

최 종 보 고 서

발 간 등 록 번 호

11-1543000-001230-01

과제(), 일반과제(○) 과제번호 114125-1-1-SB010

나방류 방제용 복합 천연물 주성분 친환경 살충제의
다국적 현장 적용기술 개발

(Development of application method for bio larvacide which it
has complex natural ingredient can be used world wide)

농업회사법인투엠바이오(주)

농 립 축 산 식 품 부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “나방류 방제용 복합 천연물 주성분 친환경 살충제의 다국적 현장 적용기술 개발에 관한 연구” 과제의 보고서로 제출합니다.

2016년 1 월 17 일

주관연구기관명 : 농업회사법인
투엠바이오(주)

주관연구책임자 : 남 명 혼

연 구 원 : 홍 명 표

요 약 문

I. 제 목

나방류 방제용 복합 천연물 주성분 친환경 살충제의 다국적 현장 적용기술 개발

II. 연구성과 목표 대비 실적

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차 년도	나방류 방제용 복합 천연물 주성분 친환경 살충제의 다국적 현장 적용기술 개발	적용대상 해충별 방제가 목표 달성위한 현장 적용 기술 확립	100	- 타겟 해충에 대한 현장 적용 기술개발로 목표 방제가 도달
		제품 안정성 평가 (친환경유기농자재 목록 공시 등재 기준 부합)	100	- 친환경 유기농자재 목록공시 준비 - 주성분 분석 성적서 확보 - 약해 시험 성적서 확보 - 독성시험성적서 확보
		인도 목화 나방류 방제 현장 효과 시험 - 파트너 선정, - 개발 MOU체결	100	- 인도 현지 목화 나방류 방제 현장 적용기술 개발 - 인도 업체와 협력 MOU 체결

III. 연구개발의 목적 및 필요성

본 과제는 친환경농산물 생산을 위하여 반드시 필요한 친환경농자재를 개발하고 현장 적용기술을 최적화 하여 , 전작, 과수, 시설재배지에서 문제시 되고 나방류 방제를 보다 효과적으로 하여 환경오염을 저감할 뿐만아니라, 수입에 의존하고 있는 농약원제에 대한 수입대체효과를 기대할 수 있다.

최근 소비자의 안전한 먹거리(친환경농산물)에 대한 수요가 급증하고 있으며, 따라서 친환경농산물의 시장이 매년 40%씩 증가하고 있으므로 친환경농산물을 생산하는데 필수 소재 인 해충방제용 생물농약의 개발은 절실히 필요하다.

친환경농산물의 시장규모가 매년 커진다. 안전한 농식품을 소비하려는 소비자들의 요구가 늘면

서 그동안 유통업체의 ‘구색상품’에 머물렀던 친환경농산물이 이제 ‘주력 상품’으로 떠오른 것이다. 이런 추세를 반영하듯 한국농촌경제연구원은 오는 2020년엔 친환경농산물 시장규모가 현재보다 두배 가까이 커질 것으로 전망했다.

생산 확대 추세, 증가세는 주춤=지난해 말 현재 우리나라의 친환경농산물 생산량은 221만 6,000t으로 전체 농산물 생산량의 12%를 차지했다. 지난 2001년 8만7,000t에 불과했던 친환경농산물 생산량이 10년 만에 25배 이상 늘어난 것이다. 재배면적도 2001년 5,000ha에서 지난해 19만4,000ha로 38.8배 늘었고, 생산농가도 5,000호에서 18만3,918호로 급증했다.

비적격 친환경 농산물의 문제점이 야기되는 것은 농가들이 사용가능한 친환경 약제들에 대한 적용법 미비로 효과 부진이 농가들에게 농약의 유혹을 뿌리치지 못하게 하는 주요한 이유이다. 화학농약 수준대비 방제가 70%이상의 개발제품이 작물별, 작물 생육상태별, 충발생 정도별로 사전 방제 처리법 및 사후 처리법에 대한 명확한 용법이 개발된다면 지속가능한 유기영농이 가능할 것으로 본다. 따라서 본과제의 핵심은 천연 원료의 살충력 미비점을 효과적인 적용법 개발로 보완하여 지속적이고 안정적인 친환경 영농을 보존하는데 있다.

IV. 연구개발 내용 및 범위

구분	연구개발 목표	연구개발 내용 및 범위
기초연구	천연물 복합 제형의 친환경 나방류 방제용 살충제 제형 안정성 확인	- 시제품 제조 - 시제품의 유효성분에 대한 물질분석 (주성분 확인) : 친화성 유기농자재 목록공시 제출서류로 활용
응용연구	친환경유기농자재 목록공시제 신청을 위한 준비	- 시제품의 안전성 평가 (급성 경구, 급성 경피, 어독성 시험) - 시제품의 유작물 약해 시험 (친환경유기농자재 목록공시 공인시험기관)
현장적용	현장적용방법 확립 (포장실증시험)	- 작용기작에 따른 살충효과 검증 - 처리농도, 처리방법 최적화 - 타 제제와의 혼용성 시험 (약해, 약효 영향확인) - 재배 형태별 적용방법 확립 - 농가포장 실증시험 (국내, 인도) (대조구 대비 방제효과 70%~80% 이상)

V. 연구개발결과

1. 작물별 타겟 나방류 국내 현장적용기술 개발

가. 나방류 대상 시제품 적용 농도 및 처리횟수 확정위한 실내 살충 시험

작물에 피해를 주는 나방의 경우 대부분 성충이 아닌 알에서 부화한 약충들이다. 그러나 담배좀나방, 파밤나방, 바둑명나방과 같은 피해 유충의 경우 부화 약충인 1령, 2령충의 경우 약제에 대한 저항성이 상대적으로 약하여 적정 희석배수에서도 살충력을 발휘 하나 3령충부터 5령충, 노숙약충의 경우는 약제에 대한 저항성이 매우 강하여 기준 희석배수 보다 강하게 처리하거나 살포횟수를 반복적으로 늘려야 효과적으로 방제가 가능하다. 현장 적용 포장시험 설계에 있어 본 개발 시제품의 효과적 약제 적정 농도와 살포 횟수를 가늠하고자 해당 나방류에 대하여 실내 살충 시험을 진행 하였다.

도둑나방, 담배거세미나방 노숙충을 현장에서 포집하여 케일 및 배추에 접종후 시제품 1000배 2회 연속 3일 간격 처리, 500배 3일간격 2회 연속 살포 처리하여 방제가 확인 하였다.

이는 현장에서 적용기술 개발 시험 설계된 효과적 처리방법을 기획하는데 그 목적이 있다.

담배 거세미나방의 경우 시제품 1000배 2회 3일간격 연속 처리시 43%의 방제가를 보였으며 500배 2회 3일간격 연속 처리시 83.5%의 방제가를 나타냈고 대조약제인 화학농약 플로페녹수론 분산성 액제 1000배 1회 살포는 92.6%, 무처리는 0%로 결과를 도출 하였다.

도둑나방의 경우 시제품 1000배 2회 3일간격 연속 처리시 50%의 방제가를 보였으며 500배 2회 3일간격 연속 처리시 86.5%의 방제가를 나타냈고 대조약제인 화학농약 플로페녹수론 분산성 액제 1000배 1회 살포는 90.6%, 무처리는 0%로 결과를 도출 하였다.

배추흰나비 유충 일명 청벌레의 경우는 1000배 1회처리, 500배 1회 처리에서도 100% 방제가를 보였다. 배추흰나비의 경우 4령~5령 노숙충을 현장에서 포집하여 시제품의 살충 농도를 결정하고자 시험 하였고, 관행적으로 담배나방, 배추좀나방, 밤나방, 거세미나방 유충보다 약제에 대한 저항성이 매우 낮아 2회 반복 처리시험은 진행 하지 않았다.

나. 나방류 대상 시제품 적용 농도 및 처리횟수 확정위한 국내 현장적용기술개발 시험

① 오이 작은각시들명나방 및 바둑명나방, 파밤나방 유충 대상 현장 적용 기술 개발 시험

고삼을 주성분으로 하는 시제품에 대하여 실내시험을 통한 최적 경제 처리 희석배수인 1000배, 500배 희석배율로 3일간격 2회 연속처리후 7일 간격 또는 10일간격 2회 처리후 15일간격 3차 처리 방법으로 현장에서 처리방제 주기를 달리하여 현장 적용 시험을 실시 하였다.

시제품의 주성분 약효 발현 특성상 접촉독을 가지므로 작물의 성장 단계별 단위면적당 살포 약량은 잎의 앞뒷면 충분히 접촉 할 수 있도록 정식 초기, 중기 후기로 나누어 180평당 각각 희석약액 살포 약량을 하우스 1동, 600㎡ 당 정식후 20일 이내는 20L, 생육 중기 및 수확기에는 60L, 수확 최성기부터 말기에는 80L를 살포 하였다.

대조구로는 관행재배시 사용되는 화학농약의 경우 보통 작물성장 최성기에 40리터를 살포하는 것과 같은 방법으로 진행한결과 동일면적, 동일작물 성장기, 동일 해충발생 밀도에 처리 시 오이의 경우는 최대성장기 및 수확기의 작물 생육상태에서는 60L~80L적용 포장에서 우수한 방제 효과와 재발 생 주기가 해충발생 초기 및 예방차원의 약제 적용시에는 평균 7~10일 주기에서 15일~20일 주기로 연장되었으며 요방제 수준의 해충발생의 치료적 목적의 약제살포시에는 4~5 일주기에서 10일~12일로 연장되는 것을 확인 하였다.

단위면적당 약제 살포약량을 확립한 후, 해충발생 초기 예방적 처리 방법과 나방에 의한 피해 발견된 치료목적의 포장을 나누어 각각 살포 주기를 달리하여 최적의 약제 적용 처리 방법을 도출 하였다.

해충발생 확인 후 일정 단위 면적당 발생밀도가 요방제 수준인 경우를 대상으로 1차처리와 2차 처리 살포 간격을 3일로 하여 매우짧게 처리한후 7일 후 3차 처리하는 방법과, 살포 간격을 10일로 하여 2회 처리하고 15일후 3차 처리하여 결과를 확인 하였다.

발생밀도가 요방제 수준의 경우는 1차처리와 2차 처리 살포일을 3일간격으로 짧게 한경우가 약제 최종처리후 10일차 방제가 조사 시 88.9%로 매우 우수하게 나타났다.

이는 친환경 약제의 접촉독에 의한 약효 특성을 가장 잘 활용하는 현장 적용 처리기술로 사료되며 해외 현장적용 시험에 위의 방법을 제안하여 해외현장 포장시험을 실시 하였다.

② 양채류 배추 흰나비, 파밤나방 유충 방제 현장 적용 기술 개발

배추흰나비 유충의 경우 1000배 희석액으로 3일간격 2회 연속 처리후 7일차 3차 처리를 하는 방법으로 진행 하였으며, 살포약량은 쌈채류의 작물특성상 고설성장이 아니기 때문에 시설하우스 겨자채 수확기 기준, 1동 600㎡당 기준으로 약액 희석액 40리터 살포하는 것으로 진행 하였다. 배추 흰나비의 경우 실내시험을 통하여 1000배 희석액에서 노숙충의 대한 방제가 100%로 확인되었으며 2000배 희석액에서도 100% 방제가를 보여 현장포장시험에서는 1000배 희석액으로 현장 적용기술 개발 시험을 진행 하였다.

파밤나방의 경우는 실내 살충시험을 통하여 500배 희석액의 살포가 적절함으로 500배 희석액을 3일간격 2회 처리후 7일간격 3차 처리후 방제가 확인하였으며 대조구로서 1000배으로 500배액과 같은 살포주기로 처리 하였다.

상기의 방법으로 남양주 무농약 쪽파 농가의 파밤나방 발생포장에 적용시험을 시행 하였다.

살포전 포기당 파밤나방의 발생 밀도는 단위면적 3.3㎡당 2~3 마리 (1령~5령 고루분포)이었다. 생육상태는 수확기 2주전으로 180평 1동기준 500배 희석액 80리터를 20L용 백팩 스프레이를 이용하요 고루 살포 하였다. 1차 살포후 2일차 살충을 조사에서는 약 60%의 방제가를 확인 하였고 3일차 2차 처리후 방제가는 80%, 3차 처리후는 90%의 방제가를 나타내었다.

2. 인도 면화 및 토마토 나방 방제 현장 적용기술개발 시험

가) 토마토 나방류 방제 현장 적용 기술 개발

인도 마하라슈트라주 뿌네 인근 라후리 지역 토마토 농가와 양배추 농가에서 시험포를 선정하여 현지 적용기술 개발 시험을 현지 코디네이터와 함께 진행 하였다.

국내 실내시험 결과를 토대로 작물 정식 후 10일 이내 성장단계에서 예방 목적의 적용법을 선택 하였다. 시제품 1000배 희석액을 당사 전착제와 혼용하여 7일간격으로 2회 살포, 이후 15일간격으로 총 4회 살포 후 대조구와 비교하여 현지 코디네이터를 통하여 방제가를 확인 하였다. 당사 시제품 처리구 1 acre의 토마토 나방류 피해도는 약10~15%로 90~85%의 방제가를 나타냈다. 대조적으로 화학농약의 경우 기준사용농도 1000배보다 강한 500배액으로 처리 하였으나 피해정도가 당사 시제품보다 많아 약 75~80%의 방제가를 나타내었다. 이는 지극히 농가의 관능적 판단이기는 하나 관행적으로 사용해온 화학농약과 동일하게 처리한 후 비교한 결과로서 그 신뢰도는 우수하다 판단된다.

토마토의 수확이 시작되면서 나방류에 의한 피해과 33m²당 1주이상 피해발생 포장에서의 시험 설계는 3일 간격 2회 연속 살포하되 500배 희석액으로 처리하고, 3차, 4차 살포 주기를 7일 간격으로 설정 하여 진행 하였다. 대조구로는 화학농약 이미다클로로피드를 적용하였다. 최종 4차 처리후 단위면적당 피해주수의 감소율과 랜덤 카운팅으로 생충률을 조사한 결과 시제품 처리구에서는 78~85%의 방제가를 나타내었고 화학농약 대조구의 경우 약 70~80%로 나타났다. 이는 기존 화학약제에 대한 내성발현으로 당사 시제품보다 약효과 미흡하게 나타난 것으로 사료된다.

이는 정확히 작물의 성장단계와 나방의 피해밀도를 잘 판단하여 초기 방제가를 높이는 방법을 당사가 제한한 방법으로 진행하게 될 경우 화학농약과 대등한 방제가를 얻을수 있다는 농가의 확신을 줄수 있음은 물론 인도 거대 농업시장의 친환경 나방류 방제제의 진출시장을 확대할 수 있는 가능성을 열어준 결과라고 할 수 있다.

나) 인도 면화 나방류 방제 현장적용기술 개발

인도 최대 면화 생산지인 마하라슈트라주에 위치한 목화 재배 농가에서 현장적용기술 개발 시험을 진행 하였다. 면화에 주로 발생하는 나방류는Beet Armyworm, Bollworm, Tobacco Budworm, Cutworms, Armyworm이 주요 피해 나방류 들이다. 특이하게도 살충성 식물추출물로는 1, 2령충 이외 3령충부터 5령 노숙충까지는 내성이 매우 강해 방제가 어려운 해충들이 대부분이다. 그리하여 당사 시제품의 현장적용기술 개발을 위한 시험설계는 1차 처리와 2차 처리는 500배 희석액을 전착제와 혼용하여 잎의 앞뒷면이 흠뻑 적도록 살포 2회 연속 3일간격으로 처리하고 3차 ,4차 처리는 7일간격으로 살포한 후 결과를 관찰하는 방법으로 진행 하였다. 인도의 면화 재배지 특성상 이미 묘목에서부터 나방류 피해를 입고 본포에 정식이 됨으로 예방적 목적의 처리방법은 의미가 없다.

시제품 처리구의 나방류 피해율은 1에이커 기준으로 20~25%로 나타나 방제가는 75~80%로 나

타났으며 대조구인 이미다클로로피드 화학농약처리구는 약 65~70%로 나타났다.

이는 그동안 화학농약에 강하게 내성을 획득한 특히 이미다클로로피드 성분에 대하여 강한 내성을 나타내는 나방류가 면화에 특히 강하게 나타남을 반증한다.

이는 국내에서 개발되어진 친환경 살충제의 현지 적용기술 개발 시험을 통하여 효과적 처리방법을 사용자와 판매자와 공유함으로써 강력한 시장 침투력을 갖게 됨을 반증한다.

3. 시제품의 이화학성 검사 및 안전성 확인

가. 주성분 분석

농업기술실용화재단 분석검정팀에 시제품 (바이오컴벳 1)의 고삼추출물 주성분 matrin 정량 분석 및 농약 잔류검사를 진행 하였다.

분석항목	Matrine
시험일자	2015.11.28
시험기관	농업기술실용화재단 농자재분석팀
분석방법	HPLC를 이용한 성분 검사
시험결과	0.56%

나.유식물에 대한 액해 시험

시험기관	농업기술실용화재단 분석검정팀
시험기간	2015. 11. 24 ~ 12. 04
시험대상	고추, 배추,상추,오이,콩
처리방법	2015년11월 24일 컵포트 정식 3일후부터 시험구당 5포트로 약제 처리.(기준량: 1000배 희석, 배량: 500배 희석)에 따라 엽면처리 함.
조사방법	약해조사는 달관조사를 하였으며, 처리 후 3, 5, 7일에 걸쳐 외관상 나타나는 약해유무 3회 달관조사
시험결과	약해 시험기간 동안 “바이오컴벳 1(BioComBat No.1)”의 시비에 따른 작물의 피해는 발견되지 않았으며, 무처리구와 기준량 및 배량을 비교하여도 처리구에서 약해로 판단될만한 특이한 증상은 없었음. 전 시험기간을 통하여 “바이오컴벳 1(BioComBat No.1)”의 시비로 인한 작물의 약해 등은 달관 조사결과 발생하지 않았음.

다. 독성 시험

시험년도	시험기관	시험항목	시험결과 (독성구분)
2015년	(주)한국생물안전성 연구소	급성경구	LD ₅₀ : > 2000 ~ ≤ 5000 mg/kg (IV급, 저독성)
		급성경피	LD ₅₀ : > 4000 mg/kg (IV급, 저독성)
		어독성	LC ₅₀ : > 10 mg/l (III급)
		피부자극	1차 자극지수(P.I.I) = 0.0 (자극성 없는 물질)
		안점막자극	안점막 자극지수(A.O.I) = 2.0 (자극성 없음)
		꿀벌 급성접촉독성	LD ₅₀ ≤ 100.0 μg/bee

VI. 연구성과 및 성과활용 계획

1. 성과 활용 계획

가. 현장적용기술 개발 성과물의 활용 방안

친환경 나방류 방제용 제품 “바이오컴벳 1”의 작물별 확립된 국내외 현장적용기술을 자료화 하여 추후 해외파트너를 통한 판매확대 자료로서 활용 하고자 한다.

또한 4개의 해외전시회 참가로 발굴된 우수 업체와 적용기술개발 자료를 공유하여 다양한 작물의 적용을 시도하여 판매 활용의 폭을 넓히고자 한다.

나. 시장 진입전략에 활용

국내는 친환경유기농자재 병해충관리용 자재로 오늘 2016년 2월 등록을 완료하여 한국 생산 자협동조합, 농협농자재백화점을 통한 직영 판매로 가격 및 품질경쟁으로 진입전략을 구현 하고자 한다. 해외시장의 경우도 지속적 우수 딜러발굴 및 기존 파트너를 통한 적용확대로 현장에서 우수한 효과 발현 제품임을 입증하는 영업전략을 구사하여 수출을 증대하는데 활용 하고자 한다.

SUMMARY

(영문요약문)

In accordance with the global expansion of environmentally friendly farming , a variety of biological pesticides are being developed and sales.

To make maximum profits of bio pesticide in farm depend on an effective and economical insect management program ,especially field application method development on each condition.

Through development proper timing and coverage of biological insecticide application in field we will enable to show most strong efficiency which it's own control value itself against caterpillar on the crop.

Invitro study to check propriety dilution ratio to control each instar stage of caterpillar against that the most significant damaged caterpillar on horticulture are Cotton caterpillar, Beet Armyworm, Cabbage armyworm, Common cabbage worm and Bollworm, Tobacco Budworm, Cut worms in cotton has been done used basis data for test design on open field.

By doing control amount of diluent per unit area according to find lava when it see ten small larvae per 50 plant and growth stage of plant, interval applying, it can make reach control value same level with 70~80% chemical pesticide.

Most reasonable application in horticulture against beet armyworm and common cabbage worm under significant damaged is that 3~4days interval 2 application then regulary applyin 10~15days interval, it can maintain the control value at 90%.

In case of 1st and 2nd instar of Beet Armyworm, Cabbage armyworm are able to be control by it's 1000time dillunet but 3rd, 4th, 5th insar should be applied two time succession with 500time diluent to get 90% control value due to their high pesticide resistance .

Development of global field trial application can be able to use overseas marketing technical data for expanding export of korean originated biopesticide.

CONTENTS

(영 문 목 차)

Chapter 1. Summary	13
1. Necessary of new technology	13
2. Performance goals	15
Chapter 2. Important and state of domestic and foreign technologies	17
1. The present state of Domestic.r.esearch.....	17
2. The present state of foreign research	20
3. The biopesticide be formulated with metabolite of microorganis	21
Chapter 3. Research items and results	23
1. Invitro test for evaluation adapt dosage and application time against each step of larvae insatr	23
2. Development optimum application in open field against each different damage and climate conditio	26
3. Development optimum application against larvae in India cotton farm	38
Chapter 4. Objective achievement and contribution of related area	41
1. The goal and achievement of research and development	41
2. Contribution in Environmental agriculture business industry	41
Chapter 5. Research results and application of research results	42
1. Success of Research	42
2. The plan of utilization	45
Chapter 6. Foreign technologies collected during research project	45
Chapter 7. The present state of Research Equipment	45
Chapter 8. Laboratory Safety Management Implementation Performance	46
Chapter 9. References	47

목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요 및 성과목표	13
제 1 절	대상기술의 필요성	13
1.	연구개발의 필요성	13
제 2 절	성과 목표	15
1.	연구개발의 최종 목표 및 주요내용	15
2.	연구내용	16
제 2 장	국내외 기술개발 현황.....	17
제 1 절	연구개발의 중요성 및 국내·외 관련분야에 대한 기술 개발 현황	17
1.	국내 관련기술, 시장현황 및 전망	17
2.	국외 관련기술 현황	20
3.	미생물 생산 활성물질을 이용한 생물농약	21
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과	23
제 1 절	작물별 타겟 나방류 현장적용기술 개발	23
1.	나방류 대상 시제품 적용 농도 및 처리횟수 확정위한 실내 살충시험.....	23
2.	나방류 대상 시제품 적용 농도 및 처리횟수 확정위한 현장적용기술개발 시험.....	26
제 2 절	시제품의 이화학적 검사 및 안전성 확인	29
1.	주성분 분석	29
2.	유식물에 대한 약해 시험.....	29
3.	독성시험	34
제 3 절	인도 면화 및 토마토 나방방제 현장적용기술 개발	38
1.	토마토 나방류 방제 현장 적용 기술 개발	38
2.	인도 면화 나방류 방제 현장적용기술 개발	39
제 4 장	목표달성도 및 관련분야에의 기여도	41
1.	연구개발의 목표 및 달성도	41
2.	관련분야에서의 기여도	41
제 5 장	연구개발 성과 및 성과활용 계획	42
1.	연구성과	42
2.	성과활용 계획	45

제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보.....	45
제 7 장	연구시설·장비 현황.....	45
제 8 장	연구실 안전관리 이행실적	
	1. 표준작업지침서에 따른 이행 실적.....	46
제 9 장	참고문헌.....	46

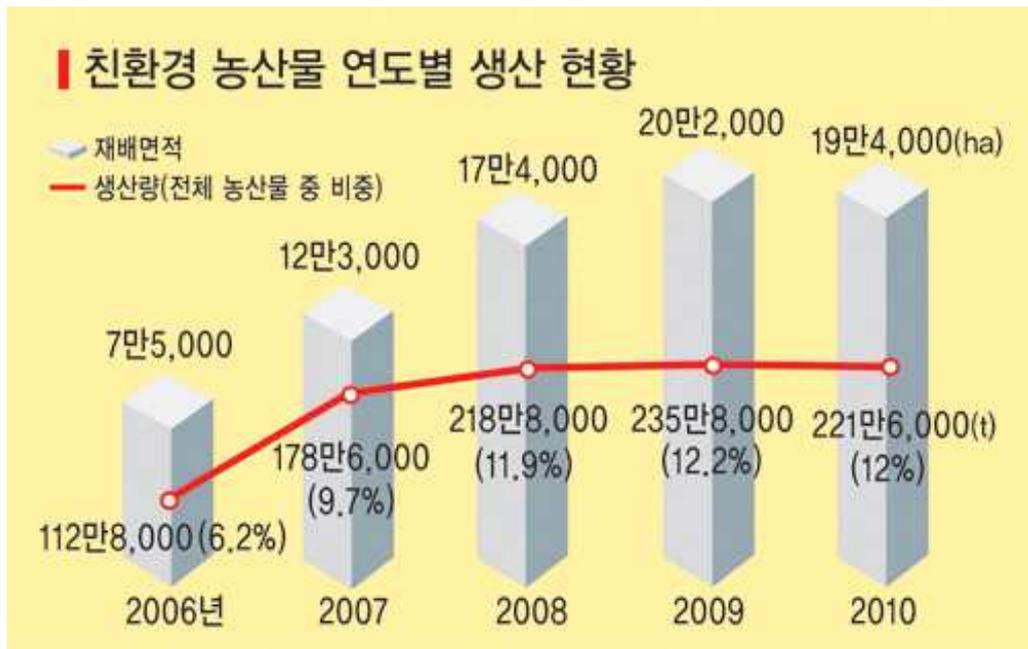
제 1 장 연구개발과제의 개요 및 성과 목표

제 1 절 대상기술의 필요성

1. 연구개발의 필요성

본 과제는 친환경농산물 생산을 위하여 반드시 필요한 친환경농자재를 개발하고 현장 적용기술을 최적화 하여 , 전작, 과수, 시설재배지에서 문제시 되고 나방류 방제를 보다 효과적으로 하여 환경오염을 저감할 뿐만아니라, 수입에 의존하고 있는 농약원제에 대한 수입대체효과를 기대할 수 있다.

최근 소비자의 안전한 먹거리(친환경농산물)에 대한 수요가 급증하고 있으며, 따라서 친환경농산물의 시장이 매년 40%씩 증가하고 있으므로 친환경농산물을 생산하는데 필수 소재인 해충방제용 미생물농약의 개발은 절실히 필요하다.



친환경농산물의 시장규모가 매년 커진다. 안전한 농식품을 소비하려는 소비자들의 요구가 늘면서 그동안 유통업체의 ‘구색상품’에 머물렀던 친환경농산물이 이제 ‘주력 상품’으로 떠오른 것이다. 이런 추세를 반영하듯 한국농촌경제연구원은 오는 2020년엔 친환경농산물 시장규모가 현재보다 두배 가까이 커질 것으로 전망했다.

생산 확대 추세, 증가세는 주춤=지난해 말 현재 우리나라의 친환경농산물 생산량은 221만 6,000t으로 전체 농산물 생산량의 12%를 차지했다. 지난 2001년 8만7,000t에 불과했던 친

환경농산물 생산량이 10년 만에 25배 이상 늘어난 것이다. 재배면적도 2001년 5,000ha에서 지난해 19만4,000ha로 38.8배 늘었고, 생산농가도 5,000호에서 18만3,918호로 급증했다.

전체 경지면적에서 친환경농산물 재배면적이 차지하는 비중은 같은 기간 0.2%에서 11.3%로, 생산농가 비중은 0.3%에서 15.6%로 높아졌다.

그러나 이는 2009년에 견주면 생산량과 재배면적, 농가호수가 각각 조금씩 줄었다. 증가세가 주춤한 것이다. 지난해부터 저농약 신규인증이 중단되면서 저농약 인증이 줄어든 때문이다. 지난해 생산된 친환경농산물을 인증 종류별로 보면 유기농산물은 12만2,000t으로 2009년보다 1만3,000t, 11.9% 늘었고, 무농약농산물은 18.2%는 104만t 생산됐다. 반면 저농약농산물은 105만4,000t으로 전년에 견줘 23%나 줄었다. 이 때문에 전체 친환경농산물 가운데 저농약농산물 비중도 2009년 58.1%에서 지난해 47.6%로 낮아져 처음으로 50% 밑으로 내려왔다. 재배면적과 농가 비중도 43.3%, 48.9%로 모두 50% 밑으로 떨어졌다

관행 농산물과 가격 차이 별로 없어=친환경농산물의 품목별 출하비중은 채소류가 전체의 30%로 가장 많고 과일류 25.3%, 곡류 18%, 열매채소류 14.7%, 서류 3.5% 순이다. 이렇게 출하된 친환경농산물 가격은 관행 농산물에 견줘 1.2~2배 정도 높았다.

aT(농수산물유통공사)가 조사한 자료에 따르면 관행 농산물가격을 1로 봤을 때 곡류와 과일류의 유기농산물 가격은 1.9로 2배가량 높았으나 곡류 저농약은 1.2, 과일류 저농약은 1로 관행 농산물과 별 차이 없었다.특히 이 같은 가격차이는 매년 좁혀지는 것으로 나타났다. 2006년 기준으로 관행 농산물 가격에 견줘 2.1배 높았던 유기농 곡류는 지난해 1.9배로 낮아졌고, 저농약 채소는 1.5배에서 1.3배로, 저농약 과일은 1.9배에서 가격 차이가 없어졌다.

친환경농산물의 유통경로도 변한다. 직거래와 소비자단체를 연계한 유통비중은 줄고 대형마트나 전문유통업체를 통한 거래 비중은 느는 추세다. 농경연이 2009년을 기준으로 조사한 바에 따르면 농협 같은 생산자조직과 대형마트를 통한 유통비중이 50%로 가장 높았고, 생협 등 소비자단체 20%, 전문매장과 인터넷 15%, 직거래 15% 순이었다.

농경연은 2011년 2월 발표한 ‘2010년 국내외 친환경농산물의 생산 실태 및 시장 전망’ 보고서에서 친환경농산물 시장규모를 2010년 3조6,506억원에서 2020년에는 6조6,283억원으로 늘 것으로 예측했다.

인증단계별로는 유기농산물 시장규모는 2010년 3,521억원에서 2020년 1조306억원으로 늘어 친환경농산물 시장의 15.5%를 차지할 것으로 내다봤다. 무농약농산물 시장은 2010년 1조5,026억원에서 2020년에는 5조5,976억원으로 크게 늘어 전체 친환경 시장의 84.5%를 차지할 것으로 전망했다.

반면 저농약농산물 시장은 2010년 1조7,958억원에서 인증제가 폐지되기 직전인 2015년 1조4,122억원으로 감소할 것으로 추정됐다. 지난해부터 신규 인증이 중단된 저농약 인증이 2016년부터 폐지되면 시장규모에 영향을 미칠 것이란 게 농경연의 분석이다.

하지만 친환경농산물이 늘면서 가짜 친환경농산물과 불량 친환경농산물 유통도 덩달아 늘었다.

지난해 친환경농산물로 인증받은 2만4,288건 가운데 11.9%(2,896건)가 가짜나 불량 친환경 농산물로 적발돼 고발당하거나 행정처분을 받았다. 고발당한 건수는 2006년 15건에서 지난해 109건으로 늘었고, 인증 취소처분을 받은 건수도 같은 기간 553건에서 2,896건으로 확대됐다. 이렇게 2006년부터 2010년까지 5년 동안 친환경농산물 인증품이 아닌데도 허위표시하거나 친환경농산물을 부정유통한 혐의로 고발되거나 행정처분된 친환경농산물은 모두 9,358건에 달했다. 비적격 친환경 농산물의 문제점이 야기되는 것은 농가들이 사용가능한 친환경 약제들에 대한 적용법 미비로 효과 부진이 농가들에게 농약의 유혹을 뿌리치지 못하게 하는 주요한 이유이다. 화학농약 수준대비 방제가 70%이상의 개발제품이 작물별 , 작물 생육상태별, 충발생 정도별로 사전 방제 처리법 및 사후 처리법에 대한 명확한 용법이 개발된다면 지속가능한 유기 영농이 가능할것으로 본다. 따라서 본과제의 핵심은 천연 원료의 살충력 미비점을 효과적인 적용법 개발로 보완하여 지속적이고 안정적인 친환경 영농을 보존하는데 있다.

제 2 절 성과 목표

1. 연구개발의 최종 목표 및 주요내용

① 개발목표

- (1) 작물별 타겟 나방류에 대한 방제가 화학농약 대비 70~80%달성 현장 적용 기술 확립
-예방 처리 방법 , 치료적 방제 처리방법 구분하여 적용 약제에 대한 용법 개발

작물	타겟 해충	목표치
		자체시험
오이	작은 각시들명나방	화학농약대비 80%
	목화 바둑명나방	화학농약 대비 80%
	과밤나방	화학농약대비 70%
양채류	배추 흰나비	화학농약대비 80%
	도둑나방	화학농약대비 80%
		화학농약대비 70%

(2) 제품의 이화학성 검사 및 안정성 확인 - 유기농자재 목록공시 준비

분류 항목	내용	세부 항목
1. 이화학성 분석	- 유효성분(주성분)에 대한 정량, 정석 분석	1. 자재의 유효성분(대표성분)에 대한 정량 정성 분석 성적서
2. 식물에 대한 시험 성적서	- 유식물 약해 시험 성적서	
3. 독성에 대한 시험 성적서	- 인축독성	1. 급성 경구, 2. 급성경피, 3. 피부자극, 4. 안점막 자극 경
	- 환경 독성	1. 꿀벌 급성 접촉 독성 시험 2. 급성 어류 독성 시험

(3) 인도 면화 나방 방제 현장 효과 시험

- 1차로 인도 마하라스트라주 잠재 바이어 통한 현장 효과 시험
- 현장효과 시험 후 인도 유기목화 재배 환경에 적합한 용법 개발 시험 MOU체결
- CAC 2015(The 16th China International Agrochemical & Crop Protection Exhibition 참가, 제품 소개 (2015년 3월 11일 ~14일, 상해)

2. 연구 내용

구분	연구개발 목표	연구개발 내용 및 범위
기초연구	천연물 복합 제형의 친환경 나방류 방제용 살충제 제형 안정성 확인	- 시제품 제조 - 시제품의 유효성분에 대한 물질분석 (주성분 확인) : 친환경 유기농자재 목록공시 제출서류로 활용
응용연구	친환경유기농자재 목록공시제 신청을 위한 준비	- 시제품의 안전성 평가 (급성 경구, 급성 경피, 어독성 시험) - 시제품의 유작물 약해 시험 (친환경유기농자재 목록공시 공인시험기관)
현장적용	현장적용방법 확립 (포장실증시험)	- 작용기작에 따른 살충효과 검증 - 처리농도, 처리방법 최적화 - 타 제제와의 혼용성 시험 (약해, 약효 영향확인) - 재배 형태별 적용방법 확립 - 농가포장 실증시험 (국내, 인도) (대조구 대비 방제효과 70%~80% 이상)

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 연구개발의 중요성 및 국내·외 관련분야에 대한 기술 개발 현황

1. 국내 관련기술, 시장현황 및 전망

친환경육성법이 1997년 12월에 발효되었으며, 화학농약(원제기준)의 사용을 1997년 대비하여 2013년까지 40%를 줄이겠다는 목표를 갖게 되었다. 이를 위해서 친환경재배면적을 10,000ha에서 2005년에는 75,000ha까지 증가시키겠다는 실행방안을 제시하기도 하였다. 전 세계적으로 생물농약의 산업화 사례를 살펴보면, 포식성 천적농약을 제외하고 미생물농약, 생화학농약 및 유용유전자를 통해 개발이 활발히 진행되었다. 특별히 생화학농약의 유용성분과 상품화개발이 가장 눈에 띄게 나타났다. 현재 미국의 EPA 보고에 따르면 182종의 유효성분을 이용하여 992종의 상품이 개발되었다. 이중 생화학농약은 유효성분이 117종, 상품화가 765종으로 전체에서 각각 64%, 77%를 차지하였다. 특히 식물체 추출물, 페로몬, 식물성장조절제의 개발이 가장 많은 품목을 차지하였다. 미생물농약의 경우는 세균류를 이용한 생물농약이 가장 많은 수를 차지하였고, 진균과 바이러스를 이용한 생물농약의 개발이 증가하려고 한다.

Table 1. 생물농약의 산업화 사례(EPA, 2004)

생물농약종류	유효성분	제품수
미생물농약		
세균	31	171
효모균	1	1
진균	15	29
원생동물류	1	3
바이러스류	6	9
생화학 농약		
식물체 추출물	18	106
식물성장조절제	24	256
페로몬	36	219
기피제	16	94
기타 생화학 농약	23	90
유용 유전자		
유전자 변형세균	5	8
유전자 변형 식물체	6	9
계	182	991

Table 2. 상품화된 세균 살충제

세균명	제품명 (생산국)
<i>Bacillus popilliae</i>	Doom, Japidemic (미국), MilkySporeDisease(미국)
<i>B. thuringiensis</i>	Dipel, Thuricide, Certan, Bactur(미국) Bactospeine, Plantibac, Sporeine(프랑스) Biospor(독일), Bathurin(체코), Baktuka Insektin, Entobacterin, Dendrobacillin(러시아) Xentari(일본), Greenguard(중국) 외 토박이, 슈리사이드, 솔빛채, 비티원 외(한국)*

곤충병원 사상균 이용의 경우는 크게 산림해충 방제와 시설재배지 해충 방제를 위해 연구의 초점을 맞추고 있는 실정이다. *Beauveria*와 *Paecilomyces*를 중심으로 한 솔잎혹파리방제, *Paecilomyces*와 *Verticillium*을 이용한 온실가루이 방제에 많은 연구가 진행되고 있다. 우리나라에 막대한 피해를 주고 있는 소나무 해충인 솔잎혹파리는 특이한 생활사로 인하여 화학적 방제와 천적곤충의 이용이 실효를 보지 못하였다. 1990년에 접어들면서 유충이 월동을 위해 지상에 낙하하여 생활하는 기간이 방제를 위한 적절한 시기로 판단하고, 이때 곤충병원 사상균을 이용한 방제법 개발을 위해 대량 배양된 *Beauveria*를 실제산림에도입하여 그 효과를 검증하고 있는 실정이다.

Table 3. 상품화된 사상균 살충제

사상균명	제품명 (생산국)
<i>Hirsutella thompsoni</i>	Mycar (미국)
<i>Beauveria bassiana</i>	Boverin (러시아), Botanigard
<i>Metarrhizium anisopliae</i>	Metaquino, Metapol, Combio (브라질)
<i>Verticillium lecanii</i>	Vertalac, Mycotal, Thriptal (영국)

기후 특성과 효과적인 국토 이용률로 인하여 우리나라는 시설재배지가 발달되어 있는데, 그 시설재배지 내의 환경조건은 연중 해충의 생활이 가능하기에 그 피해정도가 심하다. 특히 온실가루이의 경우 피해가 심하며, 방제가 어려운 실정이다. 따라서 이러한 시설재배지 내의 고온다습한 환경조건은 곤충병원 사상균의 최적생육조건과 유사하여 *Verticillium* 등 사상균을 이용한 방제연구가 급진전되었다.

한편 우리나라에서도 미생물 살충제의 수입과 그 사용량의 증대와 함께 환경농업의 실현과 생물농약에 대한 요구가 증대되고 있는 실정이다.

Table 4. 사용가능한 친환경 유기자재의 종류

구분	자재의 종류
병해충발생억제	천적, 목초액, 키토산, 현미식초, 약용식물 등
비료성분공급	수용성인산, 그린칼슘, 아미노산 등
농약+비료효과	천혜녹즙, 한방영양제, 유산균 등
생육촉진	미네랄, 과일효소, 천연식초 등
토양개량	목탄, 피트모스, 맥반석, 휴믹산 등
기타	담배추출물, 발효깻묵, 해조류 등

자료출처: 농촌진흥청

식물추출물 및 미생물을 이용한 국내 친환경유기농자재 등재 현황을 보면 2007년 46품목에서 2011년 1월 현재 1,141개 품목으로 많은 수의 업체에서 개발된 제품이 등재되었다(표 7). 이 중에는 미생물 자체를 이용한 제품, 추출물을 이용한 제품 및 미생물과 추출물의 합제 형태의 제품도 상당수이나, 대상효과는 복합적인 형태를 보이지는 않는다.

Table 5. 년도별 친환경유기농자재 목록공시 등재 현황

구분	년도 별 목록공시 등재 품목 수					합계
	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	
토양개량용	2	11	5	8	1	27
작물생육용	7	144	73	85	26	335
토양개량 및 작물생육용	17	123	67	109	60	376
작물병해관리용	13	45	34	39	9	140
작물충해관리용	7	43	141	54	18	263
총 합계 품목 수						1,141

자료출처: 농촌진흥청(2011. 1. 16)

2. 국외 관련기술 현황

Current tool categories available from the Biocontrol industry

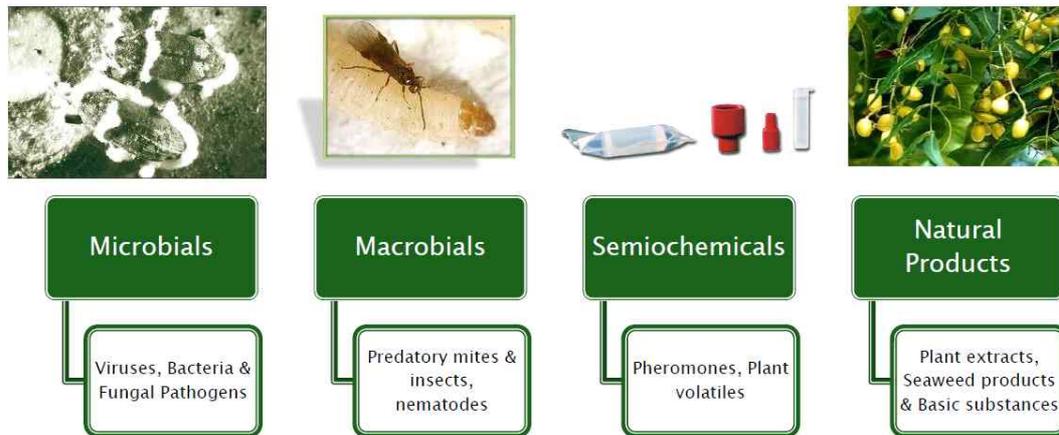


Fig. 1. 생물농약의 분류

현재 작물보호를 위해 생물공학 기술을 이용한 분야는 주로 생물농약 분야로 미생물 살충제 Bt가 주를 이루고 있다. 생물농약에 참여하고 있는 세계 주요 농약회사들로는 몬산토, 아그레보, 마이코젠, 칼젠, 바이엘, 제네카, 에코젠, 파이오니어 등 10여개를 들 수 있다. 세계 생물농약시장은 환경문제의 고조와 세계적인 추세로 인하여 큰 폭으로 증대되고 있는 실정이다.

Table 6. 병해 방제용 미생물살균제 실용화 생물농약

미생물	이 용 균 주	대 상 병 해	상 품 명	등록국
세 균	<i>Agrobacterium radiobacter</i> strain 84	Crown gall	Galltrol Bakuterozu Dygall	USA Japan Canada
	<i>A. radiobacter</i> K1026	Crown gall	Nogall	Australi
	<i>Bacillus subtilis</i>	Seedling root diseases Infectionseed-born	Quantum 4000 GUS2000	USA USA
	<i>Pseudomonas cepacia</i>	Seedling root	Blue circle	USA
	<i>Pseudomonas fluorescens</i> EG-1053	Damping-off	Dagger G	USA

	<i>Streptomyces griseovirides</i>	Damping-off (Fusarium, Alternaria etc.)	Mycostop	USA
곰팡이	<i>Gliocladium virens</i> GL-21	Dampint-off (Rhizoctonia, Pythium)	WRC-GL-21 -WRC-AP-1	USA
	<i>Pythium ligandam</i>	Sugar beet disease	Polygandron	Czechoslovakia
	<i>T. harzianum</i> Rifaistrain KRL-AG2	Damping-off (Pythium)	F-Stop	USA
	<i>T. harzianum</i> /polysporum	Wood-decaying fungus	BinabTMT	USA
	<i>T. lignorum</i>	Southern blight Soreshin (Tobacco)	Trichoderma (spore)	Japan
	<i>Trichoderma viridae</i>	<i>Verticillium</i> in mushroom Plumsilverleaf disease	BINAB T SEPPICBINA B	France UK

생물농약의 방제기작으로는 *A. radiobacter* 세균이 생산하는 아그로신(Agrocin)이라는 항균성 물질이 병원균의 세포벽 합성을 저해하는 것으로 밝혀져 있다.

3. 미생물 생산 활성물질을 이용한 생물농약

미생물을 인공적으로 배양할 때 배양액에 미생물이 생산하는 대사물질을 배출하게 되는데 이러한 대사 활성물질을 분리 정제하여 의약품 및 농업용 항생물질로 활용하고 있다. 이러한 항생물질은 약 8,000종 이상이 알려져 있으며 이중 실용화 추진 중인 것은 약 600여종이며 농업용으로 활용되는 것은 20여종, 그중 병해방제용으로 많이 사용되고 있는 것은 6종이 실용화되고 있다(표 9).

Table 7. 병해방제용 농업용 항생물질

항생물질	생산균주	대상병(작물)
Blasticidin-S	<i>Streptomyces griseochsomogenes</i>	Blast (Rice)
Kasugamycin	<i>St. kasugaensis</i> <i>St. kasugapinus</i>	Blast (Rice)
Validamycin	<i>St. hygroscopicus</i>	Sheath blight (Rice)

	<i>var. limoneus</i>	
Polyoxin	<i>St. cacaoi var. asoensis</i>	Sheath blight (Rice) Alternaria leafspot (Apple) Powdery mildew (Apple, Pear, Cucumber) Blackrot (Pear) Brownspot (Tobacco) Gray mold (Red pepper) Scab (Pump) Canker (Apple)
Streptomycin	<i>St. griseus</i>	Canker (Citrus) Bacterial shoot hole (Peach) Late blight (Potato)

농업용 항생물질 생산균은 토양내에 많이 분포하고 있는 방선균 (*Actinomycetes*) 중 *Streptomyces* 속 균주가 주체로 많은 물질이 알려져 있다. 세계 최초의 농업용 항생물질은 1958년 도열병 방제용 항생물질로 알려져 있는 Blasticidin S를 선두로 Kasugamycin, Polyoxin, Validamycin 등이 사용되고 있다. 이들 농업용 항생물질은 미생물 자체가 아닌 생산물인 물질을 이용하게 되므로 농약으로서의 안전성 평가는 유기합성물인 화학농약과 동일한 수준에서 평가되고 있으나, 화학농약에 비해 매우 저독성인 것으로 알려져 있다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 작물별 타겟 나방류 현장적용기술 개발

1. 나방류 대상 시제품 적용 농도 및 처리횟수 확정위한 실내 살충 시험

작물에 피해를 주는 나방의 경우 대부분 성충이 아닌 알에서 부화한 약충들이다.

그러나 담배좀나방, 파밤나방, 바둑명나방과 같은 피해 유충의 경우 부화 약충인 1령, 2령충의 경우 약제에 대한 저항성이 상대적으로 약하여 적정 희석배수에서도 살충력을 발휘 하나 3령충부터 5령충, 노숙약충의 경우는 약제에 대한 저항성이 매우 강하여 기준 희석배수 보다 강하게 처리하거나 살포횟수를 반복적으로 늘려야 효과적으로 방제가 가능하다.

현장 적용 포장시험 설계에 있어 본 개발 시제품의 효과적 약제 적정 농도와 살포 횟수를 가늠하고자 해당 나방류에 대하여 실내 살충 시험을 진행 하였다.

도둑나방 , 담배거세미나방 노숙충을 현장에서 포집하여 케일 및 배추에 접종후 시제품 1000배 2회 연속 3일 간격 처리, 500배 3일간격 2회 연속 살포 처리하여 방제가 확인 하였다.

이는 현장에서 적용기술 개발 시험 설계전 효과적 처리방법을 기획하는데 그 목적이 있다.

담배 거세미나방의 경우 시제품 1000배 2회 3일간격 연속 처리시 45%의 방제가를 보였으며 500배 2회 3일간격 연속 처리시 75%의 방제가를 나타냈고 대조약제인 화학농약 플로페녹수론 분산성 액제 1000배 1회 살포는 90%, 무처리는 0%로 결과를 도출 하였다.

도둑나방의 경우 시제품 1000배 2회 3일간격 연속 처리시 50%의 방제가를 보였으며 500배 2회 3일간격 연속 처리시 80%의 방제가를 나타냈고 대조약제인 화학농약 플로페녹수론 분산성 액제 1000배 1회 살포는 100%, 무처리는 0%로 결과를 도출 하였다.

배추흰나비 유충 일명 청벌레의 경우는 1000배 1회처리, 500배 1회 처리에서도 100% 방제가를 보였다. 배추흰나비의 경우 4령~5령 노숙충을 현장에서 포집하여 시제품의 살충 농도를 결정하고자 시험 하였고, 관행적으로 담배나방, 배추좀나방, 밤나방, 거세미나방 유충보다 약제에 대한 저항성이 매우 낮아 2회 반복 처리시험은 진행 하지 않았다.



Fig 2. 담배 거세미나방 접종

			
시제품 1000배 1회처리	시제품 1000배 2회처리	시제품 1000배 2회처리	무처리
			
시제품 500배 1회처리	시제품 500배 1회처리	시제품 500배 3일간격 2회 처리	무처리

Fig. 3. 담배 거세미나방 노숙충 대상 약제 처리 시험



도둑나방 4~5령 성충 약제 살포전



도둑나방 4~5령 노숙충 시제품 500배 2회 살포 후

Fig 4. 도둑나방 실내 살충 시험



1000배 1회처리

500배 1회 처리

무처리

Fig 5. 배추흰나비 유충 실내 살충 시험

2. 나방류 대상 시제품 적용 농도 및 처리횟수 확정위한 현장적용기술개발 시험

① 오이 작은각시들명나방 및 바둑명나방, 과밤나방 유충 대상 현장 적용 기술 개발 시험

고삼을 주성분으로 하는 시제품에 대하여 실내시험을 통한 최적 경제 처리 희석배수인 1000배, 500배 희석배율로 3일간격 2회 연속처리후 7일 간격 또는 10일간격 2회 처리후 15일간격 3차 처리 방법으로 현장에서 처리방제 주기를 달리하여 현장 적용 시험을 실시 하였다.

시제품의 주성분 약효 발현 특성상 접촉독을 가지므로 작물의 성장 단계별 단위면적당 살포 약량은 잎의 앞뒷면 충분히 접촉 할 수 있도록 정식 초기, 중기 후기로 나누어 180평당 각각 희석약액 살포 약량을 하우스 1동, 600㎡ 당 정식후 20일 이내는 20L, 생육 중기 및 수확기에는 60L, 수확 최성기부터 말기에는 80L를 살포 하였다.

대조구로는 관행재배시 사용되는 화학농약의 경우 보통 작물성장 최성기에 40리터를 살포하는 것과 같은 방법으로 진행한결과 동일면적, 동일작물 성장기, 동일 해충발생 밀도에 처리 시 오이의 경우는 최대성장기 및 수확기의 작물 생육상태에서는 60L~80L적용 포장에서 우수한 방제효과를 나타내었으며, 재발생 주기가 해충발생 초기 및 예방차원의 약제 적용시에는 평균 7~10일 주기에서 15일~20일 주기로 연장되었으며 요방제 수준의 해충발생의 치료적 목적의 약제살포시에는 4~5일주기에서 10일~12일로 연장되는 것을 확인 하였다.

단위면적당 약제 살포약량을 확립한 후, 해충발충 초기 예방적 처리 방법과 나방에 의한 피해 발견된 치료목적의 포장을 나누어 각각 살포 주기를 달리하여 최적의 약제 적용 처리 방법을 도출 하였다.

해충발생 확인 후 일정 단위 면적당 발생밀도가 요방제 수준인 경우를 대상으로 1차처리와 2차 처리 살포 간격을 3일로 하여 매우짧게 처리한후 7일 후 3차 처리하는 방법과, 살포 간격을 10일로 하여 2회 처리하고 15일후 3차 처리하여 결과를 확인 하였다.

발생밀도가 요방제 수준의 경우는 1차처리와 2차 처리 살포일을 3일간격으로 짧게 한경우가 약제 최종처리 후 3일차 방제가 조사 시 88.9%로 매우 우수하게 나타났다.

이는 친환경 약제의 접촉독에 의한 약효 특성을 가장 잘 활용하는 현장 적용 처리기술로 사료되며 해외 현장적용 시험에 위의 방법을 제안하여 해외현장 포장시험을 실시 하였다.

Table 8. 오이 각시들명나방 유충 대상 현장 처리 방법에 따른 방제가 확인

처리 방법	처리전밀도 (마리/구당평균)	생충률(%)	방제가 (%)
1, 2차 처리 : 3일 간격 2회 연속 처리(1000배액) 3차 처리 : 2차 처리 후 7일	60	11.8(±1.5)	88.6
1, 2차 처리 : 10일 간격 2회 처리 3차 처리 : 2회 처리후 15일차	59	26.0(±4.8)	75.68
20일 간격 처리 2회 처리	61	42.0(±2.8)	58%
무처리	58	-	-

Table 9. 오이 바둑명나방 유충 대상 현장 처리 방법에 따른 방제가 확인

처리 방법	처리전밀도 (마리/구당평균)	생충률(%)	방제가 (%)
1, 2차 처리 : 3일 간격 2회 연속 처리(500배액) 3차 처리 : 2차 처리 후 7일	65	10.8(±1.3)	80.4
1, 2차 처리 : 10일 간격 2회 처리(500배액) 3차 처리 : 2회 처리후 15일차	74	29.0(±3.8)	73.5
20일 간격 처리 (500배액)	64	46.0(±2.7)	61
무처리	58	-	-

Table 10. 오이 파밤나방 유충 대상 현장 처리 방법에 따른 방제가 확인

시험약제	처리전밀도 (마리/구당평균)	생충률(%)				유의성 (DMRT)	방제가 (%)
		I 반복	II 반복	III 반복	평균		
시제품 500배액 2회 3일간격 2회 처리	69.8	14.3	14.5	20.7	16.5	b	85.4
플로페독수론 분산성액제	70.3	5.8	8.3	8.5	7.5	c	93.4
무처리	74.2	106.3	112.7	119.6	112.9	a	-



Fig 6. 오이 나방류 방제용 현장적용기술 개발 시험 포장

② 양채류 배추 흰나비, 파밤나방 유충 방제 현장 적용 기술 개발

배추흰나비 유충의 경우 1000배 희석액으로 3일간격 2회 연속 처리후 7일차 3차 처리를 하는 방법으로 진행 하였으며, 살포약량은 쌈채류의 작물특성상 고설성장이 아니기 때문에 시설하우스 겨자채 수확기 기준, 1동 600㎡당 기준으로 약액 희석액 40리터 살포하는 것으로 진행 하였다. 배추 흰나비의 경우 실내시험을 통하여 1000배 희석액에서 노숙충의 대한 방제가 100%로 확인되었으며 2000배 희석액에서도 100% 방제가를 보여 현장포장시험에서는 1000배 희석액으로 현장 적용기술 개발 시험을 진행 하였다.

파밤나방의 경우는 실내 살충시험을 통하여 500배 희석액의 살포가 적절함으로 500배 희석액을 3일간격 2회 처리후 7일간격 3차 처리후 방제가 확인하였으며 대조구로서 1000배으로 500배액과 같은 살포주기로 처리 하였다.

상기의 방법으로 남양주 무농약 쪽과 농가의 파밤나방 발생포장에 적용시험을 시행 하였다. 살포전 포기당 파밤나방의 발생 밀도는 단위면적 3.3㎡당 2~3 마리 (1령~5령 고루분포)이었다. 생육상태는 수확기 2주전으로 180평 1동기준 500배 희석액 80리터를 20L용 백팩 스프레이를 이용하요 고루 살포 하였다. 1차 살포후 2일차 살충을 조사에서는 약 60%의 방제가를 확인 하였고 3일차 2차 처리후 방제가는 80%, 3차 처리후는 90%의 방제가를 나타내었다.

제 2 절 시제품의 이화학성 검사 및 안전성 확인

1. 주성분 분석

농업기술실용화재단 분석검정팀에 시제품 (바이오컴벳 1)의 고삼추출물 주성분 matrin 정량 분석 및 농약 잔류검사를 진행 하였다.

Table 11. 시제품 (바이오컴벳 1) 주성분 함량 분석

분석항목	Matrine
시험일자	2015.11.28
시험기관	농업기술실용화재단 농자재분석팀
분석방법	HPLC를 이용한 성분 검사
시험결과	0.56%

2. 비해 시험

① 유식물에 대한 약해 시험

1) 고추 (독야청청)약해 시험

· 처리내용

시험약제	원료투입율(%)	처리방법	약해시험		의뢰회사
			기준량	배량	
바이오컴벳 1	고삼추출물 90	경엽처리	1,000배 (11/27)	500배 (11/27)	농업회사법인 투엠바이오(주)
무 처 리		-	-	-	-

· 시험구 배치 및 면적 : 완전임의 배치법 3반복

구 분	처리수	반복수	총구수	구당pot	소요pot
약해	3	3	9	5 pot	45 pot

• 시험성적

시험약제	시험작물 (품종)	약해정도(0~5)		비고
		기준량	배량	
바이오컴벳 1	고추 (독야청청)	0	0	약해없음



고추 포장시험 전경



고추 약제처리 (기준량)

Fig 7. 고추 약해 시험

2) 배추(CR 장금이)약해 시험

• 처리내용

시험약제	원료투입율(%)	처리방법	약해시험		의뢰회사
			기준량	배량	
바이오컴벳 1	고삼추출물 90	경엽처리	1,000배 (11/27)	500배 (11/27)	농업회사법인 투엠바이오(주)
무 처리	-	-	-	-	-

• 시험성적

시험약제	시험작물 (품종)	약해정도(0~5)		비고
		기준량	배량	
바이오컴벳 1	배추 (CR장금이)	0	0	약해없음



배추 포장시험 전경



배추 약제처리 (기준량)

Fig 8. 배추 약해 시험

3) 상추(탑그린)약해 시험

• 처리내용

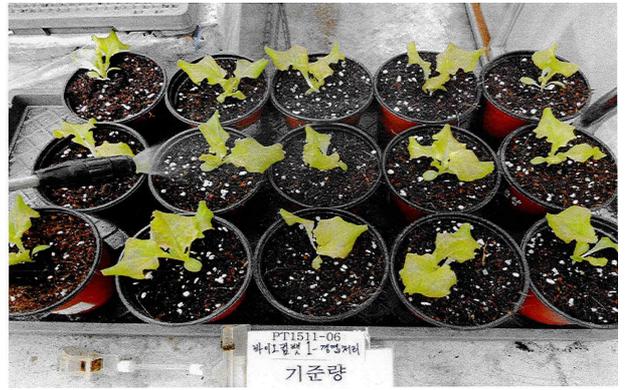
시험약제	원료투입율(%)	처리방법	약해시험		의뢰회사
			기준량	배량	
바이오컴벳 1	고삼추출물 90	경엽처리	1,000배 (11/27)	500배 (11/27)	농업회사법인 투엠바이오(주)
무 처리		-	-	-	-

• 시험성적

시험약제	시험작물 (품종)	약해정도(0~5)		비고
		기준량	배량	
바이오컴벳 1	상추 (탑그린)	0	0	약해없음



상추 포장시험 전경



상추 약제처리 (기준량)

Fig 9. 상추 약해 시험

4) 오이(네박자)약해 시험

• 처리내용

시험약제	원료투입율(%)	처리방법	약해시험		의뢰회사
			기준량	배량	
바이오컴벳 1	고삼추출물 90	경엽처리	1,000배 (11/27)	500배 (11/27)	농업회사법인 투엠바이오(주)
무 처리	-	-	-	-	-

• 시험성적

시험약제	원료투입율(%)	처리방법	약해시험		의뢰회사
			기준량	배량	
바이오컴벳 1	고삼추출물 90	경엽처리	1,000배 (11/27)	500배 (11/27)	농업회사법인 투엠바이오(주)
무 처리	-	-	-	-	-



오이 포장시험 전경



오이 약제처리 (기준량)

Fig 10. 오이 약해 시험

5) 콩(백태)약해 시험

• 처리내용

시험약제	원료투입율(%)	처리방법	약해시험		의뢰회사
			기준량	배량	
바이오컴벳 1	고삼추출물 90	경엽처리	1,000배 (11/27)	500배 (11/27)	농업회사법인 투엠바이오(주)
무 처리		-	-	-	-

• 시험성적

시험약제	시험작물 (품종)	약해정도(0~5)		비고
		기준량	배량	
바이오컴벳 1	콩 (백태)	0	0	약해없음



콩 포장시험 전경



콩 약제처리 (기준량)

Fig 11. 콩 약해 시험

3. 독성 시험

1) 꿀벌독성 시험

Table 12. Cumulative mortality of honeybees.

Dosage ($\mu\text{g}/\text{bee}$) ^a	Number of honeybee	Cumulative mortality			Mortality (Dead / Total)	
		4 hr	24 hr	48 hr	24 hr	48 hr
Non-treatment	10	0	0	0	0% (0 / 30)	0% (0 / 30)
	10	0	0	0		
	10	0	0	0		
Negative control (Methanol 1 $\mu\text{L}/\text{bee}$)	10	0	0	0	0% (0 / 30)	0% (0 / 30)
	10	0	0	0		
	10	0	0	0		
100.0	10	0	0	0	0% (0 / 30)	0% (0 / 30)
	10	0	0	0		
	10	0	0	0		

a: Based on dosage of main Ingredient Input ratio

Table 13. Behavioral abnormalities of honeybees

Dosage (µg/bee) ^a	Number of honeybee	Abnormal response		
		4 hr	24 hr	48 hr
Non-treatment	10	N	N	N
	10	N	N	N
	10	N	N	N
Negative control (Methanol 1 µL/bee)	10	N	N	N
	10	N	N	N
	10	N	N	N
100.0	10	N	N	N
	10	N	N	N
	10	N	N	N

a: Based on dosage of main Ingredient Input ratio

Table 14. LD50 of test substance and Dimethoate 99.6% tech.

Study No.	Test substance	24 hr LD ₅₀ (95% Confidence limits)	48 hr LD ₅₀ (95% Confidence limits)
ETBC-15001 ^a	Dimethoate 99.6% tech.	0.103 µg a.i./bee (0.088 ~ 0.121 µg a.i./bee)	0.085 µg a.i./bee (0.072 ~ 0.101 µg a.i./bee)
ETBC-15025	바이오컴벳1	> 100.0 µg/bee	> 100.0 µg/bee

a: Positive control(2015.03.23.~2015.03.25.)

2) 토끼에 대한 피부자극성 시험

피부반응평가표에 의해 1차 피부자극지수 (Primary Irritation Index, P.I.I.)를 산출한 결과, P.I.I.는 "0.0" 이었고 피부 1차 자극표에 의해 자극성을 구분하면 "없음" 이었다. 이상의 결과로부터 바이오컴벳1은 New Zealand White계 토끼의 피부에 처리 시 자극성이 없는 물질로 구분되었다.

3) 토기에 대한 안점막자극성시험

New Zealand White계 토끼에 대한 바이오컴벳1의 안점막자극성시험을 수행하여 일반중독증상, 치사수, 체중변화 및 안점막 자극증상을 관찰·조사한 결과는 다음과 같다.

- 시험물질 0.1 mL를 New Zealand White계 토끼에 투여한 결과 시험기간 중 일반중독증상 및 치사동물은 관찰되지 않았다.
- 체중측정결과 모든 개체에서 체중이 시간이 경과함에 따라 증가하였다.
- 비세척군의 급성안자극지수 (A.O.I.)는 "0.0"으로 산출되었다.

이상의 결과, 바이오컴벳1의 안점막자극성시험에서 비세척군의 자극성은 [안점막자극표]에 의거 "없음"으로 구분되었다.

4) 담수어류에 대한 급성독성시험

바이오컴벳1의 담수어류에 대한 급성적 영향을 평가하고, 반수치사농도 (LC₅₀)를 산출하기 위해 잉어 (*Cyprinus carpio*)를 이용하여 급성독성시험을 96시간 동안 지수식으로 실시하였다.

시험용액 중 시험물질의 농도는 주원료 투입비율을 기준으로 10.0 mg/L 및 음성대조군으로 구분하였으며 결과는 아래와 같다.

Time	LC ₅₀ ^a (mg/L)	95% confidence limits	NOEC ^b (mg/L)
48 & 96 hr	> 10.0	-	10.0

a: Based on nominal concentration of main ingredient input ratio

b: No observed effect concentration

해당시험 조건하에서, 바이오컴벳1의 잉어에 대한 48시간 및 96시간 반수치사농도 (LC₅₀)는 주원료 투입비율 기준으로 모두 10.0 mg/L 이상으로서 농약관리법에 의거, 독성을 구분하면 Ⅲ급으로 분류되었다.

5) 랫드에 대한 급성경구독성시험

랫드에 대한 바이오컴벳1의 급성경구독성시험 (급성독성등급법)을 2000 mg/kg bw의 투여용량으로 수행하여 치사 수, 일반중독증상 및 체중변화를 관찰. 조사한 결과는 다음과 같다.

- 1단계 투여약량 2000 mg/kg bw에서 14일 동안 치사개체가 관찰되지 않았다.
- 2단계 투여약량 2000 mg/kg bw에서도 14일 동안 치사개체가 관찰되지 않았다.
- 생존한 모든 개체에서 일반중독증상은 관찰되지 않았다.
- 각 개체의 체중은 약제투여 후 경과일수에 따라 증가하였다.
- 부검결과 이상 소견은 관찰되지 않았다.

이상의 시험결과, 랫드에 대한 바이오컴벳1의 급성경구독성시험 결과, GHS 분류기준 category V로 LD₅₀값은 > 2000 ~ ≤ 5000 mg/kg bw이었고, 농약관리법 [급성독성정도에 따른 농약의 독성구분]에 의거 IV급 (저독성)으로 구분되었다.

6) 랫드에 대한 급성경피독성시험

바이오컴벳1에 대한 급성경피독성을 랫드를 사용하여 4000 mg/kg의 약량을 단회 경피투여 한 후 14일 동안 치사수, 일반중독증상, 체중 변화를 관찰 조사한 결과는 다음과 같다.

- 한계시험의 투여약량수준인 4000 mg/kg에서 치사개체가 관찰되지 않았다.
- 일반중독증상이 관찰되지 않았다.
- 체중변화는 약제투여 후 경과일수에 따라 증가추세를 보였다.

따라서, 랫드에 대한 바이오컴벳1의 급성경피독성시험 LD₅₀값은 4000 mg/kg 이상으로 농약관리법에 의거 독성을 구분하면 IV급 (저독성)에 해당되었다.

7) 독성 시험성적서 요약

시험년도	시험기관	시험항목	시험결과 (독성구분)
2015년	(주)한국생물안전성 연구소	급성경구	LD ₅₀ : > 2000 ~ ≤ 5000 mg/kg (IV급, 저독성)
		급성경피	LD ₅₀ : > 4000 mg/kg (IV급, 저독성)
		어독성	LC ₅₀ : > 10 mg/l

			(Ⅲ급)
		피부자극	1차 자극지수(P.I.I) = 0.0 (자극성 없는 물질)
		안점막자극	안점막 자극지수(A.O.I) = 2.0 (자극성 없음)
		꿀벌 급성접촉독성	LD ₅₀ ≤ 100.0μg/bee

제 3 절 인도 면화 및 토마토 나방방제 현장적용기술 개발

1. 토마토 나방류 방제 현장 적용 기술 개발

인도 마하라슈트라주 뿌네 인근 라후리 지역 토마토 농가와 양배추 농가에서 시험포를 선정하여 현지 적용기술 개발 시험을 현지 코디네이터와 함께 진행 하였다.

국내 실내시험 결과를 토대로 작물 정식 후 10일 이내 성장단계에서 예방 목적의 적용법을 선택 하였다. 시제품 1000배 희석액을 당사 전착제와 혼용하여 7일간격으로 2회 살포, 이후 15일 간격으로 총 4회 살포 후 대조구와 비교하여 현지 코디네이터를 통하여 방제가를 확인 하였다. 당사 시제품 처리구 1 acre의 토마토 나방류 피해도는 약10~15%로 85~90%의 방제가를 나타냈다. 대조적으로 화학농약의 경우 기준사용농도 1000배보다 강한 500배액으로 처리 하였으나 피해정도가 당사 시제품보다 많아 약 75~80%의 방제가를 나타내었다. 이는 지극히 농가의 관능적 판단이기는 하나 관행적으로 사용해온 화학농약과 동일하게 처리한 후 비교한 결과로서 그 신뢰도는 우수하다 판단된다.

토마토의 수확이 시작되면서 나방류에 의한 피해과 33m²당 1주이상 피해발생 포장에서의 시험 설계는 3일 간격 2회 연속 살포하되 500배 희석액으로 처리하고, 3차, 4차 살포 주기를 7일 간격으로 설정 하여 진행 하였다. 대조구로는 화학농약 이미다클로로피드를 적용하였다. 최종 4차 처리후 단위면적당 피해주수의 감소율과 랜덤 카운팅으로 생충률을 조사한 결과 시제품 처리구에서는 78~85%의 방제가를 나타내었고 화학농약 대조구의 경우 약 70~80%로 나타났다. 이는 기존 화학약제에 대한 내성발현으로 당사 시제품보다 약효과 미흡하게 나타난 것으로 사료된다.

이는 정확히 작물의 성장단계와 나방의 피해밀도를 잘 판단하여 최기 방제가를 높이는 방법을 당사가 제한한 방법으로 진행하게 될 경우 화학농약과 대등한 방제가를 얻을수 있다는 농가의 확신을 줄수 있음은 물론 인도 거대 농업시장의 친환경 나방류 방제제의 진출시장을 확대할 수 있는 가능성을 열어준 결과라고 할 수 있다.



Fig 12. 인도 마하라스트라주 뿌네 인근 라후리 지역 토마토 시험 포장

2. 인도 면화 나방류 방제 현장적용기술 개발

인도 최대 면화 생산지인 마하라스트라주에 위치한 목화 재배 농가에서 현장적용기술 개발 시험을 진행 하였다. 면화에 주로 발생하는 나방류는 Beet Armyworm, Bollworm, Tobacco Budworm, Cutworms, Armyworm이 주요 피해 나방류 들이다. 특이하게도 살충성 식물추출물로는 1, 2령충 이외 3령충부터 5령 노숙충까지는 내성이 매우 강해 방제가 어려운 해충들이 대부분이다. 그리하여 당사 시제품의 현장적용기술 개발을 위한 시험설계는 1차 처리와 2차 처리는 500배 희석액을 전착제와 혼용하여 잎의 앞뒷면이 흠뻑 적도록 살포 2회 연속 3일간격으로 처리하고 3차, 4차 처리는 7일간격으로 살포한 후 결과를 관찰하는 방법으로 진행 하였다. 인도의 면화 재배지 특성상 이미 묘목에서부터 나방류 피해를 입고 본포에 정식이 됨으로 예방적 목적의 처리방법은 의미가 없다.

시제품 처리구의 나방류 피해율은 1에이커 기준으로 20~25%로 나타나 방제가는 75~80%로 나



Fig 13. 인도 마하라스트라주 뿌네 인근 라후리 지역 면화 시험 포장

타났으며 대조구인 이미다클로로피드 화학농약처리구는 약 65~70%로 나타났다.

이는 그동안 화학농약에 강하게 내성을 획득한 특히 이미다클로로피드 성분에 대하여 강한 내성을 나타내는 나방류가 면화에 특히 강하게 나타남을 반증한다.

이는 국내에서 개발되어진 친환경 살충제의 현지 적용기술 개발 시험을 통하여 효과적 처리방법을 사용자와 판매자와 공유함으로써 강력한 시장 침투력을 갖게 됨을 반증한다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 연구개발의 목표 및 달성도

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발 수행내용
1차 년도	나방류 방제용 복합 천연물 주성분 친환경 살충제의 다국적 현장 적용기술 개발	적용대상 해충별 방제가 목표 달성 현장 적용 기술 확립	100	- 타겟 해충에 대한 현장 적용 기술 개발로 목표 방제가 도달
		제품 안정성 평가	100	- 친환경 유기농자재 목록공시 준비 - 주성분 분석 성적서 확보 - 약해 시험 성적서 확보 - 독성시험성적서 확보
		인도 목화 나방류 방제 현장 효과 시험 - 파트너 선정, 개발 MOU체결	100	- 인도 현지 목화 나방류 방제 현장 적용기술 개발 - 인도 업체와 협력 MOU 체결

2. 관련분야에서의 기여도

국내의 병해충관리용 친환경유기농자재 및 미생물 농약이 개발되어 판매 되어지고 있지만 해외진출 제품 및 기업이 많지 않다. 그러나 최근 농촌진흥청에서도 국내개발 농업관련제품의 해외진출을 위해 여러 가지 적극적 지원사업을 시행 중이며 농업기술실용화재단의 글로벌사업팀에서도 국내 업체들을 지원하여 매해 2회씩 국제 농업박람회를 지원하고 있다. 이러한 적극적 정부의 수출지원 방침과 국내 개발업체의 활발한 수출활동의 움직임이 빨리지고 있는 시점에서 인도 거대 농업시장에서의 한국산 친환경 농자재의 신뢰도를 증진 시키며 새로운 신기술 적용 제품들의 적극적 인도 판로 개척의 디딤돌이 될 것으로 기대한다.

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

1. 연구성과

가. 연구성과 목표 및 달성도

구분	지식재산권		논문		학술 발표	기술 거래	교육 지도	사업 화	기술 인증	인력 양성	정책 활용	홍보 전시	기 타
	출원	등록	SCI	비 SCI									
목표							2	1				1	1
실적							3	1				4	
달성도							150	100				400	

나. 사업화

- 1) 상표명 : 바이오컴벳1(BioComBat No.1)
- 2) 친환경 유기농자재 등록 신청 준비
: 구비서류 준비, 최종 제출 2015년 1월

구 분	분야	인증기관	진행 내용		인증 획득 예정일	국가명
			인증신청명	인증번호		
상품화	병해충관리용 친환경 자재	농업기술실용화재단	친환경 유기농업자재	대기중	2016.02	대한민국

다. 해외 전시회 참가

- 1) 2015년 CAC 상해 중국 국제 농업박람회 참가
: 기간 2015년 3월 9일부터 11일



2) 2015년 태국 Horti Asia 국제 농업 박람회 참가
: 기간 2015년 3월 17일부터 19일



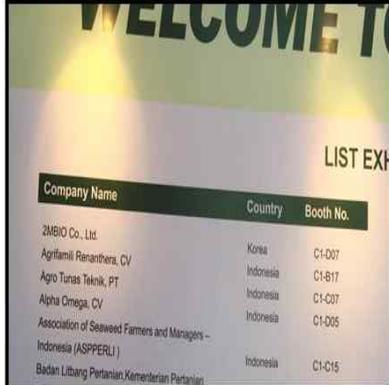
UPDATE: 04 MAR 15

HORTI ASIA 2015 & AGRI ASIA 2015
EXHIBITOR LIST

NO.	COMPANY / ORGANIZATION	COUNTRY	PROFILE	BOOTH NUMBER
1	2MBIO CO., LTD.	KOREA	CROP PROTECTION	L2
2	3M THAILAND LTD.	THAILAND	PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT	02
3	ADVANCE COOL TECHNOLOGY CO., LTD.	THAILAND	WATER CHILLER / COLD ROOM	030
4	AGCO HOLDINGS (SINGAPORE) PTE LIMITED	SINGAPORE	TRACTORS	E2
5	AGRODEX / AGRICULTURE SECTOR	SPAIN	GREENHOUSE MANUFACTURER	028
6	AGRONICS CO., LTD.	KOREA	SMART FARM TECHNOLOGY	F2
7	ANTHURA B.V.	THE NETHERLANDS	BREEDER	J8
8	ARVENSIS AGRO S.A.	SPAIN	FERTILIZERS, PLANT NUTRITIONAL, ECOLOGICAL PLANT PROTECTORS	029
9	ASIAN PERLITE INDUSTRIES SDN. BHD.	THE NETHERLANDS	SORTING, PACKING LINE, GREENHOUSE	06
10	ASTHOR AGRICOLA S.A.	SPAIN	GREENHOUSE MANUFACTURER	06
11	ATC SUPPLY (1992) CO., LTD.	THAILAND	IRRIGATION AND TURKEY SYSTEMS	B4
12	BALSAN	KOREA	MULTI-CROP THRESHER	E9
13	BEIJING KINGFENG INTERNATIONAL HIGH-TECH	CHINA	GREENHOUSE MANUFACTURER	023
14	BRANDEX DIRECTORY CO., LTD.	THAILAND	PUBLICATION	E26
15	BRANDKAMP GMBH	GERMANY	CUT CHRYSANTHEMUMS	K27

3) 2015년 인도네시아 IFT 2015(International Farming Technology Expo) 전시회 참가
: 기간 2015년 10월15일부터 17일





Company Name	Country	Booth No.
2MBIO Co., Ltd.	Korea	C1-007
Agrifamil Renanthera, CV	Indonesia	C1-B17
Agro Tunas Teknik, PT	Indonesia	C1-C07
Alpha Omega, CV	Indonesia	C1-D05
Association of Seaweed Farmers and Managers - Indonesia (ASPPERLI)	Indonesia	C1-C15
Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian		









4) 2015 터키 Growtech Eurasia 전시회 참가
기간 : 2015년 12월2일부터 5일



라) 인도 업체와 판매관련 제휴

: 인도 마하라슈트라주 1개 업체, 인도 델리 본사 위치한 1개 업체와 기술적 판매 제휴 및 MOU체결



2. 성과 활용 계획

가. 현장적용기술 개발 성과물의 활용 방안

친환경 나방류 방제용 제품 “바이오컴벳 1”의 작물별 확립된 국내외 현장적용기술을 자료화 하여 추후 해외파트너를 통한 판매확대 자료로서 활용 하고자 한다.

또한 4개의 해외전시회 참가로 발굴된 우수 업체와 적용기술개발 자료를 공유하여 다양한 작물의 적용을 시도하여 판매 활용의 폭을 넓히고자 한다.

나. 시장 진입전략에 활용

국내는 친환경유기농자재 병해충관리용 자재로 오늘 2016년 2월 등록을 완료하여 한국 생산자협동조합, 농협농자재백화점을 통한 직영 판매로 가격 및 품질경쟁으로 진입전략을 구현 하고자 한다. 해외시장의 경우도 지속적 우수 딜러발굴 및 기존 파트너를 통한 적용확대로 현장에서 우수한 효과 발현 제품임을 입증하는 영업전략을 실행 할 계획이다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

해당사항 없음

제 7 장 연구시설·장비 현황

해당사항 없음

제 8 장 연구실 안전관리 이행실적

1. 표준작업지침서에 따른 이행 실적

농업회사법인투엠바이오(주) 부설농업생명과학기술연구소의 표준 작업 지침서(Standard Operating Procedure)에 따른 안전관리에 대한 표준작업지침서(SOP/SAF/001)에 의거하여 매 분기 말에 연구소에 대한 안전관리를 실시 하였다.

- 관련규정 : 안전관리에 대한 표준작업지침서(SOP No. : SOP/SAF/001)
- 이행실적

구분		장비/시설 점검			종합점검결과
		Chemical balance	Homogenizer	Hot plate	
2015	2/25	○	○	○	양호
	5/30	○	○	○	양호
	8/30	○	○	○	양호
	11/30	○	○	○	양호

제 9 장 참고문헌

Scott IM1, Jensen H, Scott JG, Isman MB, Arnason JT, Philogone BJ.,
Botanical insecticides for controlling agricultural pests: piperamides and the Colorado
Potato Beetle *Leptinotarsa decemlineata* say (Coleoptera: Chrysomelidae)

Roman Pavela, Efficacy of three newly developed botanical insecticides based on
pongam oil against *Plutella xylostella* L. larvae

Richard Levins , Some Demographic and Genetic Consequences of Environmental
Heterogeneity for Biological Control

Croft, B. A. Arthropod biological control agents and pesticides.

Franz, J. M.; Krieg, A. Biological pest control, with regard to integrated measures.

F. Hernández, J. V. Sancho, O. J. Pozo Critical review of the application of liquid
chromatography/mass spectrometry to the determination of pesticide residues in
biological samples.

B. E. Tabashnik, B. A. Croft , Managing Pesticide Resistance in Crop-Arthropod
Complexes: Interactions Between Biological and Operational Factors

Lee Sang-Yeob; Lee Sang-Bum; Kim Yong-Ki; Hwang Soon-Jin; Biological Control of
Garlic White Rot Accused by *Sclereotium cepivorum* and *Sclereotium* sp. Using
Bacillus subtilis 122 and *Trichoderma harzianum* 23

Hwang, In-Cheon; Kim, Jin; Kim, Hyeong-Min; Kim, Do-Ik; Kim, Sun-Gon; Kim,
Sang-Su; Jang, Cheol, Evaluation of Toxicity of Plant Extract Made by Neem and
Matrine against Main Pests and Natural Enemies

Park, Jung-A; Seok, Jung-Kyun; Prasad, Surakasi Venkara; Kim, Yong-Gun; Sound
Stress Alters Physiological Processes in Digestion and Immunity and Enhances
Insecticide Susceptibility of *Spodoptera exigua*

Kim, Sang-Kuk; Kim, Young-Hyo; Kang, Dong-Kyoon; Chung, Sang-Hwan; Lee, Seong-Phil; Lee, Sang-Chul; Essential Oil Content and Composition of Aromatic Constituents in Leaf of *Saururus chinensis*, *Angelica dahurica* and *Cnidium officinale*

김지민, Madanagopal Nalini, 김용균, 과밤나방(*Spodoptera exigua*)에 대한 곤충병원세균류 배양액의 곤충면역억제활성 및 비티 생물농약과 혼합효과

김규순, 김현, 박영옥, 김길하, 김용균, 배추좀나방에 대한 프루텔고치벌과 미생물농약의 통합생물방제

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농림축산기술료사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농림축산기술료사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.

