



총괄기관 : 한국광기술원(KOPT) 책임연구원 김정현
실용화기업 : (주)링크옵틱스 대표이사 최용원
위탁기관 : 전자부품연구원 화합물반도체연구센터장 윤형도
국립식량과학원 농업연구사 김현주
전남대학교산학협력단 김영일

LED를 이용한 해충방제 기술연구

식량작물증산20%

농약량 감소10% 목표

LED를 이용한 해충방제 기술연구

지식경제부에서는 2020년까지 국가전체의 LED(반도체광원)조명 보급률을 60%까지 끌어 올린다는 내용으로 최근 LED 조명 보급활성화 방안인 'LED 2060' 정책을 새롭게 내놓았다. 이는 LED가 특정 파장(색깔)의 광원을 얻는 데 유리하고 저탄소 녹색기술이면서 저전력 광원으로써, 자동차, 감성조명 등 다양한 응용시장의 급성장 잠재력을 파악한 정책인 것으로 이해되며, 이와 함께 산업체, 학계, 연구소 등에서는 LED효율 증가, 응용기술 확대, 신뢰성 확보 등 다양한 연구개발이 시도되고 있다.

한편, 한국광기술원(김선호 원장)은 LED 칩공정, 패키징, 시스템 및 응용기술 등에 대해 활발히 연구 중에 있으며, 특히 특정파장의 LED를 농림기술개발에의 적용을 시도하여 해충방제 관련 연구를 진행하고 있다(총괄책임자 김정현 책임연구원). LED해충방제 연구는 농림수산물부 수출전략기술개발사업의 지원을 받아 "LED 광원을 이용한 해충방제 시스템개발" 목표로 한국광기술원(총괄), (주)링크옵틱스, 전자부품연구원, 국립식량과학원, 전남대학교 등 5개 기관이 컨소시엄을 이루어 진행하고 있으며, 주 연구 내용은 해충방제용 LED램프 개발 및 양산, 빛에 대한 해충의 행동반응 연구 등이다.

농약소비량 절감 및 LED를 이용한 친환경 농법의 필요성

농업분야에서는 종래부터 해충에 의한 피해로부터 작물을 지키기 위한 살충제와, 작물을 병으로부터 지키기 위한 살균제, 잡초로부터 피해를 방지하기 위한 제초제의 병용 살포가 행하여지고 있으며, 건강문제나 환경 문제에 의해 농약을 사용하지 않거나 농약의 사용을 줄이는 방향으로 나가고 있지만, 대체 기술의 확립이 큰 과제로 여겨지고 있다. 이 대체기술의 하나로서 「빛에 의한 해충의 물리적 방제 방법」이 근래에 해충방제 방법으로 서 연구·평가되고 있다. 한편, 산업분야에 있어서도, 식품·약품·제지·반도체공장 등에서는 곤충의 혼입 방지 대책으로부터 그 방제법은 중요한 과제라고 할 수 있다.

한편 현재 우리나라의 해충방제의 현황 및 문제점들을 살펴보면 다음과 같이 정리할 수 있다.

- 우리나라의 해충방제는 전적으로 화학농약에 의존함(95%이상)
- 화학농약에 대한 거부감으로 친환경 농산물 선호
- 화학농약의 부작용(인체내 독성축적, 자연의 생태균형 파괴) 증가
- 환경오염의 주범으로 인식되어 사회적 반감증대
- 약제 저항성 해충 출현으로 살충제 효과 저하에 의한 농약 사용량 증가

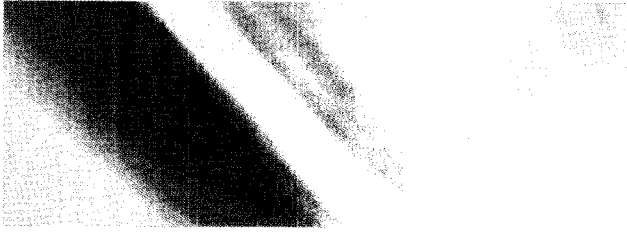
LED를 이용한 해충방제기술 연구로서 이러한 화학농약 사용량의 감소를 기대하며, 또한 기존 램프는 친환경 신조명인 LED의 도입으로 새롭게 대체될 것으로 예상된다.

< 농약소비량 상위 10개국 비교표 >

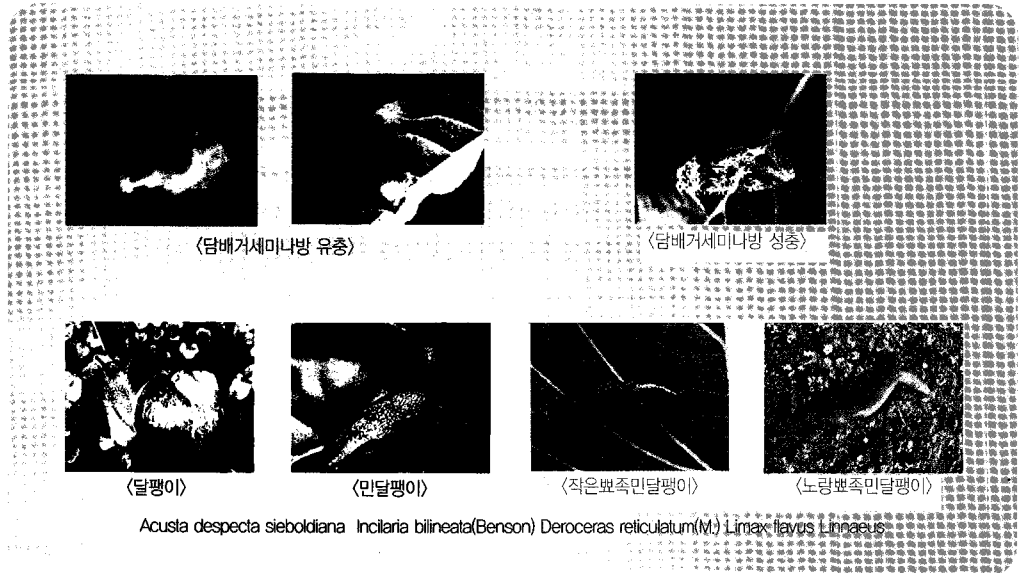
순위	국가명	소비량(t)	경적지면적(10 ⁴ km ²)
1	한국	23,910	21.31
2	일본	59,565	1.27
3	네덜란드	10,740	1.10
4	포르투갈	16,346	0.86
5	벨기에	6,943	0.80
6	이탈리아	81,450	0.79
7	영국	24,305	0.42
8	프랑스	71,700	0.37
9	스위스	1,359	0.31
10	그리스	10,320	0.27

* 한국(2004년), 네덜란드(2007년), 포르투갈(200년) 이외에는 2006년

* 출처 : OECD Environmental Data Compendium2008 (Agriculture)



주요작물에 대한 실험 대상 해충



< 전남지역 주요 국화 해충 발생현황 >

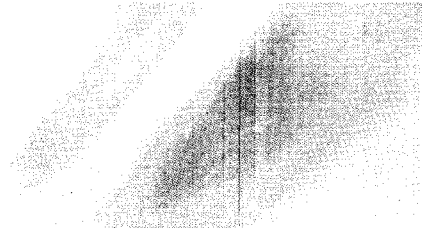
해충	발생시기	발생최성기	피해정도	피해부위
달팽이류	연중	4 ~ 5월, 장마철, 11 ~ 12월	+	잎, 꽃
점박이응애	8월 상 ~ 7월 하	6월 상	+++	잎, 꽃
꽃노랑총채벌레	5월 상 ~ 11월 상	6월 중, 9월 중	++++	잎, 꽃
진딧물류	4월 하 ~ 12월 중	5월 하, 11월 상	+++	잎, 줄기
온실가루이	5월 상 ~ 11월 중	7월 상	+	잎
아메리카잎굴파리	5월 하 ~ 11월 상	6월	++++	잎
우영몽뚱나래나방	8월 상 ~ 11월 중	9월	++	잎
파밤나방	7월 중 ~ 10월 중	8월	++	잎, 꽃
담배거세미나방	9월 상 ~ 11월 하	10월 하	+++	잎, 꽃

* 피해정도: +적응(10%), ++보통(20~29%), +++심함(30~39%), ++++매우심함(40%)

< 농가의 농약살포현황 >

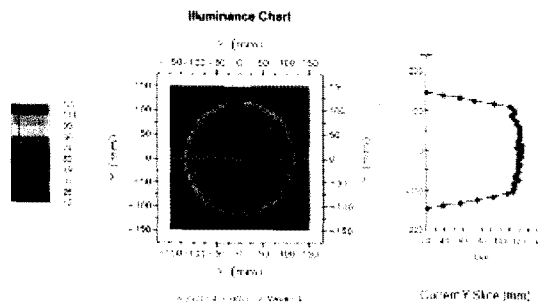
과채류	평균재배면적(ha)	살포횟수	품종
노지고추	0,34 (1,025평)	8,6	포청천, 금당
시설고추	0,32 (973평)	11,0	녹광, 청양
노지딸기	0,33 (989평)	4,1	마살, 수홍
시설딸기	0,39 (1,180평)	10,8	육보, 여봉

* 출처: 국립식량과학원

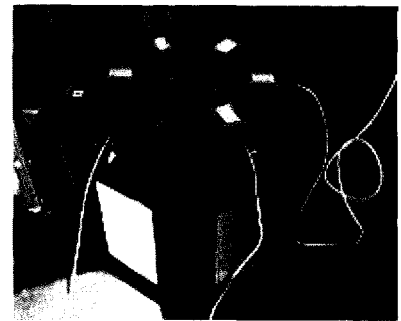


LED 해충방제등 개발 및 해충 행동반응 실험

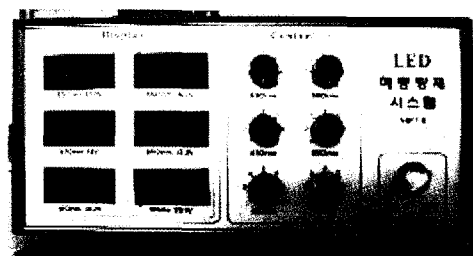
해충의 광파장에 대한 반응 실험을 위하여 여러 파장의 LED에 대한 시뮬레이션을 실시하였으며, 최소 10룩스 이상의 조도를 갖도록 제작을 하였다. 1차 제작한 LED램프의 광파장은 백색, 530nm, 550nm, 570nm, 590nm, 610nm으로 각 파장에 대한 개별 광량제어가 가능하도록 LED 해충방제등 제어장치를 개발하였으며, 각 LED에 걸리는 전압이 디스플레이 되도록 하였다. 실험용 램프제작과 아울러 실제 농가에 적용이 가능한 형광등 타입의 램프도 함께 개발을 하였으며, 빔의 균일도를 위하여 반원통형의 렌즈를 사용하였다. 또한, LED램프와 화학물질의 동시 사용으로 인한 시너지효과 여부 실험을 위하여 Eugeno를 비롯하여 각종 화학물질에 대한 공시해충의 기피반응도 함께 조사하였다.



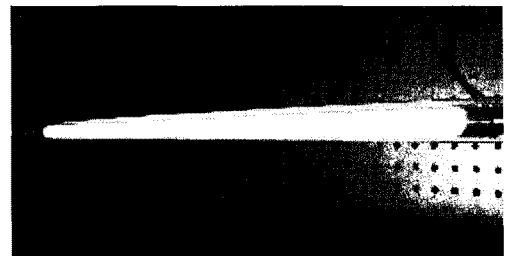
〈LED램프 시뮬레이션, 590nm, LED갯수7x7〉



〈행동반응검정장치〉

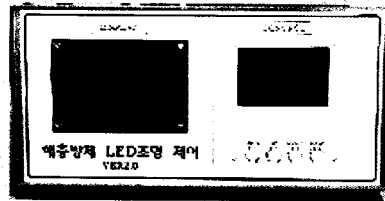


〈파장별 LED 구동장치〉

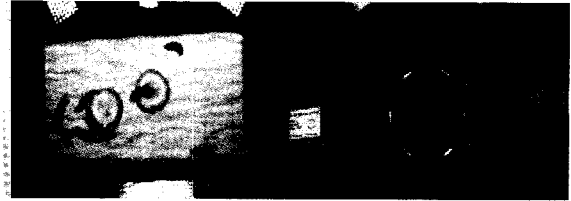


〈형광등 타입의 LED램프〉

2차로 제작한 LED 구동장치에서는 충분한 광량을 갖도록 LED 개수를 늘리고 정전류 제어방식 및 PWM으로 LED 해충방제등 제어를 하였다. 그리고 LCD 윈도우에서 파장, 디밍, on/off 등을 선택적으로 조절 및 디스플레이 될 수 있도록 하여 보다 정밀하고 다양한 실험이 가능하도록 하였다. 해충의 행동반응 실험에서는 달팽이류와 나방류를 이용하였으며, 실험파장의 식물에 대한 반응 및 토양에서 생식하는 미생물들에의 영향도 함께 고려되었다.



〈PWM LED 제어장치〉

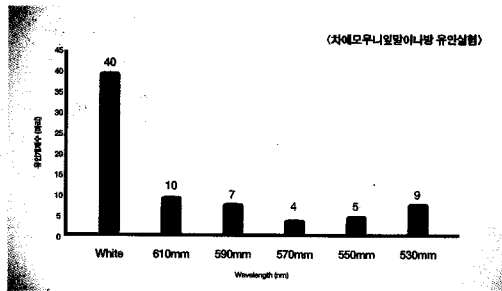


〈민달팽이류 행동반응 실험〉

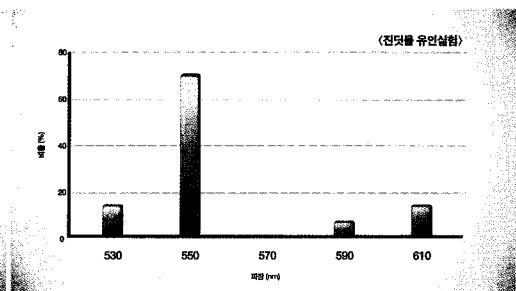


〈시설하우스 내 다양한 파장에 대한 식물성장 실험 모습〉

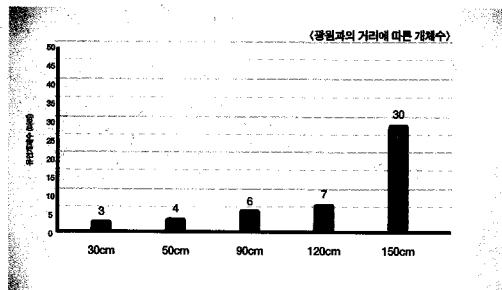
여러 가지 광파장에 대한 실험결과 근소한 차이가 있긴 하지만 차에모무니잎말이나방은 550~570nm 영역의 빛에 유인효과가 낮은 것으로 나타났으며, 진딧물은 570nm의 빛에 유인효과가 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 그러나 진딧물의 경우 550nm의 빛에 월등하게 유인효과가 높은 것으로 나타나 실험 생물마다 유인되는 파장이 매우 다를 수 있고 따라서 매우 정교한 실험이 필요한 것으로 파악되었다.



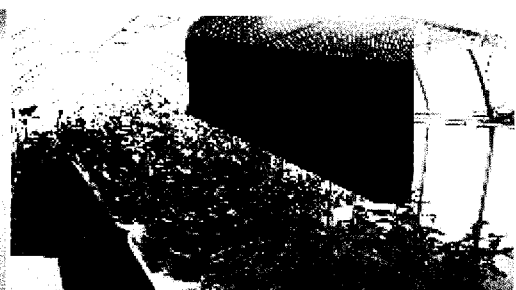
〈시설하우스 내 다양한 파장에 대한 식물성장 실험 모습〉



〈시설하우스 내 다양한 파장에 대한 식물성장 실험 모습〉



〈시설하우스 내 다양한 파장에 대한 식물성장 실험 모습〉


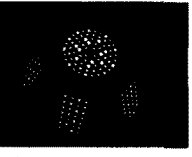


〈시설하우스 내 다양한 파장에 대한 식물성장 실험 모습〉

한편, 해충방제 효과가 있는 광파장이 식물의 생육이나 토양에 미치는 영향이 있는지의 여부에 대한 실험을 실시하였으나 뚜렷한 변화는 없었다. 토양실험에서는 토양화학분석법에 준하여 분석하여 토양의 이화학성에 영향을 주는지 알아보았으며, 호기성세균 등을 조사하여 토양 미생물에 미치는 영향을 분석하였다.

■ LED 식물성장용 조명을 20%증산, 90% 에너지효율 달성

〈 LED 2090 식물성장용 조명 〉

종류	주요작물	주요기능
	국화/들깨잎/딸기	식물성장 20% 증산효과 에너지효율 90% 달성 농약사용량 10% 감소 220V/60Hz, 660nm/590nm, 50,000(Hr) 수명
	국화/들깨잎/딸기	식물성장 20% 증산효과 에너지효율 90% 달성 농약사용량 10% 감소 LED 중앙제어장치 및 시설하우스 원거리 온습도 모니터링 660nm/450nm/590nm, 개별파장제어

〈 시설하우스 내 사용되는 식물성장용 LED 제품 〉

지금까지의 연구개발을 기반으로 LED 식물성장 및 해충방제등의 실용화를 담당하는 (주)링크옵틱스(대표:최용원)에서는 2011년 하반기 내에 주요 시설하우스(국화, 딸기, 들깨잎)농가에 LED 식물성장 및 해충방제등의 보급을 목표로 현재 관련된 규격인증을 추진 중에 있다.

현재까지의 연구결과를 토대로 다양한 식량작물 재배 농가현장에 적용하여 대상식물과 해충의 범위를 넓혀가고 있다. 타 연구그룹들에서 식물의 생장에 LED를 이용하는 많은 실험과 실증이 이루어지고 있는 상황이므로 해충 방제를 위한 기능이 부가된 식물성장용 LED 농가보급이 필요할 것으로 보이며, 정부에서 추진중인 'LED2060 사업' 에 시설하우스 농가를 대상으로 한 해충방제 및 식물성장용 LED 보급사업이 확대되어 향후 LED를 통해 식물성장 20%증산, 에너지효율 90%달성, 화학농약사용량 10%감소를 통해 시설하우스 농가 및 농업선진화에 도움이 되기를 기대해 본다.