 외국과의 FTA에 대비한 농산물의 국제 경쟁력 강화를 위한 고품질 안전농산물의 생산기술 개발에 대한 요구가 증대
- 라. 관행농가뿐만 아니라, 친환경 수도작을 재배하는 농가가 사용할 수 있도록 친환경 유기농자재 등록공시에 등재
- 마. 벼물바구미의 방제에는 주로 화학농약을 사용하여 생태계 파괴의 원인이 되었으나 본 연구를 통하여 토양, 수질 및 생태계환경을 보전

2. 국내·외 관련분야 연구현황

벼물바구미의 방제에는 주로 화학농약을 사용하였으며, 2008년 현재 국내에는 54개 품목이 등록되어 있고, 단일 병해충으로는 벼 도열병, 사과 탄저병 다음으로 많다. 특히 1988년 7월 경남 하동에서 최초로 발견된 이후 지구온난화에 따라 그 피해가 점차 확산되고 있어 친환경 수도작 농가와 일반 관행 농가에서도 큰 피해가 있는 해충이다.

일반적으로 수도작의 벼물바구미를 비롯한 해충을 방제할 수 있는 생물자재로는 살충성 미생물, 살충성 식물추출물, 살충성 기름 등이 있다. 살충성 미생물로는 대표적으로 BT가 있으며, 그 외의 미생물로는 *Lecanicillium*속, *Metarhizium*속, *Paecilomyces*속, *Beauveria*속, *Hirsutella*속 등이 있으며, 국내외적으로 많은 연구가 진행되었으나, 그 방제효과가 높지 않아 실효성이 낮은 것으로 알려져 있다. 특히, 벼물바구미 방제를 위한 생물농약으로 님오일을 이용한 제품이 일부 개발되었으나 대체로 방제효과가 낮아 농가에서의 반응은 만족스럽지 못하고 있다. 살충성 식물로는 고삼, 황기, 은행잎, 담배잎, 멀구슬, 무화과 등이 살충효과가 있다고 인정되고 있으나, 이 역시 단용으로는 만족

스러운 방제가를 나타내지 못하고 있다. 또한, 살충성 기름으로는 Neem oil, Citronella oil, Canola oil 등이 있으며 어느 정도의 살충력은 가지고 있으나, 해충방제제로 사용하기 위해서는 oil을 유화시켜 살충효과를 나타내기 위한 제제화 기술이 필요한데 아직 제제화 기술은 미약하여 제대로 된 살충효과를 발휘하지 못하고 있는 실정이다. 기타 살충력이 있다고 알려진 유용성분들 역시 마찬가지로의 상황이다. 더욱이 지금까지 개발된 일부 제품들은 벼물바구미의 생태적 특성을 적극 활용하지 못하고 본포에서만 사용하도록 하는 등 현장에서의 적용방법 및 접근방법에 있어 문제점이 있었다. 즉, 본포근방인 월동처에서의 근본적인 해결책을 제시하지 못하는 문제점을 안고 있는 실정이다.

3. 국내·외 관련분야의 환경변화

지난 100년 동안 지구 전체 기온은 0.74℃ 상승하였고, 특히 한반도는 1.7℃ 상승하는 등 기후변화로 인한 환경 위기가 커지고 있으나, 현재 전 세계적으로 사용되고 있는 농약은 약 1,000여종에 이르며 우리나라에서 사용되고 있는 농약은 약 400여종이 되고 있다. 우리나라 농약 사용량은 경제협력개발기구(OECD) 회원국 가운데 최고 수준인 것으로 나타나고 있다. 2008년 10월 9일에 농림수산식품부가 국회에 제출한 국정감사 자료에 따르면 우리나라 ha당 농약 사용량은 2007년에 13.1kg으로, 2006년의 12.9kg보다 0.2kg 늘었다. 연도별로도 2005년 12.8kg, 2006년 12.9kg, 2007년 13.1kg 등 매년 증가하고 있다. 이는 유엔 식량농업기구(FAO)가 집계한 OECD 국가 연평균(1990~2003년) 사용량과 비교할 때 단연 1위 수준이다. 2001~2007년 ha당 12.4~13.1kg의 사용량은 8.00kg에 불과한 2위 네덜란드와도 큰 격차를 보인다. 공동 27위인 노르웨이·캐나다·핀란드(0.60kg)와 비교하면 20배가 넘는 양이다. 2007년의 농약 사용량 13.1kg에서 친환경 농자재로 분류될 수 있는 기계유제(기계에 사용된 윤활유를 활용한 농약), 생물농약을 빼더라도 우리나라 사용량은 네덜란드보다 거의 3kg이나 많은 10.8kg에 달한다.

OECD 농업환경지표협약과 관련하여 국내 농약사용량을 2013년까지 2004년 대비 40% 절감하는 목표를 설정하여 추진 중이다. 농림수산식품부는 국민건강 증진과 국격 제고를 위해서 농약 및 화학비료 사용량을 2020년까지 OECD 최저수준으로 달성하는 등의 녹색생활 실천 확산을 구체적으로 실행할 계획을 가지고 있다(농림수산식품기술기획평가원). 이에 발맞추어, 농약사용량을 줄이는 대체제로 생물농약과 같은, 친환경 제제를 개발 및 보급하는 것은 국제화시대에 걸맞는 시급한 과제임이 분명하다.

4. 당 연구진의 본 과제 관련 기술현황 및 기초연구실적

고려바이오(주)는 1997년 창업 이래 생물방제분야의 업력 14년의 바이오벤처기업으로서, 농작물병해충의 생물학적방제에 관한 다년간의 경험을 바탕으로 다양한 핵심기술을 보유하고 있다. 핵심기술로는 대상해충에 대한 천연물질 선발기술, 천연물질로부터 유효성분 최적화 기술, 유효성분의 안정화기술, 특정 환경에서 유효성분의 효과를 극대화할 수 있는 제제화 기술, 담체로부터 유효성분의 용출속도 제어 기술(서방화 기술), 서로 다른 물성을 가지는 살충기능성물질의 제제화 기술 등을 보유하고 있어, 대상해충에 대한 생물농약을 가장 효율적으로 개발할 수 있는 기술적기반이 확립되어 있는 상태이다.

가. 벼물바구미에 대한 살충성 식물체 추출물 확보 및 선발

구분	내용
식물체 추출물의 살충력 평가	한국생명공학연구원 유전자원보존실 한국식물추출물은행에서 분양받은 250여개 식물체 추출물의 벼물바구미에 대한 살충력 평가 (약충에 대한 살충을 80% 내외인 5개 식물체 선발)

나. 벼물바구미에 대한 식물추출물의 살충효과

구분	내용
살충성 식물추출물의 살충력 평가	<ul style="list-style-type: none"> ◎ Alcohol추출액의 벼물바구미에 대한 살충력 평가 - 고삼추출물의 약충에 대한 살충을 85% 내외 - 계피추출물의 약충에 대한 살충을 80% 내외

다. 벼물바구미에 대한 살충성 식물추출물의 제제화 기초연구

구분	내용
식물체의 조추출물에 대한 제제화 기초연구	<ul style="list-style-type: none"> - 다양한 추출용매를 이용한 식물체 조추출액 제조 - 비이온 계면활성제를 이용한 식물추출물 유화 - 물성안정성, 경시적 변화에 대해 확인
효력증진 및 조추출물 안정화에 대한 기초연구	<ul style="list-style-type: none"> - 부착성 증진제, 산화방제제, UV 차단제를 식물체 조추출물과 혼합하여 시제품 제조 - 농도별 처리에 따른 안정성 확인 - 15일간 상온에서 보관 후 안정성 및 살충효과 확인

라. 벼물바구미에 대한 살충성 기름 개발 관련

구분	내용
살충성 기름 수집, 확보	Neem oil, Citronella oil 등
살충성 기름의 제제화 기초연구	최적의 비이온계면활성 선발 및 유화기술 확립
살충성 기름의 해충별 살충효과 평가	각각 희석액의 벼물바구미 약충에 대한 살충율 70~75%

마. 벼물바구미에 대한 반제품 간이 포장시험

구분	내용
벼물바구미 월동처의 액제 처리에 따른 본포에서의 발생빈도 조사	무처리구 대비 월동처인 주변 논둑 등지에 액제 처리한 이후의 본포에서의 벼물바구미 발생밀도 약 10% 감소
벼물바구미 월동처의 액제 처리 효과	벼물바구미 성충에 대한 살충율 약 60% 내외

5. 본 연구과제 성과물의 타 제품과의 차별성

살충효과가 우수한 유효성분을 선발, 안정적인 효과를 발휘할 수 있는 제형화 기술, 대상해충에 대한 적절한 현장적용방법 개발이 생물농약개발의 핵심이라 할 수 있다. 뿐만 아니라 본 연구의 대상해충인 벼물바구미에 대한 정확한 생리, 생태학적 특성을 파악하고 이에 대한 적절한 약제 개발을 해야 한다. 이전까지 개발되었던 대부분의 벼물바구미 방제용 친환경 제품들은 실험실 적으로는 효과가 우수하지만 현장에서의 효과는 많이 부족한 것으로 나타나고 있다. 이러한 문제점은 제제화 기술의 부족과 벼물바구미에 대한 현장에서의 적용방법이 적절하지 못하여 나타나는 것으로 판단된다.

그러므로 본 연구에서는 벼물바구미의 생태학적 특성을 고려하여 최성기인 5월 중순~5월 하순경에 본포에 처리할 수 있는 입제형태의 생물농약과, 4월말~5월 중순에 월동처인 논둑 주변에 처리할 수 있는 액제형태의 생물농약, 즉 2가지 형태의 생물농약을 개발하고자 하였다.

기존의 제품은 주로 액상의 수면전개제로서 수면위에 유효성분이 퍼져있는 형태의 제품이었으나, 개발하고자 하는 입제형태의 제품은 주성분을 식물추출물과 식물성오일을

이용하여 물속에서 유효성분이 용출되면서 벼물바구미에 지속적으로 효과를 발휘할 수 있는 제품이다.

또한 월동하기 전에 주변 월동처에 살포할 수 있는 액제 형태의 제품을 개발함으로써 벼물바구미에 대한 근본적인 방제대책을 마련함으로써 보다 효율적이고 지속적인 방제효과를 나타낼 수 있게 된다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 식물추출물 및 식물성 오일의 최종선발

1. 이론적, 실험적 접근방법

본 연구에서는 식물추출물을 이용하여 대상해충(벼물바구미)에 대한 방제효과를 증진시킬 목적으로 최적의 식물추출물 및 식물성 오일을 선발하였다. 또한, 선발된 유효성분의 투입농도 및 합제 농도별 처리효과를 확인하여 최적의 처리농도를 선발하였고, 벼물바구미에 대한 방제효과를 증진시키고자 하였다.

2. 연구내용 및 연구결과

가. 유효성분의 벼물바구미에 대한 실내 살충효과 검정 _ 1차 선별

본 연구에서는 여러 유효성분을 이용하여 대상해충(벼물바구미) 살충효과를 소규모 실내시험을 통해 확인하여, 효과적인 유효성분을 선발하고자 하였다.

유효성분 선발을 위해 사용된 식물체로는 arnica 추출물, 상백피 추출물, 백합 추출물 등 25가지이며, 각각의 추출물을 2500ppm 별로 희석하기 위해 각각의 ppm별 적정 양을 아세톤 5ml에 녹인 후 물 25ml에 희석하여 사용하였다. Breeding dish에 벼물바구미 성충을 15마리 3반복으로 약제를 살포하였으며 24시간, 48시간 후 살충효과를 관찰한 결과, Sesame oil, Garlic oil, 계피추출물, 향수비자나무추출물, 님추출물, 감귤추출물의 효과가 우수한 것으로 확인되었다.

Table 1. 벼물바구미에 대한 식물추출물의 농도별 살충효과 1

식물추출물명	Mortality(%) / 2500ppm	
	24hrs	48hrs
Arnica	2.3	5.2
상백피	0.7	1.7
향수비자나무	63.3	70.0
제충국	5.4	10.4
님	73.3	76.7
Hop	2.2	3.2
백합	3.2	4.0
고삼	4.5	5.2
녹차	2.4	3.2
담뱃잎	1.2	2.2
생강	1.5	2.7
감귤	30.0	36.7
Garlic oil	23.3	30.0
차나무	3.2	6.4
감초	2.5	7.2
은행잎	3.7	7.3
솔잎	5.3	10.5
계피	50.0	60.0
데리스	4.7	7.2
아르니카	3.4	6.8
담쟁이	2.3	4.2
회향	3.2	5.2
Sesame oil	7.2	13.3
금잔화	1.8	2.0
무처리	0.0	0.0

나. 유효성분의 벼물바구미에 대한 실내 살충효과 검정 _ 2차 선별

(1) 벼물바구미에 대한 유효성분의 농도별 살충효과 검정

본 연구에서는 1차 선별된 6가지 유효성분[Sesame oil, Garlic oil, 계피추출물, 향수비자나무추출물, 님추출물, 감귤추출물]을 이용하여 대상해충(벼물바구미) 살충효과를 소규모 실내시험을 통해 확인하여, 효과적인 유효성분을 최종 선별하고자 하였다. 또한 유효성분의 투입농도를 달리하여 대상해충에 대한 최적의 처리농도를 확인하였다.

1차 선발된 6가지 유효성분을 500ppm, 1000ppm, 1500ppm, 2500ppm 별로 희석하기 위해 각각의 ppm별 적정 양을 아세톤 5ml에 녹인 후 물 25ml에 희석하여 사용하였다. 단, 계피추출물은 각각의 ppm별 적정 양을 에탄올 5ml에 녹인 후 물 25ml에 희석하였다.

Breeding dish에 벼물바구미 성충을 15마리 3반복으로 약제를 살포하였으며 24시간, 48시간 후 살충효과를 관찰하였다.

Table 2. 벼물바구미에 대한 식물추출물의 농도별 살충효과 2

식물추출물명	Mortality(%)							
	24hrs				48hrs			
	500 ppm	1000 ppm	1500 ppm	2500 ppm	500 ppm	1000 ppm	1500 ppm	2500 ppm
Sesame oil	0.0	0.0	3.3	6.7	0.0	3.3	6.7	13.3
Garlic oil	0.0	10.0	16.7	23.3	0.0	13.3	20.0	30.0
계피	3.3	16.7	40.0	50.0	6.7	20.0	40.0	60.0
향수비자나무	6.7	20.0	53.3	63.3	10.0	30.0	53.3	70.0
넙	10.0	33.3	56.7	73.3	13.3	40.0	56.7	76.7
감귤	3.3	16.7	23.3	30.0	3.3	16.7	33.3	36.7
무처리	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

(2) 벼물바구미 살충효과 확인에 따른 유효성분의 최종선발

Table 2.에서 보는 바와 같이 시험결과 대상해충에 대해 6가지 유효성분 중 넙추출물, 향수비자나무추출물, 계피추출물이 2500ppm에서 60% 이상의 방제효과를 나타내었으며, 그 중 넙추출물의 효과가 가장 우수한 것으로 나타났다. 이에 따라 그중 효과가 우수한 넙추출물과 향수비자나무추출물 두 가지를 최종 선발하였다.

(3) 최종 선발된 유효성분물질의 살충력 상승효과

기 선발된 넙추출물과 향수비자나무추출물의 벼물바구미에 대한 유효성분의 투입농도를 달리하여 살충력 상승효과에 대한 처리농도를 확인하였다.

유효성분인 넙추출물과 향수비자나무추출물을 500ppm, 1000ppm, 1500ppm, 2500ppm 별로 희석하기 위해 각각의 ppm별 적정 양을 아세톤 5ml에 함께 녹인 후 물 25ml에 희석하여 사용하였다. Breeding dish에 벼물바구미 성충을 15마리 3반복으로 약제를 살포하였으며 24시간, 48시간 후 살충효과를 관찰하였다. 그 결과, 살충력 상승효과는 넙추출물 1500ppm, 향수비자추출물 1500ppm 내외의 배합이 효과 및 경제성 면에서 가장 양호한 것으로 나타났다.

Table 3. 벼물바구미에 대한 식물추출물의 농도별 살충효과 3

구 분		향수비자추출물			
		500ppm	1000ppm	1500ppm	2500ppm
님추출물	500ppm	17.8%	22.2%	51.1%	71.1%
	1000ppm	42.2%	44.4%	55.6%	73.3%
	1500ppm	60.0%	62.2%	71.1%	75.6%
	2500ppm	75.6%	77.7%	80.0%	80.0%

제 2 절 효과증진용 첨가제, 안정제, 물성조정제 및 제제화용 첨가제 선발

1. 이론적, 실험적 접근방법

본 연구에서는 제품에 대한 효과를 증진시키기 위하여 첨가제, 안정제, 물성조정제 등을 선발하고자 하였다. 또한, 제제화를 위한 첨가제를 선발하여 최적의 제제를 제조할 수 있는 첨가제를 선발하고자 하였으며, 제품의 물성 및 효능이 안정하게 유지될 수 있는 첨가제를 선발하고자 하였다.

2. 연구내용 및 연구결과

가. 입상제품을 위한 첨가제 선발

(1) 생분해성 접착제를 이용한 부착성 증진제 개발

본 연구에서는 살충성 성분이 골고루 혼합될 수 있도록 하기 위하여 생분해성 접착제 성분의 점질성을 통한 부착성 증진제를 선발하고자 하였다. 생분해성 부착성 증진제로는 Avicel, CMC, Xanthan gum, Glycerol, Gelatin, Starch 등을 유효성분 혼합액(님추출물과 향수비자나무추출물을 각각 50%씩 혼합)에 농도별(5, 10, 20, 50, 100ppm)로 투입하여 제조한 다음 경시적 물성 등을 비교하였으며, 점성이 높은 Xanthan gum은 0.5% 수용액을 미리 만들어 농도에 맞추어 투입하였다. 그 결과 Xanthan gum, Glycerol 5~10ppm에서 물성 및 안정성이 우수한 것으로 나타났으며, 점착성이 양호한 것으로 나타났다. 최종적으로는 취급성과 투입 시 단가 등을 고려하여 Xanthan gum을 선발하였다.

Table 4. 부착성 증진제의 농도에 따른 물성안정성 및 점착성

부착성 증진제	농도에 따른 물성안정성(ppm)					점착성(ppm)				
	5	10	20	50	100	5	10	20	50	100
Avicel	◎	○	○	△	×	×	×	△	○	○
CMC	◎	○	○	△	×	×	△	△	◎	◎
Xanthan gum	◎	◎	◎	○	△	△	○	◎	◎	◎
Glycerol	◎	◎	○	○	○	△	○	○	◎	◎
Gelatin	◎	○	○	○	×	×	△	○	◎	◎
Starch	○	○	○	○	△	△	△	○	○	◎

◎ : 매우우수, ○ : 우수, △ : 양호, × : 불량

(2) 분산제 및 계면활성제 선발

본 연구에서는 수면전개 양상을 개선하고, 실층효과를 증대시키기 위한 보조제를 선발하고자 하였다. 효력증진을 위한 보조제로는 식물성오일, 비이온계면활성제 등을 농도 별로 투입하여 주성분의 수면전개 양상을 비교 평가하였다. 식물성오일로는 채종유, 피마자유, 옥수수유, 대두유, 유칼립투스 오일을 사용하였으며 각각의 오일은 투입율(1%, 2%, 4%, 8%)을 달리하여 님추출물과 향수비자나무추출물을 각각 50%로 혼합한 원액에 혼합 처리 후 경과일별 수면전개 양상을 비교 하였다. 그 결과, 사용된 다섯 종류의 오일은 4% 투입 시 물성이 가장 양호하였으며, 그중에서 채종유, 유칼립투스 오일의 효과가 가장 우수하게 나타났다. 최종적으로 구입의 용이성 및 단가 등을 고려하여 채종유를 선발하였다.

분산제로는 수면전개 시 주성분의 뭉침 현상을 개선하여 수면전개 시 수면에 골고루 퍼지게 하여 대상해충의 표면에 골고루 접촉할 수 있도록 농업용으로 사용되는 비이온계면활성제를 이용하였으며, 비이온계면활성제로는 Castor oil, ethoxylated(CAS No. 61791-12-6), Polyoxyethylene monooleate(CAS No. 9004-96-0), Polyethylene glycol(CAS No. 25322-68-3), Polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether(CAS No. 9036-19-5), Polyoxyethylene dodecyl mono ether(CAS No.9002-92-0), Polyoxyethylene sorbitan monooleate(CAS No. 9005-65-6), Sorbitan monostearate(CAS No. 1338-41-6), Polyoxyethylene hydrogenated castor oil(CAS No. 61788-85-0) 등을 님추출물과 향수비자나무추출물을 각각 50%로 혼합한 원액에 투입비율(0.1~5.0%)별로 혼합하여 수면전개 후 양상을 확인하였다. 그 결과, Table 6.에서 보는 바와 같이 수면전개 양상이 가장 우수한 Castor oil, ethoxylated, Polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether을 선발하였다.

Table 5. 식물성오일의 투입비율에 따른 경과 일수별 수면전개 양상(실내)

투입율 (%)	경과일	식물성 오일				
		Canola oil	Castor oil	Corn oil	Soybean oil	Eucalyptus oil
1%	5	◎	○	◎	◎	◎
	10	○	○	○	○	○
	15	○	○	△	△	○
	20	△	△	△	△	△
2%	5	◎	◎	◎	◎	◎
	10	◎	○	○	○	○
	15	○	○	△	△	○
	20	△	△	△	△	△
4%	5	◎	◎	◎	◎	◎
	10	◎	○	○	○	○
	15	○	○	○	○	○
	20	○	△	△	△	○
8%	5	◎	◎	◎	◎	◎
	10	○	○	○	○	○
	15	○	△	△	△	△
	20	△	△	△	△	△

◎ : 매우우수, ○ : 우수, △ : 양호

Table 6. 비이온계면활성제의 투입농도에 따른 수면전개 양상

비이온계면활성제(화학명)	수면전개 양상 (%)								
	0.1	0.2	0.4	0.8	1	2	3	4	5
Polyoxyethylene dodecyl mono ether	-	-	-	-	-	+	+	-	-
Castor oil ethoxylated	-	-	-	+	+	++	++	+	-
Polyoxyethylene monooleate	-	-	-	-	-	+	+	+	-
Polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether	-	-	-	+	+	++	+++	+	-
Polyoxyethylene sorbitan monooleate	-	-	-	-	+	+	+	-	-
Polyoxyethylene hydrogenated castor oil	-	-	-	-	-	+	+	-	-
Sorbitan monostearate	-	-	-	-	+	+	+	+	-

+++ : 매우우수, ++ : 우수, + : 양호, - : 불량



Figure 2. 식물성오일 및 계면활성제 투입 시 수면전개 양상

(3) 유효성분의 효과유지를 위한 산화방지제 선발

기 선발된 유효성분이 식물성오일이기 때문에 공기 중 노출 시 물리화학적 안정성 및 지속적인 살충효과유지를 위해서는 산화방지제를 이용한 안정성이 확보되어야 한다. 식품용 및 가축 사료용으로 널리 사용 중인 Ethoxyquin, BHA(Buylated Hydroxyanisole), BHT(Buylated Hydroxytoluene) 3종을 님추출물과 향수비자나무추출물을 각각 50%로 혼합한 원액에 농도별(30, 60, 75, 150ppm)로 투입하여 경시안정성 및 수면전개 양상을 확인하였다. 그 결과, 처리 간 큰 차이는 나타나지 않았으나, ethoxyquin 75ppm 처리 시 20일 후 수면전개 양상이 가장 양호한 것을 확인하였다. 또한, ethoxyquin(CAS No. 91-53-2)은 친환경유기농자재 허용에 필요한 EPA list 4B에 해당되는 물질이며, 경제적 측면에서도 BHA, BHT보다 유리하기 때문에 최종적으로 ethoxyquin을 선발하였다.

(4) 유효성분의 안정화를 위한 물성조정제 및 안정제 선발

님추출물, 향수비자나무추출물의 혼합한 원액의 수면전개성이 잘 유지되기 위해서는 제제가 적당히 유화되어 수면전개가 유지되어야 하므로, 본 연구에서는 적당한 유화성을 유지할 수 있는 유화제를 선발하고자 하였다.

우선 님추출물과 향수비자나무추출물을 각각 50%로 혼합한 원액에 비이온계면활성제 Polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether(CAS No. 9036-19-5), Polyethylene glycol(CAS No. 25322-68-3), Polyoxyethylene nonylphenol(CAS No. 9016-45-9), Nonylphenol ethoxylated phosphate ester(CAS No. 518-79-1), Polyoxyethylene glycerin monooleate(CAS No. 51192-09-7) 등을 농도별(1, 3, 5, 7, 10%)로 투입하여 희석액을 제조한 다음 경시적 물성 및 유효성분의 유화정도를 비교하였다.

시험결과 Polyethylene glycol, Polyoxyethylene nonylphenol이 1~3%에서 물성 및 유화정도가 적절한 것으로 나타났다. 최종적으로는 취급성과 단가 등을 고려하여 Polyethylene glycol을 선발하였다.

Table 7. 임상용 유화제의 농도에 따른 물성안정성 및 유화정도

유화제	적용농도(%) 및 유효성분 뭉침 정도				
	1	3	5	7	10
Polyethylene glycol	13~17	9~11	7~9	5~7	4~5
Polyoxyethylene nonylphenol	20 내외	13~17	11~13	9~12	7~8
Nonylphenol ethoxylated phosphate ester	25 이상	25 내외	20 내외	16~18	15~17
Polyoxyethylene glycerin monooleate	30 이상	30 이상	25 이상	25 내외	20 내외

+++ : 매우우수, ++ : 우수, + : 양호, - : 불량

나. 액상제품을 위한 첨가제 선발

(1) 유효성분의 경시적 안정성을 유지하는 유화제 선발

본 연구에서는 유효성분이 유화되도록 하기 위하여 유화제를 선발하고자 하였다. 유화제로는 Polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether(CAS No. 9036-19-5), Polyethylene glycol(CAS No. 26322-68-3), Polyoxyethylene nonylphenol(CAS No. 9016-45-9), Nonylphenol ethoxylated phosphate ester(CAS No. 518-79-1), Polyoxyethylene glycerin monooleate(CAS No. 51192-09-7) 등을 님추출물, 향수비자나무추출물 각각 50% 혼합액에 농도별(1, 3, 5, 7, 10%)로 투입 후, 희석액을 제조하여 경시적 물성 및 유효성분의 유화정도를 비교하였다.

시험결과 Polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether, Polyethylene glycol, Polyoxyethylene nonylphenol이 각각 5~10%에서 물성 및 유화정도가 우수한 것으로 나타났다. 최종적으로는 취급성과 단가 등을 고려하여 Polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether과 Polyethylene glycol을 선발하였다.

Table 8. 액상용 유화제의 농도에 따른 물성안정성 및 유화정도

유화제	적용농도(%) 및 유효성분 뭉침 정도					물성안정성 및 유화정도
	1	3	5	7	10	
Polyethylene glycol	13~17	9~11	7~9	5~7	4~5	+++
Polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethyl butyl)phenyl ether	13~15	7~9	6~7	5~6	4~5	+++
Polyoxyethylene nonylphenol	20 내외	13~17	11~13	9~12	7~8	++
Nonylphenol ethoxylated phosphate ester	25 이상	25 내외	20 내외	16~18	15~17	-
Polyoxyethylene glycerin monooleate	30 이상	30 이상	25 이상	25 내외	20 내외	-

+++ : 매우우수, ++ : 우수, + : 양호, - : 불량

(2) 유효성분의 효력 증진용 분산제 선발

본 연구에서는 살충효과를 증대시키기 위한 보조제를 선발하고자 하였다. 효력증진을 위한 보조제로는 분산제를 투입하여 분산효과를 비교 평가하였다. 분산제로는 뭉침 현상과 대상해충의 표면에 골고루 접촉할 수 있도록 분산성을 높여주기 위해 농업용으로 사용되는 비이온계면활성제를 이용하였으며, 비이온계면활성제로는 EPA inerts ingredient List 4에 있는 보조제 중에서 Castor oil, ethoxylated(CAS No. 61791-12-6), Polyoxyethylene monooleate(CAS No. 9004-96-0), Polyethylene glycol(CAS No. 25300-68-3), Polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether(CAS No. 9036-19-5), Polyoxyethylene dodecyl mono ether(CAS No. 9002-92-0), Polyoxyethylene sorbitan monooleate(CAS No. 9005-65-6), Amines,coco alkyl, ethoxylated(CAS No. 61791-14-8), Polyoxyethylene sorbitan monooleate(CAS No. 9005-65-6), Polyoxyethylene hydrogenated Castor oil(CAS No. 61788-85-0), Polyoxyethylene glycerin monooleate(CAS No. 51192-09-7) 등을 농도별(5, 10, 20, 50, 100ppm)로 처리하여 유효성분의 분산정도를 확인하였다.

시험결과 Table 9.에서 보는 바와 같이 Polyoxyethylene sorbitan monooleate 50ppm 이상에서 유효성분의 뭉침 정도와 분산정도가 양호한 것으로 확인되었다.

Table 9. 비이온계면활성제의 농도에 따른 유효성분의 몽침 및 분산정도

분산제	적용농도(ppm) 및 유효성분 몽침 정도					분산 정도
	5	10	20	50	100	
Polyethylene glycol	13~17	7~9	6~7	5~6	4~5	++
Polyoxyethylene dodecyl mono ether	12~15	7~10	7~9	6~7	6~7	+
Polyoxyethyleneglycerin monooleate	30 이상	25 내외	23 내외	10~15	10~13	-
Castor oil, ethoxylated	20 내외	12~15	10~11	8~9	8~9	+
Polyoxyethylene sorbitan monooleate(Tween 80)	12~15	8~11	5~7	2~4	2~3	+++
Polyoxyethylene monooleate	30 이상	25 내외	20 내외	10~17	10~15	-
Polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl)phenyl ether	30 이상	30 이상	30 이상	25 내외	20 내외	-
Amines, coco alkyl, ethoxylated	18~20	12~15	8~10	6~8	5~6	++
Polyoxyethylene sorbitan monooleate	25 내외	20 내외	12~15	8~10	8~9	+
Polyoxyethylene hydrogenated Castor oil	15~18	10~13	8~9	7~8	5~6	++

+++ : 매우우수, ++ : 우수, + : 양호, - : 불량

(3) 유효성분에 대한 생분해성 접착제를 이용한 부착성 증진제 선발

본 연구에서는 원하는 부위에 유효성분이 부착될 수 있도록 하기 위하여 생분해성 접착제 성분의 점질성을 통한 부착성 증진제를 선발하고자 하였다. 생분해성 부착성 증진제로는 Avicel, CMC, Xanthan gum, Rosin, Glycerol, Gelatin, Starch 등을 농도별(5, 10, 20, 50, 100ppm)로 투입하였으며, 점성이 높은 Xanthan gum은 0.5% 수용액을 만들어 농도에 맞추어 투입한 다음 경시적 물성 및 점착성을 비교하였다.

시험결과 Gelatin, Xanthan gum 5~10ppm에서 물성 및 안정성이 우수한 것으로 나타났으며, 점착성도 양호한 것으로 나타났다. 최종적으로는 취급성과 단가 등을 고려하여 Xanthan gum을 선발하였다.

Table 10. 부착성 증진제의 농도에 따른 물성안정성 및 점착성

부착성 증진제	농도에 따른 물성안정성(ppm)					점착성(ppm)				
	5	10	20	50	100	5	10	20	50	100
Avicel	◎	○	○	△	×	×	×	△	○	○
CMC	◎	◎	○	△	×	×	△	△	◎	◎
Xanthan gum	◎	◎	○	○	△	△	○	◎	◎	◎
Rosin	○	○	△	△	×	×	△	○	◎	◎
Glycerol	◎	◎	◎	○	○	×	×	×	△	△
Gelatin	◎	◎	○	○	×	×	△	○	◎	◎
Starch	○	○	△	△	×	△	○	◎	◎	◎

◎ : 매우우수, ○ : 우수, △ : 양호, ×: 불량

제 3 절 유효성분간의 제형화 확립 및 최적배합 선정

1. 이론적, 실험적 접근방법

본 연구에서는 입제배합 및 액제배합에 대한 효과 및 안정성을 증진시키기 위한 제형을 선별하고자 하였으며, 이에 따라 최적배합을 결정하였다. 입제배합의 투입비율에 따른 수면전개양상을 측정하여 최적의 제형을 선별하고자 하였으며, 주요성분의 투입비율에 따른 최적의 제형을 선별하고자 하였다.

2. 연구내용 및 연구결과

가. 입상 제품 유효성분간의 제형화 확립 및 recipe 확인

(1) 입상 캐리어 선정을 위한 포장실증 실험 및 입상캐리어 선정

본 연구에서는 수면전개 양상을 개선하고, 살충효과를 증대시키기 위한 입상용 캐리어를 선별 및 입상제형의 최적배합을 결정하기에 앞서 입상제형인 규산입제를 이용한 입상제형, 유기질 펠렛 입제를 이용한 입상제형의 효과를 점검하고자 하였으며, 캐리어별

수면전개양상을 평가하여 입상캐리어를 선발하고자 하였다. 캐리어를 이용한 입상제형은 캐리어 85%와 유효성분(식물추출물) 15%로 배합하였다. 규산을 이용한 입상제형은 기준량에서 35.5%의 방제가를 나타냈으며 배량에서 73.9%의 방제가를 나타내었다. 유기질 펠렛 입제를 이용한 입상제형은 기준량에서 34.8%의 방제가를 나타냈으며 배량에서 60.9%의 방제가를 나타내었다. 약해조사결과 배량에서도 약해증상은 발견되지 않았다. 수면전개양상 조사결과, 규산을 이용한 입상제형이 20일후에도 가장 우수하였다. 유충의 관찰은 무처리 자체의 수가 저조하여 방제가 산출 데이터로 활용할 수 없었다.

(가) [실험 1] 규산입제를 이용한 입상제형

① 시험작물(품종) : 벼(삼강)

② 처리내용

처리구	배합	약효시험		약해시험
		희석배수 및 사용량	처리시기 및 방법	
기준량	규산 85%+유효성분 15%	100g/1판	이앙당일 육묘상 처리	100g/1판
배량	규산 85%+유효성분 15%	200g/1판	이앙당일 육묘상 처리	200g/1판
무처리	-	-	-	-

③ 시험구배치 및 면적

구분	처리수	반복수	총 구수	구당면적	소요면적	총면적
약효	2	3	6	30㎡	180㎡	270㎡
약해	3	3	9	10㎡	90㎡	

④ 주요조사항목

㉞ 약효 : 생충수(7월 상중순경 구당 5주 이상에 대한 유충수 조사)

성충수(약제처리 3, 7, 14일후 구당 5주 이상에 대한 조사)

㉟ 약해 : 약제처리 3, 7, 14일후 기준량, 배량에서 외관상 약해유무 3회 달관조사

⑤ 결과

시험약제	배합	성충에 대한 방제가(%)		
		1차	2차	3차
기준량	규산 85%+유효성분 15%	50.0%	53.3%	35.5%
배량	규산 85%+유효성분 15%	60.0%	73.3%	73.9%

(나) [실험 2] 유기질 펠릿을 이용한 입상제형

① 시험작물(품종) : 벼(추청)

② 처리내용

처리구	배합	약효시험		약해시험
		희석배수 및 사용량	처리시기 및 방법	
기준량	펠릿 85%+유효성분 15%	100g/1판	이앙당일 육묘상 처리	100g/1판
배량	펠릿 85%+유효성분 15%	200g/1판	이앙당일 육묘상 처리	200g/1판
무처리	-	-	-	-

③ 시험구배치 및 면적

구분	처리수	반복수	총 구수	구당면적	소요면적	총면적
약효	2	3	6	30㎡	180㎡	270㎡
약해	3	3	9	10㎡	90㎡	

④ 주요조사항목

㉓ 약효 : 생충수(7월 상중순경 구당 5주 이상에 대한 유충수 조사)

생충수(약제처리 3, 7, 14일후 구당 5주 이상에 대한 조사)

㉔ 약해 : 약제처리 3, 7, 14일후 기준량, 배량에서 외관상 약해유무 3회 달관조사

⑤ 결과

시험약제	배합	성충에 대한 방제가(%)		
		1차	2차	3차
기준량	규산 85%+유효성분 15%	47.0%	35.3%	34.8%
배량	규산 85%+유효성분 15%	47.0%	52.9%	60.9%

Table 11. 입상제형의 무처리 대비 효과

구분	규산입제를 이용한 입상제형		유기질 펠릿 입제를 이용한 입상제형	
	기준량	배량	기준량	배량
성충 방제가(%)	35.5%	73.9%	34.8%	60.9%
약해 (0~5)	0	0	0	0
수면 전개성	3일	◎	◎	◎
	7일	○	◎	○
	14일	○	○	△
	20일	△	○	△

◎ : 매우우수, ○ : 우수, △ : 양호



처리 10일후

처리 60일후

처리구별 유충수 조사

Figure 3. 입상제형의 포장실증 실험



구산입제를 이용한 입상제형

펠릿입제를 이용한 입상제형

무처리

Figure 4. 입상제형의 수면전개 양상

(2) 입상제형의 캐리어 선발

본 연구에서는 수면전개 양상을 개선하고, 살충효과를 증대시키기 위한 입상용 캐리어를 선발하고자 하였다. 효력증진을 위한 캐리어로는 고령토, 구산입제, 제올라이트 0.35mm, 유기질비료 펠릿, 피트모스, 찻겨 등에 액상제형의 투입율(5, 10, 15, 20%)을 달리하여 주성분의 수면전개 양상을 비교 평가하였으며 액상제형은 증량제를 제외한 유효성분 및 첨가제의 비율을 100%로 환산하여 각각의 투입율에 같은 비율로 배합하였다. 그 결과 사용된 여섯 종류의 캐리어는 15%까지 물성 면에서 양호하였으며, 수면전개 양상 면에서는 15~20%가 가장 양호하였다. 이상으로 보아, 캐리어에 액상제형의 투입 시 15%의 비율이 가장 양호하게 나타났으며, 그중에서 구산입제, 유기질비료 펠릿, 피트모스의 효과가 가장 우수하게 나타났다. 최종적으로 구입의 용이성 및 단가 등을 고려하여 구산입제를 선발하였다.

Table 12. 입상제형 내 유효성분의 투입비율에 따른 경과 일수별 물성 양상(실내)

투입율 (%)	경과일	입상용 캐리어					
		고령토	규산입제	유기질비료 펠렛	피트모스	쌀겨	제올라이트
5%	5	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	10	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	15	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	20	◎	◎	◎	◎	◎	◎
10%	5	◎	◎	○	◎	◎	◎
	10	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	15	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	20	◎	◎	◎	◎	◎	◎
15%	5	◎	○	○	◎	◎	◎
	10	◎	○	○	◎	◎	◎
	15	◎	○	◎	◎	◎	◎
	20	◎	◎	◎	◎	◎	◎
20%	5	◎	△	△	◎	◎	○
	10	◎	○	○	◎	◎	○
	15	◎	○	○	◎	◎	○
	20	◎	○	○	◎	◎	○

◎ : 매우우수, ○ : 우수, △ : 양호



유기질 펠렛 85% + 유효성분 15%

쌀겨 85% + 유효성분 15%

규산입제 85% + 유효성분 15%

Figure 5. 입상제형 내 유효성분의 투입비율에 따른 입상제형의 물성 양상

Table 13. 입상제형 내 유효성분의 투입비율에 따른 경과 일수별 수면전개 양상(실내)

투입율 (%)	경과일	입상용 캐리어					
		고령토	규산입제	유기질비료 펠렛	피트모스	쌀겨	제올라이트
5%	5	○	◎	◎	◎	○	○
	10	○	○	○	○	△	○
	15	○	○	○	○	△	△
	20	△	○	△	△	△	△
10%	5	◎	◎	◎	◎	◎	○
	10	○	○	○	○	△	○
	15	○	○	△	○	△	△
	20	△	○	△	△	△	△
15%	5	◎	◎	◎	◎	◎	○
	10	◎	◎	○	◎	○	○
	15	○	○	○	○	△	△
	20	△	○	△	△	△	△
20%	5	◎	◎	◎	◎	◎	○
	10	○	◎	○	○	○	○
	15	○	○	○	○	△	△
	20	△	○	△	△	△	△

◎ : 매우우수, ○ : 우수, △ : 양호



유기질 펠렛 85% + 유효성분 15% 제올라이트 85% + 유효성분 15% 규산입제 85% + 유효성분 15%

Figure 6. 입상제형 내 유효성분의 투입비율에 따른 경과 일수별 수면전개 양상(실내)

(3) 입상제품 제조를 위한 주요성분의 최적배합 결정

캐리어를 제외한 나머지 첨가제들을 선발된 유효성분인 님추출물, 향수비자나무추출물과 혼합하였다. 유효성분에 효력증진제인 식물성오일(Canola oil 4%), 분산제(Castor oil ethoxylated 2.6%), 부착성 증진제(Xanthan gum 0.001%)를 혼합하고, 비이온계면활성제를 이용한 유화제를 확인한 결과 polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl)

phenyl ether 2.6%, polyethylene glycol 2.3%를 혼합하여 액상제형을 제조하였을 때 물성이 양호한 것을 확인하였으며, 산화방지제로는 Ethoxyquin 0.0075%을 혼합하였을 때 물성의 변화 없이 안정적인 물성을 보이는 것으로 나타났다. 이에 따라 첨가제 혼합에 따른 입상제형을 위한 주요성분의 최적배합은 다음과 같다.

Table 14. 입상제품 제조를 위한 주요성분의 최적배합

원료명		투입비율
유효성분	넙 추출물	41%
	향수비자나무추출물	41%
효력증진용 첨가제	식물성오일(Canola oil)	4%
	분산제(Castor oil ethoxylated)	2.6%
	부착성증진제(Xanthan gum)	0.001%
제제화용 첨가제	유화제(polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl)phenyl ether)	2.6%
	유화제(polyethylene glycol)	2.3%
	산화방지제(Ethoxyquin)	0.0075%
증량제	Ethanol(또는 water)	rest

(4) 입상제품의 최적배합 결정

상기의 연구된 결과와 동일하게 입상제품의 배합은 규산(또는 비료분)과 혼합하여 제형을 제조하였을 경우에 물성의 변화 없이 안정적인 물성을 보이는 것으로 나타났다. 이에 따라 첨가제 혼합에 따른 입상제품의 최적배합은 다음과 같다.

Table 15. 입상제품의 최적배합

원료명		투입비율
유효성분	넙추출물	41%
	향수비자나무추출물	41%
효력증진용 첨가제	식물성오일(Canola oil)	4%
	분산제(Castor oil ethoxylated)	2.6%
	부착성증진제(Xanthan gum)	0.001%
제제화용 첨가제	유화제(polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl)phenyl ether)	2.6%
	유화제(polyethylene glycol)	2.3%
	산화방지제(Ethoxyquin)	0.0075%
증량제	Ethanol(또는 물)	rest
증량제	규산(또는 비료분)	85%

나. 액상제품 유효성분간의 제형화 확립 및 recipe 확인

(1) 액상제품의 유효성분간 제형화 확립

캐리어를 제외한 나머지 첨가제들을 선발된 유효성분인 넙추출물, 향수비자나무추출물을 각각 41%씩 혼합한 후, 효력증진제인 분산제(Polyoxyethylene sorbitan monooleate 0.005%, 부착성 증진제(Xanthan gum 0.001%)를 혼합하고, 제제화용 첨가제(유화제)인 polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether 5%, polyethylene glycol 5%를 혼합하여 액상제형을 제조하였을 때 물성이 양호한 것을 확인하였다. 이에 따라 첨가제 혼합에 따른 액상제품의 최적 배합은 다음과 같다.

Table 16. 액상제품의 최적배합

원료명		투입비율(%)
유효성분	넙 추출물	41
	향수비자나무추출물	41
효력증진용 첨가제	분산제(Polyoxyethylene sorbitan monooleate)	0.005
	부착성증진제(Xanthan gum)	0.001
제제화용 첨가제	유화제(polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl)phenyl ether)	5
	유화제(polyethylene glycol)	5
증량제	Ethanol(또는 water)	rest

제 4 절 유효성분의 살충력 및 섭식저해 효과 분석

1. 이론적, 실험적 접근방법

본 연구에서는 제품에 대한 유효성분의 살충 효과 및 섭식저해 효과를 분석하기 위하여, 동일한 딱정벌레목에 속한 곤충을 대상으로 실내 약효 검정과 작용 기작을 분석하고자 하였다. 시험약제는 입제형 약제와 원제를 분석하여, 효과가 높은 원제와 입제 제형을 선발하고자 하였다.

2. 연구내용 및 연구결과

가. 입제형 시료분석

(1) 연구목적

동일한 딱정벌레목에 속한 곤충으로 현재 전체 계층의 유전자 염기서열이 밝혀진 거릿살도둑거저리(*Tribolium castaneum*)를 대상으로 실내 약효 검정과 작용기작을 분석하고자 하였다.

(2) 재료 및 방법

거릿살도둑거저리(*Tribolium castaneum*) 생물검정을 위해 사용된 입제형 시료로는 G-2 granule, G-1 granule, pellet, sand type을 사용하였다. 조제는 밀가루 : wheat germ : Yeast (4.5 : 4.5 : 1) 100g에 시료를 0.667g을 혼합하여 1000ppm을 조제하였다. 500000ppm의 조제는 밀가루 : wheat germ : Yeast (4.5 : 4.5 : 1) 50g에 50g을 혼합하였다. 시료처리는 50ml 튜브에 시료를 각각 30g에 *Tribolium castaneum* 유충을 15마리씩 넣고 3반복으로 처리했으며 5일간 관찰하였다.

(3) 결과

각 시험구는 *Tribolium castaneum*에 대해 전체적으로 낮은 방제효과를 나타내었고, 유의성 있는 방제효과를 보여주지 못하였다. 따라서 입제로 제제화 하기 전의 원제에 대한 접촉 및 섭식독 작용분석을 실시하였다.

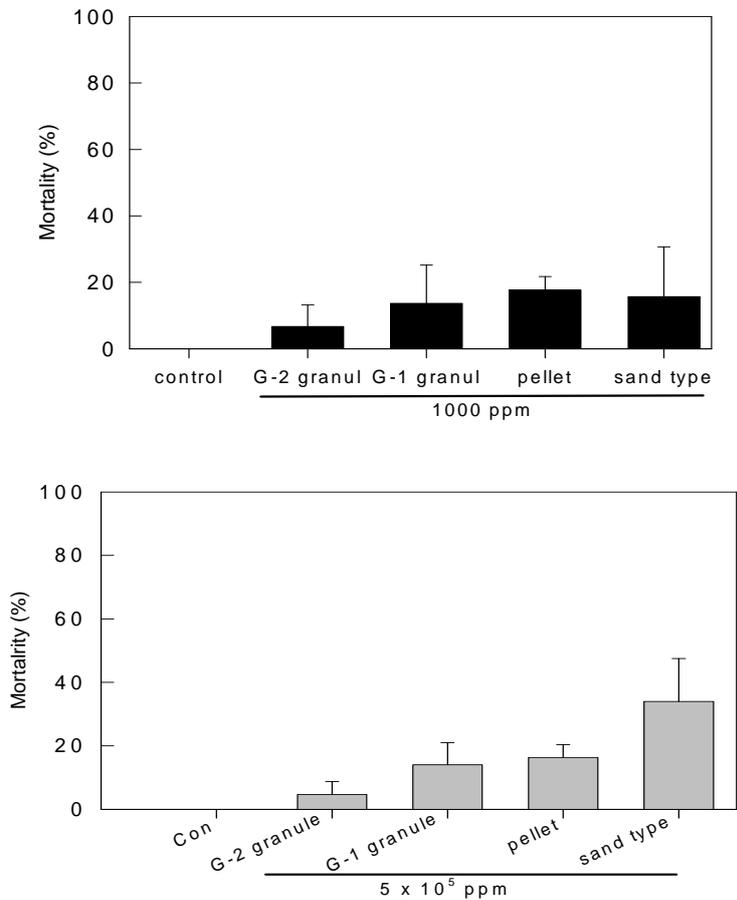


Figure 7. 입제형 시료의 거짓쌀도둑거저리(*Tribolium castaneum*)에 대한 실내효과검정

나. 원제 분석

(1) 연구목적

입제로 제제화 하기 전의 원제에 대한 접촉 및 섭식독 작용분석을 위해 실내 약효 검정을 통하여 작용기작을 분석하고자 하였다.

(2) 재료 및 방법

① 거짓쌀도둑거저리(*Tribolium castaneum*) 생물검정

연구에 사용된 원제는 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin이며 1000ppm 조제는 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin 각각 30 μ l를 Acetone 5ml에 녹인 후 물 25ml에

희석하였다. 5000ppm은 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin 각각 150 μ l를 Acetone 5ml에 녹인 후 물 25ml에 희석하였다.

Breeding dish에 *Tribolium castaneum* 성충을 10마리 넣고 시료를 살포하였다. 1시간 이 지난 후에 먹이를 공급하며 5일간 관찰하였다.

② 배추좀나방(*Plutella Xylostella*) 생물검정

연구에 사용된 원제는 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin이며 1000ppm 조제는 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin 각각 30 μ l를 Acetone 5ml에 녹인 후 물 25ml에 희석하였다. 5000ppm은 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin 각각 150 μ l를 Acetone 5ml에 녹인 후 물 25ml에 희석하였다.

Plutella xylostella 3령충 10마리는 배추잎(1.5cm x 1.5cm, 시료에 1분간 침지하고 10분간 건조)에 3반복으로 처리하였다. 처리 2일째부터는 건전한 먹이를 주었으며 5일간 관찰하였다.

(3) 결과

각 시험구는 *Tribolium castaneum*에 대해 전체적으로 낮은 방제효과를 나타내었고, 유의성 있는 방제효과를 보여주지 못하였다. *Plutella xylostella*에 대해 Azadirachtin 은 효과가 없었고 Neem oil, Citronella oil 5000ppm에서 높은 살충률을 나타내었다. 따라서 유화된 원제를 대상으로 접촉 및 섭식독 작용분석을 실시하였다.

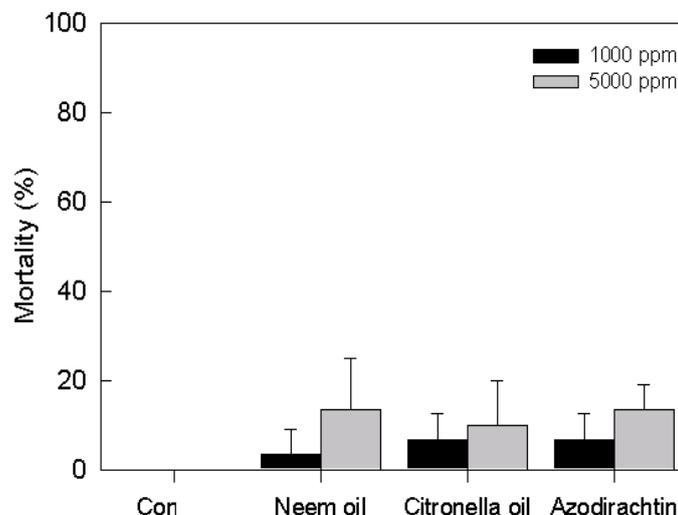


Figure 8. 원제의 거릿쌀도둑거저리(*Tribolium castaneum*)에 대한 실내효과검정

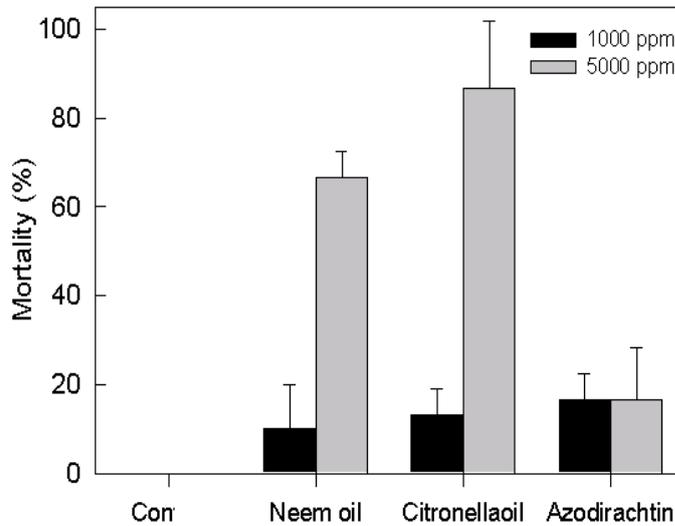


Figure 9. 원제의 배추좀나방(*Plutella xylostella*)에 대한 실내효과검정

다. 유화된 원제 분석

(1) 연구목적

원제에 대한 유의성 있는 결과 확인을 위해 2차적으로 유화된 원제를 대상으로 실내 약효 검정을 통하여 접촉 및 섭식독 작용기작을 확인하고자 하였다.

(2) 재료 및 방법

① 거짓쌀도둑거저리(*Tribolium castaneum*) 생물검정

연구에 사용된 유화된 원제는 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin이며 1000ppm 조제는 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin 각각 30 μ l를 유화성분 5ml(Ethanol 4.8 ml, Polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether 0.1ml, Polyethylene glycol 0.1ml)에 녹인 후 물 25ml에 희석하였다. 5000ppm은 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin 각각 150 μ l를 유화성분 5ml에 녹인 후 물 25ml에 희석하였다.

Breeding dish에 *Tribolium castaneum* 성충을 10마리 넣고 시료를 살포하였다. 1시간 이 지난 후에 먹이를 공급하며 5일간 관찰하였다.

② 배추좀나방(*Plutella Xylostella*) 생물검정

연구에 사용된 유화된 원제는 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin이며 1000ppm 조제는 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin 각각 30 μ l를 유화성분 5ml(Ethanol 4.8 ml, Polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether 0.1ml, Polyethylene glycol 0.1ml)에 녹인 후 물 25ml에 희석하였다. 5000ppm은 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin 각각 150 μ l를 유화성분 5ml에 녹인 후 물 25 ml에 희석하였다.

Plutella xylostella 3령충 10마리는 배추잎(1.5cm x 1.5cm, 시료에 1분간 침지하고 10분간 건조)에 3반복으로 처리하였다. 처리 2일째부터는 건전한 먹이를 주었으며 5일간 관찰하였다.

(3) 결과

① 거짓쌀도둑거저리(*Tribolium castaneum*)에 대한 시료의 살충효과

*Tribolium castaneum*에 대하여 처리한 결과 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin 5000ppm에서 약효가 있었고, 그 중 Azadirachtin의 효과가 가장 높은 방제가 84%를 나타내었다.

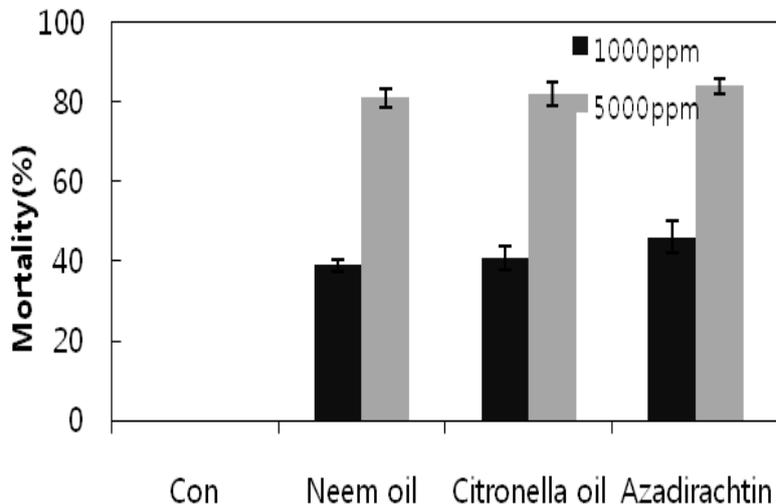


Figure 10. 유화된 원제의 거짓쌀도둑거저리(*Tribolium castaneum*)에 대한 실내효과검정

② 배추좀나방(*Plutella xylostella*)에 대한 시료의 살충효과

*Plutella xylostella*에 대하여 처리한 결과 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin 5000ppm에서 시료 약효가 있었고, 그 중 Azadirachtin의 효과가 가장 높은 방제가 86%를 나타내었다.

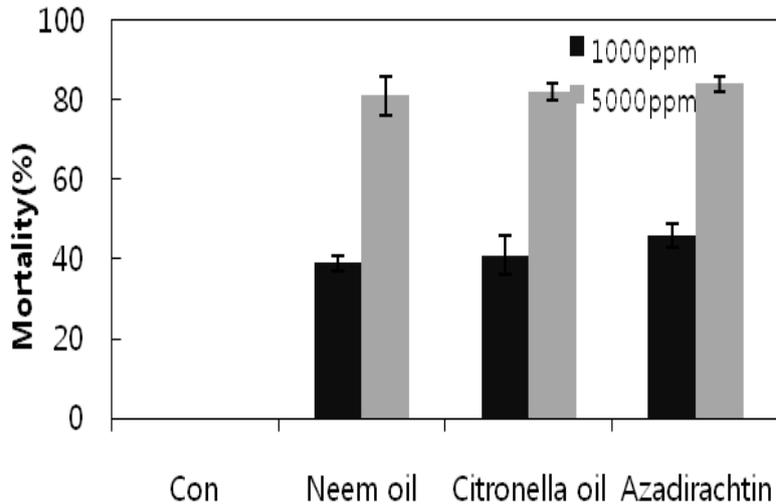


Figure 11. 유화된 원제의 배추좀나방(*Plutella xylostella*)에 대한 실내효과검정

제 5 절 첨가제에 대한 안전성 확인

1. 입상 제형의 혼합보조제에 대한 안전성 확인

가. 이론적, 실험적 접근방법

입상 제형의 최종배합에서 주성분을 제외한 보조제만의 안전성 여부를 확인하기 위해 혼합보조제 (Castor oil ethoxylated 2.6%, polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether 2.6%, polyethylene glycol 2.3%, ethanol 6.5%, ethoxyquin 0.0075%)의 급성경구독성, 급성경피독성, 잉어에 대한 급성독성시험을 실시하였다. 따라서 본 연구에서는 주성분을 제외한 혼합보조제를 대상으로 (주)한국생물안전성연구소에 의뢰하여 시험을 수행하였다.

나. 연구내용 및 연구결과

혼합보조제의 안전성에 대한 시험은 친환경유기농자재 목록공시 제품에 대한 “포유동물 및 생태계 생물에 대한 독성 및 영향시험”과 동일한 방법으로 실시하였다. 첫 번째로 포유동물에 대한 독성시험은 마우스 급성경구독성시험, 랫드 급성경피독성시험을 실시하였으며, 두 번째로 생태계 생물에 대한 영향시험으로 담수어(잉어)에 대한 영향시험을 실시하였다.

(1) 포유동물에 대한 독성시험

(가) 입상 시제품 내 혼합보조제의 마우스에 대한 급성경구독성시험

입상 시제품의 혼합보조제에 대한 급성경구 독성을 ICR계 마우스를 공시하여 1회 경구투여한 후 14일 동안 치사수, 일반중독증상, 체중변화 및 부검소견을 관찰 및 조사한 결과는 다음과 같다.

- ㉠ 기초 시험의 투여약량 수준인 2500mg/kg에서 치사 동물은 없었다.
- ㉡ 일반중독증상은 관찰되지 않았다.
- ㉢ 체중변화는 시료투여 후 경과일수에 따라 암수 모두에서 1일째까지 감소를 보였으나 3일째부터는 회복되어 증가추세를 보였다.
- ㉣ 부검소견은 투여약량 2500mg/kg에서 특이한 증상은 없었다.

이상의 시험결과, 본 시험에서 각 장기에 미치는 영향은 없는 것으로 사료되었으며 수컷과 암컷 모두에 대한 LD₅₀값은 2500mg/kg 이상으로서 농약관리법에 의거 독성을 구분하면 IV급(저독성)으로 분류되었다.

Table 17. 입상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 일별치사동물수 조사결과

성별	투여약량 (mg/kg)	투여 후 치사 동물 수														합 계	
		분		시 간				일 수									
		10	30	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	~		14
수컷	2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	~	0	0/5
암컷	2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	~	0	0/5

Table 18. 입상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 임상관찰결과

성별	투여약량 (mg/kg)	투여 후 증 독 증상														
		분		시 간				일 수								
		10	30	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	~ 14	
수컷	2500	-*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	-
암컷	2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	-

* - : 정상

Table 19. 입상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 체중변화측정결과

(단위 : g)

성별	투여약량 (mg/kg)	투여 후 경과 일 수				
		0	1	3	7	14
수컷	2500	23.5±0.4(5*)	23.4±0.3(5)	23.7±0.4(5)	26.3±0.3(5)	29.5±1.3(5)
암컷	2500	22.8±0.3(5)	22.7±0.4(5)	23.2±0.3(5)	24.6±0.3(5)	26.6±0.7(5)

Table 20. 입상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 부검소견결과

성 별	투여약량 (mg/kg)	주요 장기명	육안적 소견
수컷	2500	신 장	정상
		비 장	정상
		간 장	정상
		심 장	정상
		소화기계	정상
		폐 장	정상
		이외의 장기	정상
암컷	2500	신 장	정상
		비 장	정상
		간 장	정상
		심 장	정상
		소화기계	정상
		폐 장	정상
		이외의 장기	정상

(2) 입상 시제품 내 혼합보조제의 랫드에 대한 급성경피독성시험

입상 시제품의 혼합보조제에 대한 급성경피독성을 SD계 랫드를 공시하여 1회 시료처리 후 14일 동안 치사수, 일반중독증상, 체중변화 및 부검소견을 관찰 및 조사한 결과는 다음과 같다.

- ㉠ 기초 시험의 투여약량 수준인 2000mg/kg에서 치사 동물은 없었다.
- ㉡ 일반중독증상은 관찰되지 않았다.
- ㉢ 시료투여 후 체중은 시간이 경과함에 따라 암수 모두에서 1일째까지 감소를 보였으나 3일째부터는 회복되어 증가추세를 보였다.
- ㉣ 부검소견은 처리약량 2000mg/kg에서 특이한 증상은 없었다.

이상의 시험결과, 본 시험에서 각 장기에 미치는 영향은 없는 것으로 사료되었으며 수컷과 암컷 모두에 대한 LD₅₀값은 2000mg/kg 이상으로서 농약관리법에 의거 독성을 구분하면 IV급(저독성)에 해당되었다.

Table 21. 입상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 일별치사동물수 조사결과

성별	투여약량 (mg/kg)	투여 후 치사 동물 수														합 계		
		분		시 간				일 수										
		10	30	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	~		14	
수컷	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	~	0	0/5
암컷	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	~	0	0/5

Table 22. 입상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 임상관찰결과

성별	처리약량 (mg/kg)	투여 후 중독 증상															
		분		시 간				일 수									
		10	30	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	~	14	
수컷	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	-
암컷	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	-

* - : 정상

Table 23. 입상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 체중변화측정결과

(단위 : g)

성별	처리약량 (mg/kg)	투여 후 경과 일 수				
		0	1	3	7	14
수컷	2000	237.3±4.6(5 [*])	233.8±6.5(5)	234.3±6.4(5)	273.7±7.1(5)	301.1±5.8(5)
암컷	2000	230.3±3.5(5)	227.5±5.7(5)	232.5±3.5(5)	241.3±6.4(5)	261.2±4.0(5)

Table 24. 입상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 부검소견결과

성 별	투여약량 (mg/kg)	주요 장기명	육안적 소견
수컷	2000	신 장	정상
		비 장	정상
		간 장	정상
		심 장	정상
		소화기계	정상
		폐 장	정상
		이외의 장기	정상
암컷	2000	신 장	정상
		비 장	정상
		간 장	정상
		심 장	정상
		소화기계	정상
		폐 장	정상
		이외의 장기	정상

나. 생태계 생물에 대한 영향시험

(1) 담수어에 대한 입상 시제품 내 혼합보조제의 급성어독성시험

입상 시제품의 혼합보조제에 대한 급성어독성시험을 잉어(*Cyprinus carpio*)를 공시하여 96시간 동안 생사수와 일반중독증상을 관찰하고 체중 및 전장을 조사한 결과는 다음과 같다.

㉠ 일반중독증상은 관찰되지 않았다.

㉡ 체중은 평균 1.63 ± 0.14 g, 전장은 평균 3.66 ± 0.29 cm 이었다.

㉢ pH는 평균 7.18(최저7.10~최고7.24), DO는 평균 $6.42 \text{mg}/\ell$ (최저5.1~최고7.5)이었다.

㉣ 시험기간의 평균 수온은 22.4°C 이었다.

이상의 시험결과, 본 시험물질의 잉어에 대한 48시간 및 96시간 반수치사농도(LC₅₀)는 모두 $10 \text{mg}/\ell$ 이상이었으며, 농약관리법에 의거 독성정도별로 어독성을 구분하면 III급에 해당되었다.

Table 25. 입상 시제품 내 혼합보조제의 처리 후 경과시간별 치사수

농도 (mg/ℓ)	잉어수 (마리)	누적치사수(마리)				치사율(%)	
		24h	48h	72h	96h	48h	96h
10.0	10	0	0	0	0	0	0

Table 26. 입상 시제품 내 혼합보조제의 LC₅₀ 및 증독증상

시료	LC50(mg/ℓ)		증독증상*	체중(g)	전장(cm)
	48h	96h			
시험시료	> 10	> 10	N	1.63 ± 0.14	3.66 ± 0.29
PCP-NA염	0.11 (0.10~0.13)	0.11 (0.10~0.13)	LOE	1.67 ± 0.16	3.78 ± 0.05
음성대조군	-	-	N	1.67 ± 0.40	3.75 ± 0.12

*N (정상), LOE (평형상실)

Table 27. 경시적 수질검사 성적서

구 분	시험개시당일	농약처리 48시간후	농약처리 96시간후	
DO	시험시료	7.5	6.6	5.1
	PCP-Na	7.2	5.5	4.8
	음성대조군	7.5	6.2	4.6
pH	시험시료	7.24	7.15	7.10
	PCP-Na	7.15	7.08	7.05
	음성대조군	7.28	7.02	7.15
수온	22.6	22.4	21.3	

2. 액상 제형의 혼합보조제에 대한 안전성 확인

가. 이론적, 실험적 접근방법

액상 제형의 최종배합에서 주성분을 제외한 보조제만의 안전성 여부를 확인하기 위해 서 혼합보조제(Polyoxyethylene sorbitan monooleate 0.005%, Xantan gum 0.001%, Polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl) phenyl ether 5%, polyethylene glycol 5%)의 급성경구독성, 급성경피독성, 잉어에 대한 급성독성시험을 실시하였다. 따라서 본 연구에서는 주성분을 제외한 혼합보조제를 대상으로 (주)한국생물안전성연구소에 의뢰하여 시험을 수행하였다.

나. 연구내용 및 연구결과

혼합보조제의 안전성에 대한 시험은 친환경유기농자재 목록공시 제품에 대한 “포유동물 및 생태계 생물에 대한 독성 및 영향시험”과 동일한 방법으로 실시하였다. 첫 번째로 포유동물에 대한 독성시험은 마우스 급성경구독성시험, 랫드 급성경피독성시험을 실시하였으며, 두 번째로 생태계 생물에 대한 영향시험으로 담수어(잉어)에 대한 영향시험을 실시하였다.

(1) 포유동물에 대한 독성시험

(가) 액상 시제품 내 혼합보조제의 마우스에 대한 급성경구독성시험

액상 시제품의 혼합보조제에 대한 급성경구 독성을 ICR계 마우스를 공시하여 1회 경구투여한 후 14일 동안 치사수, 일반중독증상, 체중변화 및 부검소견을 관찰 및 조사한 결과는 다음과 같다.

- ㉠ 기초 시험의 투여약량 수준인 5000mg/kg에서 치사 동물은 없었다.
- ㉡ 일반중독증상은 관찰되지 않았다.
- ㉢ 체중변화는 시료투여 후 경과일수에 따라 암수 모두에서 1일째까지 감소를 보였으나 3일째부터는 회복되어 증가추세를 보였다.
- ㉣ 부검소견은 투여약량 5000mg/kg에서 특이한 증상은 없었다.

이상의 시험결과, 본 시험에서 각 장기에 미치는 영향은 없는 것으로 사료되었으며 수컷과 암컷 모두에 대한 LD₅₀값은 5000mg/kg 이상으로서 농약관리법에 의거 독성을 구분하면 IV급(저독성)으로 분류되었다.

Table 28. 액상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 일별치사동물수 조사결과

성별	투여약량 (mg/kg)	투여 후 치사 동물 수														합 계	
		분		시 간				일 수									
		10	30	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	~		14
수컷	5000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	~	0	0/5
암컷	5000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	~	0	0/5

Table 29. 액상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 임상관찰결과

성별	처리약량 (mg/kg)	투여 후 중독 증상														
		분		시 간				일 수								
		10	30	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	~	14
수컷	5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	-
암컷	5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	-

* - : 정상

Table 30. 액상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 체중변화측정결과

(단위 : g)

성별	투여약량 (mg/kg)	투여 후 경과 일 수				
		0	1	3	7	14
수컷	5000	22.5±0.4(5*)	21.4±0.2(5)	23.5±0.2(5)	25.3±0.3(5)	25.5±1.2(5)
암컷	5000	23.0±0.2(5)	21.7±0.5(5)	23.1±0.2(5)	21.6±0.2(5)	25.6±0.7(5)

Table 31. 액상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 부검소견결과

성 별	투여약량 (mg/kg)	주요 장기명	육안적 소견
수컷	5000	신 장	정상
		비 장	정상
		간 장	정상
		심 장	정상
		소화기계	정상
		폐 장	정상
		이외의 장기	정상
암컷	5000	신 장	정상
		비 장	정상
		간 장	정상
		심 장	정상
		소화기계	정상
		폐 장	정상
		이외의 장기	정상

(나) 액상 시제품 내 혼합보조제의 랫드에 대한 급성경피독성시험

벼물바구미 방제용 액상 혼합 보조제에 대한 급성경피독성을 SD계 랫드를 공시하여 1회 시료처리 후 14일 동안 치사수, 일반중독증상, 체중변화 및 부검소견을 관찰 및 조사한 결과는 다음과 같다.

㉠ 기초 시험의 투여약량 수준인 4000mg/kg에서 치사 동물은 없었다.

㉠ 일반중독증상은 관찰되지 않았다.

㉡ 시료투여 후 체중은 시간이 경과함에 따라 암수 모두에서 1일째까지 감소를 보였으나 3일째부터는 회복되어 증가추세를 보였다.

㉢ 부검소견은 처리약량 4000mg/kg에서 특이한 증상은 없었다.

이상의 시험결과, 본 시험에서 각 장기에 미치는 영향은 없는 것으로 사료되었으며 수컷과 암컷 모두에 대한 LD₅₀값은 4000mg/kg 이상으로서 농약관리법에 의거 독성을 구분하면 IV급(저독성)에 해당되었다.

Table 32. 액상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 일별치사동물수 조사결과

성별	투여약량 (mg/kg)	투여 후 치사 동물 수														합계		
		분		시 간				일 수										
		10	30	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	~		14	
수컷	4000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	~	0	0/5
암컷	4000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	~	0	0/5

Table 33. 액상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 임상관찰결과

성별	처리약량 (mg/kg)	투여 후 증 독 증 상															
		분		시 간				일 수									
		10	30	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	~	14	
수컷	4000	-*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	-
암컷	4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	-

* - : 정상

Table 34. 액상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 체중변화측정결과

(단위 : g)

성별	투여약량 (mg/kg)	투여 후 경 과 일 수				
		0	1	3	7	14
수컷	4000	227.3±4.6(5*)	223.8±6.2(5)	224.2±2.4(5)	233.7±6.1(5)	290.1±4.6(5)
암컷	4000	210.3±3.5(5)	237.5±5.4(5)	212.4±3.5(5)	241.3±5.4(5)	260.2±3.0(5)

Table 35. 액상 시제품 내 혼합보조제의 처리에 의한 부검소견결과

성 별	투여약량 (mg/kg)	주요 장기명	육안적 소견
수컷	4000	신 장	정상
		비 장	정상
		간 장	정상
		심 장	정상
		소화기계	정상
		폐 장	정상
		이외의 장기	정상
암컷	4000	신 장	정상
		비 장	정상
		간 장	정상
		심 장	정상
		소화기계	정상
		폐 장	정상
		이외의 장기	정상

(2) 생태계 생물에 대한 영향시험

(가) 담수어에 대한 액상 시제품 내 혼합보조제의 급성어독성시험

액상 시제품 내 혼합보조제에 대한 급성어독성시험을 잉어(*Cyprinus carpio*)를 공시하여 96시간 동안 생사수와 일반중독증상을 관찰하고 체중 및 전장을 조사한 결과는 다음과 같다.

- ㉠ 일반중독증상은 관찰되지 않았다.
- ㉡ 체중은 평균 1.62±0.14 g, 전장은 평균 3.76±0.30 cm 이었다.
- ㉢ pH는 평균 7.48(최저6.98~최고7.95), DO는 평균 7.5mg/l(최저6.3~최고8.7)이었다.
- ㉣ 시험기간의 평균 수온은 22.4℃ 이었다.

이상의 시험결과, 본 시험물질의 잉어에 대한 48시간 및 96시간 반수치사농도(LC₅₀)는 모두 10mg/ℓ 이상이었으며, 농약관리법에 의거 독성정도별로 어독성을 구분하면 III급에 해당되었다.

Table 36. 액상 시제품 내 혼합보조제 처리 후 경과시간별 치사수

농도 (mg/ℓ)	잉어수 (마리)	누적치사수(마리)				치사율(%)	
		24h	48h	72h	96h	48h	96h
10.0	10	0	0	0	0	0	0

Table 37. 액상 시제품 내 혼합보조제의 LC₅₀ 및 증독증상

시료	LC ₅₀ (mg/ℓ)		증독증상*	체중(g)	전장(cm)
	48h	96h			
시험시료	> 10	> 10	N	1.62±0.14	3.76±0.30
PCP-NA염	0.11 (0.10~0.13)	0.11 (0.10~0.13)	LOE	1.63±0.16	3.78±0.15
음성대조군	-	-	N	1.63±0.40	3.75±0.11

*N (정상), LOE (평형상실)

Table 38. 경시적 수질검사 성적서

구분	시험개시당일	농약처리 48시간후	농약처리 96시간후
DO	시험시료	8.5	7.6
	PCP-Na	8.6	7.5
	음성대조군	8.5	8.6
pH	시험시료	7.96	7.30
	PCP-Na	7.56	7.58
	음성대조군	7.65	7.55
수온	22.5	22.5	22.3

제 6 절 시제품 제조 및 대량생산공정 개발

1. 이론적, 실험적 접근방법

본 연구에서는 선행된 연구를 바탕으로 도출된 최적배합에 맞게 시제품을 제조하고자 하였다. 또한 벼물바구미 방제용 액제 시제품과 입제 시제품을 안정적으로 제조, 생산하기 위해 제조공정을 확립하고자 하였으며, 이에 따른 대량생산공정과 설비규격을 확립하고자 하였고, 시제품이 안정적으로 생산되었는지를 판단하는 품질검사의 기준을 마련하고자 하였다.

2. 연구내용 및 연구결과

가. 제형별 시제품 제조 및 품질조사

(1) 벼물바구미 방제용 액제 시제품 생산

본 연구에서는 최적배합에 따라 액제 시제품을 제조하였다. 당사에서 보유하고 있는 제조설비를 이용하여 제조공정에 따라 시제품 200ℓ를 제조하였으며 시제품에 대한 품질을 확인하였다. 품질조사 방법으로는 시제품의 이화학적, 생물학적 특성을 조사하여 품질관리를 유지할 수 있도록 하였다.

Table 39. 액제 시제품 생산에 따른 원료 투입량

원료명		투입량
유효성분	넙 추출물	82kg
	향수비자나무추출물	82kg
효력증진용 첨가제	분산제(Polyoxyethylene sorbitan monooleate)	0.01kg
	부착성증진제(Xanthan gum)	0.01kg
제제화용 첨가제	유화제(polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl)phenyl ether)	10kg
	유화제(polyethylene glycol)	10kg
증량제	Ethanol(또는 water)	16kg

(나) 벼물바구미 방제용 입제 시제품 생산

본 연구에서는 최적배합에 따라 입제 시제품을 제조하였다. 당사에서 보유하고 있는 제조설비를 이용하여 제조공정에 따라 시제품 200kg을 제조하였으며 시제품에 대한 품질을 확인하였다. 시제품에 대한 품질조사 방법으로는 시제품의 이화학적, 생물학적 특성을 조사하여 품질관리를 유지할 수 있도록 하였다.

Table 40. 입제 시제품 생산에 따른 원료 투입량

원료명		투입량
유효성분	넙추출물	12.3kg
	향수비자나무추출물	12.3kg
효력증진용 첨가제	식물성오일(Canola oil)	1.2kg
	분산제(Castor oil ethoxylated)	0.78kg
	부착성증진제(Xanthan gum)	0.0003kg
		30.0026kg
제제화용 첨가제	유화제(polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl)phenyl ether)	0.78kg
	유화제(polyethylene glycol)	0.69kg
	산화방지제(Ethoxyquin)	0.0023kg
증량제	Ethanol(또는 물)	1.95kg
증량제	규산입제	170kg

(3) 벼물바구미 방제용 액제 시제품 및 입제 시제품의 품질검사

본 연구에서는 대량생산공정을 통해 생산된 액제 시제품과 입제 시제품에 대한 품질검사를 실시하여 제품의 안정적 생산여부 판단하고, 품질검사의 기준을 확립하고자 하였다. 액제 시제품의 조사항목 중 pH는 6.0~7.0을 합격기준으로 정하였으며, 유화도는 물에 희석되는 정도를 관찰하여 시제품의 유화 정도를 판단하는 것으로써 합격기준은 4~5로 정하였다. 입제 시제품의 조사항목 중 pH는 6.0~7.0을 합격기준으로 정하였으며, 수면전개성은 시제품이 수면에 전개되는 정도의 합격기준을 4~5로 하였고, 입도(mm)는 0.5~2.0을 합격기준으로 정하였다.

품질조사 결과, 액제 시제품의 pH는 6.66으로 양호하였고, 유화도는 5로 양호하였다. 입제 시제품의 품질조사 결과 pH는 6.56으로 양호하였고, 수면전개성은 5로 양호하였으며, 입도(mm)는 1.2로 양호하였다. 이 결과를 토대로 벼물바구미 방제용 액제 시제품과 입제 시제품의 품질검사 합격기준은 상기에 명시된 조사항목의 판정기준으로 정하였다.

Table 41. 시제품의 품질조사 및 품질관리

a) 액제 시제품

조사항목	판정기준	결과
pH	6.0 ~ 7.0	6.66
유화도	4 ~ 5 (1 ~ 5)	5

b) 입제 시제품

조사항목	판정기준	결과
pH	6.0 ~ 7.0	6.56
수면전개성	4 ~ 5 (1~5)	5
입도(mm)	0.5 ~ 2.0	1.2

나. 시제품 대량생산공정

(1) 벼물바구미 방제용 액제 시제품 대량생산공정

본 연구에서는 제품을 안정적으로 제조, 생산하기 위한 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 대량생산공정과 설비규격을 확립하고자 하였다.

시제품을 제조하는데 있어 가장 효율적인 방법은 다음과 같다. 먼저 유효성분인 식물추출물, 효력증진용 첨가제와 제제화용 첨가제를 액상혼합기로 혼합, 유화시킨다. 최종적으로 혼합된 유화액에 증량제와 혼합하여 액상자동계량포장기를 이용하여 최종제품을 생산하는 것이 대량공정상 효율적인 것으로 확인되었다.

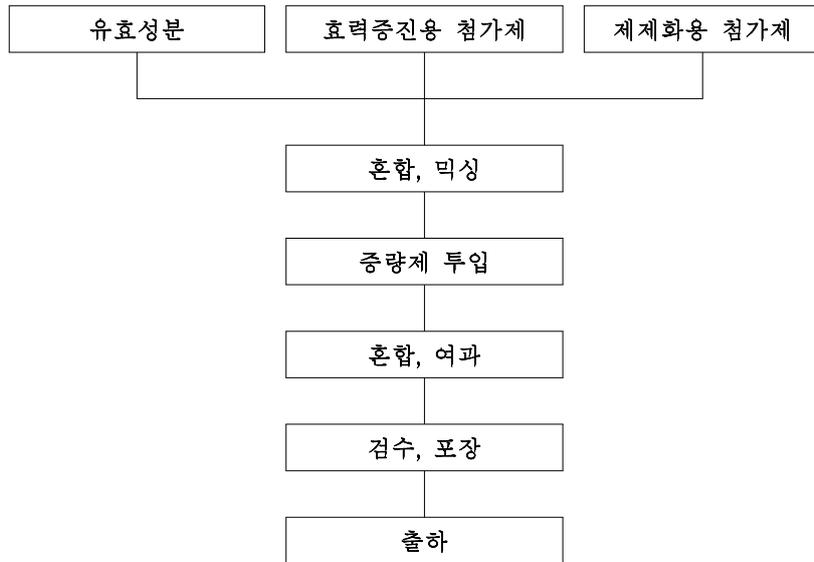


Figure 12. 벼물바구미 방제용 액제 시제품 제조공정도



Figure 13. 벼물바구미 방제용 액제 시제품 대량생산공정

(2) 벼물바구미 방제용 액제 시제품 대량생산공정

본 연구에서는 제품을 안정적으로 제조, 생산하기 위한 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 대량생산공정과 설비규격을 확립하고자 하였다.

시제품을 제조하는데 있어 가장 효율적인 방법은 다음과 같다. 먼저 유효성분인 식물추출물, 효력증진 첨가제와 제제화용 첨가제를 액상혼합기로 혼합, 유화시킨다. 최종적으로 입상혼합기를 이용하여 증량제와 혼합하여 최종제품을 생산하는 것이 대량공정상 효율적인 것으로 확인되었다.

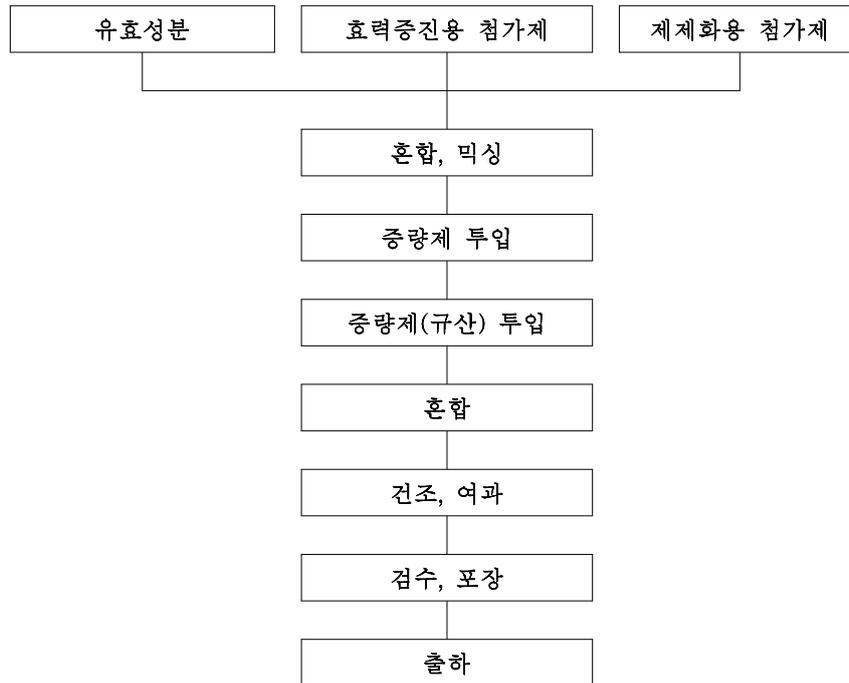


Figure 14. 벼물바구미 방제용 입제 시제품 제조공정도



Figure 15. 벼물바구미 방제용 입제 시제품 대량생산공정

다. 대량생산에 따른 설비규격

Table 42. 시제품 생산을 위한 설비규격

시설 및 장비명		형태	재질	용량	비고
주시설	부대시설				
입상혼합기	동력교반장치	수평원통형 (Impeller)	SUS	5 Ton	working vol.: 4.5 ton
입상이송장치	동력교반장치	원통형 (Screw)	SUS	-	입상제품 포장용
입상자동계량포장기	동력교반장치	분말자동계량포장시스템	SUS	4,320포	3kg×3포×60분×8시간
액상혼합탱크	동력교반장치	수직원통형 (Impeller)	SUS	1,000 ℓ	working vol.: 800 ℓ
저장탱크	동력교반장치	수직원통형 (Impeller)	SUS	3,000 ℓ	working vol.: 2,700 ℓ
액상자동계량포장기	Pump Compressor	액상자동충진포장시스템	SUS	2,880 ℓ	500ml×12병×60분×8시간
전자저울	-	전자식	SUS	-	-
간이저장탱크	-	수직원통형	FRP	1,000 ℓ	working vol.: 900 ℓ
간이이송탱크	-	이동식원통형	SUS	500 ℓ	working vol.: 450 ℓ
여과기	-	원통형	SUS	-	-



<액상혼합탱크>



<입상혼합기>



<입상이송장치>



<분말자동계량포장기>



<액상자동계량포장기>

Figure 16. 시제품 생산용 주요설비

제 7 절 시제품의 안정성 확인

1. 이론적, 실험적 접근방법

상기에서 제조된 각각의 시제품에 대해 이화학적 안정성 여부를 확인하기 위해서 보관온도를 달리하여 경시적인 안정성 여부를 확인하여 제품의 유효기간 설정을 위한 기초 자료로 활용하고자 하였다.

2. 연구내용 및 연구결과

벼물바구미 방제용 액제 시제품과 입제 시제품을 대상으로 보관온도(4℃, 25℃, 54℃)를 달리하여 경시적인 이화학적 안정성을 확인하였다. 이화학적 안정성 조사는 pH 변화, 비중, 수면전개력을 조사하였다. 시제품 제조 후 12개월 동안 경시적 안정성을 확인한 결과 Table 43, 44에서 보는 바와 같이 보관온도에 따른 이화학적 안정성은 양호한 것으로 확인되었다. 즉, pH 변화, 비중, 수면전개력에 이상이 없는 것으로 나타났다.

Table 43. 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 경시적 안정성

4℃	초기	3개월(5/11)	6개월(8/11)	9개월(11/11)	12개월(2/11)
pH 변화	6.22	6.21	6.31	6.18	6.25
비중	0.92	0.94	0.93	0.94	0.91
유화성	○	○	○	○	○

25℃	초기	3개월(5/11)	6개월(8/11)	9개월(11/11)	12개월(2/11)
pH 변화	6.22	6.15	6.27	6.21	6.31
비중	0.92	0.92	0.95	0.93	0.96
유화성	○	○	○	○	○

54℃	초기	3개월(5/11)	6개월(8/11)	9개월(11/11)	12개월(2/11)
pH 변화	6.22	6.18	6.15	6.27	6.22
비중	0.92	0.93	0.91	0.91	0.92
유화성	○	○	○	○	○

Table 44. 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 경시적 안정성

4℃	초기	3개월(5/07)	6개월(8/07)	9개월(11/07)	12개월(2/07)
pH 변화	6.24	6.23	6.26	6.21	6.27
비중	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1
수면전개력	○	○	○	○	○

25℃	초기	3개월(5/07)	6개월(8/07)	9개월(11/07)	12개월(2/07)
pH 변화	6.24	6.18	6.17	6.15	6.23
비중	1.2	1.1	1.2	1.1	1.2
수면전개력	○	○	○	○	○

54℃	초기	3개월(5/07)	6개월(8/07)	9개월(11/07)	12개월(2/07)
pH 변화	6.24	6.16	6.19	6.17	6.23
비중	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1
수면전개력	○	○	○	○	○

제 8 절 시제품의 안전성 확인

1. 입제 시제품에 대한 안전성 확인

가. 이론적, 실험적 접근방법

친환경유기농자재 목록공시에 등재를 하기 위해서는 제품의 안전성 여부를 확인하기 위하여 제품의 급성경구독성, 급성경피독성, 잉어에 대한 급성독성시험을 실시하여야 한다. 따라서 입제 시제품을 대상으로 친환경유기농자재 목록공시 공인시험기관인 (주)한국생물안전성연구소에 의뢰하여 시험을 수행하였다.

나. 연구내용 및 연구결과

입제 시제품의 안전성에 대한 시험은 친환경유기농자재 목록공시 등재를 위한 “포유동물 및 생태계 생물에 대한 독성 및 영향시험”과 동일한 방법으로 실시하였다. 첫 번째로 포유동물에 대한 독성시험은 급성경구독성시험, 급성경피독성시험을 실시하였으며, 두 번째로 생태계 생물에 대한 영향시험으로 담수어에 대한 영향시험을 실시하였다.

(1) 포유동물에 대한 독성시험

(가) 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 마우스에 대한 급성경구독성시험

벼물바구미 방제용 입제 시제품에 대한 급성경구 독성을 ICR계 마우스를 공시하여 1회 경구투여한 후 14일 동안 치사수, 일반중독증상, 체중변화 및 부검소견을 관찰 및 조사한 결과는 다음과 같다.

- ㉠ 기초 시험의 투여약량 수준인 2500mg/kg에서 치사 동물은 없었다.
- ㉡ 일반중독증상은 관찰되지 않았다.
- ㉢ 체중변화는 시료투여 후 경과일수에 따라 암수 모두에서 1일째까지 감소를 보였으나 3일째부터는 회복되어 증가추세를 보였다.
- ㉣ 부검소견은 투여약량 2500mg/kg에서 특이한 증상은 없었다.

이상의 시험결과, 본 시험에서 각 장기에 미치는 영향은 없는 것으로 사료되었으며 수컷과 암컷 모두에 대한 LD₅₀값은 2500mg/kg 이상으로서 농약관리법에 의거 독성을 구분하면 IV급(저독성)으로 분류되었다.

Table 45. 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 처리에 의한 일별치사동물수 조사결과

성별	투여약량 (mg/kg)	투여 후 치사 동물 수														합계		
		분		시 간				일 수										
		10	30	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	~		14	
수컷	2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	~	0	0/5
암컷	2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	~	0	0/5

Table 46. 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 처리에 의한 임상관찰결과

성별	처리약량 (mg/kg)	투여 후 중독 증상															
		분		시 간				일 수									
		10	30	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	~	14	
수컷	2500	-*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	-
암컷	2500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	-

* - : 정상

Table 47. 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 처리에 의한 체중변화측정결과

(단위 : g)

성별	투여약량 (mg/kg)	투여 후 경과 일 수				
		0	1	3	7	14
수컷	2500	23.6±0.7(5*)	23.4±0.7(5)	23.9±0.7(5)	26.4±1.0(5)	29.8±0.7(5)
암컷	2500	22.7±0.5(5)	22.6±0.5(5)	23.1±0.5(5)	24.8±0.5(5)	26.7±0.7(5)

Table 48. 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 처리에 의한 부검소견결과

성별	투여약량 (mg/kg)	주요 장기명	육안적 소견
수컷	2500	신장	정상
		비장	정상
		간장	정상
		심장	정상
		소화기계	정상
		폐장	정상
		이외의 장기	정상
암컷	2500	신장	정상
		비장	정상
		간장	정상
		심장	정상
		소화기계	정상
		폐장	정상
		이외의 장기	정상

(나) 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 랫드에 대한 급성경피독성시험

벼물바구미 방제용 입제 시제품에 대한 급성경피독성을 SD계 랫드를 공시하여 1회 시료처리 후 14일 동안 치사수, 일반중독증상, 체중변화 및 부검소견을 관찰 및 조사한 결과는 다음과 같다.

㉠ 기초 시험의 투여약량 수준인 2000mg/kg에서 치사 동물은 없었다.

㉠ 일반중독증상은 관찰되지 않았다.

㉡ 시료투여 후 체중은 시간이 경과함에 따라 암수 모두에서 1일째까지 감소를 보였으나 3일째부터는 회복되어 증가추세를 보였다.

㉢ 부검소견은 처리약량 2000mg/kg에서 특이한 증상은 없었다.

이상의 시험결과, 본 시험에서 각 장기에 미치는 영향은 없는 것으로 사료되었으며 수컷과 암컷 모두에 대한 LD₅₀값은 2000mg/kg 이상으로서 농약관리법에 의거 독성을 구분하면 IV급(저독성)에 해당되었다.

Table 49. 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 처리에 의한 일별치사동물수 조사결과

성별	투여약량 (mg/kg)	투여 후 치사 동물 수													합계			
		분		시 간				일 수										
		10	30	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7		~	14	
수컷	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	~	0	0/5
암컷	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	~	0	0/5

Table 50. 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 처리에 의한 임상관찰결과

성별	처리약량 (mg/kg)	투여 후 증 독 증 상															
		분		시 간				일 수									
		10	30	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	~	14	
수컷	2000	-*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	-
암컷	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	-

* - : 정상

Table 51. 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 처리에 의한 체중변화측정결과

(단위 : g)

성별	투여약량 (mg/kg)	투여 후 경 과 일 수				
		0	1	3	7	14
수컷	2000	237.4±5.8(5*)	233.9±5.4(5)	242.3±6.8(5)	270.7±7.2(5)	301.5±7.0(5)
암컷	2000	230.1±4.4(5)	227.6±3.8(5)	232.6±4.9(5)	241.2±7.5(5)	260.4±6.8(5)

Table 52. 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 처리에 의한 부검소견결과

성 별	투여약량 (mg/kg)	주요 장기명	육안적 소견
수컷	2000	신 장	정상
		비 장	정상
		간 장	정상
		심 장	정상
		소화기계	정상
		폐 장	정상
		이외의 장기	정상
암컷	2000	신 장	정상
		비 장	정상
		간 장	정상
		심 장	정상
		소화기계	정상
		폐 장	정상
		이외의 장기	정상

(2) 생태계 생물에 대한 영향시험

(가) 담수어에 대한 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 급성어독성시험

벼물바구미 방제용 입제 시제품에 대한 급성어독성시험을 잉어(*Cyprinus carpio*)를 공시하여 96시간 동안 생사수와 일반중독증상을 관찰하고 체중 및 전장을 조사한 결과는 다음과 같다.

- ㉠ 일반중독증상은 관찰되지 않았다.
- ㉡ 체중은 평균 1.61 ± 0.28 g, 전장은 평균 3.76 ± 0.24 cm 이었다.
- ㉢ pH는 평균 7.50(최저6.99~최고8.01), DO는 평균 7.5mg/l (최저6.2~최고8.8)이었다.
- ㉣ 시험기간의 평균 수온은 22.4°C 이었다.

이상의 시험결과, 본 시험물질의 잉어에 대한 48시간 및 96시간 반수치사농도(LC₅₀)는 모두 10mg/ℓ 이상이었으며, 농약관리법에 의거 독성정도별로 어독성을 구분하면 III급에 해당되었다.

Table 53. 벼물바구미 방제용 입제 시제품 처리 후 경과시간별 치사수

농도 (mg/ℓ)	잉어수 (마리)	누적치사수(마리)				치사율(%)	
		24h	48h	72h	96h	48h	96h
10.0	10	0	0	0	0	0	0

Table 54. 벼물바구미 방제용 입제 시제품의 LC₅₀ 및 중독증상

시료	LC ₅₀ (mg/ℓ)		중독증상*	체중(g)	전장(cm)
	48h	96h			
시험시료	> 10	> 10	N	1.61±0.28	3.76±0.24
PCP-NA염	0.11 (0.10~0.13)	0.11 (0.10~0.13)	LOE	1.68±0.07	3.84±0.06
음성대조군	-	-	N	1.79±0.41	4.07±0.27

*N (정상), LOE (평형상실)

Table 55. 경시적 수질검사 성적서

구분	시험개시당일	농약처리 48시간후	농약처리 96시간후
DO	시험시료	8.8	7.6
	PCP-Na	8.2	7.5
	음성대조군	8.9	8.5
pH	시험시료	8.01	7.51
	PCP-Na	7.66	7.21
	음성대조군	7.88	7.24
수온	22.3	22.5	22.3

2. 액제 시제품에 대한 안전성 확인

가. 이론적, 실험적 접근방법

친환경유기농자재 목록공시에 등재를 하기 위해서는 제품의 안전성 여부를 확인하기 위하여 제품의 급성경구독성, 급성경피독성, 잉어에 대한 급성독성시험을 실시하여야 한다. 따라서 액제 시제품을 대상으로 친환경유기농자재 목록공시 공인시험기관인 (주)한국생물안전성연구소에 의뢰하여 시험을 수행하였다.

나. 연구내용 및 연구결과

액제 시제품의 안전성에 대한 시험은 친환경유기농자재 목록공시 등재를 위한 “포유동물 및 생태계 생물에 대한 독성 및 영향시험”과 동일한 방법으로 실시하였다. 첫 번째로 포유동물에 대한 독성시험은 급성경구독성시험, 급성경피독성시험을 실시하였으며, 두 번째로 생태계 생물에 대한 영향시험으로 담수어에 대한 영향시험을 실시하였다.

(1) 포유동물에 대한 독성시험

(가) 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 마우스에 대한 급성경구독성시험

벼물바구미 방제용 액제 시제품에 대한 급성경구 독성을 ICR계 마우스를 공시하여 1회 경구투여한 후 14일 동안 치사수, 일반중독증상, 체중변화 및 부검소견을 관찰 및 조사한 결과는 다음과 같다.

- ㉠ 기초 시험의 투여약량 수준인 5000mg/kg에서 치사 동물은 없었다.
- ㉡ 일반중독증상은 관찰되지 않았다.
- ㉢ 체중변화는 시료투여 후 경과일수에 따라 암수 모두에서 1일째까지 감소를 보였으나 3일째부터는 회복되어 증가추세를 보였다.
- ㉣ 부검소견은 투여약량 5000mg/kg에서 특이한 증상은 없었다.

이상의 시험결과, 본 시험에서 각 장기에 미치는 영향은 없는 것으로 사료되었으며 수컷과 암컷 모두에 대한 LD₅₀값은 5000mg/kg 이상으로서 농약관리법에 의거 독성을 구분하면 IV급(저독성)으로 분류되었다.

Table 56. 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 처리에 의한 일별치사동물수 조사결과

성별	투여약량 (mg/kg)	투여 후 치사 동물 수														합계		
		분		시 간				일 수										
		10	30	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	~		14	
수컷	5000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	~	0	0/5
암컷	5000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	~	0	0/5

Table 57. 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 처리에 의한 임상관찰결과

성별	처리약량 (mg/kg)	투여 후 증독 증상															
		분		시 간				일 수									
		10	30	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	~	14	
수컷	5000	-*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	-
암컷	5000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	-

* - : 정상

Table 58. 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 처리에 의한 체중변화 측정결과

(단위 : g)

성별	투여약량 (mg/kg)	투여 후 경과 일 수				
		0	1	3	7	14
수컷	5000	24.9±0.5(5*)	24.0±0.1(5)	25.1±0.4(5)	26.1±0.4(5)	27.9±0.6(5)
암컷	5000	22.1±0.7(5)	21.5±0.6(5)	22.8±0.9(5)	23.3±0.6(5)	25.2±0.8(5)

Table 59. 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 처리에 의한 부검소견결과

성 별	투여약량 (mg/kg)	주요 장기명	육안적 소견
수컷	5000	신 장	정상
		비 장	정상
		간 장	정상
		심 장	정상
		소화기계	정상
		폐 장	정상
		이외의 장기	정상
암컷	5000	신 장	정상
		비 장	정상
		간 장	정상
		심 장	정상
		소화기계	정상
		폐 장	정상
		이외의 장기	정상

(나) 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 탭드에 대한 급성경피독성시험

벼물바구미 방제용 액제 시제품에 대한 급성경피독성을 SD계 탭드를 공시하여 1회 시료처리 후 14일 동안 치사수, 일반중독증상, 체중변화 및 부검소견을 관찰 및 조사한 결과는 다음과 같다.

- ㉠ 기초 시험의 투여약량 수준인 4000mg/kg에서 치사 동물은 없었다.
- ㉡ 일반중독증상은 관찰되지 않았다.
- ㉢ 시료투여 후 체중은 시간이 경과함에 따라 암수 모두에서 1일째까지 감소를 보였으나 3일째부터는 회복되어 증가추세를 보였다.
- ㉣ 부검소견은 처리약량 4000mg/kg에서 특이한 증상은 없었다.

이상의 시험결과, 본 시험에서 각 장기에 미치는 영향은 없는 것으로 사료되었으며 수컷과 암컷 모두에 대한 LD₅₀값은 4000mg/kg 이상으로서 농약관리법에 의거 독성을 구분하면 IV급(저독성)에 해당되었다.

Table 60. 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 처리에 의한 일별치사동물수 조사결과

성별	투여약량 (mg/kg)	투여 후 치사 동물 수														합 계		
		분		시 간				일 수										
		10	30	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	~		14	
수컷	4000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	~	0	0/5
암컷	4000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	~	0	0/5

Table 61. 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 처리에 의한 임상관찰결과

성별	처리약량 (mg/kg)	투여 후 증독 증상															
		분		시 간				일 수									
		10	30	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	~	14	
수컷	4000	-*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	-
암컷	4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	~	-

* - : 정상

Table 62. 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 처리에 의한 체중변화측정결과

(단위 : g)

성별	투여약량 (mg/kg)	투여 후 경과 일 수				
		0	1	3	7	14
수컷	4000	253.9±6.3(5*)	240.0±13.5(5)	250.9±14.6(5)	258.9±26.8(5)	281.1±15.1(5)
암컷	4000	227.3±7.0(5)	219.1±6.9(5)	229.0±6.1(5)	239.0±8.3(5)	260.0±8.3(5)

Table 63. 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 처리에 의한 부검소견결과

성 별	투여약량 (mg/kg)	주요 장기명	육안적 소견
수컷	4000	신 장	정상
		비 장	정상
		간 장	정상
		심 장	정상
		소화기계	정상
		폐 장	정상
		이외의 장기	정상
암컷	4000	신 장	정상
		비 장	정상
		간 장	정상
		심 장	정상
		소화기계	정상
		폐 장	정상
		이외의 장기	정상

(2) 생태계 생물에 대한 영향시험

(가) 담수어에 대한 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 급성어독성시험

벼물바구미 방제용 액제 시제품에 대한 급성어독성시험을 잉어(*Cyprinus carpio*)를 공시하여 96시간 동안 생사수와 일반중독증상을 관찰하고 체중 및 전장을 조사한 결과는 다음과 같다.

- ㉠ 일반중독증상은 관찰되지 않았다.
- ㉡ 체중은 평균 1.57 ± 0.01 g, 전장은 평균 4.69 ± 0.03 cm 이었다.
- ㉢ pH는 평균 6.89(최저6.70~최고7.04), DO는 평균 7.6mg/l (최저6.5~최고9.1)이었다.
- ㉣ 시험기간의 평균 수온은 23.8°C 이었다.

이상의 시험결과, 본 시험물질의 잉어에 대한 48시간 및 96시간 반수치사농도(LC₅₀)는 모두 10mg/ℓ 이상이었으며, 농약관리법에 의거 독성정도별로 어독성을 구분하면 III급에 해당되었다.

Table 64. 벼물바구미 방제용 액제 시제품 처리 후 경과시간별 치사수

농도 (mg/ℓ)	잉어수 (마리)	누적치사수(마리)				치사율(%)	
		24h	48h	72h	96h	48h	96h
10.0	10	0	0	0	0	0	0

Table 65. 벼물바구미 방제용 액제 시제품의 LC₅₀ 및 증독증상

시료	LC50(mg/ℓ)		증독증상*	체중(g)	전장(cm)
	48h	96h			
시험시료	> 10	> 10	N	1.57±0.01	4.69±0.03
PCP-NA염	0.11 (0.10~0.12)	0.11 (0.10~0.12)	LOE	1.17±0.12	4.29±0.11
음성대조군	-	-	N	1.60±0.12	4.78±0.15

*N (정상), LOE (평형상실)

Table 66. 경시적 수질검사 성적서

구분	시험개시당일	농약처리 48시간후	농약처리 96시간후
DO	시험시료	9.1	7.4
	PCP-Na	8.9	6.2
	음성대조군	9.1	7.5
pH	시험시료	6.70	7.04
	PCP-Na	7.52	7.12
	음성대조군	6.95	6.91
수온	23.8	23.8	23.7

제 9 절 실내효과 평가 및 포장실증시험

1. 이론적, 실험적 접근방법

본 연구에서는 제조된 시제품에 대해 실내 효과평가를 실시하여 처리농도와 처리시기 및 처리 후 경시적 변화 등에 따른 약효, 약해를 평가하고 효과적인 처리방법 등을 확립하고자 하였으며, 이를 통해 환경조건이 다른 지역의 포장에서 반복시험을 실시하여 환경조건에 따른 방제효과를 확인하고자 하였다.

2. 연구내용 및 연구결과

가. 실내효과 평가

본 연구에서는 제조된 시제품을 대상으로 실내에서 처리 시 최적 처리농도 확립을 위하여 실내 효과 시험을 실시하였다.

액제 시제품의 최적 처리농도를 확립하기 위해 벼물바구미에 대한 살충효과를 확인하고자 경기도 화성 인근 포장에서 채집한 성충에 액제 시제품을 250배, 500배, 1000배로 희석하여 처리한 후, Breeding dish에 반복당 20마리씩 투입하여 5일간 먹이 급이하여 생충수를 조사하였다. 입제 시제품의 최적 처리농도를 확립하기 위해 벼물바구미에 대한 살충효과를 확인하고자 입제 시제품을 1.5kg/300평, 3kg/300평, 6kg/300평 기준으로 Breeding dish에 처리 후 벼물바구미를 반복당 20마리씩 투입하여 5일간 먹이 급이하여 생충수를 조사하였다. 대조약제는 카보퓨란 입제(3kg/300평)를 사용하였다. 시험결과 액제 시제품의 벼물바구미에 대한 방제가는 시료처리 5일 후 250배에서는 82.6%, 500배에서는 80.5%, 1,000배에서는 72.1%의 방제효과를 나타내었으며, 입제 시제품의 벼물바구미에 대한 방제가는 시료처리 5일 후 6kg/300평 기준 처리에서는 85.8%, 3kg/300평 기준 처리에서는 82.6%, 1.5kg/300평 기준 처리에서는 73.7%의 방제효과를 나타내었다. 이상의 결과로 볼 때 액제 시제품은 250배 희석한 시험구가 500배 희석한 시험구보다 방제효과가 우수한 것으로 나타났지만 실제 농가포장에서 처리 시 경제성을 고려할 때 최적 처리농도는 500배가 적합하였고, 입제 시제품은 6kg/300평 기준 처리한 시험구가 3kg/300평 기준 처리한 시험구보다 방제효과가 우수한 것으로 나타났지만 실제 농가포장에서 처리 시 경제성을 고려할 때 최적 처리 기준은 3kg/300평이 적합하였다. 실내실험결과, 액제와 입제의 약효지속기간은 최소 15일이상 높은 방제가가 유지되는 것으로 확인되었다.



Figure 18. 벼물바구미에 대한 액제 시제품별 처리농도에 따른 실내시험

나. 포장실증시험

(1) 경기도 지역에서의 실증시험

(가) 시험방법

상기의 결과에서 결정된 처리농도(희석배수)를 근거로 하여 시제품의 농가 포장에서 벼물바구미 방제를 위한 최적처리방법을 확립하고자 포장실증시험을 실시하였다.

벼물바구미 방제를 위한 최적처리방법 확립을 위해 경기도 화성시 정남면 소재의 농가포장(품종: 삼강)에서 이앙일인 5월 20일을 기준으로 실증시험을 실시하였고, 경기도 용인시 남사면 소재의 농가포장(품종: 추청)에서 이앙일인 5월 24일을 기준으로 실증시험을 실시하였다. 입제 시제품을 이앙당일에 3kg/300평 기준으로 1회 처리하는 방법과 액제 시제품을 500배로 희석하여 논둑 주변에 이앙 7일전 1회 처리한 후 이앙당일에 입제 시제품을 3kg/300평 기준으로 1회 처리하는 방법으로 효과를 비교하였다. 약효조사는 구당 5주의 유충에 대한 생충수를 조사하였으며, 대조약제는 카보퓨란 입제(3kg/300평)를 사용하였다.

(나) 연구결과

경기도 화성시 정남면 소재의 포장과 경기도 용인시 남사면 소재의 포장 시험결과, 각각 벼물바구미에 대한 방제기는 최종 약제 처리 30일 후 입제 시제품 1회 처리 시에는 75.4%, 76.5%, 액제 시제품을 논둑에 1회 처리 7일 후 이앙당일 입제 시제품을 1회 처리 시에는 81.9%, 82.7%의 방제효과를 나타내었다. 최적처리방법은 액제 시제품을 논둑에 1회 처리 7일 후 이앙당일 입제 시제품을 1회 처리 시 30일 후에는 80% 이상의 방제가를 나타내어 이를 최적처리방법으로 결정하였고, 기준량과 배량에서 약해는 없는 것으로 확인되었다.

Table 69. 처리방법에 따른 벼물바구미에 대한 약제방제효과(화성시 정남면 포장)

시험시료	생충수				유의성 (DMRT)	방제가 (%)
	I 반복	II 반복	III 반복	평균		
입제	15	19	18	17.3	a	75.4
입제+액제	11	13	14	12.7	a	81.9
카보퓨란 입제	4	5	3	4.0	a	94.3
무처리	81	66	64	70.3	b	-

CV(%) ----- 20.37 %

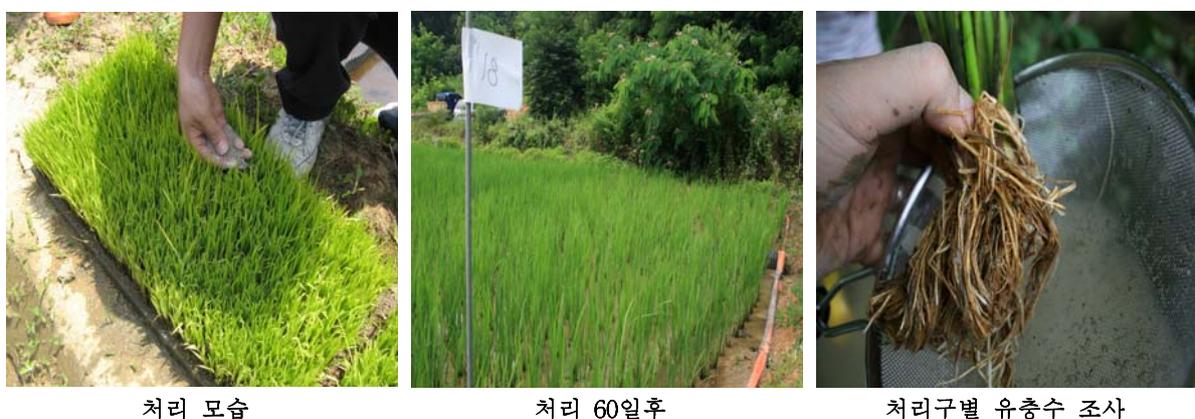


Figure 19. 시제품의 포장실증시험 1

Table 70. 처리방법에 따른 벼물바구미에 대한 약제방제효과(용인시 남사면 포장)

시험시료	생충수				유의성 (DMRT)	방제가 (%)
	I 반복	II 반복	III 반복	평균		
입제	17	21	20	19.3	b	76.5
입제+액제	15	16	12	14.3	ab	82.7
카보퓨란 입제	4	5	3	4.0	a	95.2
무처리	81	77	90	82.7	c	-

CV(%) ----- 13.53 %



처리 모습

처리 60일후

처리구별 유충수 조사

Figure 20. 시제품의 포장실증시험 2

(2) 충남 지역에서의 실증시험

(가) 시험방법

벼물바구미 방제를 위한 최적처리방법 확립을 위해 충남 천안시 풍세면 소재의 농가 포장(품종: 동진찰벼)에서 이앙일인 5월 30일 기준으로 실증시험을 실시하였고, 충남 천안시 광덕면 소재의 농가포장(품종: 추청)에서 이앙일인 5월 29일을 기준으로 실증시험을 실시하였다. 입제 시제품을 이앙당일에 3kg/300평 기준으로 1회 처리하는 방법과, 액제 시제품을 500배로 희석하여 논둑 주변에 이앙 7일전 1회 처리한 후 이앙당일에 입제 시제품을 3kg/300평 기준으로 1회 처리하는 방법으로 효과를 비교하였다. 약효조사는 구당 5주의 유충에 대한 생충수를 조사하였으며, 대조약제는 카보퓨란 입제(3kg/300평)를 사용하였다.

(나) 연구결과

시험결과 벼물바구미에 대한 방제가는 최종 시료 처리 30일 후 입제 시제품 1회 처리 시에는 각각 75.1%, 74.2%로 조사되었고, 액제 시제품을 논둑에 1회 처리 7일 후 이앙당일 입제 시제품을 1회 처리 시에는 82.4%, 82.0%의 방제효과를 나타내었다. 최적처리방법은 액제 시제품을 논둑에 1회 처리 7일 후 이앙당일 입제 시제품을 1회 처리 시 30일 후에는 80% 이상의 방제가를 나타내어 이를 최적처리방법으로 결정하였고, 기준량과 배량에서 약해는 없는 것으로 확인되었다.

Table 71. 처리방법에 따른 벼물바구미에 대한 약제방제효과(천안시 풍세면 포장)

시험시료	생충수				유의성 (DMRT)	방제가 (%)
	I 반복	II 반복	III 반복	평균		
입제	28	27	35	30.0	a	75.1
입제+액제	19	20	25	21.3	a	82.4
카보퓨란 입제	8	8	6	7.3	a	94.0
무처리	125	97	140	120.7	b	-

CV(%) ----- 23.20 %

Table 72. 처리방법에 따른 벼물바구미에 대한 시료방제효과(천안시 광덕면 포장)

시험시료	생충수				유의성 (DMRT)	방제가 (%)
	I 반복	II 반복	III 반복	평균		
입제	30	24	29	27.7	b	74.2
입제+액제	17	23	18	19.3	b	82.0
카보퓨란 입제	8	7	9	8.0	a	92.5
무처리	108	103	111	107.3	c	-

CV(%) ----- 8.01 %

(3) 전북 지역에서의 실증시험

(가) 시험방법

벼물바구미 방제를 위한 최적처리방법 확립을 위해 전북 고창군 고수면 소재의 농가 포장(품종: 주남)에서 이앙일인 6월 5일을 기준으로 실증시험을 실시하였고, 전북 고창군 무장면 소재의 농가포장(품종: 추청)에서 6월 10일을 기준으로 실증시험을 실시하였다. 입상 시제품을 이앙당일에 3kg/300평 기준으로 1회 처리하는 방법과, 액제 시제품을 500배로 희석하여 이앙 7일전에 논둑 주변에 1회 처리한 후 입제 시제품을 3kg/300평 기준으로 1회 처리하는 방법으로 효과를 비교하였다. 약효조사는 구당 5주의 유충에 대한 생충수를 조사하였으며, 대조약제는 카보퓨란 입제(3kg/300평)를 사용하였다.

(나) 연구결과

시험결과 벼물바구미에 대한 방제가는 고수면과 무장면 소재의 농가포장에서 각각 최종 시료 처리 30일 후 입제 시제품 1회 처리 시에는 76.3%, 77.9%로 조사되었고, 액제 시제품을 논둑에 1회 처리 7일 후 이양당일 입제 시제품을 1회 처리 시에는 84.8%, 80.6%의 방제효과를 나타내었다. 최적처리방법은 액제 시제품을 논둑에 1회 처리 7일 후 이양당일 입제 시제품을 1회 처리 시 30일 후에는 80% 이상의 방제가를 나타내어 이를 최적처리방법으로 결정하였고, 기준량과 배량에서 약해는 없는 것으로 확인되었다.

Table 73. 처리방법에 따른 벼물바구미에 대한 약제방제효과(고창군 고수면 포장)

시험시료	생충수				유의성 (DMRT)	방제가 (%)
	I 반복	II 반복	III 반복	평균		
입제	16	19	21	18.7	b	76.3
입제+액제	14	12	10	12.0	ab	84.8
카보퓨란 입제	3	4	4	3.7	a	95.3
무처리	72	80	85	79.0	c	-

CV(%) ----- 12.74 %

Table 74. 처리방법에 따른 벼물바구미에 대한 시료방제효과(고창군 무장면 포장)

시험시료	생충수				유의성 (DMRT)	방제가 (%)
	I 반복	II 반복	III 반복	평균		
입제	40	35	45	40.0	b	77.9
입제+액제	34	41	30	35.0	ab	80.6
카보퓨란 입제	4	5	3	4.0	a	97.8
무처리	176	204	162	180.7	c	-

CV(%) ----- 17.38 %

제 10 절 목록공시 신청 및 특허출원

1. 친환경유기농자재 목록공시 등재

본 연구과제의 성과물인 “바구탄 입제”는 친환경유기농자재 목록공시에 2010년 4월 15일부로 작물충해관리용 자재(대상해충 : 벼 벼물바구미)로 등재되었다(등재번호 : 10-유기-5-268). 등재된 사항은 농촌진흥청 홈페이지(www.rda.go.kr)에서 확인할 수 있다.

목록등재번호	자재종류	자재명	제조회사
10-유기-5-268	작물충해관리용 자재	식물추출물 (상표명 : 바구탄 입제)	고려바이오(주)

2. 제품 및 제조방법에 대한 특허신청

본 연구과제의 성과물인 “바구탄 입제”와 관련하여 제품의 제제화 기술에 대한 특허를 출원할 예정이며 내역은 다음과 같다.

구분	내 용
권리	특 허
출원인	고려바이오(주)
출원일자(예정)	2011년 9월
발명명칭	벼물바구미 방제용 친환경 생물농약 제조방법

제 11 절 제품의 효과평가, 작용기작 및 벼물바구미의 생리학적 변화 분석

1. 연구목적

각 시제품에 대한 실내효과평가를 통하여 작용기작과 생리학적 변화 분석을 위해 확인하고자 하였다. 우선 각각의 시제품이 갖는 일반적 살충능력을 분석하기 위해 배추좀나방(*Plutella xylostella*)과 파밤나방(*Spodoptera exigua*)에 대해 약효 검정이 이뤄졌으며, 추후 거짓쌀도둑거저리(*Tribolium castaneum*)에 대한 약효 검정이 이루어졌다.

2. 재료 및 방법

가. 배추좀나방(*Plutella xylostella*) 생물검정

연구에 사용된 시료는 바구탄 1, 2, 3, 4이며 조제는 물 30ml에 각각 30 μ l의 바구탄 1, 2, 3, 4를 넣어 1000ppm을 조제하였다. 5000ppm은 물 30ml에 각각 150 μ l의 바구탄 1, 2, 3, 4를 넣어 제조하였다.

배추잎(1.5cm x 1.5cm)을 시료에 1분간 침지하고 10분간 건조 후 *Plutella xylostella* 3령충을 10마리씩 3반복으로 처리하였다. 처리 2일째부터는 건전한 먹이를 주었으며 5일간 관찰하였다.

나. 파밤나방(*Spodoptera exigua*) 생물검정

연구에 사용된 시료는 바구탄 1, 2, 3, 4이며 조제는 물 30ml에 각각 300 μ l의 바구탄 1, 2, 3, 4를 넣어 10000ppm을 조제하였다.

배추잎(1.5cm x 1.5cm)을 시료에 1분간 침지하고 10분간 건조 후 *Spodoptera exigua* 4령충을 10마리씩 3반복으로 처리하였다. 처리 2일째부터는 건전한 먹이를 주었으며 5일간 관찰하였다.

다. 거짓쌀도둑거저리(*Tribolium castaneum*) 생물검정

연구에 사용된 시료는 액제 시제품(바구떡)과 입제 시제품(바구탄 입제)이며, Breeding dish에 반복당 10마리씩 투입하고 바구떡을 500배로 처리한 뒤, 1시간이 경과

한 후에 먹이를 공급하며 5일간 관찰하였고, 바구탄 입제는 Breeding dish에 반복당 10 마리씩 투입하고 3kg/300평을 기준으로 처리한 뒤 1시간이 경과한 후에 먹이를 공급하며 5일간 관찰하였다.

3. 결 과

가. 배추좀나방(*Plutella xylostella*)에 대한 시료 살충효과

바구탄 1, 2, 3 처리에서는 효과가 나타나지 않았으며 저농도와 고농도에서 바구탄 4 시료가 높은 살충력을 나타냈다.

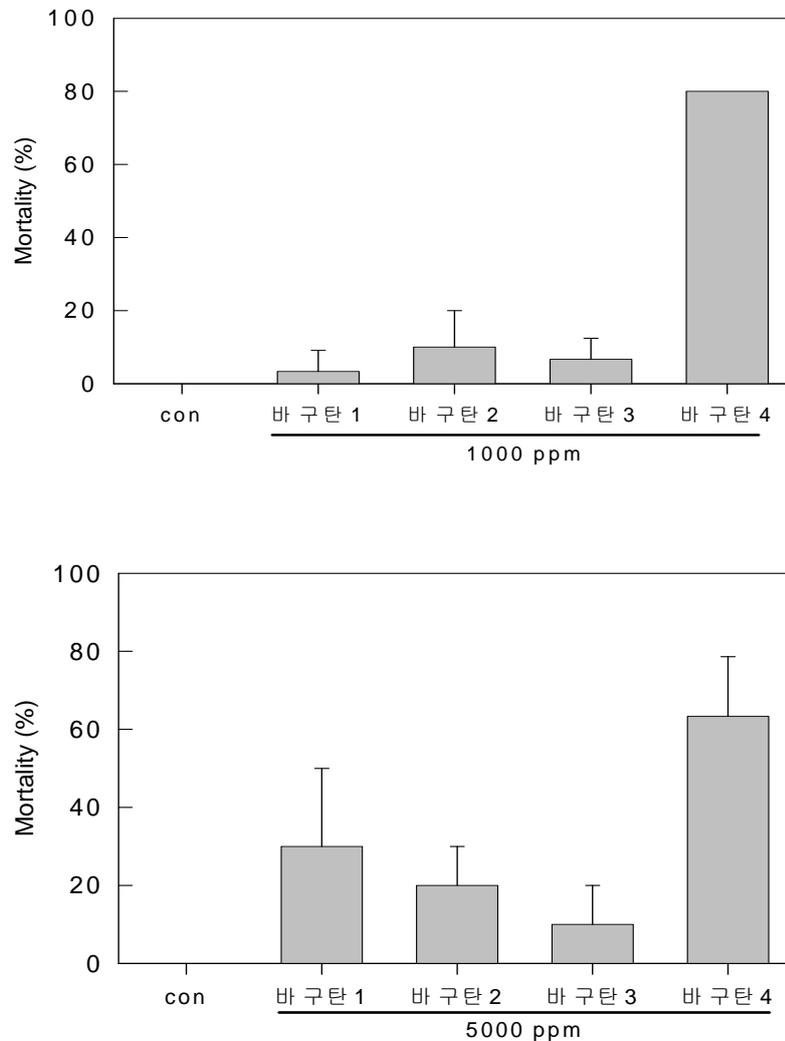


Figure 21. 배추좀나방(*Plutella xylostella*)에 대한 벼물바구미 방제 시료의 살충효과

나. 파밤나방(*Spodoptera exigua*)에 대한 시료 살충효과

각 시험구에서 *Spodoptera exigua*에 대해 유의성 있는 방제효과를 보여주지 못했다.

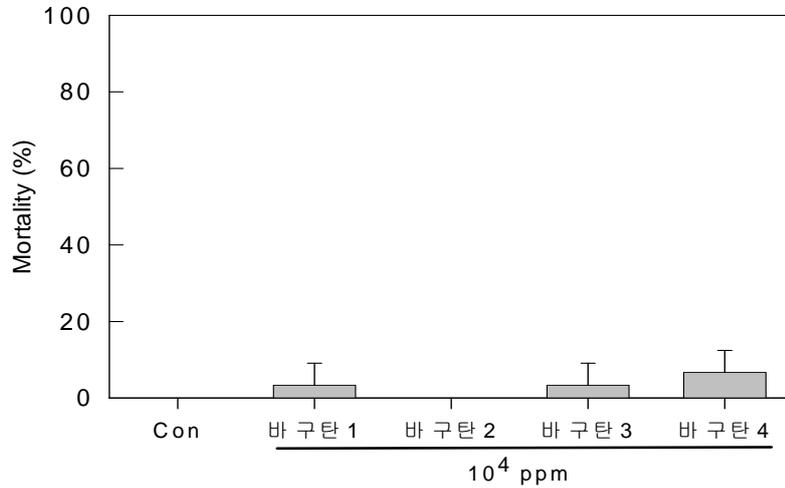


Figure 22. 파밤나방(*Spodoptera exigua*)에 대한 벼물바구미 방제 시료의 살충효과

다. 거릿살도둑거저리(*Tribolium castaneum*)에 대한 시료 살충효과

액제 시제품(바구독)은 *Tribolium castaneum*에 대한 방제효과가 80%이며, 입제 시제품(바구탄 입제)은 *Tribolium castaneum*에 대한 방제효과가 78%로 우수한 것으로 나타났다. 따라서 액제 및 입제 시제품은 섭식독보다는 접촉독인 것으로 확인되었다.

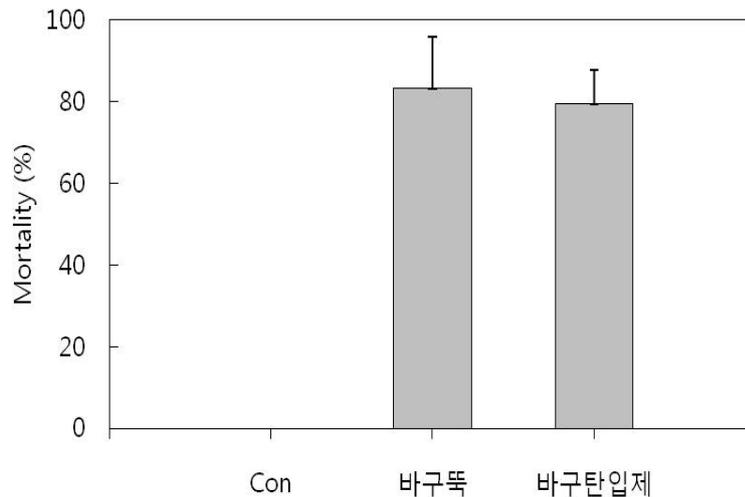


Figure 23. 거릿살도둑거저리(*Tribolium castaneum*)에 대한 벼물바구미 방제 시료의 살충효과

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 연구개발의 목표 및 연구개발 수행내용

구분 (연도)	세부연구제 목	세부연구목표	연구개발 수행내용	달성 도 (%)
1차 연도 (2009)	벼물바구미 방제용 친환경 생물농약 개발	식물추출물, 식물성 오일의 최종선발	벼물바구미를 방제를 목적으로 식물추출물, 식물성오일을 유화하여 실내 실험한 결과, 최종적으로 님추출물과 향수비자 추출물을 선발하였으며, 각각 1,500ppm의 배합이 효과 및 경 제성에서 양호하였다.	100
		효과증진용 첨가제, 안정제, 물성조정제 및 제제화용 첨가제 선발	입상제품을 위한 부착성증진제로는 Xanthan gum을 선발하였 고, 분산제 및 계면활성제로는 채종유를 선발하였으며, 산화 방지제로는 Ethoxyquin 75ppm에서 양호하였고, 안정제로는 Polyethylene glycol을 선발하였다. 액상제품을 위한 첨가제중 유화제로는 Polyoxyethylene (1,1,3,3- tetramethylbutyl)phenyl ether과 Polyethylene glycol을 선발하였고, 분산제로는 Tween 80 (Polyoxyethylene sorbitan monooleate, CAS No. 9005-65-6, EPA list 4B)을 선 발하였으며, 부착성 증진제로는 Xanthan gum을 선발하였다.	100
		유효성분간의 제형화 확립 및 최적배합 선 정	입상제품의 유효성분간의 제형화를 확립하고자 하였으며, 캐리어를 선정하기에 앞서, 유기질펠렛입제와 규산입제에 유 화가 완료되지 않은 액제를 15% 합제하여, 삼강벼에 벼물바구 미에 대한 방제가를 실험한 결과, 규산입제의 방제가가 더 우 수하였으며, 수면전개성을 평가한 결과도 규산입제가 가장 우 수하였다. 입상제품의 최적배합은 주요배합(님추출물 41%, 향 수비자추출물 41%, 채종유 4%, 피마자유 2.6%, polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl)phenyl ether 2.6%, 부착성증진제인 Xanthan gum 0.001%, polyethylene glycol 2.3%, Ethoxyquin 0.0075%, Ethanol 6.5%) 15%와 규산 입제 85%로 선정하였고, 액상제품의 최적배합은 님추출물 41%, 향수비자나무추출물 41%, Polyoxyethylene sorbitan monooleate 0.005%, Xanthan gum 0.001%, polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl)phenyl ether 5%, polyethylene glycol 5%, Ethanol 8%로 결정하였다.	100
작용기작 및 생리적 변화 분석	유효성분의 살충력 및 섭식저해 효과 분석	유효성분의 살충력 및 섭식저해 효과를 분석하기 위하여, 동일한 딱정벌레목 및 유사한 곤충을 대상으로 실내약효 검정 및 작용 기작을 분석하고자 하였으며, 입제형 시료를 먹이와 혼합하여 섭식독을 분석한 결과, sand type에서 다른 type보 다 우수한 방제가를 나타내었다. 원제에 대한 약효를 확인하고자, <i>Tribolium castaneum</i> 을 대상 으로 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin을 살포하여 접촉독을 확인한 결과, 5,000ppm에서 모두 약 20%의 방제가를 나타냈고, <i>Plutella xylostella</i> 에 대해 Citronella oil 5,000ppm에서 높은 살 충률을 나타내었다. 유화된 Neem oil, Citronella oil, Azadirachtin의 <i>Tribolium castaneum</i> 에 대한 접촉독을 검정한 결과, Azadirachtin과 Citronella oil의 방제가가 우수하였고, <i>Plutella xylostella</i> 에 대 해 섭식독을 검정한 결과도 Azadirachtin과 Citronella oil의 방제 가가 우수하였다.	100	

2차 연도 (2010)	농가 현장적용 방법 확립 및 등록공시, 특허신청	최적배합에 따른 시 제품 제조(입제 및 액제)	입상용 시제품은 님추출물 41%와 향수비자나무추출물 41% 및 각종 효력증진용 첨가제를 혼합하여 제조하게 된다. 효력 증진용 첨가제로 식물성오일(Canola oil) 4.0%, 분산제(Castor oil ethoxylated) 2.6%, 부착성증진제(Xanthan gum) 0.001%를 혼합하고 제제화용 첨가제로 선발된 유화제(polyoxyethylene 1,1,3,3-tetramethylbutyl)phenyl ether) 2.6%, 유화제(polyethylene glycol) 2.3%, 산화방지제(Ethoxyquin) 0.0075%를 투입하였고 증량제로 Ethanol(또는 물) 6.5%와 제올라이트 85%를 혼합하였다. 액상용 시제품은 님추출물 41%와 향수비자나무추출물 41%에 분산제(Polyoxyethylene sorbitan monooleate 0.005%), 부착성 증진제(Xanthan gum 0.001%)를 혼합하고 비이온계면활성제를 이용한 유화제인 유화제(polyoxyethylene (1,1,3,3-tetramethylbutyl)phenyl ether)를 5%, 유화제(polyethylene glycol) 5%를 혼합하여 액상제형을 제조하였다.	100
		첨가제의 안정성 확 인	액상 및 입상 시제품의 포유동물에 대한 독성시험은 급성경구 독성, 급성경피독성을 수행하였고, 생태계 생물에 대한 영향시험은 담수어에 대한 영향시험을 수행하였다.	100
		시제품의 안정성 확 인	제조된 액상 및 입상시제품을 대상으로 보관온도에 따른 경시적인 이화학적, 수면전개성, 유화성 등을 확인한 결과, 12개월간 안정성을 유지하였다.	100
		시제품의 안전성 확 인	제조된 액상 및 입상시제품의 포유동물에 대한 독성시험은 급성경구 독성, 급성경피독성을 수행하였고, 생태계 생물에 대한 영향시험은 담수어에 대한 영향시험을 수행하였다.	100
		실내효과 평가 및 포 장실증시험	벼물바구미에 대한 시제품의 실내효과를 평가한 결과, 액상 시제품의 벼물바구미에 최적 처리농도는 500배가 적합하였고, 입상 시제품의 최적 처리 기준은 3kg/300평이 적합하였다. 벼물바구미에 대한 포장실증시험 결과, 최적 처리 방법은 액상 시제품 1회 처리 7일 후 입상 시제품 1회 처리 시 80% 이상의 방제가를 나타내어 이를 최적처리방법으로 판단하였고, 기준량과 배양에서 벼에 대한 약해는 없는 것으로 확인되었다.	100
		시제품 제조공정 및 대량생산공정 개발	입상용 시제품을 제조하는데 있어 가장 효율적인 방법은, 먼저 유효성분인 식물추출물, 효력증진 첨가제와 제제화용 첨가제를 액상혼합기로 혼합, 유화 후 최종적으로 입상혼합기를 이용하여 증량제와 혼합하여 최종 제품을 생산하는 것이 대량 공정상 효율적인 것으로 확인되었다. 액상용 시제품은 먼저 유효성분인 식물추출물, 효력증진 첨가제와 제제화용 첨가제를 액상혼합기로 혼합, 유화시킨다. 최종적으로 혼합된 유화액에 증량제와 혼합하여 액상자동계량 포장기를 이용하여 최종 제품을 생산하는 것이 대량공정상 효율적인 것으로 확인되었다.	100
		등록공시 신청 및 특 허 출원	본 연구과제의 성과물인 “바구탄 입제”는 친환경유기농자재 등록공시에 2010년 4월 15일부터 작물충해관리용 자재(대상해충 : 벼 벼물바구미)로 등재되었다(등재번호 : 10-유기-5-268). 등재된 사항은 농촌진흥청 홈페이지(www.rda.go.kr)에서 확인할 수 있다. 본 연구결과와 관련하여 시제품 “바구탄 입제”의 제제화 기술 대한 특허를 2011년 7월에 출원할 예정이며 발명명칭은 “벼물바구미 방제용 친환경 생물농약 제조방법”이다.	100
		효과평가, 작용기작 및 생리적 변화 분석	제품의 효과평가, 작 용기작 및 벼물바구 미의 생리학적 변화 분석 유효성분의 살충력 및 섭식저해 효과를 분석하기 위하여, <i>Plutella xylostella</i> , <i>Spodoptera exigua</i> 을 대상으로 실내약효 검정 및 작용 기작을 분석하고자 하였으며, 유효성분의 섭식독을 분석한 결과, <i>Plutella xylostella</i> 에 대해 높은 살충률을 나타내었다. 시제품에 대한 <i>Tribolium castaneum</i> 에 대한 접촉독 방제효과에서는 바구떡과 바구탄입제 모두 78%로 우수한 방제효과를 나타내었다.	100

2. 관련분야에의 기여도

본 연구과제의 내용은 수도작에 발생하는 대표적인 외래해충 중 하나인 벼물바구미를 방제할 수 있는 친환경 생물농약을 개발하는 것으로, 국내에서 월동하는 벼물바구미에 대한 피해확산을 방지하고자 하는데 목적이 있다. 독성 및 영향시험을 통해 안전성 평가를 실시하였고, 농가에서의 포장시험을 통해 농가 현장에서 사용 가능한 방법을 확립하였으므로, 친환경 수도작 재배농가에서 방제에 어려움을 겪고 있는 벼물바구미에 대한 방제를 통해 농가의 고충을 덜어주고 나아가서 생산성 향상을 통한 농가소득 증진에 이바지할 것으로 기대된다.

또한, 본 연구를 통해 개발되는 제품은 관행농가 뿐만 아니라 친환경 수도작을 재배하는 농가에서도 사용할 수 있도록 친환경유기농자재 목록공시제에 등재되었으며, 농가 소득 향상에 도움이 될 것으로 기대된다.

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

1. 연구성과

가. 친환경유기농자재 목록공시 등재

본 연구과제의 성과물인 “바구탄 입제”는 친환경유기농자재 목록공시에 2010년 4월 15일부로 작물충해관리용 자재(대상해충 : 벼 벼멸바구미)로 등재되었다(등재번호 : 10-유기-5-268). 등재된 사항은 농촌진흥청 홈페이지(www.rda.go.kr)에서 확인할 수 있다.

목록등재번호	자재종류	자재명	제조회사
10-유기-5-268	작물충해관리용 자재	식물추출물 (상표명 : 바구탄 입제)	고려바이오(주)

나. 제품 및 제조방법에 대한 특허신청

본 연구과제의 성과물인 “바구탄 입제”와 관련하여 제품의 제제화 기술에 대한 특허를 출원할 예정이며 내역은 다음과 같다.

구분	내 용
권리	특 허
출원인	고려바이오(주)
출원일자(예정)	2011년 9월
발명명칭	벼멸바구미 방제용 친환경 생물농약 제조방법

다. 연구성과 논문발표

2011년 하반기와 2012년 상반기에 응용곤충학회와 농약과학회 등 국내학술논문집에 제품개발에 대한 최종 연구성과 및 농가실증시험에 대한 연구성과를 발표할 예정이다.

라. 기술개발 결과의 유형 및 무형 성과

본 연구를 통해 개발된 성과물인 “바구탄 입제”는 벼물바구미 방제용으로 개발된 친환경유기농자재로서 제품에 대한 홍보자료는 다음과 같다.

바구탄

입제

제품종류 : 친환경 증배관리용제제

목록등록번호 : 10-유기-5-268

독성구분 : 제독성, 아독성 3급

벼 물바구미! 이제는 모판에서 손쉽게! 뿌리고 이앙하세요!

특징 및 효과

- 친환경 농업에 적합한 벼물바구미관리용 유기농제제입니다.
- 본 제품은 모판 및 본답채리용 입상제제입니다.
- 살충성 천연오일에 의한 접촉 및 섭식제에 효과를 보입니다.



사용 방법

작물	적용예승	제형	용량	사용방법	사용량
벼(수도)	벼물바구미	입제	3kg	모판채리	100g / 모 1판 (33m ² 용) 3kg / 모 30판(990m ² 용)
				본답채리	3kg / 990m ²



주의사항

- 모판 채리시 벼(모)에 이슬 및 물기를 반드시 떨어낸 후 사용하시고, 제품이 벼(모)에 붙어있지 않게 주의하십시오.
- 가급적 이앙 직전 모판에 균일하게 살포 후 이앙하십시오.
- 모판채리 후, 7일 내외로 본답채리도 가능하며 본답채리시 골고루 살포해 주십시오.
- 벼물바구미의 계속적인 유입으로 밀도가 높아질 경우에는 ‘바구탄 액제’ 를 살포하여 밀도를 낮춰주십시오.
- 사용하신 후에는 잘 밀봉한 뒤 햇빛을 피하여 건조하고 세늘한 곳에 보관하십시오.

Figure 24. 벼물바구미 방제용 “바구탄 입제” 홍보자료

2. 성과 활용계획

가. 기술개발 성과물에 대한 활용방안

당사에서 직접 제조하고 있는 본 기술개발과제의 성과물은, 우선적으로는 당사의 대리점을 통하여 내수 홍보 및 판매를 실시중이며, 국내시장의 안정적인 진입이후에는 당사에서 수출하고 있는 인도 및 대만, 중국을 비롯하여 친환경 수도작 생산이 가능한 지역으로 수출할 계획이며, 해외 수출방면으로는 초기에 국가환경기술정보센터 및 국가기술사업화정보망(Tech-Biz Network)을 활용하고, KOTRA 협조를 얻어 해외 주요 친환경 수도작 생산국가에 수출할 계획이다.

구분	성과물의 판매증진 방안
내수판매	<ul style="list-style-type: none"> - 본 성과물을 당사의 전문 대리점을 통하여 판매 활성화. - 당사는 창업 이래 14년간 난방제성 해충용 생물농약, 미생물 농약, 친환경제제 등을 개발하여 전국의 50여개 대리점을 통하여 판매를 하고 있음. - 친환경 수도작 재배농가 또는 작목반 대상으로 홍보 및 판매. - 시도의 친환경 보조사업을 유도하여 관납을 추진 진행중.
수출판매	<ul style="list-style-type: none"> - 해외의 개방형 기술중개 사이트와 연계하여 판매증진 - 해외 주요 친환경 수도작 생산국가에 제품수출(KOTRA 협조) - 국가환경기술정보센터의 정보망을 활용

나. 시장진입전략

현재, 매우 다양한 제품군의 생물농약, 비료 등을 판매하고 있는 당사는, 새롭게 개발된 친환경 살충제의 효과가 우수(방제가 80%이상)하므로, 시장진입은 매우 용이할 것으로 확신하며, 전국의 대리점사에 대한 능가실증시험 결과물 홍보, 친환경 수도작 생산 지역의 농촌기술센터에 대한 제품홍보, 주산지 지역작목반에 대한 홍보 등을 실시하고 있다.

다. 연구결과의 기술이전조건

핵심기술명	벼물바구미(<i>Lissorhoptrus oryzophilus</i>) 방제용 유효 생물농약 개발		
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input checked="" type="checkbox"/> 유상	실용화예상시기	2012 ~ 2013
이전방식	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(연구개발 주관기관인 당사에서 자체생산 예정)		

라. 제품화 개발계획

(1) 본 연구가 완료된 2011년에 우선적으로 벼물바구미 방제용 친환경 유기농자재로 제품화를 완료하였음

(2) 개발된 제품은 친환경유기농자재 목록공시제에 신청하여 벼물바구미 방제용 친환경 유기농자재로 등재 완료하였음

(3) 2011년 상반기에는 지역별, 품종별로 시범포를 운영하고 있으며 현장에서의 재현성을 확보하고 농가에 대한 홍보를 병행 실시하고 있는 중임

(4) 본 개발기술을 응용하여 수도작 뿐만 아니라 다른 농작물의 해충방제용 친환경 생물농약에도 적용, 개발할 계획임

마. 대량생산을 위한 계획

(1) 본 연구과제가 마무리된 2011년 상반기 현재, 선발된 유효성분 증 농 추출물은 인도 남부지방에 있는 업체를 통해 수급선을 확보하였으며, 향수비자나무 추출물은 중국 절강성 지역에 있는 업체를 통해 수급선을 확보하여 당사가 직접 수입하여 사용하게 됨.

(2) 대량 생산공정은 당사에서 보유하고 있는 설비를 이용하였으며, 공정에 적합한 추가설비는 2010년에 구입하였음

(3) 본격적으로 2012년에 벼물바구미 방제용 생물농약(친환경유기농자재)을 생산하고 판매할 계획이며 2011년에는 재현성 시험과 제품 홍보에 집중할 계획임

바. 국내외 전시회에서의 연구결과물 홍보

(1) TAMAS (대전 국제 농기자재 및 우수종자 전시회)

- ① 기간 : 2009년 11월 3일 ~ 6일 (4일간)
- ② 장소 : KOTRA 대전무역전시관
- ③ 전시내용 : 행사기간동안 당사 제품에 대해 홍보하고, 특히 본 기술개발과제를 통해 개발 중이었던 벼물바구미 방제용 생물농약에 대해 홍보하였다.



Figure 25. 2009 TAMAS 고려바이오(주) 홍보부스

(2) 중국 상해 국제 농업박람회(CAC)

- ① 기간 : 2010년 3월 16일 ~ 3월 18일(3일간), 2011년 3월 16일 ~ 3월 18일(3일간)
- ② 장소 : 중국 상해
- ③ 전시내용 : 행사기간동안 당사 제품에 대해 홍보하고, 특히 본 기술개발과제의 성과물인 벼멸바구미 방제용 생물농약 '바구탄 입제'에 대해 홍보하였다.



Figure 26. 2010 중국 상해국제농업박람회 고려바이오(주) 홍보부스



Figure 27. 2011 중국 상해국제농업박람회 고려바이오(주) 홍보부스

(3) 제2회 충남농업대축전

- ① 기간 : 2010년 10월 21일 ~ 10월 23일 (3일간)
- ② 장소 : 충청남도농업기술원
- ③ 전시내용 : 행사기간동안 당사 제품에 대해 홍보하고, 특히 본 기술개발과제의 성과물인 벼물바구미 방제용 생물농약 '바구탄 입제'에 대해 홍보하였다.



Figure 28. 2010 제2회 충남농업대축전 고려바이오(주) 홍보부스

(4) 제9회 대한민국 농업박람회

- ① 기간 : 2010년 10월 21일 ~ 10월 31일 (11일간)
- ② 장소 : 전라남도농업기술원 (전남 나주시 산포면 산제리)
- ③ 전시내용 : 행사기간동안 당사 제품에 대해 홍보하고, 특히 본 기술개발과제의 성과물인 벼물바구미 방제용 생물농약 '바구탄 입제'에 대해 홍보하였다.

(5) 2009년 일본 원예자재전시회

- ① 기간 : 2009년 11월 24일 ~ 11월 28일 (5일간)
- ② 장소 : 일본 치바
- ③ 전시내용 : 행사기간동안 당사 제품에 대해 홍보하고, 특히 본 기술개발과제를 통해 개발 중이었던 벼물바구미 방제용 생물농약에 대해 홍보하였다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

해당사항 없음

제 7 장 참고문헌

Ahn, Y.J. and K.Y. Cho. 1992. Establishment of bioassay system for developing new insecticides 1. Effects of organic solvents on the toxicity against insect, phytotoxicity and solubility of compounds. Korean j. Appl. Entomol. 31:182-189.

Alkofahi, A 1989. Search for new pesticides from higher plants, pp. 25-43. In Insecticides of plant origin (Ed. J. T. Amason), ACS Symp. Ser. No. 387, Amer. Chem. Soc., Washington, D.C.

Arnason, J.T., B.J. Philogene and P. Morand. 1989. Insecticides of plant origin. 213pp. Amer. Chem. Soc., Washington.

Bae, S.H. and M.D. Pathak. 1966. A mirid bug *Cyrtorhinus lividipenus* Reuter, a predator of the eggs and nymphs of the brown planthopper. IRRI Newsl 15: 33-36.

Chen, C.C., W.H. Ku and R.J. Chiu. 1978. Rice wilted stunt and its transmission by the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stal). Plant Prot. Bull. (Taipei) 20:376.

Cho, K.Y., J.J. Ahn and Y.J. Ahn. 1987. Establishment of bioassay Technology. pp. 501-844.

Choi, J.K. 2006. Potent larvicidal components from outer seedcoat of *Ginkgo biloba* (L.) against *Ochleritatus togoi* (Diptera: Culi-cidae) larvae. Ph. D. Dissertaion, Chonuk National University. p. 71.

Chon, S.U., D.I. Kim and Y.S. Choi. 2003. Assessments on insecticidal and fungicidal activities by aerial part extracts from several compositae plants. Kor. J. Weed Sci 23: 81-91.

Dyck, V.A. and B. Thomas. 1979. The brown planthopper problem. Brown planthopper: Threat to rice production in Asia. IRRI. 3-17.

Ha, C.G., D.G. Lee and S.C. kang. 2000. Antibacterial activities of edible plant extracts against strawberry spoiling bacteria *Staphylococcus* sp. Korean J. Biotechnol. Bioeng. 15: 226-231.

Harborne, J.B. 1993. Introduction to ecological biochemistry (4th ed.). Academic Press, London.

Heinrichs, F.A. and O. Mochida. 1984. From secondary to major pest status: The case of insecticide-induced rice brown planthopper, *Nilaparvata lugens*. Protection Ecology 7: 201-218.

Hiremath, I.G., Y.G. Ahn, S.I. Kim, B.R. Choi and J.R. Cho. 1995. Insecticidal and acaricidal of african plant extracts against the brown planthopper and two-spotted spider mite. Korean J. Appl. Entomol. 34: 200-205.

Kim, D.I., J.D. Park, S.G. Kim, H. Kuk, M.S. Jang and S.S. Kim. 2005. Screening of some crude plant extracts for their acaricidal and insecticidal efficacies. J. Asia-Pacific Entomol. 8: 93-100.

Kim, Y. O., J.D. Johnson and E.J. Lee. 2005a. Phytotoxicity of *Phytolacca americana* leaf extracts on the growth, and physiological response of *cassia mimosoides*. J. Chem. Ecol. 31: 2963-2974.

Kim, Y.O., J.D. Johnson and E.J. Lee. 2005b. Phytotoxic effects and chemical analysis of leaf extracts from three *phytolaccaceae* species in south Korea. J. Chem. Ecol. 31: 1175-1186.

Kwon, D.J., J.H. Park, M. Kwon, J.Y. Yoo and Y.J. koo. 1999. Effect of wormwood ethanol extract on human intestinal micro-organism. Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 27: 102-106.

Kwon, M. 1993. Isolation of insecticidal and acaricidal component from the *Ginkgo biloba* leaves. Seoul National University. P. 62.

Kwon, M., S.B. Lee, Y.J. Ahn, N.J. Park and K.Y. Cho. 1994. Insecticidal and acaricidal activities of plant extracts. *Agricul. Chem. Biotech.* 37: 492-497.

Kwon, O.K., S.K. Lim, D.S. Choi and S.H. Kyung. 1998. Synthetic method and insecticidal activity of ricinine. *Korean J. Pestic. Sci.* 2: 18-23.

Ling, K.C. 1972. Rice virus diseases. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines 134pp.

Mathivadhani, P., P. Shanthi and P. Sachdanandam. 2003. Effect of *Semecarpus anacardium* Linn. Nut Milk Extract on Glutathione and its Associated Enzymes in Experimentally Induced Mammary Carcinoma. *J. Med Food.* 9: 265-9.

Matsubara, H. 1972. On the influence of organic solvent upon the lethal toxicity and knockdown speed of p,p-DDT emulsion against larvae of the common house mosquito, *Culex pipens pallens* Coqui. *Botsu- Kagaku* 37: 129-135.

Miyakada, m. 1986. The search for new insecticidal and fungicidal compounds from plants. *J. Pesticide Sci.* 11: 483-492.

Nickavar, B., G. Amin and M. Yosefi. 2004. Volatile constituents of the flower and fruit oils of *Pittosporum tobira* (Thunb.) Ait. grown in Iran. *Z. Naturforsch.* 59: 174-176.

Park, I.K., J.D. Park, C.S. Kim, S.C. Shin, Y.J. Ahn, S.C. Park and S.G. Lee. 2002. Insecticidal and acaricidal activities of domestic plant extracts against five major arthropod pests. *Korean J. Pesticide Sci.* 6: 271-278

Reissig, W.H., E.A. Heinlich and S.L. Valencia. 1982. Insecticide-induced resurgence of brown planthopper, on plant protection in tropical and subtropical areas. *Bull. Entomol. Soc. Amer.* 18: 14-17.

SAS. 1988. SAS user's guide: Basics. Statistical Analysis System Institute. Cary, North Carolina, USA.

Schmutterer, H. 1980. Natural pesticides from the neem tree. Proc. 1st Int. Neem Conference. pp. 33-59.

Thornber, C.W. 1970. Alkaloids of Menispermaceae. Phytochem. 9: 157-187.

Vinutha, B., D. Prachanth, K. Salma, S. Sreeja, D. Prtiti, R. Padmaja, S. Radhika, A. Amit, K. Venkateshwarlu and M. Deepak. 2006. Screening of selected India medical plants for acetylcholinesterase inhibitory activity. J. Ethnopharmacol. 109: 359-363.

농약사용지침서 / 한국작물보호협회(www.koreacpa.org)

원예기술지원정보 제07-2호 / 농촌진흥청 원예연구소(www.nhri.go.kr)

농림수산식품 주요통계 2009 / 농림수산식품부

농림수산식품 분야 녹색성장 전략 / 농림수산식품기술기획평가원

생물농약의 연구개발 동향 2009 / 한국화학연구원 산업바이오화학연구센터

주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.