

발간등록번호

11-1543000-001506-01

광포식성 풀잠자리 천적자원의
수출 전략형 제품화 기술 개발
최종보고서

2016. 12. 18.

주관연구기관 / (주)오상킨섹트

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “광포식성 풀잠자리 천적자원의 수출 전략형 제품화 기술 개발”(개발기간 : 2014. 9. ~ 2016. 9.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2016. 12. 18.

주관연구기관명 : (주)오상킨섹트 (대표자) 이준석 (인)



주관연구책임자 : 이 준 석
연 구 원 : 박 중 균
연 구 원 : 최 만 영
연 구 원 : 함 은 혜
연 구 원 : 전 혜 정
연 구 원 : 김 철 학
연 구 원 : 이 진 석
연 구 원 : 김 태 윤
연 구 원 : 김 범 수
연 구 원 : 오 용 균

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	114077-02-1-SB010	해 당 단 계 연구 기 간	2014.9.24- 2016.9.25.	단 계 구 분	(해당단계)/ (총 단 계)
연구사업명	중 사업명	농림축산식품연구개발사업			
	세부 사업명	수출전략기술개발사업			
연구과제명	대 과제명				
	세부 과제명	광포식성 폴잠자리 천적자원의 수출 전략형 제품화 기술 개발			
연구책임자	이 준 석	해당단계 참 여 연구원 수	총: 10 명 내부: 8 명 외부: 2 명	해당단계 연구 개발 비	정부: 180,000 천원 민간: 45,000 천원 계: 225,000 천원
		총 연구기간 참 여 연구원 수	총: 10 명 내부: 8 명 외부: 2 명	총 연구개발비	정부: 180,000 천원 민간: 45,000 천원 계: 225,000 천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	(주)오상킨섹트 생물자원연구소			참여기업명	(주) 오상킨섹트
위 탁 연 구	-			-	
<p>요약</p> <p>1. 국내 자생 천적 생산 및 효율화 기법 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 생산효율 극대화 및 포장 시 공급을 위한 사료 적용 기술 개발 - 수출전략형 품질 강화 기술 개발 <p>2. 맞춤형 수출 전략 제품화 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 종 특성에 맞는 제품화 기술 개발 : 극미세 호흡 조절 필름을 선발하여 셀 포장 후, 최적 호흡도에 적합한 맞춤형 필름을 활용한 제품화 기술 개발 - 수출 맞춤형 포장 패키지 기술 개발 : 해외 수출을 위한 장기 운송 시스템 기술 개발 				<p>보고서 면수: 50</p>	

〈 요약 문 〉

		코드번호	D-01			
연구의 목적 및 내용	국내 우수 천적자원의 수출 전략형 제품화 기술 개발					
연구개발성과	<p>1. 국내 자생 천적 생산 및 효율화 기법 개발</p> <p>① 생산효율 극대화 및 포장 시 공급을 위한 사료 적용 기술 개발</p> <p>② 수출전략형 품질 강화 기술 개발</p> <p>2. 맞춤형 수출 전략 제품화 기술 개발</p> <p>① 종 특성에 맞는 제품화 기술 개발 : 극미세 호흡 조절 필름을 선 발하여 셀 포장 후, 최적 호흡도에 적합한 맞춤형 필름을 활용한 제품화 기술 개발</p> <p>② 수출 맞춤형 포장 패키지 기술 개발 : 해외 수출을 위한 장기 운송 시스템 기술 개발</p>					
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<p>1. 내수 제품과 차별되는 수출 전략형 제품화 기술 개발(특허 및 논문 투고)</p> <p>2. 국내 최초 우수 자생 천적의 수출 제품화로 국내 곤충 산업 활성화에 기여(제품화, 홍보)</p> <p>3. 해외 수출 + 국내 판매의 시너지 효과로 농가 소득 증대</p> <p>4. 천적 제품화 기술 개발로 다른 천적에 적용 가능</p> <p>5. 산업화 자료 구축</p>					
중심어 (5개 이내)	자생 천적	수출	제품화	곤충	수출 전략	

〈 SUMMARY 〉

		코드번호	D-02			
Purpose& Contents	Development of the commercialization of beneficial insect for strategic export					
Results	<p>1. Development of efficient rearing technique for native natural enemy</p> <p>① Development of efficient artificial food apply technique for shipping</p> <p>② Development of quality control technique for strategic export</p> <p>2. Development of new product for strategic export</p> <p>① Development of commercialization considering characteristic of native natural enemies: Detection of respiratory control films with micro holes. Development of the practical packing methods using respiratory control films with micro holes.</p> <p>② Development of new packing technique for long-term air transport.</p>					
Expected Contribution	<p>1. Development of completely different commercialization for strategic export (patent and paper contribution)</p> <p>2. Vitalization of the insect industry (commercialization, public relations)</p> <p>3. Overseas Export + home sales = to enhance farmers' income</p> <p>4. Extended application of new technique for other natural enemies.</p> <p>5. Cultivation of the industrialization data</p>					
Keywords	native natural enemy	export	commercializ ation	insect	export strategy	

<CONTENTS>

Chapter 1. Summary of research	7
Chapter 2. Preliminary research for current research development	19
Chapter 3. Contents and results of research	20
Chapter 4. Objectives achievement and contribution of related fields	42
Chapter 5. Application of research outcome	43
Chapter 6. Collected international scientific & technical information in the research process	44
Chapter 7. Security level of research achievement	45
Chapter 8. Registered research facilities & equipment on the NTIS	46
Chapter 9. Performance result for laboratory safety	47
Chapter 10. Primary research achievement	48
Chapter 11. References	49

< 목 차 >

제 1 장 연구개발과제의 개요	7
제 2 장 국내외 기술개발 현황	19
제 3 장 연구수행 내용 및 결과	20
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	42
제 5 장 연구결과의 활용계획	43
제 6 장 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	44
제 7 장 연구개발성과의 보안등급	45
제 8 장 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비현황	46
제 9 장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	47
제 10 장 연구개발과제의 대표적 연구실적	48
제 11 장 참고문헌	49

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발 목적

국내 자생 천적 자원을 수출 전략형 제품으로 기술 개발한다. 이를 위해 업그레이드 사료 적용 기술 및 수출 전략형 품질 강화 기술 개발을 수행한다. 또한, 본 과제는 10년 이상 천적 농법을 연구 개발해 온 (주)오상킨섹트의 우수한 기술력이 축적된 2006년부터 진행해온 자생 천적 발굴 프로젝트의 일환으로써, 수출전략형 제품화 기술을 개발하여 곤충 산업의 수출 활성화에 기여하고자 한다.

제 2 절 연구개발의 필요성

1. 천적 곤충 활용 현황 및 전망

가. 국내 천적 곤충 활용 현황

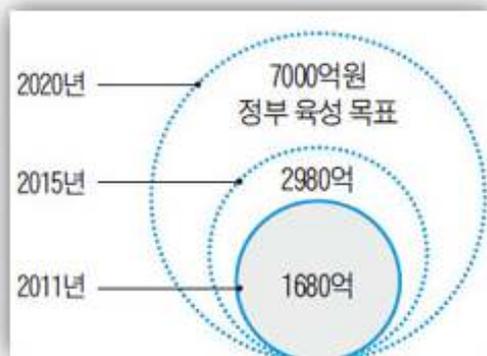


그림 1. 국내 곤충 산업 규모 및 육성 목표(농림축산식품부, 2014)



그림 2. 곤충의 활용 분야별 경제적 가치(농촌진흥청, 2011; 2015년 추정치)

나. 세계 천적 곤충 시장 규모

- 세계 천적 곤충 시장 규모 13억\$
- 150여 개소 이상의 천적 생산 업체
- 250여 종 이상의 천적 자원 활용
- 천적 사용현황 : 네덜란드, 캐나다 전체 농업의 90% 수준(한국 4%수준)
- 네덜란드 KOPPERT사 천적 연간 매출 1억€ 이상 달성
- 꾸준히 늘어나고 있는 세계 천적 곤충 시장 규모

농협경제연구소(2012)



그림 3. 천적으로 활용되고 있는 세계의 곤충 자원

『천적 곤충 산업』은 화학농약과 태생적으로 상이해 규제의 대상이 아니라
『보호·육성해야 하는 산업』이다

2. 국내 천적 곤충 활용의 문제점 및 해결 방안

가. 국내 천적 곤충 활용의 문제점

국내 해충 방제용 천적으로 약 30종 이상이 개발되고 있으나, 네덜란드와 캐나다 등에서 활용되고 있는 250종의 천적 곤충에 비하면 천적 곤충의 개발 및 활용이 매우 열악한 상황이다. 국내에서 활용되고 있는 천적 곤충 중, 국내기술력으로 자체 상품화되어 유통되는 종은 일부 중에 국한되어 있으며, 대부분의 천적은 수입에 의존하고 있다.

천적은 살아있는 상태로 포장되어 유통을 하게 되므로, 일반적으로 천적의 유통기한은 1주일 이내가 적당하다. 이러한 이유 때문에 공통적으로 천적 생산 업체는 『선주문·후생산 체계』를 유지하게 된다. 또한 천적 활용에는 화학약제와 달리 여러 가지 선결조건이 갖추어져 있어야 비로소 그 효과를 낼 수 있는 조금은 까다로운 제품이기 때문에, 천적을 활용한 지속가능한 농법이 선진국의 그것과 같은 자리를 잡기까지는 많은 시간을 필요로 한다.

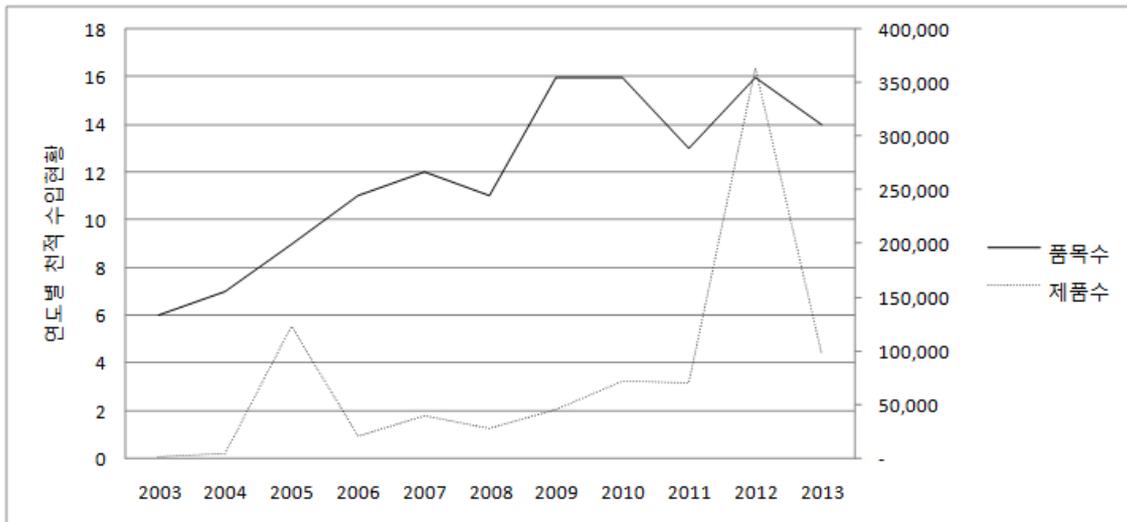


그림 4. 벨기에, 네덜란드에서 수입된 연도별 천적현황(농림축산검역본부, 2014)

나. 국내 천적 곤충 시장의 악순환 고리 및 해결방안



악순환 고리를 깨기 위한 유일한 방안 = 고품질 천적 자원 해외 수출!

네덜란드의 경우 1991년부터 10년간 프랑스와 함께 천적곤충 개발에 집중 투자하여 고도의 해충방제 기술을 보유하게 되어 캐나다, 미국, 일본 등지에 천적 곤충을 수출하였다.

또한 천적 장려를 위한 '작물보호 장기계획'을 실시함으로써 천적곤충을 활용한 농법의 보급을 통해 세계적인 농산물 수출 강국으로 성장한 계기가 되었다.

이러한 선진국들도 천적 곤충을 통한 생물학적 방제가 본격화되기까지 오랜 시간이 소요 되었으므로 우리나라도 장기적 차원의 인프라 구축 및 지원정책이 필요하다 하겠다.

제 3 절 연구개발 범위

1. 국내 자생 천적자원의 수출 전략형 제품화 개발을 위한 선행 연구

가. 자사에서 개발 완료한 국내 자생 천적자원



국내에 자생 천적자원이 풍부하게 분포함에도 불구하고 천적 생산업체의 자본력과 기술력이 크게 부족해, 자사의 연구결과를 제외하고 자생천적자원을 발굴하여 활용하는 사례는 미비한 실정이다. 심지어 어리줄풀잡자리, 무당벌레 등의 국내 자생 천적을 역으로 외국에서 수입하여 사용하기도 한다.

상기의 연구는 국내 천적(곤충)산업의 활성화를 위해 수행하였으며, 다수의 토착 천적을 선발하고, 선발된 천적곤충의 생태 특성 등을 바탕으로 대량사육기술을 개발하였다. 또한 천적과 보조식물을 활용한 신개념 해충 방제효과 검정 등을 통해 농업현장에서 직접 이용할 수 있는 기술을 개발하고자 지속적으로 연구 개발 중에 있다.

나. 수출 전략 제품 선정 배경



풀잠자리류는 풀잠자리목(Neuroptera), 풀잠자리과(Chrysopidae)에 속하는 포식성 천적으로 세계적으로 약 1,300종 이상이 분포하며, 성충의 체장은 약 11 mm, 유충은 8 mm내외로 진딧물뿐만 아니라 나방의 알과 유충, 응애, 가루이, 각지벌레 등을 포식하는 광포식성 천적으로 세계에서 유용하게 이용되며(Whitcomb and Bell, 1964) 생물학적 방제 인자로서 오랜 기간 동안 연구의 대상이 되어 왔다(Hagen et al., 1976; Hagley and Miles, 1987).



그림 5. 어리줄풀잠자리의 알(좌측), 유충(중간), 성충(우측) 모습

표 1. 어리줄풀잠자리 유충의 온도별 가루각지벌레(2령) 포식량

발육/포식 특성	처리온도(습도 60~70 %, 광조건 16L : 8D)					
	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C
총 포식량(마리)	22	101	441	314	299	226

다. 연구개발 진행 세부 사항 및 추진 계획

연도	선행연구 내용
2006	• 수입 대체 효과를 위한 지속적인 토착천적(광포식성 천적 위주) 선발
	• 후보 종들에 대한 해충방제 효과 실내 검증(기능반응 등)
2008	• 대표 후보 종에 대한 정확한 종 동정 및 자료 수집
	• 실외 필드 테스트를 통한 천적 효과 검증
2010	• 최종 선발된 1종에 대한 생태/생태적인 기본 연구 진행
	• 업그레이드 사료 적용 기술 및 저온저장 조건 규명
2012	• 녹색기술 인증 신청 및 특허 출원/논문투고
	• 논문발표(ICE, 2012)
2013	• 세계 최대 규모의 농약회사 Arysta LifeScience에서 풀잠자리 샘플 요청(수요처 발굴)
	• 녹색기술 인증 획득(농림축산식품부)
2014	• 수요처로부터 품질 인정(MAFF 등록하기 위한 선결조건 충족)
	• 가격 협상 완료 및 구매의향서 체결
2015	• MAFF에 제품 등록 중(1년 이상 소요됨)
	• 제품이 등록되는 기간 동안 제품의 품질 향상 및 내수 제품의 수출 제품화 기술 개발
2016	• 조기성과 달성
	• 일본 수출 성공 및 세계무대 진출!

라. 녹색기술 인증 받은 천적과 제품 방사 모습



- 녹색기술 인증번호 : 제 GT-13-00113호
- 기술명칭: 매미목 난방제 해충의 생물적 방제를 위한 토착천적 풀잠자리의 개발 및 적용 기술

마. 업체 미팅 진행

- 미팅업체: Arysta LifeScience Japan, Agrostar Co., Ltd.(Arysta 자회사), (주)오상킨섹트
- 미팅일시 : 2013년 2월 15일 10시
- 미팅장소 : Arysta LifeScience, Japan 회의실
- 참여자 : Wada Tetsuo(Arysta 마케팅 본부장), Zenjiro Nakamura(Arysta 마케팅 팀장), Toshio Akimoto(Agrostar 대표), 이준석, 함은혜((주)오상킨섹트)
- 미팅내용 : 자사 회사 및 제품 소개, Arysta와 Agrostar의 회사 소개, 천적 제품 샘플 수출 및 품질 검사를 위한 일정 조정
- 추후 진행 : 품질 검사 통과→ LOI 체결→ MAFF(Ministry of Agriculture, Fisheries and Food)에 제품 등록→ 수출 정상화

• 일본 천적 시장 70%이상의 점유율을 확보한 Arysta LifeScience의 자회사 Agrostar 와 수출업무 추진 예정



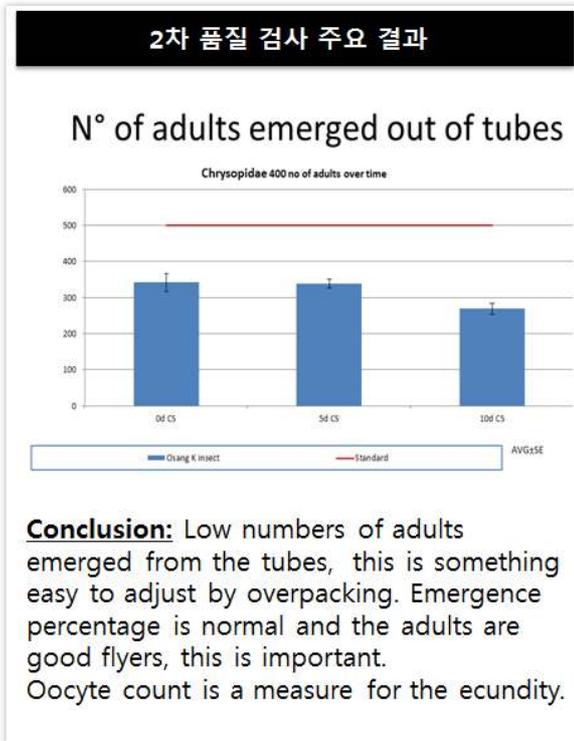
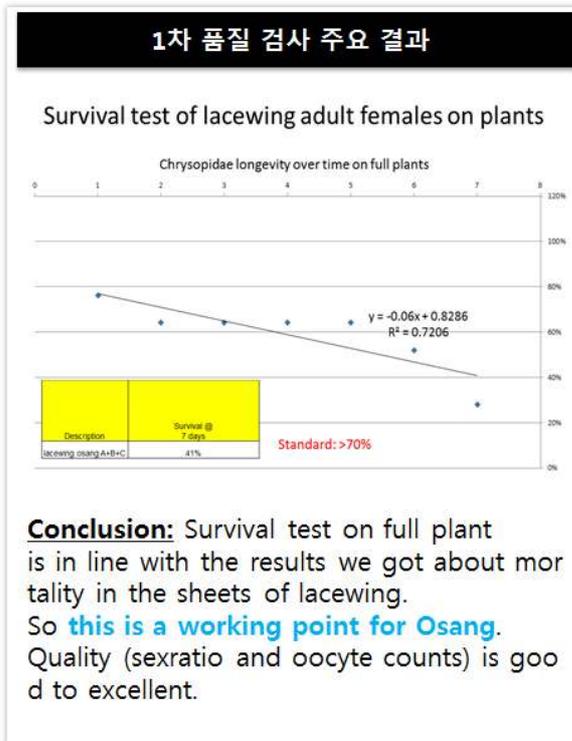
그림 6. 수요처와의 미팅모습



- 지속가능한 농업을 실천하는 선도 농가(Iwane Makoto)로 Arysta LifeScience의 지도를 받아 『뱅크 플랜트』를 직접 재배해서 사용하고 있음
- 천적을 이해하는 선도 농가로 고품질의 한국 천적 사용을 희망하고 있음(운송기간의 단축으로 천적의 활력 증강 및 유럽에 비해 운송비용 절감)

그림 7. 천적 적용 농가 방문

바. 샘플 1,2차 발송 후 품질 평가 결과 및 대안



대안 : 1년 이상이 소요되는 「MAFF 제품 등록」을 서두르기 위한 방편으로 사육실에서 특별히 격리·보호하던 활력이 좋은 제품으로 선별 포장, 항공운행중의 저온쇼크에 대비한 특별주문제작한 포장 패키지를 활용 하여 3차 발송.



그림 8. 3차 샘플 발송

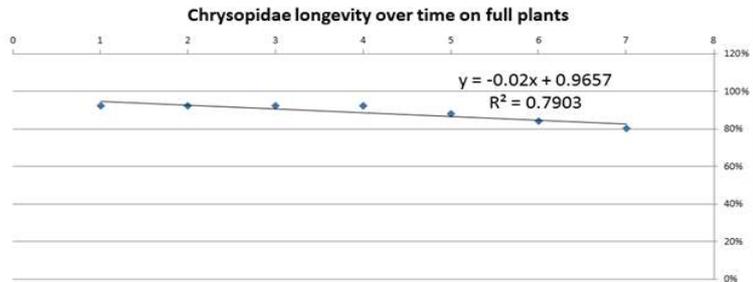
사. 3차 품질 검사의 주요 결과 = 『Very High Quality』

1, 2차 검사 결과 반영

- 유충제품 발송 시 생존율을 높이기 위해 격실 구조의 포장 필요 : **특별 주문 제작함**
- 장기간의 배송에 대비한 **먹이(나방알) 동봉 포장**
- 우화율과 생존율을 높이기 위한 **저온 쇼크를 최소화**하기 위한 수출 전략형 포장 패키지 개발 필요 : 규격이 다른 두개의 아이스박스와 특별 제작한 종이박스 활용, 이중포장

3차 품질 검사 주요 결과

- Survival test 7 days: standard > 70%



Conclusion: This is of very high quality. The survival was very good after transport from Korea to Japan and inside Japan travel due to export problems. The adults show also to be very young (low number of developed ovaria and low number of oocytes on the developed ovaria), this is no problem at all the main factor is survival.

아. LOI 체결



- 품질 검사 종료 후, **가격협상**에 시간이 많이 소요되어 LOI 체결이 예정보다 많이 늦어짐.

→ 본 연구를 통해 『**가격경쟁력이 있는 고품질 수출 전략형 천적제품 생산**』으로 수출 활성화에 기여하고자 함

자. 공극, 공극간 거리를 변경하여 생물의 최적 호흡도에 적합한 맞춤형 필름 구현 가능 여부 확인

- 극미세 호흡조절 필름 생산을 위해 최첨단 반도체 식각기술을 적용하여 삼각뿔 패턴 금형 개발

-> 과채류를 대상으로 공극 및 공극간 거리(X, Y)를 변경하여 맞춤형 필름구현 가능 여부

확인

-> 처리 50시간 후, 일반필름 처리구에서는 산화, 건조, 부패현상이 시작됐으나, 호흡조절 필름 처리구에서는 산화, 부패 등의 현상이 관찰되지 않음. 특히 천공수/cm² 22-30에서 최적화 범위와 매우 유사하며 운송 직후까지는 전반적인 품질유지에 큰 어려움은 없는 것으로 확인 됨

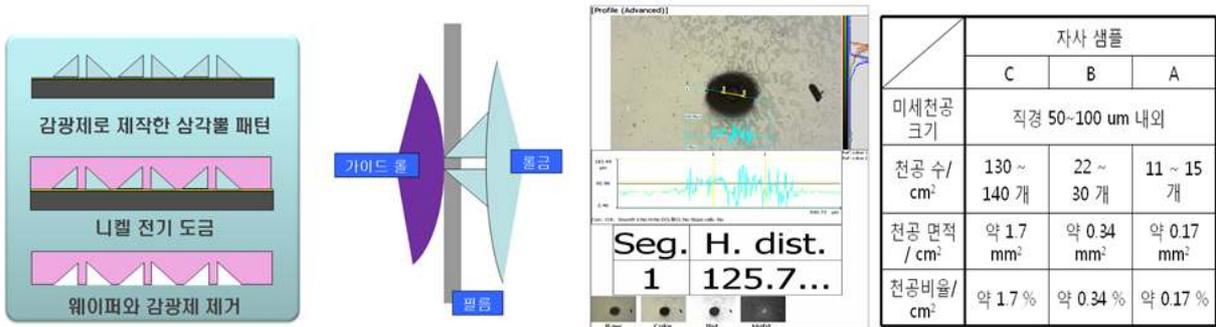


그림 9. 삼각뿔패턴금형과 실험에 적용한 호흡조절필름 규격

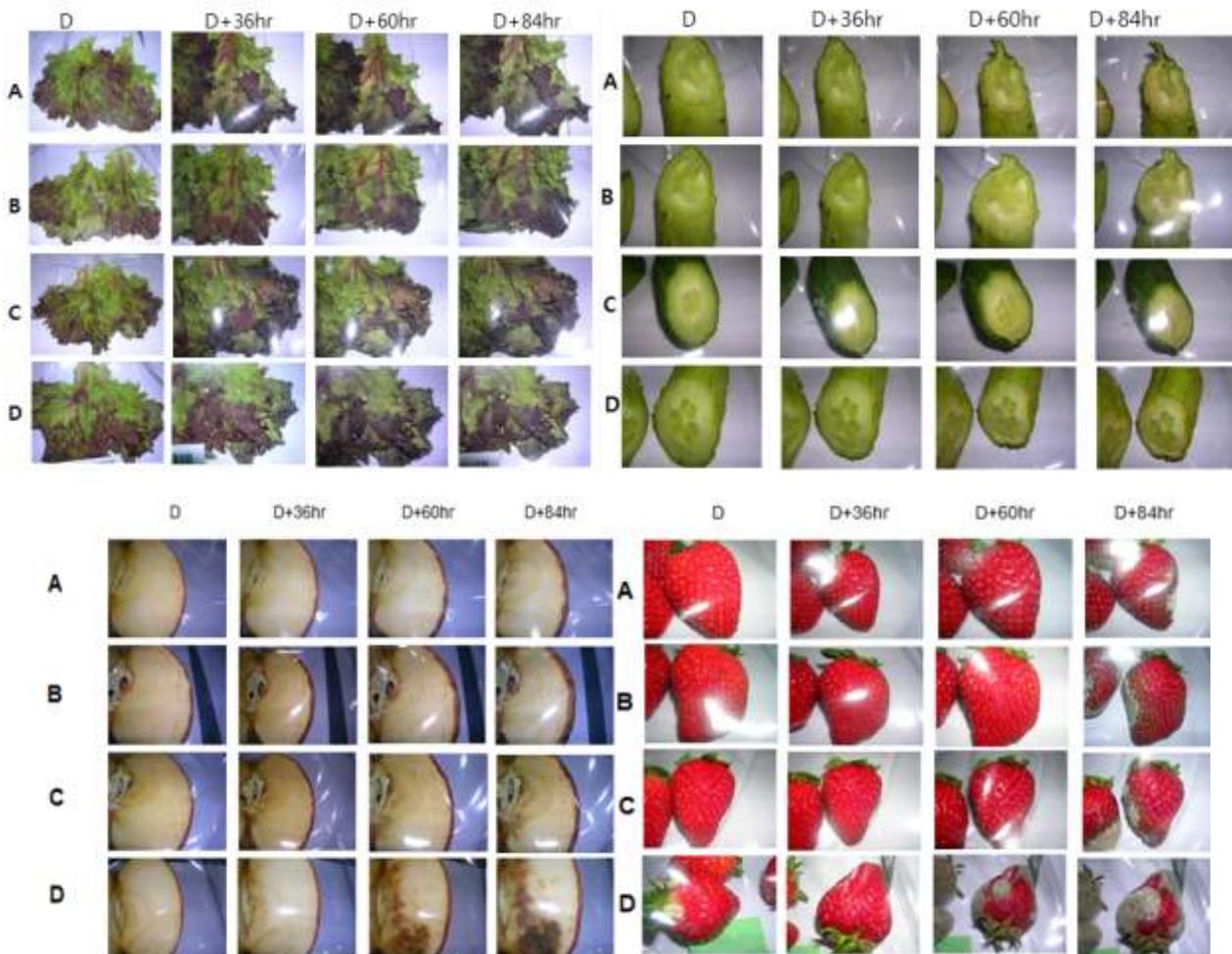


그림 10. 생물의 최적 호흡도에 적합한 맞춤형 필름 구현 가능 여부 확인 실험

2. 추가 연구개발의 범위

가. 고품질 유지 전략 구축

- (1) 종 특이성을 고려한 생력화 기술 개발
- (2) 업그레이드 사료 적용 기술 개발
- (3) 수출 제품용 품질 강화 기술 개발
- (4) 생산효율 극대화 생산 시스템 개발
- (5) 저온쇼크에 의한 손상 최소화 생력화 기술 개발

나. 수출 제품화 전략 수립

- (1) 목적: 복잡한 수입 통관 절차 및 장기 운송 시 적용
- (2) 격실 구조 형태의 수출 맞춤형 제품 패키지 기술 개발
- (3) 생물 포장 환경제어 극미세 호흡조절 필름 개발
- (4) 저온쇼크에 의한 손상 최소화 포장 기술 개발

제 2 장 국내외 기술개발 현황

코드번호

D-04

(새로운 천적 활용법 개발) Purple Flash pepper를 포함한 7가지의 식물을 애꽃노린재 (*Orius insidiosus*)의 banker plant로 사용하여 파프리카(*Capsicum annuum*) 재배 온실에서 해충방제를 시도하였으며(Waite 등, 2014), 국내에서도 보조식물을 활용한 천적 효과 극대화 연구가 진행되고 있다.

(신규 토착 천적의 개발) 네덜란드에서는 장님노린재(Miridae)와 *Macrolophus pygmaeus*를 이용하여 파프리카 온실 재배지에서 진딧물 방제가 가능하다는 것을 보고하였으며, 국내에서도 진딧물의 토착천적인 갈고리뱀잠자리붙이를 이용한 기술 개발이 진행되고 있다(김정환, 2014).

(천적 banker plant 활용) 기장테두리진딧물(*Rhopalosiphum padi*)과 보리로 구성된 banker plant 시스템은 콜레마니진디벌(*Aphidius colemani*)을 단독으로 처리한 파프리카 온실에 비해 진딧물 방제 효과가 뛰어나다는 연구 결과가 보고되고 있다(Prando & Frank, 2013).

(국내 토착 천적활용 해충 방제기술 개발) 국내 토착 천적인 *Chrysoperla nipponensis*를 활용한 가루깍지벌레 방제 기술이 연구되고 있으며(안 등, 2014), 경기지역 배, 포도원에 발생하는 난방제 해충 방제를 위해 토착 천적 개발이 진행되고 있다(이, 2014).

제 3 장 연구수행 내용 및 결과

제 1 절 연구개발의 추진 전략·방법 및 추진일정

1. 추진 전략 및 방법



- 기술 정보 수집, 전문가 확보 및 관련 연구기관과의 협조
 - ✓ 내수제품과 달리 수출제품이 갖추어야 할 요건에 대해 문헌 수집 및 조사
 - ✓ 곤충 사료 개발 전문가와의 업무 협의 및 네트워크 구축(2014. 10월 중)
 - ✓ 관련 연구기관(천적 개발, 수출 패키지 개발)과의 공동연구 추진으로 조기성과 달성
 - ✓ 일본을 비롯한 홍콩, 중국, 인도 등지로 수요처 확대를 위한 네트워크 구축

2. 추진 일정

단계	연구개발의 내용	추진일정(월)											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1차 연도	생산효율 극대화 및 포장 시 공급을 위한 업그레이드 사료 적용 기술 개발												
	수출전략형 품질 강화 기술 개발 및 제품 화 기초 기술 개발												
2차 연도	종 특성에 맞는 제품화 기술 개발												
	수출 맞춤형 포장 패키지 기술 개발												

제 2 절 연구개발의 내용

1. 연구개발의 최종목표 및 주요내용

본 과제는 국내 최초 자생 천적 자원의 수출 전략형 제품화 기술 개발이며, 이를 수출하기 위한 업그레이드 사료 적용 기술 및 수출 전략형 품질 강화 기술 개발을 수행한다. 또한, 본 과제는 10년 이상 천적 농법을 연구 개발해 온 (주)오상킨섹트의 우수한 기술력이 축적된 2006년부터 진행해온 자생 천적 발굴 프로젝트의 일환으로써, 수출전략형 제품화 기술을 개발해서 곤충 산업의 수출 활성화에 기여하고자 한다.

※ 『가격경쟁력이 있는 고품질 수출 전략형 천적제품』 개발을 위한 선결조건



2. 연구개발의 목표 및 내용

목표 : 국내 우수 자생 천적의 수출 전략형 제품화 기술 개발

일본의 천적 수요에 부응할 수 있는 『가격경쟁력이 있는 고품질 수출 전략형 천적제품』을 개발한다. 이를 위해 다음의 세부 연구 내용을 개발하게 된다.

- 국내 자생 천적 생산 및 효율화 기법 개발
 - ✓ 생산효율 극대화 및 포장 시 공급을 위한 업그레이드 사료 적용 기술 개발
 - ✓ 수출전략형 품질 강화 기술 개발
- 맞춤형 수출 전략 제품화 기술 개발
 - ✓ 종 특성에 맞는 제품화 기술 개발
 - ✓ 수출 맞춤형 포장 패키지 기술 개발

3. 연차별 연구개발의 목표 및 내용

가. 연차별 연구개발의 목표

구분	연도	연구개발의 목표	연구개발의 내용
1차 년도	2014	국내 자생 천적 생산 및 효율화 기법 개발 제품화 기초 기술 개발	생산효율 극대화 및 포장 시 공급을 위한 업그레이드 사료 적용 기술 개발
			수출전략형 품질 강화 기술 개발 및 제품화 기초 기술 개발
2차 년도	2015	맞춤형 수출 전략 제품화 기술 개발	종 특성에 맞는 제품화 기술 개발
			수출 맞춤형 포장 패키지 기술 개발

나. 연차별 세부 연구 내용

- 관련 연구기관과의 공동연구 추진으로 조기성과 달성
- 일본 MAFF에 제품 등록이 되는 시점에서 추가 제품 샘플 및 품질 검정
- 조기성과 달성 시 2년차에는 주로 연구 검정 및 보완 위주로 진행 예정임

(1) 국내 자생 천적 생산 및 효율화 기법 개발

(가) 생산효율 극대화 및 포장 시 공급을 위한 유충 업그레이드 사료 적용 기술 개발

① 포장 시 적용할 최적의 먹이 공급량 확인

- ㉠ 목적: 생태관찰, 생육에 필요한 최적의 먹이량 확인
- ㉡ 실험대상: *Chrysoperla nipponensis*
- ㉢ 실험조건: 25 ± 1℃, 상대습도 70 ± 5 %, 광조건 16L:8D
- ㉣ 실험용기: 뚜껑에 직경 1.8 cm의 환기망이 부착되어 있는 직경 5.2 cm, 높이 1.5 cm의 투명 용기
- ㉤ 적용먹이: 냉동 보관된 줄알락명나방 알
- ㉥ 반복처리: n = 30 이상
- ㉦ 실험방법
 - (ㄱ) 투명용기에 풀잠자리 알 1개씩 접종
 - (ㄴ) 부화 직 후부터 매일 먹이카드 령기별 차등 공급

- (ㄷ) 먹이공급 기준: 1령 1장, 2령 2장, 3령 3장
- (ㄹ) 처리구1: 매일 먹이 공급 조건, 처리구2: 먹이 1회 공급 조건
- (ㄹ) 교체 공급한 먹이 카드는 유충기간동안 현미경(Dino-Lite Premier Digital Microscope AM-7013MZT4)하에서 포식량 확인 및 사진 촬영
- (ㅂ) 유충은 탈피각으로 령기 구분 및 발육일수 확인
- (ㅅ) 먹이카드 제작방법: 직경 0.6 cm의 펀칭기로 흰색 종이를 펀칭한 후 구멍 뚫린 부분에 테이프를 부착, 테이프 접착 면에 명나방 알을 붓고 붓으로 쓸면서 부착 (약 170개 알)

② 공정 최소화기법 개발(약제 처리를 통한 대체먹이 변질 억제 기법 개발)

- ㉠ 목적: 먹이공급 공정 최소화/공시충 품질 극대화 기법 개발
- ㉡ 실험대상: *Chrysoperla nipponensis*, 줄알락명나방 알
- ㉢ 실험조건: 23, 25, 27℃, 상대습도 70 ± 5 %, 광조건 16L:8D
- ㉣ 실험용기: 뚜껑에 직경 1.8 cm의 환기망이 부착되어 있는 직경 5.2 cm, 높이 1.5 cm의 투명 용기
- ㉤ 반복: n = 60 이상
- ㉥ 실험방법
 - (ㄱ) 무처리(증류수에 침지): 온도조건(23, 25, 27 ℃) 별 나방알 변질정도 확인
 - (ㄴ) 약제 4종에 대한 권장 사용량을 기준으로 하여 기준량과 배량의 100 ml 용액 제조
 - (ㄷ) 적용 약제: 글리세린, 아스코르빈산, 안식향산, 자몽종자 추출물, 로즈마리오일, 토코페롤
 - (ㄹ) 제조한 용액에 줄알락명나방 알 100 개를 1분간 침지, 음건 후 먹이카드 제작
 - (ㄹ) 먹이카드 제작방법: 펀칭된 홀 사이즈 1 x 0.08 cm, 약 20개 이상의 알 부착
 - (ㅂ) 약제별 3장의 먹이카드를 투명 용기에 넣고, 실험조건에 두면서 24시간 마다 현미경하에서 변질 여부 확인 및 사진 촬영
 - (ㅅ) 100 % 변질 되면 실험 종료

③ 대체먹이 업그레이드를 통한 유충 발육 효율 검증

- ㉠ 목적: 풀잠자리 생산 효율 극대화 기법 개발
- ㉡ 실험대상: *Chrysoperla nipponensis*, 줄알락명나방 알
- ㉢ 실험조건: 25 ± 1℃, 상대습도 70 ± 5 %, 광조건 16L:8D
- ㉣ 실험용기: 뚜껑에 직경 1.8 cm의 환기망이 부착되어 있는 직경 5.2 cm, 높이 1.5 cm의

투명 용기

㉞ 반복: n = 5 이상

㉟ 실험방법

- (ㄱ) 약제 7종(1차 실험에서 선발된 약제 4종과 추가 3종) 원액과 권장 사용량의 배량으로 100 ml 용액 제조
- (ㄴ) 적용 약제: 글리세린, 아스코르빈산, 안식향산, 자몽종자 추출물, 파라옥시안식향산에틸, 로즈마리 추출물, 폴리인산나트륨
- (ㄷ) 제조한 용액에 나방알을 1분간 침지한 후 음건
- (ㄹ) 투명 용기에 풀잠자리 알을 하나씩 처리/준비된 대체먹이는 냉동실에 보관하면서 알이 부화하면 먹이공급기준에 따라 유충기간동안 필요로 하는 먹이량(약 2,500개알/마리)을 일시에 공급
- (ㅁ) 처리된 용기는 증식조건에 보관하면서 24시간마다 유충 발육 효율 검증

(나) 수출전략형 품질 강화 기술 개발 및 제품화 기초 기술 개발

① 단위당 생산량 증대를 위한 접종 밀도 선발

㉠ 목적: 풀잠자리 대량 증식 시 발생하는 동종포식을 확인 및 최적 접종 밀도 선발

㉡ 실험대상: *Chrysoperla nipponensis*

㉢ 실험조건: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, 상대습도 $70 \pm 5\%$, 광주조건 16L:8D

㉣ 실험용기: 뚜껑에 직경 4 cm의 환기망이 부착되어 있는 직경 9.5 cm, 높이 4 cm의 투명 용기

㉞ 반복: n = 5 이상

㉟ 실험방법

- (ㄱ) 투명 용기에 령기별로 유충 각 5, 10마리씩 넣어 준 후 먹이공급기준에 따라 먹이 공급
- (ㄴ) 처리구: 1령, 2령, 3령 유충
- (ㄷ) 무처리구: 하나의 용기에 개별 사육
- (ㄹ) 매일 육안으로 관찰하면서 생존율 확인

② 공간효율 극대화를 위한 최적 증식용기 선발

㉠ 목적: 풀잠자리 생존 가능 최소 공간 확인 및 적용으로 공간 효율 극대화

㉡ 실험대상: *Chrysoperla nipponensis*

㉢ 실험조건: $25 \pm 1^\circ\text{C}$, 상대습도 $70 \pm 5\%$, 광주조건 16L:8D

- ㉔ 실험용기: 뚜껑에 환기구가 있는, 내부 공간 부피가 약 4, 40, 400 cm³의 투명 용기
- ㉕ 반복: n = 30 이상
- ㉖ 실험방법
 - (ㄱ) 풀잠자리 알 1개씩 각 실험 용기에 접종
 - (ㄴ) 부화즉시 령기에 맞는 먹이 카드 제공
 - (ㄷ) 먹이카드는 매일 교체 공급
 - (ㄹ) 탈피각으로 령기 확인 및 발육일수 확인/용기별 부화율, 용화율, 우화율 확인

③ 불규칙한 수요에 탄력적으로 대응 가능한 단기 저온저장조건 규명

- ㉗ 목적: 국내·외 수요처의 불규칙적인 수요에 탄력적으로 대응
- ㉘ 실험대상: 어리줄풀잠자리
- ㉙ 발육조건: 25 ± 1℃, 상대습도 70 ± 5 %, 광조건 16L:8D
- ㉚ 저온조건: 4, 8 ℃, 상대습도 70 ± 5 %, 광조건 24D
- ㉛ 실험용기: 뚜껑에 직경 1.8 cm의 환기망이 부착되어 있는 직경 5.2 cm, 높이 1.5 cm의 투명 용기
- ㉜ 반복: n = 22 ~ 24
- ㉝ 실험방법
 - (ㄱ) 채란한 지 1일, 2일, 3일이 경과된 어리줄풀잠자리 알을 용기에 하나씩 접종
 - (ㄴ) 20 L 사각플라스틱용기의 사면에 단열재를 채운 후, 가운데 종이 박스를 넣고, 종이박스 안에 실험 용기를 보관하여 실험조건을 최대한 유지시킴
 - (ㄷ) 저온 저장 후 1주 간격으로 발육조건으로 옮긴 후 부화율, 증식률과 생존율 확인
- ㉞ 통계분석 : Microsoft Office Excel 2007을 사용하여 평균 ± 표준편차 값을 도식화하고, 처리 효과를 판별하기 위해 two-way ANOVA 분석 실시. 모든 처리 평균은 Type I error = 0.05에서 최소유의차검정에 의해 비교

(2) 수요 맞춤형 수출 전략 제품화 기술 개발

(가) 종 특성에 맞는 제품화 기술 개발

① 호흡조절필름을 이용한 어리줄풀잠자리 제품화 기술 개발

- ㉟ 대상근층: 경기도농업기술원에서 어리줄풀잠자리를 분양 받아 줄알락명나방을 먹이로 공급하면서 증식시켜 시험에 사용
- ㊱ 적용필름: 어리줄풀잠자리에게는 적당한 호흡 교환을 유도하면서 외부 종의 유입이

나 내부 종의 유출을 근본적으로 차단할 수 있는 160 μ m 두께의 투명 폴리에틸렌 필름에 20 μ m 크기의 미세한 구멍을 0, 0.01, 0.14, 0.91, 10.1, 25.0개/cm² 뚫어 공기투과율을 차등시켜 시험에 사용

㉔ 환경조건

(ㄱ) 증식조건: 24 \pm 1 $^{\circ}$ C, 상대습도 70 \pm 5 %, 광조건 16L:8D

(ㄴ) 건조(배송)조건: 24 \pm 1 $^{\circ}$ C, 상대습도 50 \pm 5 %, 광조건 16L:8D

㉕ 방법

(ㄱ) 포장용기(12.1 \times 8.2 \times 2.8cm)에 채란 후 1, 2, 3일이 경과된 알을 하나씩 접종

(ㄴ) 알이 접종된 포장용기에 타공된 필름으로 덮고 125 $^{\circ}$ C에서 2초간 실링/필름부착

(ㄷ) 세팅된 용기를 사육실로 옮겨 매일 부화율과 유충사충을 확인

㉖ 통계분석: Microsoft Office Excel 2007을 사용하여 평균 \pm 표준편차 값을 도식화하고, 처리 효과를 판별하기 위해 two-way ANOVA 분석 실시. 모든 처리 평균은 Type I error = 0.05에서 최소유의차검정에 의해 비교

표 2. 구멍 수량과 공기투과율(CC/in²)이 상이한 투명 폴리에틸렌 필름

구분	필름 1	필름 2	필름 3	필름 4	필름 5	필름 6
구멍 수량(ea/cm ²)	0	0.01	0.14	0.91	10.10	25.0
공기투과율(CC/in ²)	0.0	0.1	0.7	4.5	50.5	125.0

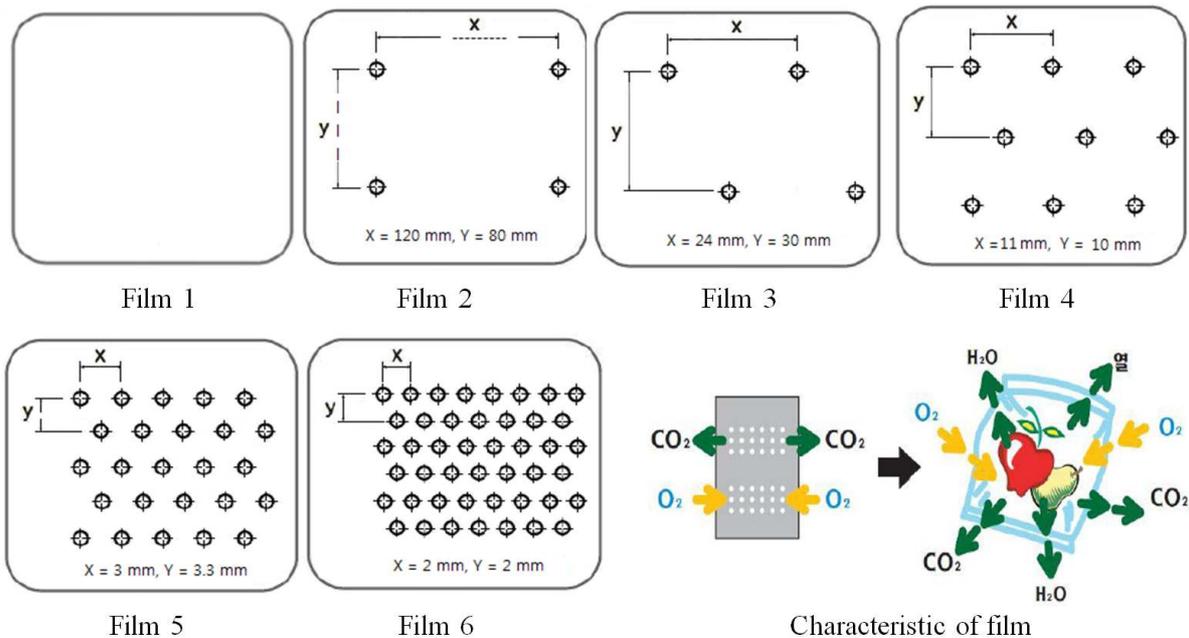


그림 11. 투명 폴리에틸렌 필름 별 구멍의 규격과 필름의 작용기작 개념도

(나) 수출 맞춤형 폴잠자리 포장 패키지 기술 개발

① 목적

- ㉔ 해외 운송기간동안 폴잠자리의 발육최저온도로 유지될 수 있는 최적의 포장 기술 개발
- ㉔ 항공기 선적을 통한 포장 패키지 기술 검정

② 실험 1: 아이스팩 냉동기간 별 저온 유지 효과 확인

- ㉔ 중량 0.4g의 'SAP + 나일론' 타입 아이스팩을 평균 -20℃로 유지되는 냉동고에서 각 1, 4, 7, 11일 동안 냉동 보관 후 실험에 사용
- ㉔ 준비된 아이스팩과 데이터로거를 일반 아이스박스(40×40×45)에 하나씩 넣음
- ㉔ 12시간 후 저온 유지 효과 확인

③ 실험 2: 아이스팩 규격 별 저온 유지 효과 확인

- ㉔ 다양한 규격의 아이스팩을 평균 -20℃로 유지되는 냉동고에서 2일 이상 냉동 보관
- ㉔ 냉동 보관한 아이스팩과 데이터로거를 일반 아이스박스(40×40×45)에 넣은 후 밀봉
- ㉔ 12시간 후 아이스팩의 저온 유지 효과 확인 및 적정 아이스팩 선발

④ 실험 3: 스티로폼 박스 규격 별 저온 유지 효과 확인

- ㉔ 상기 실험에서 선발된 아이스팩을 냉동시킨 후, 다양한 규격의 스티로폼 박스에 넣어 밀봉
- ㉔ 24시간 후 저온 유지 효과 확인 및 적정 아이스박스 선발

⑤ 실험 4: 운송용 대포장과 소비용 단위포장 연계처리를 통한 저온 유지 효과 확인

- ㉔ 처리1: 스티로폼 박스 + 종이상자 + 아이스팩 2개 + 스티로폼 단열재(두께 1cm) 1개
- ㉔ 처리2: 스티로폼 박스 + 종이상자 + 아이스팩 2개 + 스티로폼 단열재(두께 1cm) 2개
- ㉔ 처리3: 스티로폼 박스 + 종이상자 + 아이스팩 2개 + 저온아이스팩 1개 + 스티로폼 단열재(두께 1cm) 4개
- ㉔ 각 포장박스에 데이터로거를 넣어 24, 48, 72, 96시간 후 평균 유지 온도 확인 및 최

적의 포장 패키지 선발

⑥ 실험 5: 선발된 포장 패키지의 항공기 선적을 통한 저온 유지 효과 검증

- ㉔ 기존 제품과 업그레이드 제품을 준비하여 선발된 패키지에 포장 후 항공기 선적
- ㉕ 제품 수령 후, 제품 운송기간동안 유지 온도와 제품 별 유충 생존을 확인
- ㉖ 수출 시 소요되는 운송기간 적용: 서울 - 제주도 - 서울(약 96시간)
- ㉗ 선발된 최종 포장 패키지에 대한 원가분석 실시

표 3. 아이스팩 종류별 물성 비교

구분	재질	중량(g)	규격(cm)	제조사	제품번호
A	SAP(Super absorbent polymer) + 나일론	0.4	14×16×2.5	유비쿼터스	-
B	PCM(Phase change material) + 나일론	0.4	12×15×3.0	Laminarmedica	MC 15
C	PCM + 플라스틱	0.5	14×18×2.2	Aeris Dynamics	ICP-001

표 4. 스티로폼 박스 종류별 물성 비교

구분	밀도(kg/m ³)	압축강도(n/cm ²)	열전도율(w/mk)	두께(cm)	용량(ℓ)
일반 아이스박스	15이상	5이상	0.043이하	2	9
압축 A	35이상	25이상	0.034이하	2	9
압축 B	35이상	25이상	0.034이하	5	9

제 3 절 연구개발의 결과

1. 생산효율 극대화 및 포장 시 공급을 위한 유충 업그레이드 사료 적용 기술 개발

가. 포장 시 적용할 최적의 먹이 공급량 확인

정상적인 알을 매일 공급했을 때(표 5)와 먹이를 1 회 공급했을 때(표 6)의 유충 발육기간은 1, 2령에서는 차이가 거의 없었지만 3령에서는 1회 공급한 처리구에서의 먹이가 변질되어 유충이 먹이를 충분히 섭취하지 못해 용화되기까지 시간이 많이 지연된 것을 확인할 수 있었다. 일반적으로 곤충대량 증식에 있어 신선한 먹이를 매일 공급하지 않을 경우 그렇지 않은 경우보다 발육기간이나 활력이 다소 떨어지는 경향을 보이는데 본 실험에서도 같은 결과를 확인 할 수 있었다. 먹이 공급 공정을 최소화하면서 공시충의 품질을 극대

화할 수 있는 방안 마련이 필요함을 알 수 있었다

표 5. 매일 먹이 공급 시, *C. nipponensis*의 유충 발육기간, 먹이 섭취량과 유충 생존율(Mean \pm SD)

구분	n	1령	2령	3령	계
유충 발육기간(days)		2.6 \pm 0.4	2.7 \pm 0.3	3.5 \pm 0.7	8.8 \pm 0.9
총 먹이 섭취량(no.)	30	178.8 \pm 52.8	439.9 \pm 66.1	1,329.3 \pm 265.4	1,947.9 \pm 276.5
유충 생존율(%)		96.7 \pm 0.0			

표 6. 먹이 1회 공급 시, *C. nipponensis*의 유충 발육기간, 먹이 섭취량과 유충 생존율(Mean \pm SD)

구분	n	1령	2령	3령	계
유충 발육기간(days)		2.6 \pm 0.4	2.6 \pm 0.5	5.2 \pm 0.4	10.4 \pm 0.5
총 먹이 섭취량(no.)	33	175.4 \pm 35.8	342.9 \pm 107.3	744.8 \pm 121.6	1,263.1 \pm 99.0
유충 생존율(%)		80.0 \pm 0.0			

나. 공정 최소화기법 개발(약제 처리를 통한 대체먹이 변질 억제 기법 개발)

*Chrysoperla*속 풀잠자리의 생육적온으로 제시한 온도는 연구자들마다 상이하며 23 ~ 28.6 $^{\circ}$ C 사이에 분포한다(Oressek, 2003; Milevoj, 1999; Duelli, 1981). 본 실험은 제시된 생육적온 23, 25, 27 $^{\circ}$ C 에서 진행했으며, 그 결과 23 $^{\circ}$ C에서 8일, 25 $^{\circ}$ C에서 3일, 27 $^{\circ}$ C에서 4일 후 70% 이상의 나방알이 변질되는 것을 확인 할 수 있었다(그림 12).

위의 결과에서, 25 $^{\circ}$ C 이상에서 대량증식을 할 경우엔 2~3일 간격으로 신선한 먹이를 공급해야만 안정적으로 수확이 가능해짐을 알 수 있었다. 일반적으로 곤충사육 공정에 있어서 가장 우선적으로 고려해야 하는 것은 대상 곤충의 생태적 특성을 파악하고, 적절한 먹이를 안정적으로 공급하는 것이다(농촌진흥청, 2013). 특히 곤충 사육의 효율성을 높이고 수익성을 증대시키기 위해서는 최적의 먹이공급 조건이 규명되어야 할 것이다. 본 실험은 약제처리를 통한 나방알 변질 억제 기법을 개발하여 최적의 먹이공급 조건을 규명하고자 진행하였으며, 다수의 연구자가 생육적온으로 제시한 25 $^{\circ}$ C에서 실시하였다(Chiaki and Masashi, 1999; Rojht et al., 2009). 그 결과, 정도의 차이는 있으나 원액을 처리한 시험구를 제외한 모든 처리구에서 나방알 변질 억제 효과가 있는 것을 확인할 수 있었다(그림 13). 특히 기준량을 처리한 모든 시험구에서 70% 이상의 나방알이 변질되기까지 7일이 소요되었다.

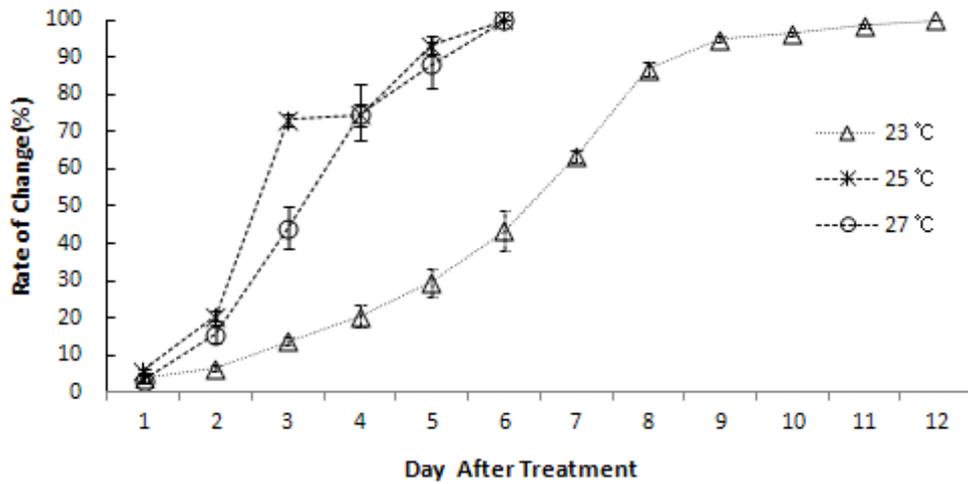


그림 12. 온도에 따른 줄알락명나방알의 변질율(%)

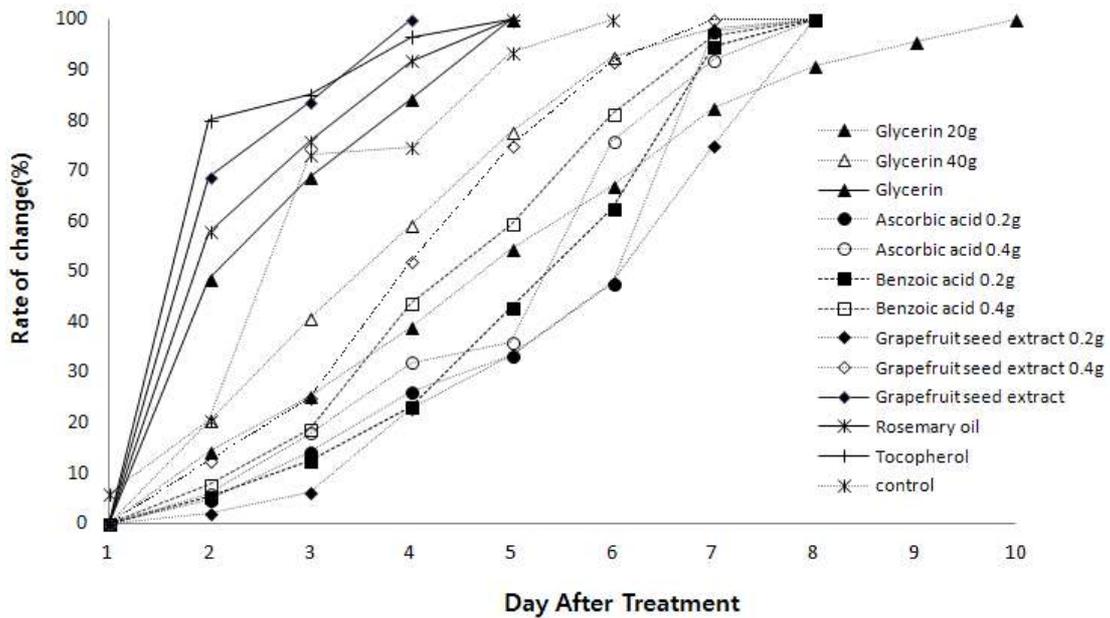


그림 13. 25°C에서 약제처리를 통한 줄알락명나방알의 변질율(%)

다. 대체먹이 업그레이드를 통한 유충 발육 효율 검증

상기의 실험에서 나방알 변질억제 효과가 확인된 약제 4종과 문헌검색을 통해 변질억제 효과가 있을 것으로 추정되는 3종의 약제를 대상으로 유충 발육 효율을 검증한 결과는 표 7과 같다. IOBC 증식률 기준을 모두 충족하는 처리약제로 폴리인산나트륨 1종이 선정되었다.

표 7. 약제처리가 된 나방알을 먹이로 공급한 *C. nipponensis* 유충 발육 효율(Mean ± SD)

구분 ¹⁾	유충 발육 효율(%) ²⁾		
	2령으로 발육	3령으로 발육	
Glycerin	U	60.0 ± 11.0	20 ± 9.0
	D	80.0 ± 9.0	0.0 ± 0.0
Ascorbic acid	U	60 ± 11.0	100.0 ± 0.0
	D	60 ± 11.0	0.0 ± 0.0
Benzoic acid	U	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
	D	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
Grapefruit seed extract	U	40 ± 11.0	0.0 ± 0.0
	D	80 ± 8.9	0.0 ± 0.0
Methyl ρ -Hydroxybenzoate	U	50 ± 14.0	75.0 ± 13.0
	D	100 ± 0.0	0.0 ± 0.0
Rosmarinus Officinalis extract	U	60 ± 11.0	50.0 ± 14.0
	D	80 ± 9.0	0.0 ± 0.0
Sodium polyphosphate	U	80 ± 9.0	100.0 ± 0.0
	D	100 ± 0.0	0.0 ± 0.0

¹⁾ U = undiluted, D = double dosages

²⁾ ≥ 65 % of newly hatched larvae has to develop to 2nd-instar larvae within 4 days and 2nd-instar larvae has to develop to 3rd-instar larvae within 5 days using aphids as prey(IOBC)

2. 수출전략형 품질 강화 기술 개발 및 제품화 기술 개발

가. 단위당 생산량 증대를 위한 접충 밀도 선발

각 유충 령기별 처리 밀도를 달리해서 접충한 결과는 그림 14와 같다. 령기가 어릴수록, 접충 밀도가 낮을수록 동충포식 시작 시간과 포식율이 낮아지는 것을 확인하였다. Mochizuki et al. (2006)은 풀잠자리 유충단계에서 동충포식이 일어나며, Bar and Gerling (1985)은 발육단계가 차이가 날 때 어린 개체들은 동충포식의 대상이 된다고 보고한 바 있으나, 본 실험을 통해 같은 령기에서도 동충포식이 일어남을 확인 할 수 있었다. Arzet (1973)은 72시간동안 굶주린 상태가 지속되면 같은 사이즈의 같은 령기에서도 동충포식이 일어난다고 보고한바 있으며 본 실험의 결과와도 일치하였다.

따라서 효율적으로 풀잠자리를 대량 증식할 수 있는 방법은 개별 사육임을 확인 하였으며 개별사육 시 공간효율을 극대화하기위한 최적의 용기선발을 위해 추가 실험을 진행하였다.

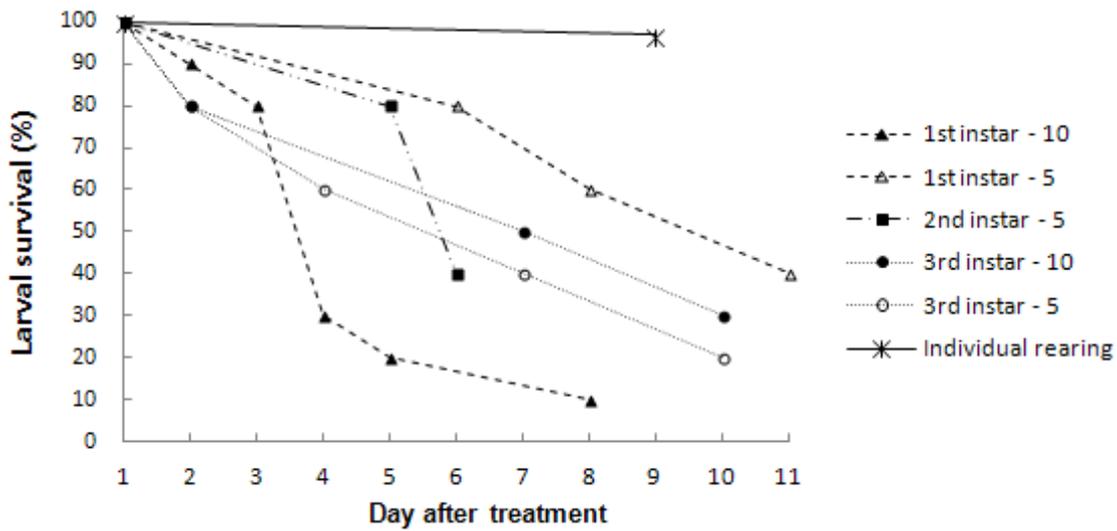


그림 14. 령기별 접종 밀도에 따른 *C. nipponensis* 유충 생존율

나. 공간효율 극대화를 위한 최적 증식용기 선발

일반적으로 곤충사육에 있어 사용되는 용기는 업체별 사육 담당자별 차이가 많고, 뚜렷한 선정기준이 없었다. 이에 본 실험에서는 풀잠자리 대량 사육 시 공간효율 극대화를 위한 최적 증식용기 선발 실험을 진행하였다. 내부 공간 부피가 약 40 cm³ 인 투명 용기와 약 400 cm³ 인 투명 용기가 IOBC에서 제시하는 풀잠자리 품질기준인 부화율 65 % 이상, 증식률(생존율) 65 % 이상을 모두 만족하였다(표 8). 공간효율 극대화를 위한 풀잠자리 최적 증식용기로 내부 공간 부피가 약 40 cm³ 인 투명 용기가 최종 선발되었다.

표 8. 내부 공간 부피에 따른 *C. nipponensis* 증식 효율

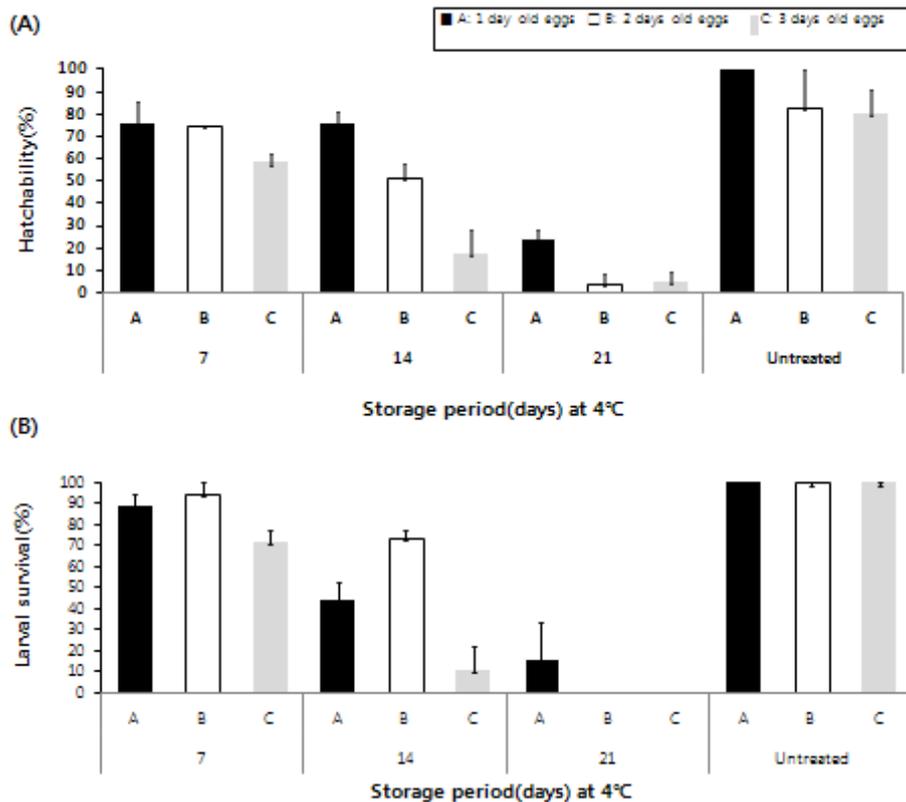
구분	내부 공간 부피		
	4 cm ³	40 cm ³	400 cm ³
부화율(%)	76.6 ± 13.0	88.7 ± 17.6	94.4 ± 8.6
용화율(%)	89.2 ± 12.0	96.0 ± 8.9	86.7 ± 11.5
우화율(%)	51.1 ± 27.5	96.0 ± 8.9	95.8 ± 8.3

다. 불규칙한 수요에 탄력적으로 대응 가능한 단기 저온저장조건 규명

어리줄풀잠자리의 단기 저온 저장 조건을 결정하기 위해 채란 후 1일, 2일, 3일이 경과된 어리줄풀잠자리 알을 저온처리하고, 7일 간격으로 상온으로 옮겨 부화율과

생존율을 확인하였다(그림 15). 어리줄풀잠자리는 저온 저장 온도에 민감하여 4 °C 보다는 8 °C 에서 높은 부화율과 생존율을 보였다. 저온 저장 21일 이후부터 4 °C 의 경우 급격한 부화율 저하를 보였다($F = 54.71$; $df = 3$; $P < 0.0001$). 8 °C 에서는 21일 저장 후에도 채란 1일된 알의 처리구에서 높은 부화율을 보였다 ($F = 12.94$; $df = 3$; $P < 0.0001$). 또한 모든 처리구에서 채란 후 즉시 저온 저장 한 경우가 높은 부화율을 보였다. IOBC 증식률 기준을 만족하는 최장 기간 저장 가능한 조건은 채란 1, 2일 된 알을 8 °C 에서 14일 저장한 처리구였다(표 9). 채란 1일과 2일 차의 어리줄풀잠자리 알을 8 °C, RH 70 ± 5 %, 24D에서 2주간 단기 저온 저장 했을 때 통계적으로 유의성을 보이며 77.8, 87.8 % 의 유충 생존율을 보였다($F = 6.47$; $df = 12$; $P < 0.0001$).

Sattar(2010)는 9, 11 °C 에서 1주, 13 °C 에서 2주, 15 °C 에서 3주 저장이 가능하다고 발표했는데, 이와 같은 결과는 본 실험과 상이한 습도조건에 의한 영향일 것으로 판단된다. 농촌진흥청(2013)도 곤충사육에 있어 적정습도 유지는 생산성에 지대한 영향을 미친다고 발표한바 있다. 풀잠자리 최적의 장기 저온저장 기술의 개발을 위해서 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.



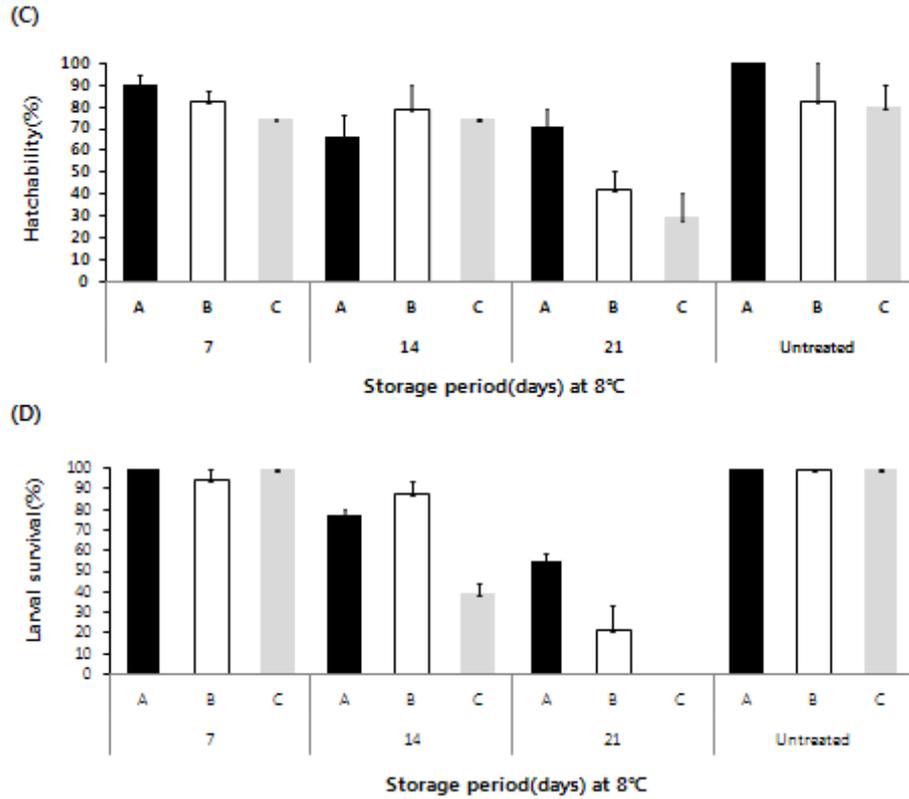


그림 15. 채란일과 저온 저장 온도/기간에 따른 *C. nipponensis* 부화율과 유충 생존율. (A), (B) 4°C에 저장; (C), (D) 8°C에 저장.

표 9. 채란일과 저온저장 온도/기간에 따른 *C. carnea* 유충 발육 효율검정(F = 5.95; df = 12; P < 0.0001)

구분	기준 ¹⁾	Predator quality (%) within 4 days (Mean ± SD) ²⁾					
		at 4 °C			at 8 °C		
		7 DAT ³⁾	14 DAT	21 DAT	7 DAT	14 DAT	21 DAT
채란 1일된 알		88.9 ± 9.6	44.4 ± 13.9	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	72.2 ± 25.5	58.9 ± 8.4
채란 2일된 알	≥ 65	66.7 ± 33.3	56.1 ± 21.1	0.0 ± 0.0	94.4 ± 9.6	82.2 ± 16.8	19.4 ± 17.3
채란 3일된 알		71.7 ± 10.4	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	100.0 ± 0.0	19.4 ± 4.8	0.0 ± 0.0

¹⁾ ≥65% of newly hatched larvae has to develop to second-instar larvae within 4 days using aphids as prey(IOBC)

²⁾ Each treatment was tested with 1 egg on a plastic container(5.2 X 1.5 mm)

³⁾ DAT=days after treatment

3. 주요 맞춤형 수출 전략 제품화 기술 개발

가. 호흡조절필름을 이용한 어리줄풀잠자리 제품화 기술 개발

호흡조절필름 포장방법은 호흡과 대사작용이 왕성한 농산물의 포장방법으로 10여 년 전 부터 지속적으로 연구되고 있다(Shin and Whang, 2001). 주로 신선 과일류에 적용되는 포장방법으로 농산물의 호흡속도를 조절하여 연화를 지연하고 부패를 억제하여 유통기한을 연장할 수 있는 효과를 나타낸다(Saltveit, 2003).

본 연구에서는 호흡조절필름을 활용한 천적곤충 제품포장기술을 개발하는데 목적을 두었다. 이를 위해 채란 후 1일, 2일, 3일이 경과된 어리줄풀잠자리 알을 공기투과율이 다른 6개의 필름으로 실링하여 부화율과 유충사충율을 확인하였다(그림 16, 17). 채란 후 2일이 경과된 알을 포장했을 때 부화율이 처리에 따라 차이는 있었으나 대체로 높은 경향을 보였다($F = 12.593$; $df = 2$; $P < 0.0001$). 또한 $20\mu\text{m}$ 의 홀이 $0.14\text{개}/\text{cm}^2$ 이상이면 어리줄풀잠자리 생존에 필요한 호흡 교환이 가능함을 확인하였다($F = 2.445$; $df = 6$; $P = 0.040$). 유충사충율은 필름의 규격에 상관없이($F = 0.660$; $df = 5$; $P = 0.655$) 채란 후 1일이 경과된 알을 포장했을 때 높게 나타났다.

이 선행 연구를 토대로 50%의 저습조건에서의 유충사충율은 채란 후 2일이 경과된 알을 사용했으며, 연구 결과 $20\mu\text{m}$ 의 홀이 $0.14\text{개}/\text{cm}^2$ 이상일 때부터 유충사충율은 낮게 나타났다($F = 15.316$; $df = 5$; $P < 0.0001$). 본 연구는 호흡조절필름을 활용한 곤충제품화를 시도하였고, 그 활용 가능성을 확인하였다. 또한 보다 다양한 천적곤충에 확대 적용이 가능할 것으로 예상된다.

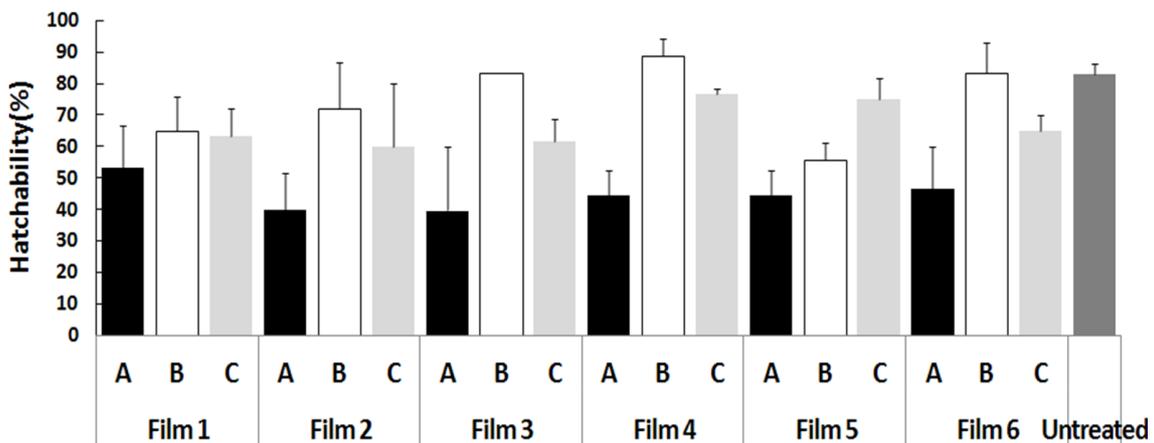


그림 16. 채란일과 필름 규격에 따른 어리줄풀잠자리의 부화율. 모든 처리구는 사육용기(121×82×28 mm)에 하나씩 접종되었으며 n=120. (A) 채란 1일된 알; (B) 채란 2일된 알; (C) 채란 3일된 알.

표 10. 채란일과 필름 규격에 따른 어리줄풀잠자리 유충의 사충율(24±1℃, 70±5%, 16L:8D). 모든 처리구는 사육용기(121×82×28 mm)에 하나씩 접종되었으며 n=55 ~ 62.

구분	Mortality (%) at 4 DAH ± SD ¹⁾					
	Film 1	Film 2	Film 3	Film 4	Film 5	Film 6
채란 1일된 알	21.4 ± 14.9	22.2 ± 14.7	13.3 ± 6.7	6.7 ± 6.7	13.3 ± 6.7	12.2 ± 6.2
채란 2일된 알	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	13.3 ± 6.7	8.3 ± 4.2
채란 3일된 알	9.5 ± 9.5	4.8 ± 4.8	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0

¹⁾ DAH= days after hatching

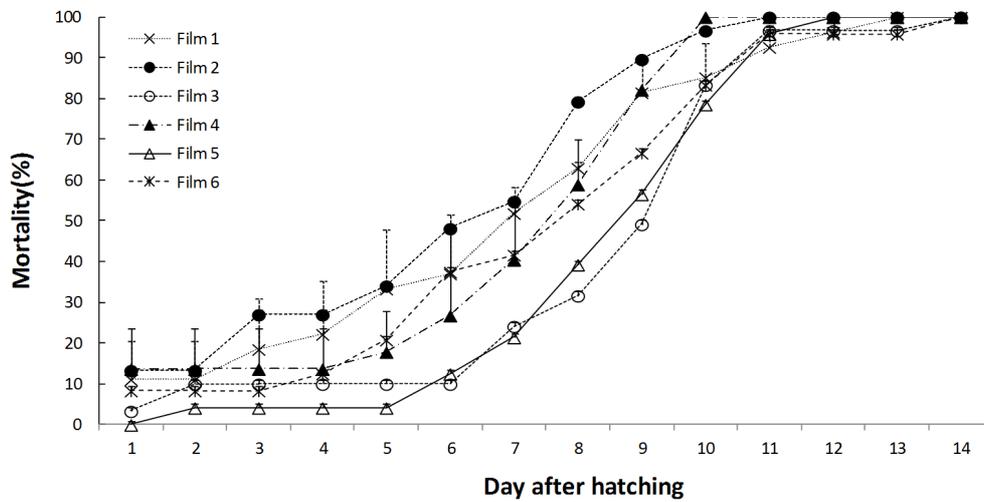


그림 17. 필름 규격에 따른 어리줄풀잠자리 유충의 사충율. 모든 처리구는 1령 1일의 어리줄풀잠자리 유충이 사육용기(121×82×28 mm)에 하나씩 접종되었으며 n=22~29(24±1℃, 50±5%, 16L:8D).

나. 수출 맞춤형 풀잠자리 포장 패키지 기술 개발

수출 맞춤형 풀잠자리의 포장 패키지 기술을 개발하였다. 아이스팩의 포장 후 운송기간 동안의 유지 온도는 아이스팩 냉동 기간에 영향을 받지 않았다(표 11). 아이스팩과 스티로폼 박스의 규격은 운송기간동안의 유지온도에 영향을 미쳤으며, 'PCM + 플라스틱' 타입의 아이스팩과 압축 B 타입의 스티로폼 박스에서 적정 유지온도에 가장 근접하였다(표 12, 13). 대포장 용기인 스티로폼 박스와 소포장 종이박스를 연계 처리했을 때, 저온에서 보관한 아이스팩과 단열재 4개를 적용한 처리구에서 96시간동안 평균 12.9℃로 유지됨을 확인 할 수 있었다(표 14).

상기 결과를 접목한 시범 수출결과, 운송기간동안 풀잠자리의 발육최저온도인 3~8℃로 유지됨을 확인 할 수 있었다(그림 18). 또한 선발된 포장 패키지에 대한 최종 분석 결과, 기존 대비 0.26%의 원가율 상승과 119.9%의 품질력이 향상되었다.

표 11. 'SAP + 나일론' 타입의 아이스팩 냉동 기간에 따른 평균 유지 온도

구분	냉동보관 기간(일)				외부 평균온도(°C)
	1일	4일	7일	11일	
평균 유지온도 (°C/12시간)	19.5 ± 2.4	20.4 ± 2.5	20.0 ± 2.4	20.2 ± 2.4	27.3 ± 0.9

표 12. 아이스팩 규격에 따른 평균 유지 온도

구분	아이스팩 규격			외부 평균온도(°C)
	SAP(Super absorbent polymer) + 나일론	PCM(Phase change material) + 나일론	PCM + 플라스틱	
평균 유지온도 (°C/12시간)	19.3 ± 3.7	19.3 ± 2.8	14.6 ± 2.8	27.6 ± 0.7

표 13. 스티로폼 박스 규격에 따른 평균 유지 온도('PCM + 플라스틱' 타입 아이스팩 적용)

구분	스티로폼 박스 규격 별 평균 유지온도(°C)			외부 평균온도(°C)
	일반	압축 A	압축 B	
24시간 후	18.4 ± 3.5	18.0 ± 2.3	7.8 ± 1.1	
48시간 후	21.6 ± 4.1	21.0 ± 3.5	13.9 ± 6.8	26.9 ± 1.1
72시간 후	22.5 ± 3.6	22.0 ± 3.2	17.3 ± 7.4	

표 14. 스티로폼박스과 종이박스 연계처리에 따른 평균 유지 온도

구분	연계처리 별 평균 유지온도(°C)			외부 평균온도(°C)
	IP ¹⁾ 2개+단열재1개	IP 2개+단열재2개	IP 2개+CP ²⁾ 1개+단열재4	
24시간 후	0.9 ± 0.6	2.6 ± 1.1	3.2 ± 0.6	
48시간 후	3.9 ± 4.5	5.5 ± 4.2	5.1 ± 2.7	
72시간 후	9.9 ± 9.5	10.7 ± 8.2	10.4 ± 6.6	24.9 ± 1.0
96시간 후	14.0 ± 10.8	14.0 ± 9.1	12.9 ± 7.4	
평균	14.0 ± 10.8	14.0 ± 9.1	12.9 ± 7.4	

¹⁾ IP = Ice pack(-20°C에서 2일 이상 보관)

²⁾ CP = Chill cool pack(2~5°C에서 1일 이상 보관)

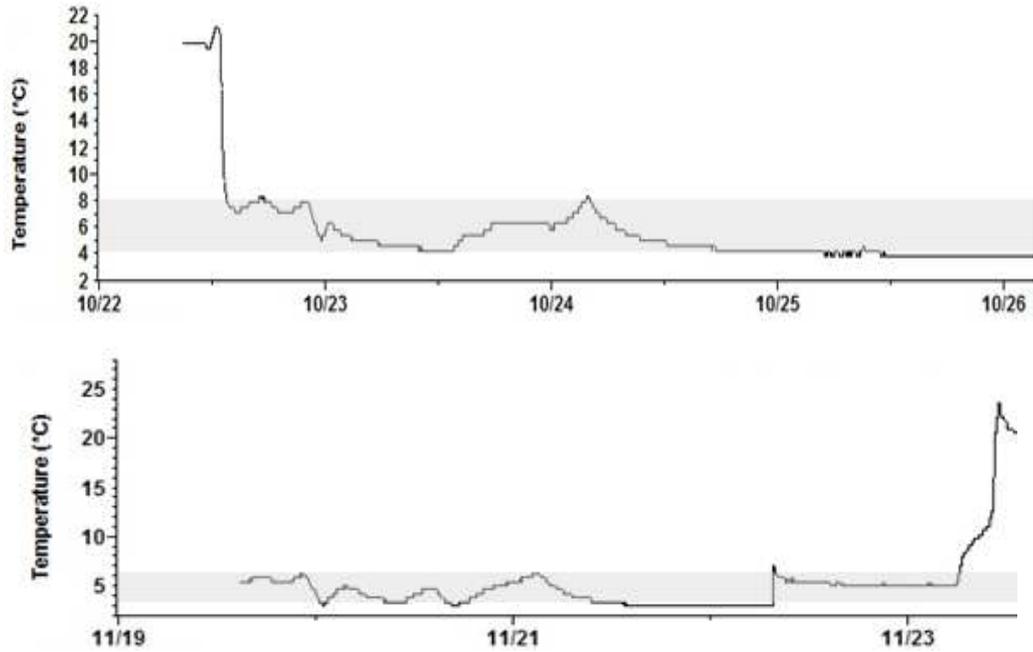


그림 18. 선발된 포장 패키지의 시범 수출(항공 운송) 시 온도 변화

표 15. 포장 기법에 따른 시범 수출한 제품의 유충 생존율(Mean ± SD)

구분	n	기존 방법	새로운 방법
유충 생존율(%)	3	68.9 ± 3.6	82.6 ± 6.0

표 16. 포장 기법에 따른 제품 패키지의 원가분석

세부내용	포장 기법	
	기존 방법	새로운 방법
직접 재료비(원)	800,000	800,000
포장비(원)	121,584	161,064
간접 재료비(원)	106,389	106,389
인건비 ¹⁾	1,120,000	1,120,000
생산량	300	300
원가율 ²⁾	14.32 %	14.58 %

¹⁾The application of the wages = 7,000 won/hour (minimum wages = 6,470 won/hour)

²⁾Price of goods: 50,000 won/unit

제 4 절 연구개발 성과

1. 연구개발 성과목표 대비 실적

(단위 : 건수)

성과목표	사업화지표								연구기반지표								
	지식재산권		기술이전	사업화					기술인증	학술성과		교육지도	인력양성	정책활용		기타	
	출원	등록		제품화	기술창업	매출창출	고용창출	투자유치		논문				학술발표	정채활용		홍보전시
										SCI	비SCI						
최종목표	2	2		1	2				1	1	2		1		3		
1차년도	1			1							1		1		1		
2차년도	1				2					1	1				2		
소계	2			1	2					1	2		1		3		
종료 1차년도									1								
종료 2차년도		1															
종료 3차년도		1															
소계		2							1								
합계	2			1	2			1		1	2		1		4	1	

2. 지식재산권

구분	지식재산권 등 명칭	국명	출원인	출원일	출원번호
특허	포식성 곤충 운송용 멸칭필름	대한민국	(주)오상킨섹트	2015.6.19	10-2015-0087171
특허	개미류 기피효과를 가지는 천적곤충 방사장치	대한민국	(주)오상킨섹트	2016.9.22	10-2016-0121334

3. 논문게재 및 학술회의 발표

가. 논문게재

구분	논문명	저자	학술지명	학술지볼륨번호 (출판일자)	기여율
비SCI	철모깍지벌레에 대한 애홍점박이무당벌레의 포식능력	함은혜, 진혜영, 안태현, 이봉우, 전해정, 박종균, 이준석	한국응용곤충학회지	54(4) (2015. 12. 1.)	100

나. 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의명칭	발표자	발표일시	장소	국명
1	한국자연보호학회 춘계학술대회	함은혜, 전해정, 이영수, 최만영, 박종균, 이준석	2015.6.5.	인천대학교 교수회관	국내
2	한국응용곤충학회 학술발표회	함은혜, 전해정, 이영수, 최만영, 박종균, 이준석	2016.4.25.	제주국제컨벤션센터	국내

4. 사업화 성과 및 매출 실적

가. 사업화 성과

항목	세부항목			성 과
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	0.3 억 원
			향후 3년간 매출	3 억 원
		관련제품	개발후 현재까지	1 억 원
			향후 3년간 매출	4 억 원
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 30 %
			향후 3년간 매출	국내 : 50 %
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : 30 %
			향후 3년간 매출	국내 : 40 %
세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위		-	
	3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위		-	

나. 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목		성 과		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)		1		
	소요예산(백만 원)		100		
	예상 매출규모 (억 원)		현재까지	3년 후	5년 후
			0.3	1	1.5
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내	30	50	50 이상
국외		-	-	-	
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		포장패키지 기술을 타 천적제품에 적용			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억 원)		현재	3년 후	5년 후
	수입대체(내수)		0.5	1	3
	수 출*		-	-	

* 수출진행현황: 2015년 샘플 수출 4건 진행(수출신고번호: 01110-15-00242153, 01110-15-00242311, 01110-15-00251591, 01110-15-00251560)

5. 기술 및 제품 인증

구 분	인증분야	인증기관	인증내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증번호		
	녹색기술	농림축산식품부	녹색기술	제 GT-13-00113 호	2015.6.13 (최초인증일2013.6.13)	대한민국

6. 인력활용/ 양성

번호	분류	기준년도	인력양성 현황										
			학위별				성별		지역별				
1		2015	박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
					1			1	1				

7. 홍보/ 전시

가. 홍보실적

번호	홍보유형	매체명	홍보내용	홍보일자
1	신문	한국경제	곤충 사육 및 곤충관련 연구개발 현황	2015.5.25.

나. 전시회 등 참여

번호	유형	행사명	전시 품목	장소	활용년도
1	전시회	AgriPro Asia EXPO 2014	천적곤충, 친환경농자재	HongKong Convention & Exhibition Centre	2014.12.3-8
2	박람회	2015 국제농업박람회	폴잡자리류, 딱정벌레류 등 곤충제품전시	전라남도농업기술원	2015.10.15-11.1
3	전시회	Bioblitz Korea 2016	하늘소류, 폴잡자리류 등 곤충 전시	강원도 양구군 해안면 해안서화로 17	2016.6.25-6.26.

8. 기타

가. 포상 및 수상 실적

종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일자	포상기관
표창	표창장	농업경쟁력강화를 통한 국가산업발전에 이바지한 공로 인정	농업회사법인(주)오상 킨섹트 대표 이준석	2014.11.11	안전행정부

9. 연구개발 성과 세부 내용

가. 기술적 성과

국내 천적곤충의 지속적인 활용을 위한 천적 생산 및 포장 시스템을 개발하여 토착 천적의 산업화 모델과 수출 제품화의 기틀을 마련함

나. 경제적 성과

선행연구결과를 적극 활용한 연구진행으로, 국내 자생 곤충자원의 수출 제품화 기술개발을 통한 수출 신성장 동력산업으로의 기반을 확대 구축했으며, 곤충생산농가의 소득 증대에 기여함

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

코드번호	D-06
------	------

제 1 절 목표달성도

세부연구목표	비중(%)	달성도(%)	자체평가
연구 전체적 기반 조성	20	100	연구 기반이 효율적으로 조성되었음
국내 자생 천적 생산 및 효율화 기법 개발	40	100	새로운 토착천적자원의 효율적인 생산기법의 개발을 완료하였음
맞춤형 수출 전략 제품화 기술 개발	50	100	수출 맞춤형 제품화 개발을 완료하였음
합계	100	100	본 과제를 성실히 수행하였으며, 계획했던 세부연구목표를 100% 달성하였음

제 2 절 관련분야 기여도

본 과제를 수행하면서 개발한 호흡조절필름을 활용해 ‘포식성 곤충 운송용 멀칭필름’을 개발하여 특허 출원(10-2015-0087171)을 진행하였다. 본 발명은 천적으로서 높은 효율성을 가지나 동종포식으로 인해 유통이 어려웠던 포식성곤충의 최적 배송조건을 부여하기 위한 것으로 치사율을 최소화하고 기밀성과 품질을 극대화하는 장치에 관한 것이다. 어리줄풀잡자리를 비롯한 다양한 포식성 곤충의 사육과 운송에 적용이 가능해 천적곤충 활성화에 기여할 것으로 사료된다.

또한 ‘개미류 기피효과를 가지는 천적곤충 방사장치’를 개발하여 특허 출원(10-2016-0121334)하였으며, 천적의 방사도중 야기될 수 있는 개미류의 공격에 의한 천적의 폐사요인을 최소화하여 보다 안전하고 효율적인 천적의 이용을 가능케 할 것으로 사료된다.

제 5 장 연구결과의 활용 계획

코드번호

D-07

호흡조절필름을 활용한 풀잠자리 천적 사육 및 포장 기술을 타 천적의 사육 및 포장에 확대 적용하여 천적 활용의 생산 및 운송기간동안의 폐사율을 최소화하여 천적의 방제효율을 극대화하고자 한다. 또한 기 개발된 내용에 대하여는 수요처와 농가 홍보 및 지속적인 제품 품질을 강화하기 위한 과제를 자체적으로 실시할 계획이다.

나아가 선발된 포장 패키지에 대한 추가 연구를 진행하여, 환경조건(계절)에 따른 포장패키지를 개발하여 외부조건에 구애받지 않는 최적의 포장 패키지를 개발 적용할 계획이다.

제 6 장 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

코드번호

D-08

일본 천적 활용 현황: 8개의 농자재 회사에서 천적을 공급하고 있으며, 주요 천적들은(전체 천적 매출의 90% 이상) 수입에 의존하고 있는 실정이다. 또한 일부 선도농가에서는 천적의 서식처를 직접 재배해 사용하고 있으며, 일부 연구자들에 의해 환경보존형 생물학적 방제기술이 연구되고 있다(Arysta사의 자체 자료).

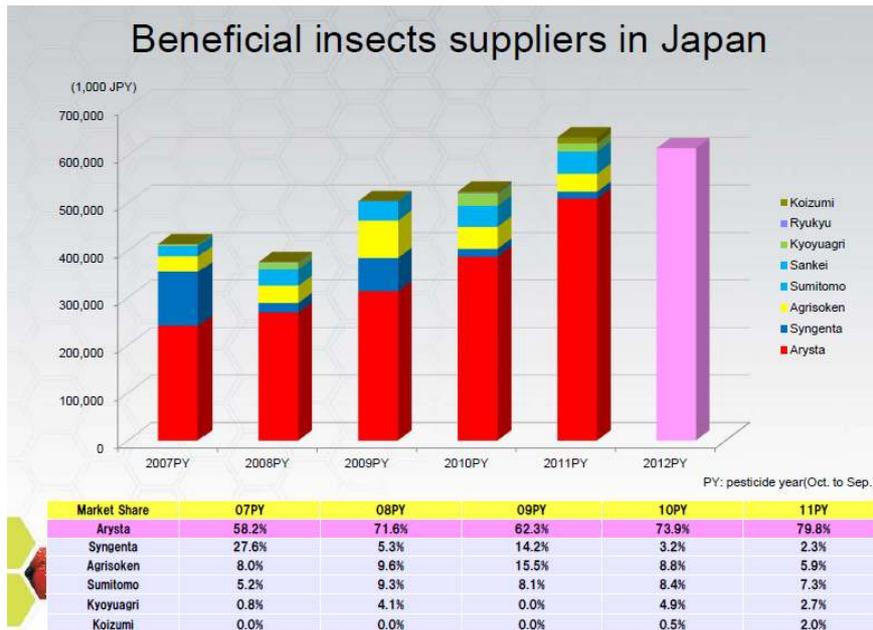


그림 19. 일본 업체별 천적시장 규모



그림 20. 천적의 서식처를 직접 생산해서 적용하고 있는 일본의 선도농가 하우스

제 7 장 연구개발성과의 보안등급

		코드번호	D-09
보안등급분류	일반		
결정사유	「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」 제24조의4에 해당하지 않음		

제 8 장 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

해당사항 없음

제 9 장 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

코드번호 D-11

○ 기술적 위험요소 분석 및 안전조치 실시

구분		실시시기	실시부서	관련근거	비고
업무분류	세부내용				
안전점검	일일안전점검	매일	실험실	1.연안법 제 8조 2.원규 제6,7,10 조	
	정기안전점검	매월	실험실	1.연안법 제 8조 2.원규 제6,7,10 조	
	특별안전점검	하·동절기	시설안전팀		

○ 안전관리대책 마련 및 교육 실시

구분		실시시기	실시부서	관련근거	비고
업무분류	세부내용				
안전점검	인트라넷교육	상시	시설안전팀	-	

제 10 장 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국가	코드번호		D-12	
						Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부	특기 사항
1	특허	포식성 곤충 운송용 멸칭필름	(주)오상 킨섹트	-	대한민국	-	2015.6.19	단독사사	-
2	특허	개미류 기피효과를 가지는 천적곤충 방사장치	(주)오상 킨섹트	-	대한민국	-	2016.9.22	단독사사	-
3	논문	철모깍지벌레에 대한 애홍점박이무당벌레 의 포식능력	(주)오상 킨섹트	제1저 자	한국응용곤 충학회지	-	2015.12.1	단독사사	비SCI
4	기타	기술이전	(주)오상 킨섹트	-	-	-	2015.7.15	-	-

제 11 장 참고문헌

	코드번호	D-14
1. 김정환. 2014. 토착 천적의 탐색 및 이용기술 개발. 국립농업과학원 동향/연구보고서, 93pp		
2. 김태성. 2012. 농업과 관련된 곤충산업 현황과 시사점. NHERI 리포트(164호). 농협경제연구소, 4-7.		
3. 농림축산검역본부. 2014. 검역통계		
4. 농림축산식품부. 2014. 농림축산식품통계연보, 89pp.		
5. 농촌진흥청. 2011. 곤충의 새로운 가치. RDA Interrobang(4호), 5pp.		
6. 농촌진흥청. 2013. 산업곤충 사육기준 및 규격 (I). 농촌진흥청 국립농업과학원 곤충산업과, 347pp.		
7. 안태현, 진혜영, 함은혜, 이준석. 2014. 국립수목원 열대식물자원연구센터 내 열대 식물 2종에 발생한 가루각지벌레와 점박이응애에 대한 천적 적용 효과. 한국자연보호학회지 8(2), 193-199.		
8. 이영수. 2014. 경기지역 배, 포도원에 발생하는 난방제 해충 방제를 위한 토착 천적 개발. 경기도 농업기술원 동향/연구보고서, 32pp.		
9. Arzet, H.R. 1973. Suchverhalten der larven von <i>Chrysopa carnea</i> Steph. (Neuroptera: Chrysopidae). A. Angew. Entomol. 74, 64-79.		
10. Bar, D., Gerling. D. 1985. Cannibalism in <i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens) (Neuroptera, Chrysopidae). Isr. J. Entomol. 19, 13-22.		
11. Chiaki, F., Masashi, N. 1999. Effects of photoperiod and temperature on larval development of <i>Chrysoperla carnea</i> Stephens (Neuroptera: Chrysopidae). Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 43, 175-179.		
12. Duelli, P. 1981. Is larval cannibalism in lacewings adaptive? (Neuroptera: Chrysopidae). Res. Popul. Ecol. 23, 193-209.		
13. Hagen, K.S., Greany, P., Sawell, Jr. E.F. and Tassan, R.L. 1976. Tryptophan in artificial honeydews as a source of an attractant for adult <i>Chrysopa carnea</i> . Environ. Entomol. 5, 458-468.		
14. Hagle, E.A.C., Miles, N. 1987. Release of <i>Chrysopa carnea</i> stephens for control of <i>Tetranychus urticae</i> Koch on peach grown in protected environment structure. Can. Entomol. 119, 205-206.		
15. Oreššek, E. 2003. Razširjenost tenčiččaric (<i>Chrysopidae</i>) vintenzivnem sadovnjaku in prehranske zahteve vrst <i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens) (Neuroptera, <i>Chrysopidae</i>). Magistrsko delo. Ljubl., Bioteh. fak., Oddel. agron. 85pp.		
16. Milevoj, L. 1999. Rearing of the common green lacewing, <i>Chrysoperla carnea</i> Stephens, in the laboratory. Zb. Bioteh. fak. Univ. Ljubl., Kmet. 73, 65-70.		
17. Mochizuki, A., Naka, H., Hamasaki, K., Mitsunaga, T. 2006. Larval cannibalism and intraguild predation between the introduced green lacewing, <i>Chrysoperla carnea</i> , and the indigenous trash-carrying green lacewing, <i>Mallada desjardinsi</i> (Neuroptera:		

- Chrysopidae), as a case study of potential nontarget effect assessment. *Environ. Entomol.* 35, 1298-1303.
18. Prado S.G., Frank S.D. 2013. Compact plants reduce biological control of *Myzus persicae* by *Aphidius colemani*. *Biol. Control.* 65, 184-189.
 19. Rojht, H., Budija, F., Trdan, S. 2009. Effect of temperature on cannibalism rate between green lacewings larvae (*Chrysoperla carnea* [Stephens], Neuroptera, Chrysopidae). *Acta agriculturae Slovenica.* 93(1), 5-9.
 20. Saltveit ME. 2003. Is it possible to find an optimal controlled atmosphere? *Postharvest Biol. Tec.* 27, 3-13.
 21. Sattar, M. 2010. Investigations on *Chrysoperla carnea* (Stephens) as a biological control agent against cotton pests in Pakistan. *Sindh agriculture univ.*, 209pp.
 22. Shin JW., Whang YS. 2001. Study on cultivation and distribution of strawberry. *Proceedings of the Agriculture and Life Science, Chungnam University, Deajeon, Korea.* 257-262.
 23. Waite, R., Beveridge, M., Grummett, R., Castine, S., Chaiyawannakarn, N., Kaushik, s., Mungkung, R., Nawapakpilai, S., Phillips, M. 2014. Improving productivity and enviromental performance of aquaculture. *World resources institute, working paper.* 60pp.
 24. Whitcomb, W.H., Bell, K. 1964. Predaceous insects, spiders and mites of Arkansas cotton fields. *Agr. Sta. Univ. Arkansas Bull.* 690, 84pp.

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 수출전략기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 수출전략기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.