

**천적활용 해충방제체계 구축을 위한
정책방향 연구**

**Development of Agricultural Policy Direction for
Insect Pest Control by Natural Enemies**

서울대학교 농업생명과학연구원

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “천적활용 해충방제체계 구축을 위한 정책방향 연구” 과제의
보고서로 제출합니다.

2005년 9월 28일

주관연구기관명 : 서울대학교 농업생명과학연구원

총괄연구책임자: 이 준 호

연 구 원: 김 용 현

연 구 원: 조 기 중

연 구 원: 김 승 태

연 구 원: 고 상 현

연 구 원: 김 성 설

연 구 보 조 원: 김 현 성

연 구 보 조 원: 정 명 표

연 구 보 조 원: 임 재 성

연 구 보 조 원: 변 영 응

연 구 보 조 원: 모 형 호

머 리 말

현재 전 세계의 농업은 환경을 보전하면서 고품질의 안전 농산물의 생산을 지향하는 「지속가능한 농업」을 추구하고 있다. 이를 위하여 선진농업국가는 화학합성 비료 및 농약사용량의 감축과 재배기술의 개선을 통해 친환경농업을 실천해오고 있다. 뿐만 아니라, 국제기구 및 선진농업국가는 각종 가이드라인과 법제도를 정비하여 친환경농업을 정책적으로 지원하고 있다.

안전 농산물에 대한 소비자의 수요증가 등의 농산물 시장의 변화와 환경오염에 대한 우려 및 국가간 농산물 교역시 잔류농약 기준의 강화 등은 현재 농약 중심의 병해충방제 농업구조를 친환경농업 구조로 전환해야 하는 중요하 이유가 되고 있으며, 한국농업의 지속적이고 건전한 발전도 친환경농업에서 그 해법을 찾아야 할 것이다.

친환경농업의 가장 큰 애로사항은 병해충 및 잡초방제로 국내외 대부분의 농가에서는 농약 중심의 관행방제를 하여 왔고, 이는 많은 부작용을 야기하였다. 선진농업국가에서는 그 대안으로 천적을 이용한 생물학적방제의 체계적인 이용을 통해 농약의 부작용을 해결하면서 해충을 효과적으로 방제할 수 있었으며, 천적산업이라는 새로운 시장영역을 개척하였다.

이러한 시대적 흐름에 발맞춰 우리나라도 1997년 친환경농업육성법을 제정하였고 농림부는 2004년부터 비료 및 농약사용량을 2013년까지 40% 감축하는 것을 목표로 「천적활용 원예작물 해충방제사업」을 실시하고 있으며, 이 외에도 친환경농자재 지원확대, 친환경농업 직접지불제 확충, 친환경농업기반 확충 및 실천농가지원, 친환경농산물 유통활성화 및 소비촉진 유도, 친환경농산물 인증제도의 실시 등의 다양한 시책을 추진하여 친환경농업의 확산기반을 조성해 왔다.

본 연구는 국가시책의 효율적인 집행을 위해 친환경농업의 가장 큰 애로사항인 병해충방제를 위한 천적활용 방제체계 구축을 위해 국내외 친환경농업의 현황을 파악하고 천적사용의 기대효과를 도출하였다. 또한 천적이용 육성방안을 제안하고 천적관련 국제기구 및 선진농업국가의 법규 및 가이드라인을 검토하여 국내법규의 개정안을 제시하였다.

요 약 문

1. 제 목

천적활용 해충방제체계 구축을 위한 정책방향 연구

2. 연구배경 및 필요성

정부는 농업의 환경보전기능을 증대시키고 농업으로 인한 환경오염을 줄이며, 지속가능하고 환경친화적인 농업발전을 목적으로 1997년 친환경농업육성법을 제정하였고 2004년에는 친환경·고품질 농업육성정책을 수립하여 2013년까지 화학비료 및 농약사용량을 40% 감축하는 것을 목표로 친환경농자재 이용계획을 수립하여 시행하고 있다. 이러한 친환경농업정책의 추진결과 화학비료 사용량은 감소추세에 있으나 농약사용량은 1999년 대비 2002년 현재 4.9% 증가하고 있어 실효성 있는 농약사용 감축대책 마련이 시급한 실정이다. 특히 원예용 농약사용량은 같은 기간 동안 25%이상 큰 폭의 증가를 보이고 있어 시설원예작물의 경우 친환경적인 해충방제체계의 확립이 절실히 요구 되고 있다. 이에 따라 2004년에는 천적을 활용한 원예작물 해충방제계획이 수립되었으며 2013년까지 시설원예재배면적의 50%를 천적을 이용한 생물학적방제를 정착시키는 것을 목표로 하고 있다.

농업생산시스템 안에서 농약 사용량을 줄이면서 친환경적 지속농업을 하기 위해서는 병해충관리 개념의 일대 변화가 요구되며 정부의 계획대로 천적을 이용한 해충의 생물학적방제체계가 계획대로 구축되고 목표를 달성하기 위해서는 천적이용 관련법규의 개선과 같은 제도의 정비, 천적산업의 활성화와 천적개발 및 이용기술 육성 등을 진흥할 수 있는 정책개발이 선행되어야 한다.

이를 위해서 본 연구는 1) 천적연구개발과 이용촉진을 위한 제도 개선, 2) 천적활용 해충방제기술의 육성방안 검토 및 3) 천적을 활용한 원예작물해충방제사업의 기대효과를 분석하여 천적을 활용한 해충방제체계 구축을 통한 친환경

경농업의 실천과 발전을 위한 제도의 개선과 육성정책을 제안하기 위해 수행되었다.

3. 연구내용

오랜 기간 관행적으로 사용해 왔던 화학합성 비료 및 농약의 지속적인 이용은 토양오염 등의 농업환경 악화와 환경오염 및 각종 잔류독성으로 인해 많은 부작용을 가져왔다. 특히 병해충방제를 위하여 사용해왔던 농약은 그 자체의 독성과 더불어 방제대상이 되었던 병해충의 약제저항성을 유발하여 더 이상 화학적인 방제수단만으로는 충분한 병해충 방제효과를 기대하기 어려워졌으며, 최근 건강 및 환경에 대한 우려로 나타난 친환경농산물에 대한 소비자의 수요증가 및 농산물 내 잔류독성의 규제강화는 화학적방제의 부작용을 줄이면서 친환경적이고 지속적으로 이용할 수 있는 병해충방제 기술의 개발을 재촉하는 요인들이 되었다.

네덜란드, 미국, 호주 등의 선진농업국가는 이미 오래 전부터 지속가능한 친환경농업을 통한 안전농산물의 생산을 위하여 재배기술의 개선과 함께 화학합성 비료 및 농약의 사용량을 줄이는 많은 노력을 기울여 왔다. 그 결과 각종 친환경농자재의 활용을 통한 친환경농법과 함께 병해충방제에 천적을 이용한 생물학적방제를 도입하였고, 현재 천적의 이용은 친환경농법 및 IPM 농법에 있어 병해충방제의 가장 보편화된 방법으로 그 중요성이 날로 강조되고 있다.

생물학적방제는 자연생태계에서 일어나는 포식자와 기생포식자 등의 천적에 의한 해충밀도 조절의 자연적인 발현을 이용하는 것으로 천적들의 기능이 극대화될 수 있도록 인위적이고 적극적인 방법을 통하여 해충밀도를 억제하는 방제기술이다. 그러나 선진농업국가에서도 천적을 이용한 생물학적방제가 보편화되고 농민들과 소비자들의 신뢰를 얻기까지는 오랜 시간이 걸렸으며, 우리나라와 마찬가지로 화학합성 비료 및 농약의 지속적인 사용은 이들 국가의 농약을 이용한 관행농법으로부터 친환경농업으로의 전환에 가장 큰 장애요인이었다.

이를 극복하기 위해 선진농업국가는 화학합성 비료 및 농약 사용량의 감축과 재배기술의 개선을 통한 친환경농업을 실현하고자 하였다. 특히 병해충방제

에 사용되던 농약의 대체기술로 농민들은 천적을 선택하였고 우리보다 천적이용이 앞섰던 대부분의 지역에서는 천적산업이 큰 발전을 하게 되었다. 네덜란드의 경우 이미 1967년에 Koppert Biological System사가 천적을 산업화하여 현재 39종의 천적제품을 전 세계에 공급하고 있으며 북미 142개사, 유럽 35개사 이상, 호주 5개사 등 천적이용이 보편화된 국가에서는 천적산업이 새로운 Bio 산업으로 자리잡고 있다.

뿐만 아니라 선진농업국가는 천적의 이용을 촉진하고 그 효과를 높이기 위해 체계적이고 종합적인 연구시스템을 통해 신뢰할 만한 데이터를 기초로 다양한 재배기술을 개발하였고 이를 국가적 차원에서 보급하고 실현하기 위한 각종 지원정책을 시행하였다. 네덜란드의 장기식물보호계획(MYCPP 1991-2000)은 천적이용의 모델이 된 국가적인 사업이었으며 Koppert Biological System사가 현재의 세계적인 명성의 천적회사로 성장한 것도 이 시기의 농약사용 감축에 따른 천적이용의 결과였다. 미국의 IPM시스템이나 LISA, 영국의 LIFE, 뉴질랜드의 Kiwi Green Project, 독일의 IA 및 스위스의 IP 생태보조금명령 제22조 등은 모두 화학합성 농약사용량의 감축과 천적이용을 정책적으로 추진하여 성공을 거둔 사례이며, 이탈리아, 스웨덴, 호주 등에서도 유사한 내용의 농약사용량 감축정책을 시행하였다.

천적이 오랜 경험과 연구결과에서 부작용이 없고 방제효과가 우수하며 화학합성 농약 대비 개발비용과 경제성이 인정되면서 국제생물학적방제기구(IOBC)나 CABI바이오사이언스와 같은 천적을 이용한 생물학적방제를 위한 국제기구가 설립되었다. 네덜란드, 영국, 독일, 덴마크, 미국, 호주 등의 선진농업국가에서는 천적 중심의 생물학적방제를 체계적으로 연구하여 기술을 보급하는 전문연구기관이 설립되어 운영되기에 이르렀다. 아시아권에서는 태국의 국립생물학적방제연구센터, 중국의 농업환경지속발전연구소가 대표적이며 러시아에도 식물보호연구소가 설립되어 많은 천적을 개발하여 상품화하고 있으나 아직 국내에는 생물학적방제를 종합적으로 연구할 시설기반이나 연구인력이 확보되지 못한 실정이다.

농약사용량 감축과 천적이용의 보편화 및 이를 위한 연구기반의 확충을 뒷받침하기 위해 국제기구 및 선진농업국가는 병해충관리에 있어 천적을 보다 효과적으로 이용하기 위한 각종 제도적 장치와 가이드라인을 마련해왔다.

OECD는 무척추생물학적방제원(IBCAs)은 화학합성 작물보호제와는 달리 특수성이 우수하여 건강과 환경에 위험이 적고 오랜 시간 성공적으로 이용되어 왔음을 인정하였고, FAO는 IBCAs의 후속조치로 천적산업 기반이 완성된 유럽 내 천적제품의 공통된 교역기준을 만들어 천적산업을 보호육성하기 위한 가이드라인을 설정하였다. 또한 국제생물학적방제기구(IOBC)는 농작물의 종합적 생산을 위한 기본조건으로 농약에 우선하여 천적 등의 다른 방제수단을 우선하여 사용하도록 하는 가이드라인을 개발하였다. 뿐만 아니라 EU도 생물학적방제원(BCAs)의 이용과 교역에 대한 제한을 하지 않고 있으며, 유럽식물보호기구(EPPO)는 건강과 환경에 대한 위험을 줄이기 위해 생물학적방제원의 이용을 장려하고 있다. 이를 위해 유럽지역 내에서 자유롭게 수입하여 이용할 수 있는 천적리스트를 작성하여 활용하고 있다. 호주의 생물학적방제법 역시 천적의 이용을 촉진하는 규정을 채택하고 있으며, 미국의 식물보호법도 천적이 농업과 환경에 이롭다는 인식을 바탕으로 수입허가를 필요로 하는 생물목록에서 천적을 분리하여 천적이용의 제약을 완화하는 조치를 취하고 있다. 그리고 호주와 미국 모두 유럽식물보호기구와 마찬가지로 자유롭게 수입하여 사용할 수 있는 천적리스트를 작성하여 활용하고 있다. 1999년 FAO와 WHO가 개발한 유기농산물 생산 가공표시 및 유통에 관한 Codex 가이드라인에서도 생산과 제조 원칙에 병해충이나 잡초 방제수단으로 포식자와 기생자를 포함하는 천적을 사용하도록 하고 있다.

국제기구나 선진농업국가의 법규나 가이드라인의 또 하나의 특징은 천적이용을 제한할 수 있는 천적의 등록제도와 같은 요소를 제도적으로 배제하고 있다는 점이다. FAO가 개발한 생물학적방제원의 등록 가이드라인에서도 생화학적해충방제원과 미생물해충방제원에 대한 규정만 있을 뿐, 포식자나 기생포식자 등의 천적에 대한 규정은 두질 않고 있다. 유럽식물보호기구나 미국, 호주 등은 수입천적의 경우 국가간 이동 및 판매와 이용이 자유로우며 수입에서 실제 이용까지의 시간과 절차를 단축할 수 있는 천적리스트를 작성하여 활용하고 있다. 토착천적의 경우에는 그 이용과 관련하여 어떠한 규제사항이나 규정이 없는데, 이는 자국 내에 존재하거나 오랜 기간 사용하여 왔던 천적의 이용을 촉진하기 위한 조치로 판단된다. 호주, 네덜란드, 미국, 벨기에 등의 법규 및 지침에서도 수입천적은 자국의 식물검역법 또는 식물방역법에 의한 위험도

평가 후 자유롭게 사용하고 있으며 토착천적에 대한 규정이나 규제사항은 없으며 오히려 개발이용을 권장하고 있다. 다만 일본의 경우 천적을 농약으로 간주하고 그 이용과 등록절차를 농약취체법에 규정함으로써 천적의 이용을 위축하고 천적산업이 발전하지 못하는 장애요인이 되고 있다. 그러나 최근 농약취체법 일부를 개정하여 토착천적의 사용은 자유롭게 하는 조치를 취하고 있어 토착천적의 이용은 국제적인 관례를 따르고 있다.

국제기구 및 선진농업국가에서의 천적사용 보편화 및 농산물 시장환경의 변화에 발맞추어 정부는 친환경농업육성법을 제정하고 각종 친환경·고품질 농업육성정책과 화학비료 및 농약사용량 감축을 목표로 친환경농자재 이용계획을 추진하여 친환경농업의 발전기반을 구축해 왔다. 그러나 농약사용량은 여전히 증가하였고 특히, 원예용 농약사용량은 큰 폭의 증가를 보이고 있어 여전히 실효성 있는 농약사용 감축대책 마련이 시급한 실정이다. 농약을 천적으로 대체한 선진농업국가와 비교하여 2005년 현재 우리나라의 천적이용 시설원예면적은 약 1,463ha로 전체 재배면적의 약 2.7%에 그치고 있어 80%~100%의 천적이용이 보편화된 네덜란드, 벨기에, 덴마크, 캐나다 등에 크게 못미치는 실정이다. 또한 상업적으로 이용가능한 천적종수는 14종인데 그 중 9종이 수입천적이며 천적이용이 보편화된 국가들에 비해 활용할 수 있는 천적의 종수가 매우 적은 실정이다.

친환경농산물의 수요는 증가추세에 있고 소비자는 안전 농산물에 대한 지불의사가 높은 것으로 나타나고 있다. 국내 친환경농산물의 수요는 매년 40% 이상 증가하고 있고 친환경농산물 생산량은 지난 3년 평균 100% 이상 급신장세를 보이고 있음에도 불구하고 그 수입량 역시 급상승하고 있는 추세이다. 이는 소비자들이 가족의 건강을 위해 친환경농산물을 구매하고 있으며, 이는 병해충 방제에 사용되는 농약을 우려한 결과로 해석되고 있다. 따라서 소비자의 안전 농산물에 대한 소비패턴을 충족하는 동시에 한국농업의 장기적인 발전과 국제기준에 맞는 안전농산물의 지속적인 생산을 위해서는 병해충 방제를 위해 농약을 이용하는 관행농가를 천적을 이용한 친환경농업으로 유도해야 한다.

그러나 천적을 이용한 해충방제기술은 생물의 생태학적 지식과 농업환경을 분석할 수 있는 능력을 필요로 한다. 이를 반영하듯 국내 친환경농업인의 가장 큰 애로사항은 병해충 및 잡초 방제기술로 나타났으나 천적을 이용하는 친환경

경농업 농가의 천적이용 만족도는 70% 이상으로 매우 높아 천적과 관련된 국내 법제도를 개선·정비하는 동시에 각종 육성정책을 개발하여 시행한다면 정부의 친환경농업육성 정책도 성공할 가능성을 보여주고 있다.

천적활용 해충방제체계의 구축은 농약사용 절감으로 농약원제의 수입 감소 효과를 가져올 것이며 농민들의 농약노출로 인한 건강과 농업노동력 저하문제를 해소할 것이며 환경오염 방지 및 농업환경개선효과를 가져올 것이다. 또한 소비자들의 안전농산물에 대한 신뢰 제고에 기여하는 동시에 친환경농산물의 구매촉진 및 수출증대로 농가소득이 증가할 것이다. 뿐만 아니라 천적이용의 증가는 결과적으로 천적시장의 확대를 의미하며 천적산업은 새로운 Eco-Bio 성장동력산업으로 발전할 것이며 현재 가격경쟁력을 갖추고 있는 국내 천적회사들의 여건상 천적수요가 많은 중국이나 일본 등지에 수출도 가능할 것이다. 아울러 토착천적의 발굴은 원천기술의 확보를 통한 이용가능한 천적의 선택의 폭을 넓힐 것이며 장기적으로 우리나라가 활용할수 있는 유전자원의 확보 및 생물다양성의 보존과 관리에도 기여할 것으로 예상된다.

따라서 천적이용 확대를 위해서는 천적의 실수요자인 농민을 대상으로 한 각종 지원정책이 마련되어야 한다. 가장 중요한 것은 재배환경구조분석과 천적을 포함한 방제옵션을 제공할 수 있는 컨설팅 및 교육인력의 양성이며, 이와 관련하여 천적관리기사제도의 실시도 고려할 필요가 있다. 또한 천적이용농산물 표시제도를 실시하는 것이 바람직할 것이다. 농산물의 생산이력을 보다 구체적으로 소비자들에게 전달함으로써 병해충 방제방법에 대한 소비자들의 의구심 해소와 구매를 촉진하고 다른 재배방식의 농산물과 가격차별화를 통한 농가소득의 증대는 결과적으로 천적을 이용한 친환경농업 확대의 계기가 될 것이다. 또한 FAO에서 실시하고 있는 FFS 등의 농민교육제도를 도입하여 활성화하고 농약을 이용하는 관행농가와 천적을 이용하는 친환경농가간의 스터디그룹 시스템을 도입하여 농민들 스스로가 정보교환을 통해 자연스럽게 친환경농업으로 전환하게 하는 정책이 필요할 것이다. 그리고 친환경농업의 가장 큰 애로사항인 병해충 및 잡초의 생물학적방제를 위해서 천적의 연구개발 및 기술이전을 통해 신속히 농가에 활용될 수 있도록 농약사용 합리화, 천적의 효과증진을 위한 재배기술의 개발 및 농민들이 실질적으로 활용할 수 있는 천적이용매뉴얼 개발 등 천적관련 제반 이론과 기술개발을 담당할 천적연구개발사

업단 운영을 제안하는 바이다.

천적이용을 촉진하는 육성정책과 함께 천적관련 제도의 개선 또한 필요하다. 현행 식물방역법에는 ‘천적’을 ‘생물학적방제용병해충’으로 정의하고 있어 병해충 방제를 위해 병해충을 외국으로부터 수입한다는 오해를 야기할 소지가 있으며, 이는 소비자들의 안전 농산물에 대한 신뢰 제고 및 농민들의 천적이용 확산에 장애요인이 될 것이므로 개정하여야 한다. 또한 친환경농업육성법시행규칙 제7조 친환경농산물의 생산을 위한 자재의 사용기준을 규정한 별표 1의 천적의 사용 가능 조건에 ‘생물농약등록기준’에 준할 것을 규정하였으나 이는 외국이나 국제기구의 천적관련 규정이나 가이드라인에도 없는 조항으로 천적이용에 장애요인으로 작용할 소지가 있으므로 ‘품질규격’으로 개정하는 것이 바람직할 것이다. 또한 이를 규정한 농진청고시 제2004-18호의 유기및전환기유기농산물의생산을위해사용가능한 자재의품질규격의 천적의 환경영향에 대한 오해의 소지가 있는 규정은 개정하고 ‘생물농약의 천적 등록기준’은 삭제하는 것이 바람직할 것이다. 마지막으로 동시행규칙 제9조 친환경농산물의 인증기준을 규정한 별표 3은 병해충 및 잡초의 방제방법으로 (바)포식자와 기생동물의 방사 등 천적의 활용’을 규정하고 (차)항에 천적으로 방제가 되지 않은 경우의 별표 1의 천적을 포함한 친환경농자재를 사용하도록 하고 있다. 이는 천적을 사용하여 효과가 없을 때에는 다시 천적을 사용하라는 중복의 모순이 발생한다. 따라서 별표 3의 (바)항을 삭제하거나 (차)항의 ‘가목(2)의 자재’ 부분을 ‘가목(2) 천적이외의 자재’로 개정해야 할 것이다. 이로써 수입천적은 식물방역법에 의한 위험도 평가기준이 정하는 절차에 따라 이용하면 될 것이며, 토착천적 규정은 두지 않음으로써 그 이용을 자유롭게 할 수 있을 것이다.

4. 결론

친환경농업을 통한 지속가능한 한국농업의 발전을 위해서는 농약 사용량의 절감과 이를 대체할 천적의 적극적인 활용이 필요하며, 천적의 효과를 증진할 수 있는 재배기술 또한 개선되어야 한다. 현재 정부가 추진하고 있는 각종 친환경농업 정책의 성공을 위해서는 정책분야, 연구분야, 교육분야, 산업분야 및 농업인들간의 효율적인 천적이용 시스템이 구축되어야 한다. 이를 효과적으로 추진하기 위해서는 천적과 관련된 제도의 개선과 정책적 지원이 조화를 이루

어야 한다. 본 연구는 이를 위하여 친환경농업 및 천적과 관련된 국내의 제반 사항을 검토하여 천적활용 해충방제체계 구축시 기대효과를 도출하고 그 육성 방안을 제시하였다. 또한 천적관련 제도개선을 위해 현행 천적을 생물학적방제 용병해충으로 규정한 식물방역법의 개정과 친환경농업육성법시행규칙 제7조의 자재의 사용기준을 규정한 별표 1과 그 사용가능조건을 규정한 농촌진흥청고시 제2004-18호의 유기및전환기유기농산물의 생산을위해사용가능한자재의품질규격 그리고 동시행규칙 제9조의 인증기준을 규정한 별표 3의 천적이용의 장애요인이 될 소지가 있는 생물농약 등록기준과 구조적인 모순을 해결하기 위한 개정안을 제시하였다.

목 차

제 출 문
머 리 말
요 약 문
목 차

I. 연구목적 및 필요성 ----- 1

II. 연구방법 및 내용 ----- 3

III. 국내외 친환경농업 현황 ----- 7

1. 유기농재배 현황 ----- 7

2. 국가별 시설원예작물 생물학적방제 현황 ----- 9

3. 친환경농업 정책현황 ----- 10

3.1. 네덜란드 ----- 11

3.2. 선진농업국가의 IPM 사례 ----- 13

3.3. 스위스 IP ----- 14

3.4. 미국 LISA ----- 15

3.5. 독일 IA ----- 15

4. 화학합성농약 사용현황 ----- 15

5. 친환경농산물 시장동향 ----- 21

6. 국내 친환경농업농가의 애로사항 및 천적이용 만족도 ----- 25

IV. 생물학적방제와 천적 ----- 27

1. 정 의 ----- 27

1.1. 생물학적방제 ----- 27

1.2. 천 적 ----- 27

2. 천적에 의한 생물학적방제 원리 ----- 27

3. 천적이용의 역사 ----- 28

4. 천적이용의 장단점 ----- 31

5. 천적이용기술 ----- 33

5.1. 고전적 생물학적방제 ----- 33

5.2. 증식이용 생물학적방제 ----- 34

5.3. 보호이용 생물학적방제 ----- 34

6. 시설원예작물의 해충과 천적 ----- 34

6.1. 시설원예작물의 해충 -----	34
6.2. 시설원예작물 해충의 천적 -----	35
7. 천적의 방제효과와 경제성 -----	38
7.1. 천적의 방제효과 -----	38
7.2. 천적의 경제성 -----	40
7.3. 천적산업 동향 -----	43
V. 천적연구 현황과 동향 분석 -----	48
1. 국내 연구동향 -----	48
2. 국외 천적연구동향 -----	49
2.1. 영국 로담스테드연구소 -----	49
2.2. 네덜란드 국제식물연구소 -----	51
2.3. 독일의 연방농업산림생물연구소 -----	52
2.4. 덴마크 생물학적방제연구소 -----	53
2.5. 오스트리아 식물보호연구소 -----	54
2.6. 호주 국가과학산업기구 -----	54
2.7. 미국 -----	55
2.8. 태국 국립생물학적방제연구센터 -----	58
2.9. 중국 농업 환경지속발전연구소 -----	59
2.10. 러시아 러시아식물보호연구소 -----	59
2.11. 국제기구-----	61
VI. 천적활용 해충방제체계의 기대효과 -----	64
1. 농산물가격 상승으로 농가소득 증대 -----	64
2. 농약사용 절감으로 농약원제의 수입절감효과 -----	64
3. 환경오염 방지 및 농업환경개선 효과 -----	65
4. 농민들의 농약노출 문제해소 -----	65
5. 소비자의 안전농산물 기호도 및 신뢰도에 기여 -----	67
6. 신Eco-Bio성장동력산업으로서 천적산업의 발전 -----	68
7. 유통토착천적의 발굴 및 생물다양성의 보존 -----	68
8. 친환경농산물의 수출증대와 수입감소효과 및 천적수출 -----	69
VII. 천적관련 국내외 법규 및 가이드라인의 분석 -----	70
1. 각종 국제기구의 가이드라인 -----	70
1.1. OECD IBCAs -----	70

1.2. FAO의 ISPM -----	71
1.3. OECD의 DAC -----	71
1.4. EU의 BCAs -----	72
1.5. EU의 BCAs 이용촉진과 관련된 정책 -----	72
1.6. EPPO Standards -----	73
1.7. IOBC -----	74
2. 세계 각국의 가이드라인 및 법규 -----	75
2.1. 호주의 Biological Control Act -----	75
2.2. 네덜란드의 VBBBBFF -----	75
2.3. 미국 농무성의 PPA -----	75
2.4. 미국의 각 주 법규 -----	76
2.5. 벨기에 -----	77
2.6. 일본의 農藥取締法 -----	77
3. 국내 친환경농업육성법 -----	78
3.1. 목 적 -----	78
3.2. 내 용 -----	78
3.3. 친환경농업육성법시행규칙 -----	78
3.4. 친환경농업 및 천적 관련법 -----	78
4. 천적의 이용관련 규정 -----	79
VIII. 천적활용 해충방제기술 육성방안 -----	83
1. 천적연구개발사업단의 운영 -----	83
2. 천적이용농산물 표시제도 도입 -----	84
3. 컨설팅 및 교육인력 양성정책 -----	86
4. 천적관리기사제도의 신설 -----	89
5. 천적이용매뉴얼의 개발 -----	89
6. 합리적 농약사용 절감정책의 추진 -----	91
7. 농가지원프로그램의 개발 -----	91
IX. 천적활용 해충방제체계 구축을 위한 제도의 개선-----	93
1. 식물방역법의 개정-----	95
2. 친환경농업육성법의 개정 -----	96
2.1. Codex 가이드라인 -----	96
2.2. 친환경농업육성법 -----	98

3. 국가농업연구기관의 천적관련 연구인력 증원 및 조직보완 -----	104
X. 결론 및 건의사항 -----	105
XI. 참고 문헌 -----	107

부 록

- 부록 1. 해외전문가초청 자문회의록
- 부록 2. 외국 천적회사 및 연구기관 방문 출장복명서
- 부록 3. 과제 회의록
- 부록 4. 과제 자문회의록
- 부록 5. With Stick and Carrot
- 부록 6. 농가만족도 설문조사
- 부록 7. 농가환경조사 출장복명서
- 부록 8. 국내 시설농가의 방제비용 비교
- 부록 9. FAO, Guidance for regulation of IBCAs
(*Invertebrate Biological Control Agents*)
- 부록 10. FAO, ISPM(*International Standards for Phytosanitary Measures*)
- 부록 11. EPPO, Safe Use of Biological Control
- 부록 12. IOBC, Guidelines for IP(*Integrated Production*) of Arable Crops in Europe
- 부록 13. Australia, Biological Control Act
- 부록 14. USDA, APHIS Fact Sheet: The Plant Protection Act
- 부록 15. USDA, Plant Protection Act
- 부록 16. FAO, Guidelines for Registration of Biological Pest Control Agents
- 부록 17. USAD and APHIS, USDA-APHIS Permitted Beneficials Imported into the
USA from Other Countries
- 부록 18. California Univ., Principal Groups of Insect Parasitoids and Predators
- 부록 19. Protocol for biological control agent applications-import, host-specificity test
list and release
- 부록 20. Minnesota Univ., Two-spotted spider mite
- 부록 21. Ohio State Univ., Control of Japanese Beetle Adults and Grubs in Home Lawns
- 부록 22. Utah State Univ. Web Spinning Spider Mites
- 부록 23. FAO and WHO, Guidelines for the Production, Processing, Labelling and
Marketing of Organically Produced Foods

I. 연구목적 및 필요성

현재 전 세계의 농업생산의 방향은 환경을 보전하면서 고품질의 안전한 농산물의 지속적인 생산으로 요약되며 이를 실현하기 위한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다. 또한 OECD(*Organization of Economic Cooperation and Development*)국가들과 같은 선진농업국가에서는 이를 정책적으로 뒷받침하는 것이 일반적인 추세이다. 이를 역사적으로 돌아보면, 지속가능한 농업(*Sustainable agriculture*)의 필요성은 1972년 스웨덴의 스톡홀름에서 열린 ‘인간과 환경에 관한 UN회의’에서 제창된 생태보전 개발(*Eco-development*)과 지속가능한 개발(*Sustainable development*)의 개념에서 시작되었다.

1990년 FAO(*Food and Agriculture Organization*)는 ‘물과 지속농업에 관한 국제실행계획’ 보고서에서 ‘지속농업’을 선언하였으며, 1992년 6월 환경과 개발에 관한 국제연합회의(리우선언)에서는 환경에 관한 시행계획인 ‘Agenda 21’을 채택한 바 있다. Agenda 21은 자연환경이 인류의 욕구를 수용하는 능력에는 한계가 있으므로 인류의 모든 활동을 자연환경의 수용능력 범위 안에서 통제해야 한다는 이념의 실행에 관한 구체적 지침을 담고 있으며 토지의 합리적 이용, IPM(*Integrated Pest Management*) 등 지속농업의 발전과 농촌개발에 관한 실천사항을 부과하고 있다.

이와 같이 지속농업을 위해 선진농업국가에서는 지난 30여 년간 유기농업 및 IPM농법 등과 같은 친환경농업으로의 전환을 유도해오고 있으며, 친환경 유기농업을 2005년까지 전체 농산물의 5~10%, 2010년까지 10~20% 확대 추진하고 있는데 네덜란드의 MYCPP(*Multi-Year Crop Protection Plan 1991-2000*)는 이의 모범적인 실천사례라 할 수 있다. 정부 주도로 시행된 MYCCP는 화학합성 농약사용량의 절감과 천적의 이용 및 재배기술의 개발로 요약된다. 이 과정에서 천적은 농약사용량을 감축하고 1) 약제저항성, 2) 잠재해충의 해충화, 3) 작물약해, 4) 농업생태계의 생물상 단순화, 5) 잔류독성, 6) 농업환경악화 및 환경오염, 7) 해충의 재격발, 8) 천적의 역할 감소, 9) 농약 부작용 방지 프로그램의 미비, 10) 신약 개발의 악순환, 11) 농민들의 건강악화 및 12) 농약원제의 수입에 따른 경제적 손실 등 농약으로 인한 여러 가지 부작용을 감소시키는 실질적 대안으로 부각되었으며 Koppert Biological System과 같은 세계적인 천적기업이

탄생하고 신Bio성장산업으로 발전하게 되는 계기가 되었다. 뿐만 아니라 현재 많은 선진농업국가 및 국제기구가 IPM 실천시 천적의 역할을 확대하고 이용을 촉진하는 정책과 가이드라인을 제공하고 있다. 또한 농산물 시장환경도 변화하고 있는데, 식품안전에 대한 소비자의 관심제고로 친환경농산물의 수요가 급격히 증가하고 있으며 세계 각국의 농산물 및 식품 내 잔류독성에 대한 규제강화도 천적을 이용한 체계적인 해충방제체계의 구축을 재촉하는 요인이 되고 있다.

우리나라의 경우도 농산물의 안전성과 환경에 대한 국민의 관심이 높아짐에 따라 농업생산정책의 기본방향은 고품질, 안전 농산물의 친환경적 생산으로 전환되고 있다. 이를 위하여 정부는 1997년 농업의 환경보전기능을 증대시키고 농업으로 인한 환경오염을 줄이며, 지속가능하고 환경친화적인 농업발전을 목적으로 친환경농업육성법(법률 제7459호)을 제정하였고 2004년에는 친환경·고품질 농업육성정책을 수립하여 2013년까지 화학비료 및 농약사용량을 40% 감축하는 것을 목표로 친환경농자재 이용계획을 수립하여 시행하고 있다. 이러한 친환경농업정책의 추진결과 화학비료의 사용량은 감소추세에 있으나 농약사용량은 1999년 대비 2002년 현재 4.9% 증가하고 있어 실효성 있는 농약사용감축 대책의 마련이 필요한 실정이다. 특히 원예용 농약사용량은 같은 기간 동안 25%이상 큰 폭의 증가를 보이고 있어 시설원예작물의 경우 친환경적인 해충방제체계의 확립이 절실히 요구되고 있다. 이에 따라 2004년에는 천적을 활용한 원예작물 해충방제계획이 수립되었으며 2013년까지 시설원예재배면적의 50%에 천적을 이용한 생물학적방제를 정착시키는 것을 목표로 하고 있다.

그러나 천적을 이용한 해충의 생물학적방제가 계획대로 실현되고 목표를 달성하기 위해서는 관련법규의 제정 및 개선과 같은 제도의 정비, 천적산업의 활성화와 천적개발 및 이용기술 육성 등을 진흥할 수 있는 정책개발 및 유관분야의 체계적인 정비와 협력이 이뤄져야 한다. 이를 위해서 본 연구는 1) 천적 연구개발과 이용촉진을 위한 제도 개선, 2) 천적활용 해충방제기술의 육성방안 검토 및 3) 천적을 활용한 원예작물해충방제사업의 기대효과를 분석하여 천적을 활용한 해충방제체계 구축을 통한 친환경농업의 실천과 발전을 위한 제도와 정책수립의 자료로 활용하고자 수행하였다.

II. 연구방법 및 내용

1. 연구방법

1.1. 자료수집 및 분석

본 과제의 목적을 달성하기 위해 외국의 전문가 초빙 및 외국 천적회사와 연구기관을 방문하여 자료를 수집하였다. 또한 국내외 천적이용 관련법과 제도 및 가이드라인, 천적과 생물학적방제기술 및 IPM 관련 연구보고서, 학술잡지, 농업잡지, 신문기사, 인터넷 자료 등을 수집하여 분석하였으며, 주제에 따라 분류 기술하였다.

1.2. 외국 전문가 활용 및 자문

1.2.1. 인적사항

Dr. Masami Takagi
Professor, Department of Applied Genetic and Pest Management,
Director, Institute of Biological Control, Faculty of Agriculture,
Kyushu University, JAPAN

1.2.2. 초청기간

2005년 5월 18일-24일(7일간)

1.2.3. 자문내용(부록 1)

천적이용 촉진을 위한 기반조성 및 각종 방안 및 제도화 여부를 토론하여 보고서에 반영.

1.2.4. 자 료

일본의 천적이용 현황 및 농약취체법의 분석

1.3. 외국 천적회사 및 연구기관 방문

1.3.1. 방문자

농업과학기술원 변영웅, (주)세실 김성철

1.3.2. 방문국가

네덜란드

1.3.3. 방문기관

Entocare, Koppert Biological System
Wageningen대학의 PRI(*Plant Research International*)

1.3.4. 방문기간

2005년 6월 8일-15일(8일간)

1.3.5. 수행내용(부록 2)

- 1) 네덜란드의 천적이용 현황 및 천적산업 동향 파악
- 2) 천적연구개발 기반구조와 기술개발이전 방식 조사

1.4. 농가현장 방문

1.4.1. 방문목적

- 1) 농가의 천적이용에 대한 의견청취
- 2) 천적이용 재배환경의 분석

1.4.2. 방문지

지역	작물	방문자	방문일
전라북도 김제시	시설과프리카, 딸기	서울대학교	2005년 7월 11일
전라북도 익산시	팔봉화훼단지	서울대학교	2005년 7월 12일
경기도 화성시	시설오이	서울대학교	2005년 8월 29일
경기도 평택시	시설오이	서울대학교	2005년 8월 30일
전라북도 전주시	시설화훼	서울대학교	2005년 9월 6일
충청남도 논산시	시설딸기	서울대학교 농업과학기술원	2005년 9월 7일 2005년 4월 6일
충청남도 보령시	시설토마토	서울대학교	2005년 9월 8일

2. 연구내용

2.1. 생물학적방제와 천적

2.1.1. 생물학적방제의 정의, 원리, 역사, 장단점, 기술, 효과, 경제성 분석

2.1.2. 시설원예작물의 해충과 천적

2.2. 생물학적방제 및 천적과 관련된 국내외 법규 및 가이드라인의 분석

국제기구 및 선진농업국가와 우리나라의 관련제도, 법규 및 가이드라인을 수집하여 분석하였으며 해당내용은 모두 근거를 제시함을 원칙으로 하였으며 필

요에 따라 원문을 제시하였고 본 과제에 전반적으로 활용된 자료는 부록으로 별첨하였다. 아울러 본 과제와 관련된 회의록 및 자문회의록도 부록 3과 4로 별첨하였다.

2.3. 천적의 이용 및 친환경농업과 관련된 국내외 현황분석

2.3.1. 유기농재배 현황

2.3.2. 국가별 시설원예작물 해충의 생물학적방제 현황

2.3.3. 친환경농업정책 현황

2.3.4. 화학합성농약 사용현황

2.3.5. 친환경농산물 시장동향

2.3.6. 국내 친환경농업농가의 애로사항 및 천적이용 만족도

2.4. 천적연구현황과 동향분석

2.5. 천적활용 해충방제체계 구축의 기대효과

2.6. 천적관련 국내외 법규 및 가이드라인의 분석

2.7. 천적활용 해충방제기술 육성방안

2.8. 천적활용 해충방제체계 구축을 위한 제도의 개선 및 방향

3. 결 론

III. 국내외 친환경농업 현황

1. 유기농재배 현황

최근 시장의 안전농산물에 대한 요구와 교역상의 농약잔류 농산물에 대한 각종 규제는 농약을 이용한 관행농업에서 친환경농업으로의 전환을 추진하는 촉매가 되고 있다. 2004년 IFOAM(*International Federation of Organic Agricultural Movements*)은 세계 각국의 유기농업 현황을 살펴보면(표 1), 면적으로는 호주와 아르헨티나 및 이탈리아가 100만ha 이상 유기농 재배를 하고 있으며 한국은 리히텐슈타인에 이어 902 ha로 호주 및 이탈리아의 약 1/10,000 ~ 1/1,000 수준으로 98개 조사국가 중 82위로 최하위권에 머무르고 있다. 전체 농경지 면적에 대한 유기농 재배면적의 비율은 리히텐슈타인, 오스트리아 및 스위스가 10% 이상으로 조사되었고 93개 국가 중 한국은 중국에 이어 0.05%로 78위로 나타났다(표 2). 그러나 유기농가의 수를 보면 멕시코, 이탈리아 및 인도네시아 등이 수위에 올라있고 한국은 호주에 이어 1,237농가로 40위에 올라있다(표 3).

표 1. 세계 각국의 유기농 재배면적(IFOAM 2004)

Table 1: Land Area Under Organic Management (SOEL-Survey, February 2004)					
Organic Hectares		Organic Hectares		Organic Hectares	
Australia	10,000,000	Indonesia	40,000	Thailand	3,993
Argentina	2,960,000	Romania	40,000	Azerbaijan	2,540
Italy	1,168,212	India	37,050	Senegal	2,500
USA	950,000	Kazakhstan	36,882	Pakistan	2,009
Brazil	841,769	Colombia	33,000	Luxembourg	2,004
Uruguay	760,000	Norway	32,546	Philippines	2,000
UK	724,523	Estonia	30,552	Belize	1,810
Germany	696,978	Ireland	29,850	Honduras	1,769
Spain	665,055	Greece	28,944	Jamaica	1,332
France	509,000	Belgium	20,241	Bosnia Herzegovina	1,113
Canada	478,700	Zambia	20,000	Liechtenstein	984
Bolivia	364,100	Ghana	19,460	Rep. of Korea	902
China	301,295	Tunisia	18,255	Bulgaria	500
Austria	297,000	Egypt	17,000	Kenya	494
Chile	285,268	Latvia	16,934	Malawi	325
Ukraine	239,542	Sri Lanka	15,215		

표 2. 세계 각국의 유기농 재배면적의 비율(IFOAM 2004)

% of Agricultural Area		% of Agricultural Area		% of Agricultural Area	
Liechtenstein	26.40	Latvia	0.81	Morocco	0.14
Austria	11.60	Ecuador	0.74	Turkey	0.14
Switzerland	10.00	Ireland	0.70	Tanzania	0.14
Italy	8.00	Iceland	0.70	Zypern	0.12
Finland	7.00	Sri Lanka	0.65	Senegal	0.10
Denmark	6.65	Ukraine	0.58	Japan	0.10
Sweden	6.09	Peru	0.42	Cameroon	0.09
Czech Rep.	5.09	Papua New Guinea	0.41	Indonesia	0.09
UK	4.22	Dominican Rep.	0.40	Vietnam	0.08
Germany	4.10	Paraguay	0.38	Pakistan	0.08
Uruguay	4.00	Tunisia	0.36	Lebanon	0.07
Norway	3.13	Poland	0.36	Honduras	0.06
Costa Rica	3.11	New Zealand	0.33	Zambia	0.06
Estonia	3.00	Guatemala	0.33	China	0.06
Spain	2.28	El Salvador	0.31	Rep. of Korea	0.05
Portugal	2.20	Yugoslavia	0.30	South Africa	0.05
Slovakia	2.20			Fiji	0.04

표 3. 세계 각국의 유기농 재배농가의 수(IFOAM 2004)

Organic Farms		Organic Farms		Organic Farms	
Mexico	53,577	Paraguay	2,827	Azerbaijan	285
Italy	49,489	Ecuador	2,500	South Africa	250
Indonesia	45,000	Norwegen	2,303	Bangladesh	100
Uganda	33,900	Polen	1,977	Bosnia Herzegovina	92
Tanzania	26,986	Argentina	1,779	Slowakei	84
Peru	23,057	Niederlande	1,560	Zambia	72
Brazil	19,003	Australia	1,380	Ukraine	69
Austria	18,576	Rep. of Korea	1,237	Bulgaria	50
Turkey	18,385	Romania	1,200	Luxembourg	48
Spain	17,751	Thailand	1,154		

2. 국가별 시설원예작물 생물학적방제 현황

국가별 시설원예작물의 해충방제를 위한 천적사용 비율을 보면, 기준연도는 다르지만 벨기에, 덴마크 등이 90% 이상, 캐나다, 노르웨이 및 스웨덴 등이 80% 이상으로 나타났다(표 4). 그러나 한국은 2005년 현재 약 1,463ha로 전체 면적의 2.7%에 그치고 있어 천적을 활용한 친환경농업의 비율이 매우 낮은 실정이다(세실 2005).

표 4. 국가별 시설원예작물 생물학적방제 현황(ANBP* 2003, 세실 2005)

Country	Year	Vegetables		Ornamentals	
		Area(ha) with bc	% of total area	Area(ha) with bc	% of total area
Algeria	1999	0	0.0	0	0.0
Austria	2003	570 (vegetables + ornamentals)		70%	
Belgium	1999	1,175	90%	50	
Bulgaria	1986	554			
Canada	2001	716	83%	140	12%
Chile	2001	215	3%		
Colombia	1999	1	<1%	9	<1%
Denmark	1999	110	98%	130	35%
Finland	1999	220	95%	15	9%
France	2001	1,802	<50%	52	
Germany	1996-97	356	29%	158	4%
Greece	2001	100			
Hungary	1999	258	2%	6	1%
Ireland	1984	22			
Israel	2001	220	10%		
Italy	1999	425		30	
Japan	2001	700	2%		
Korea	2005	≈1,463	≈2.7%		
Morocco	2001	163	1%		
Netherlands	1998	3,000	62%	575	11%
New Zealand	1988	1			
Norway	2000	52	80%	53	5%
Poland	2001	360			

Rumania	1984	30			
Spain	1999	1,217	2%		
Sweden	1999	110	85%	50	25%
Switzerland	1999	37	0	7	0
UK	2001	450		50	
U.S.A.	2001	?		75	
USSR	1986	4,100			
Total in ha		18,427		1,329	

*Association of Natural Biocontrol Producers

1999년 IOBC(International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants)는 주요 유럽국가와 캐나다를 대상으로 작물별 천적활용비율을 발표하였으며, 선진 농산물수출국인 네덜란드와 프랑스의 천적사용비율은 모두 90% 이상을 상회하는 것으로 나타났다(표 5).

표 5. 캐나다 및 주요 유럽국가의 작물별 천적사용비율(IOBC 1999)

국 가	주요작물	천적사용비율(%)
	오이	95
네덜란드	파프리카, 고추	100
	토마토, 가지	90
프랑스	토마토, 오이, 딸기	97
폴란드	토마토	45
캐나다	토마토, 오이, 고추 등	43

3. 친환경농업 정책현황

선진농업국가는 신뢰할만한 농업기술의 확보와 정책적 지원을 바탕으로 각 국가의 특성을 살린 다양한 천적이용 및 친환경농업정책을 추진해오고 있다.

유럽과 북미 등 선진국은 농약을 절감하면서 자연과 조화로운 지속발전 가능한 농업을 실천하고 있다. 실천방법으로 천적만을 사용하는 것이 아니라 여러 가지 방제수단을 조화롭게 이용하는 IPM을 실천하고 있다. IPM에는 재배적, 물리적 방제수단도 있지만 가장 근간으로 하는 것은 천적 중심의 생물적 방제이다. 따라서 천적만이 아니라 천적의 효과를 극대화하기 위한 여러 가지 방제수단을 동시에 이용하는 정책을 추진하고 있다.

특히, 네덜란드는 MYCPP(1991-2000)를 통해 IFS(Intensive Farming System)를 개발하고, 농약사용량 50% 절감과 천적이용의 극대화기술 확보 및 천적산업의 선두주자가 되었다(그림 1, 부록 5).

3.1. 네덜란드

3.1.1. MYCPP(1991-2000)

- 1) IPM 농법으로 농업구조 개선, 1984-1988년 대비 농약사용량 50% 감축, 농약으로 인한 환경오염 방지가 목표임
- 2) 1979년부터 철저한 연구개발을 통해 농민들에게 신뢰할만한 데이터를 제공함
- 3) IFS의 내용 : 작물윤환시스템 구축, 내병충성품종의 개발, 해충발생예찰기술 개발, 포장모니터링기술 개발, 불필요한 농약사용 억제, 제초제의 합리적 살포기술 개발, 질소비료 시용 감축, 인산 및 칼륨비료의 균형시비기술, 환경지속형/이동형 농약의 사용금지 등을 내용으로 함
- 4) 결과적으로 해충방제를 위한 천적이용을 촉진하여 친환경농업구조로의 전환이 이루어짐
- 5) 친환경농업 농가에 정부보조금 지급함
- 6) 생산농산물에 그린라벨의 부착 및 그린마케팅 프로그램을 마련함
- 7) 농업생산에 각종 투자를 유치함
- 8) 1995년 목표초과 및 2002년 현재 농약사용량 65% 감축에 성공함

네덜란드에서 추진한 MYCPP는 재배농민, 농약생산회사 및 소비자가 합의

하에 추진된 농약감축정책이다. 시설작물에서 천적이용은 생산자와 기업이 중심이 되어 추진하였고, 노지작물에서의 정책추진은 국가가 환경보호 차원에서 해충종합관리 시책을 추진하였다.

JOURNAL OF PESTICIDE REFORM/FALL 1997 • VOL.17, NO. 3

● REDUCING PESTICIDE USE IN THE NETHERLANDS

WITH STICK AND CARROT

The Netherlands is one of several European countries that pioneered the adoption of national pesticide risk reduction plans with measurable targets.

The Dutch model is particularly relevant to the United States. Agriculture in both countries is crucial to the national economy and is highly political, diverse, and chemical-dependent. The overuse of pesticides generates similar environmental concerns and makes pesticide reduction a complex undertaking for policy makers.

We hope to provide food for thought to pesticide management specialists in the United States and elsewhere by presenting an overview of the successes and problems encountered so far during the Dutch initiative, and proposals for further action based on those results. In particular, we will discuss the regulatory and motivational pesticide reduction policy instruments chosen by the Netherlands (the "stick" and the "carrot," respectively), focusing on potato growing as an example of pesticide reduction potential at the farmer level.

BY JET PROOST AND PATRICIA MATTESON

The Netherlands, which is only slightly larger than the small U. S. state of Maryland, is the world's third largest exporter of agricultural produce by value,

after the United States and France. During 1984-1988, the intensive farming systems of the Dutch supported the world's heaviest agricultural pesticide use: about 20 kilograms (kg) of active ingredients (a.i.) were applied per hectare (ha) of arable land, in contrast to about 2 kg in the United States.


Crop rotations are short, and strict phytosanitary and quality requirements for exported vegetables, flowers, and bulbs entail heavy pesticide use. In addition, frequent cultivation of the profitable staple crop, potatoes, depended on fungicides and soil sterilants. Soil sterilants, also widely used in greenhouses and bulb growing, accounted for 50 percent of pesticide use.¹

By the late 1980s, public concern about agricultural pollution forced politicians to consider mitigative measures. That concern was justified by subsequent studies showing extensive pollution of ground and surface waters by pesticides, manure, and fertilizer. Among pesticides, insecticides, fungicides, and herbicides cause the worst pollution problems.²

Jet Proost is Assistant Professor in the Department of Communication and Innovation Studies of Wageningen Agricultural University. She specializes in environmental issues in agricultural extension and management aspects of extension services. Her special interest is farmers' initiatives in extension and research. From 1991 to 1996 she led several evaluation research projects on the MYCPP.

Hollandseweg 1, 6706 KN Wageningen, The Netherlands. Phone: +31 317 482255, Fax: +31 317 484791. E-mail: jet.proost@ALG.VLK.WAU.NL

Patricia Matteson is an International pest and pesticide management consultant, and Adjunct Pro-



<그림 1> 네덜란드의 MYCPP 종합분석기사(*Journal of Pesticide Reform* 1997)

3.2. 선진농업국가의 IPM 사례(농업과학기술원 1998)

국 가	정책수립시기	구 분	목표 및 내용
미 국	1993	정 책	IPM시스템개발 및 실천을 위한 국가계획
		목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ● 전체농경지의 75% IPM 실천 ● 화학합성 농약의존도 탈피 ● 생태학적 기반의 지속적이고 경제적인 해충방제
		성 과	<ul style="list-style-type: none"> ● 코틀링나방의 페로몬방제; 농약사용량 66% 감축 ● 천적의 발굴 및 이용
캐나다	1987-2002	정 책	농약사용량 50% 감축안
		목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ● Ontario주 농약사용량 50% 감축 ● 농약이 건강과 환경에 미치는 영향을 우려한 국민들의 요구가 정책에 반영된 경우임
		성 과	<ul style="list-style-type: none"> ● 옥수수, 콩, 사과, 화훼, 시설채소에서 성공 ● 천적을 이용한 해충방제
영 국	1990-1994	정 책	LIFE(Less Intensive Farming and Environment)
		목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ● 농약 저투입을 위한 윤작, 천적이용, 농약사용농도 감소, 작부체계 변화 ● 수량감소 없이 농약사용량 50% 감축
		성 과	<ul style="list-style-type: none"> ● 밀과 유지작물에서 농약과 비료의 사용량 감소 <ul style="list-style-type: none"> - 질소비료 36% - 제초제 26% - 살균제 79% - 살충제 78% ● 천적과 길항균의 보호 및 적극적인 활용
이탈리아	1987	정 책	국가적 규모의 IPM 시행
		목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ● 규제를 통한 농약사용량 감축 ● 작물과 삼림의 종합관리 ● 생물학적방제와 천적보호 ● 과수분야 생물학적방제기술 연구개발
		성 과	<ul style="list-style-type: none"> ● 농약사용량 30~50% 감축

스웨덴	1986-1990	정 책	농약사용량 50% 감축
		목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ● 농업·원예·임업 분야에서 농약의 위험성 최소화 ● 1990년까지 1986년 대비 농약사용량 50% 감축 ● 생물학적방제를 축으로 시행
		성 과	● 시설채소의 생물학적방제
호주	1988	정 책	농약사용절감대책
		목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ● 1960년대 중반 소비자의 농약사용량 감축요구 ● 1988-2000년 사과재배시 농약사용량 50% 감축 ● 1990-1996년 사과와 화훼 IPM ● 감귤 IPM; 1970-1978년 대비 농약사용량 50% 감축 ● 목화 IPM; 1983년
		성 과	● 각 작목별 IPM 성공
뉴질랜드	1992	정 책	Kiwi Green Project
		목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ● 1980년대부터 시작된 키위 IPM의 지속 ● 1981년부터 시작된 시설작물 IPM의 생물학적해충 방제 중심으로 지속
		성 과	● 키위재배면적의 12.5% IPM 정착
한국	1997 2005-2013	정 책	친환경농업육성법 제정, 원예작물천적지원사업
		목표 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ● 2013년까지 시설원예재배면적의 50% 천적방제 ● 정책과급효과를 통한 천적이용면적의 확대 ● 천적산업을 농업분야 신Bio성장동력산업으로 육성 ● 원예산업의 수출전략산업화 ● 유용한 국내 천적자원의 발굴·육성
		성 과	-

3.3. 스위스 IP(Integrated Production) 생태보조금명령 제22조 1993

- 1) 윤작, 분할경작, 목초지 및 농장경영으로 토양침식이나 비료, 농약의 유출을 가능한 한 방지할 것
- 2) 농경지에서는 토양침식이나 비료, 농약의 소실이 가능한 한 적게 일어나도록 토양층을 조절할 것
- 3) 비료의 순환을 가능한 한 단절시키고 유용동물의 수가 입지조건에 적합하도록 하며 인산질소의 양적 균형을 확립할 것
- 4) 식물재배는 자연의 조정기구를 최우선으로 활용하고 직접적인 식물보호

- 조치는 피해가 일정 수준에 도달할 때까지 유보할 것
- 4) 생태조정용 토지의 경우, 포도밭을 제외하고 농장 이용지의 5%이상으로 할 것
 - 5) 지표수, 산울타리, 삼림주변 등을 따라 조방적 완충지를 설치할 것
 - 6) 토지이용의 집약도는 사료용 식물재배지 중에서 세분화시키고, 동시에 입지조건이나 식물구성에 적합하도록 할 것
 - 7) 유기농재배의 경우 22조에서 정한 IP에 대한 요건을 포함할 것이며, 화학합성농약, 용해되기 쉬운 무기비료, 화학합성비료는 사용금지

3.4. 미국 LISA(*Low Input Sustainable Agriculture*) 1988

본 정책은 농업생산성과 수익성을 유지하고 자원환경의 유지와 농업인의 건강 및 농산물의 안정성 확보를 위한 정책이다. 이를 추진하기 위해 1) 작부체계 변경 및 윤작방식 도입, 2) IPM의 실천, 3) 토양과 물의 보전을 위한 경작방법 변경, 4) 분뇨 및 기타 유기물, 녹비작물의 이용 및 5) 재배와 축산의 복합영농 등의 실천사항을 부과하고 있다.

3.5. 독일 IA(*Aus Integrierten Anbau*) 1991

본 정책은 건강에 대한 높은 가치를 갖는 농산물의 생산을 위해 1) 토양미생물에 대한 배려, 2) 비옥한 토양의 유지와 촉진, 3) 유해 유기물에 대한 저항력 배양, 4) 병충해 방제를 위한 자연적 요소의 효과적 이용, 5) 농약 및 화학약품의 사용억제와 천적의 적극활용 및 6) 토양, 물, 공기를 오염시키지 않을 것 등의 실천사항을 부과하고 있다.

4. 화학합성농약 사용현황

친환경농업 또는 IPM 체제로의 전환은 천적의 이용 및 재배기술의 개발과 병행하여 농약사용량의 감축이 성패의 요인으로 지적되어 왔다. 국제기구 및 선진농업국가에서는 사회, 환경, 경제 및 정책 등에 관한 여러 가지 평가지표를 개발하여 각 나

라별 지속가능한 개발 정도를 비교·조사하여 왔으며, 환경과 관련하여 화학합성 농약 및 비료 사용량을 농업환경지표 및 환경오염지표로 관련국들을 평가하고 있다.

1992년 발족한 UN산하 CSD(지속가능개발위원회, *The United Nations Commission on Sustainable Development*)는 Agenda 21, 리우협약(Rio declaration on Environment and Development), 요하네스버그이행계획(JPOI, *Johannesburg Plan of Implementation*)의 지속적인 이행을 감시하는 기구로 지속가능한 개발과 관련된 15개의 대주제와 그와 관련된 38개의 소주제로 구분하고 이와 관련된 각종 지표를 설정하였는데 Chapter 4.1 Table 4의 농업항목에 화학합성 비료 및 농약사용량을 평가지표로 하고 있다(표 6).

표 6. UN 산하 지속발전가능위원회(CSD)의 환경에 대한 평가지표(CSD 1995)

ENVIRONMENTAL		
Theme	Sub-theme	Indicator
Atmosphere (9)	Climate Change	Emissions of Greenhouse Gases
	Ozone Layer Depletion	Consumption of Ozone Depleting Substances
	Air Quality	Ambient Concentration of Air Pollutants in Urban Areas
Land (10)	Agriculture (14)	Arable and Permanent Crop Land Area
		Use of Fertilizers
		Use of Agricultural Pesticides
	Forests (11)	Forest Area as a Percent of Land Area
		Wood Harvesting Intensity
	Desertification (12)	Land Affected by Desertification
Urbanization (7)	Area of Urban Formal and Informal Settlements	
Oceans, Seas and Coasts (17)	Coastal Zone	Algae Concentration in Coastal Waters
	Fisheries	Percent of Total Population Living in Coastal Areas
		Annual Catch by Major Species
Fresh Water (18)	Water Quantity	Annual Withdrawal of Ground and Surface Water as a Percent of Total Available Water
	Water Quality	BOD in Water Bodies
		Concentration of Faecal Coliform in Freshwater
Biodiversity (15)	Ecosystem	Area of Selected Key Ecosystems
		Protected Area as a % of Total Area
	Species	Abundance of Selected Key Species

Agenda 21, Chapter 14의 I. 농업의 종합적해충관리와 방제(Integrated Pest Management and Control in Agriculture)항에서는 농약의 과용이 여러 가지 부작용을 야기하였음을 확인하고 생물학적방제, 저항성품종의 재배, 적절한 농업기술 및 농약사용량의 감축을 종합한 종합적해충관리가 미래를 위한 가장 적절한

한 선택이라고 규정하였으며, 이 기술이 친환경농업 및 지속가능한 농업에 기여할 것이라고 진단하였다.

I. Integrated pest management and control in agriculture

Basis for action

14.74. World food demand projections indicate an increase of 50 percent by the year 2000 which will more than double again by 2050. Conservative estimates put pre-harvest and post-harvest losses caused by pests between 25 and 50 percent. Pests affecting animal health also cause heavy losses and in many areas prevent livestock development. Chemical control of agricultural pests has dominated the scene, but its overuse has adverse effects on farm budgets, human health and the environment, as well as on international trade. New pest problems continue to develop. Integrated pest management, which combines biological control, host plant resistance and appropriate farming practices and minimizes the use of pesticides, is the best option for the future, as it guarantees yields, reduces costs, is environmentally friendly and contributes to the sustainability of agriculture. Integrated pest management should go hand in hand with appropriate pesticide management to allow for pesticide regulation and control, including trade, and for the safe handling and disposal of pesticides, particularly those that are toxic and persistent.

Objectives

14.75. The objectives of this programme area are:

- a. Not later than the year 2000, to improve and implement plant protection and animal health services, including mechanisms to control the distribution and use of pesticides, and to implement the International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides;
- b. To improve and implement programmes to put integrated pest-management practices within the reach of farmers through farmer networks, extension services and research institutions;
- c. Not later than the year 1998, to establish operational and interactive networks among farmers, researchers and extension services to promote and develop integrated pest management.

Activities

(A) Management-related activities

14.76. Governments at the appropriate level, with the support of the relevant international and regional organizations, should:

- a. Review and reform national policies and the mechanisms that would ensure the safe and appropriate use of pesticides - for example, pesticide pricing, pest control brigades, price-structure of inputs and outputs and integrated pest-management policies and action plans;
- b. Develop and adopt efficient management systems to control and monitor the incidence of pests and disease in agriculture and the distribution and use of pesticides at the country level;
- c. Encourage research and development into pesticides that are target-specific and readily degrade into harmless constituent parts after use;
- d. Ensure that pesticide labels provide farmers with understandable information about safe handling, application and disposal.

Means of implementation

A) Financing and cost evaluation

14.79. The Conference secretariat has estimated the average total annual cost (1993-2000) of implementing the activities of this programme to be about \$1.9 billion, including about \$285 million from the international community on grant or concessional terms. These are indicative and order-of-magnitude estimates only and have not been reviewed by Governments. Actual costs and financial terms, including any that are non-concessional, will depend upon, inter alia, the specific strategies and programmes Governments decide upon for implementation.

B) Scientific and technological means

14.80. Governments at the appropriate level, with the support of the relevant international and regional

organizations, should launch on-farm research in the development of non-chemical alternative pest management technologies.

C) Human resource development

14.81. Governments at the appropriate level, with the support of the relevant international and regional organizations, should:

- a. Prepare and conduct training programmes on approaches and techniques for integrated pest management and control of pesticide use, to inform policy makers, researchers, non-governmental organizations and farmers;
- b. Train extension agents and involve farmers and women's groups in crop health and alternative non-chemical ways of controlling pests in agriculture.

D) Capacity-building

14.82. Governments at the appropriate level, with the support of the relevant international and regional organizations, should strengthen national public administrations and regulatory bodies in the control of pesticides and the transfer of technology for integrated pest management.

CSD에서 2005년 발표한 환경지속성지수(ESI, *Environmental Sustainability Index*)에 의하면 한국은 2002년 135위에서 2005년 122위로 13계단 상승하였지만 여전히 146개 조사국 중 하위권에 머물러 있다(표 7). 환경지속성지수란 20개의 지표에 68개의 항목으로 분석한 지속가능점수를 의미한다.

표 7. 각 국가별 환경지속성지수의 순위(ESI 2005)

ESI Rank	Country Name	ESI Score	OECD Rank	Non-OECD Rank	Comp-onents	ESI Rank	Country Name	ESI Score	OECD Rank	Non-OECD Rank	Comp-onents
75	Indonesia	48.8		53		111	Togo	44.5		84	
76	Spain	48.8	23			112	Belgium	44.4	28		
77	Guinea-Bissau	48.6		54		113	Dem. Rep. Congo	44.1		85	
78	Kazakhstan	48.6		55		114	Bangladesh	44.1		86	
79	Sri Lanka	48.5		56		115	Egypt	44.0		87	
80	Kyrgyzstan	48.4		57		116	Guatemala	44.0		88	
81	Guinea	48.1		58		117	Syria	43.8		89	
82	Venezuela	48.1		59		118	El Salvador	43.8		90	
83	Oman	47.9		60		119	Dominican Rep.	43.7		91	
84	Jordan	47.8		61		120	Sierra Leone	43.4		92	
85	Nepal	47.7		62		121	Liberia	43.4		93	
86	Benin	47.5		63		122	South Korea	43.0	29		
87	Honduras	47.4		64		123	Angola	42.9		94	
88	Côte d'Ivoire	47.3		65		124	Mauritania	42.6		95	

농업관련 지표는 Chapter 2 Table 10의 환경스트레스 경감 항목에 있으며 BOD 방출량과 함께 재배면적당 비료와 농약사용량을 중요 요소로 평가하고

있다(표 8).

표 8. 환경지속성지표의 구조(ESI 2005)

Reducing Environmental Stresses	6	Reducing Air Pollution	18	COALKM	Coal consumption per populated land area
			19	NOXKM	Anthropogenic NO _x emissions per populated land area
			20	SO2KM	Anthropogenic SO ₂ emissions per populated land area
			21	VOCKM	Anthropogenic VOC emissions per populated land area
			22	CARSKM	Vehicles in use per populated land area
	7	Reducing Ecosystem Stress	23	FOREST	Annual average forest cover change rate from 1990 to 2000
			24	ACEXC	Acidification exceedance from anthropogenic sulfur deposition
	8	Reducing Population Pressure	25	GR2050	Percentage change in projected population 2004-2050
			26	TFR	Total Fertility Rate
	9	Reducing Waste & Consumption Pressures	27	EFPC	Ecological Footprint per capita
			28	RECYCLE	Waste recycling rates
			29	HAZWST	Generation of hazardous waste
	10	Reducing Water Stress	30	BODWAT	Industrial organic water pollutant (BOD) emissions per available freshwater
			31	FERTHA	Fertilizer consumption per hectare of arable land
			32	PESTHA	Pesticide consumption per hectare of arable land
			33	WATSTR	Percentage of country under severe water stress
	11	Natural Resource Management	34	OVRFSH	Productivity overfishing
			35	FORCERT	Percentage of total forest area that is certified for sustainable management
36			WEFSUB	World Economic Forum Survey on subsidies	
37			IRRSAL	Salinized area due to irrigation as percentage of total arable land	
38			AGSUB	Agricultural subsidies	

미국의 PCSD(*President's Council on Sustainable Development*)와 SDI group은 지속가능개발지수(SDI, *Sustainable Development Index*)를 40개의 지역사회지표(Community indicators)로 분석한다. 지역사회지표 중 지방지표(Local Indicators)의 생태계보전(Ecosystem Integrity)을 구성하는 지표 중 토지이용지표(Land Use Indicators)에는 농업에서 종합적해충관리가 이루어지는 농지면적과 농약을 사용하는 관행농법 및 유기농법 면적(Area used for organic agriculture/area used for chemical intensive agriculture)을 포함하고 있다. 또한 세계 각국은 농약사용 절감을 위해 보다 적극적으로 추진하기 위하여 관련법규와 가이드라인을 만들었다(표 9).

표 9. 국가별 농약사용 절감을 위한 관련법규 및 수단(European Parliament 1998)

국 가	관련법규 및 가이드라인	주요 내용 및 수단
네덜란드	<ul style="list-style-type: none"> ● Pesticide Act(1994) ● Regulation Environmental Criteria for the Admission of Pesticides(1995) ● Water Pollution Act(1970) ● Environmental Management Act(1993) 	<ul style="list-style-type: none"> - 비화학적 작물보호기술 개발 및 이용 - 친환경농업으로의 전환 장려 - 살충제 사용 및 등록요건 강화 - 농림부, 환경부, 농민, 농약회사간의 MYCPP 이행약속
덴마크	<ul style="list-style-type: none"> ● Act on <ul style="list-style-type: none"> - Chemical Substances and Products - regulates approval pesticides ● Statutory Order on Pesticides(1993) ● Statutory Orders <ul style="list-style-type: none"> - education of use - professional users - aerial spraying, - farm-level use journals - inspection of spraying equipment ● Tax on pesticides(1995) 	<ul style="list-style-type: none"> - 최적화에 따른 사용량 감소 - 살충제에 과세 - 직업살포자 및 장비에 대한 자격조건 - 사용기록 의무화 - 작물보호를 위한 의사결정 시스템 - 유기농 및 무농약에 대한 지원 - 무농약 영농기술 개발 - 재등록제도
스웨덴	<ul style="list-style-type: none"> ● Act on Chemical Products ● Ordinance on Pesticides ● Ordinance on Handling of dangerous substances 	<ul style="list-style-type: none"> - 재등록제도 - 사용자의 교육과 자격조건 의무화 - 살포 장비에 대한 자발적인 검사 - 2차오염/부작용 우려지역의 사용제한 - 새로운 살충제 관리지침 개발 - 예찰시스템 최적화, 대체기술 연구 - 살충제에 대한 환경개선부담금 - 친환경농법으로의 전환을 위한 지원
미국 - 미시건주	<ul style="list-style-type: none"> ● FIFRA (Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act) ● Michigan Pesticide Control Act(1976) ● EPA(U.S. Environmental Protection Agency) ● Groundwater and Freshwater Protection Act ● Michigan Right-to-Farm Act ● Federal Clean Water Act 	<ul style="list-style-type: none"> - 농약사용자(개인/ 방제회사)의 자격 - 사용제한 살충제 판매에 대한 자격 - 살충제 노출위험 감소를 위한 규칙 - 표기에 따른 살충제 사용기준 - 장비검사 및 조정 - 자발적 지하수 관리 - 농업구조 전환을 위한 지원금 - IPM: 해충발생 감시, 윤작 등

그럼에도 불구하고 국내에서 사용되는 화학농약의 80%이상을 해외에서 수입하고 있으며 그 규모는 2001년 이후 연평균 34,000톤(3억 2천만 달러)에 달한다. 연간 수입물량은 감소추세에 있으나 수입금액은 2001년 2억7천만 달러에서 2003년 3억5천만 달러에 달했으며 특히 원예용 농약사용량은 1999년 (7.5kg/ha) 대비 25% 이상 증가(9.4kg/ha)하여 화학합성농약에 의존하는 작물보호방식은 정부의 친환경농업육성정책에도 불구하고 오히려 증가 추세에 있는 것으로 보인다(표 10).

표 10. 국내 원예용농약 시장규모(한국농약공업협회, 한국유기농업협회 2004)

종 류	2002	2003
살 충 제	235,664	221,970
살 균 제	231,724	241,992
제 초 제	110,000 (수도작 제외 전체)	

<단위 백만원>

네덜란드, 덴마크, 스웨덴 등 유럽의 농업선진국가에서는 농약사용을 규제하기 위한 살충제 사용에 대한 과세, 농약사용자의 자격조건, 환경부담금의 부과 등 농약사용자에 대한 많은 규제가 있고, 친환경농업의 잘려 및 지원이 이루어지고 있으나 우리나라는 아직까지 농약 사용에 대한 직접적인 규제는 거의 없었으며, 친환경농업실천에 대한 농림부의 친환경농업 정책사업은 있지만 법적 조치는 아직까지 없다. 우리나라도 친환경 농업의 실천을 위하여서는 선진국에서와 같은 농약사용자에 대한 자격조건 의무화, 부담금 부과, 농약등록조건 강화 등의 조치와, 친환경 실천농가에 대한 지원프로그램의 개발이 요구되고 있다.

5. 친환경농산물 시장동향

일부 국가에서 시행된 정책의 일부는 환경오염에 대한 우려와 안전농산물을 요구하는 소비자에 의해 이루어졌다(친환경농업정책 현황 참고). 건강과 식품

안전에 대한 관심은 친환경농산물시장의 거대한 규모로 나타났다(표 11).

네덜란드의 소비자들은 건강 및 식품안전성을 이유로 50% 이상의 유기농산물을 구매한다. 이들 중 약 절반 정도가 화학합성 농약이나 비료를 사용하지 않는 친환경농법으로 생산된 농산물을 선호한다. 다음으로 건강, 맛, 화학적 식품첨가물이 배제된 식품, 유기농법, 질, 그리고 식품의 안전성 때문에 이용한다. 약 35%의 소비자들은 유기농산물보다 저렴하기 때문에 일반농산물을 구매한다. 일반농산물을 선택하는 기준은 가격과 구매의 편의, 외관, 그리고 선택의 다양성 때문에 선호되고 있다(USDA 2002).

표 11. 세계 각국의 유기농산물 시장규모(IFOAM 2004)

지역	국가	2002년 시장규모(억달러)
유럽	계	105
	독일	30.6
	영국	15
	이탈리아	13
	프랑스	13
	스위스	7.66
	덴마크	-
	북미	계
	캐나다	7.5
아시아	일본	3.5
라틴아메리카		1.0
오세아니아		2.0

국내의 경우에도 소비자의 농산물 소비패턴이 변화하고 있으며(표 12), 안전농산물에 대한 지불의사가 매우 높은 것으로 나타났다(표 13). 또한 친환경농산물과 관련된 다양한 지표와 관련하여 외국과 같은 현상을 보이고 있다.

- 1) 국내 친환경농산물의 수요는 매년 40% 이상 증가하고 있으며, 2010년 우

- 리나라의 시장규모는 4조원으로 증가할 것으로 전망됨(2001년 2,000억 → 2003년 3,900억)
- 2) 친환경농산물 생산량은 지난 3년 평균 100% 이상 급신장세를 보임(전체 농산물중 2%를 차지, 2001년 87,279톤 → 2003년 365,849톤)
 - 3) 친환경농산물의 수입량은 2004년 5,313톤, 2005년 상반기에 7,945톤으로 수입물량 급상승함
 - 4) 친환경농산물을 취급하는 유통매장의 수는 2005년 상반기 현재 931개소로 2004년 대비 32.8% 증가

표 12. 식품선택시 중요하게 고려하는 품질특성(농업전망 2002)

구 분	쌀	청과물	육 류	가공식품
맛	49.6	41.3	33.5	27.0
안전성	15.8	37.1	46.9	51.4
영 양	15.8	7.3	4.2	6.8
가 격	15.6	5.6	4.2	6.9
선별·포장	3.1	8.7	9.1	7.9

<단위 %>

표 13. 안전농산물에 대한 지불의사금액(농업전망 2002)

구 분	지불의사가격(일반농산물=100)
쌀	151~183
쇠고기	148~238
상 추	151~347
복숭아	165~166
포 도	171~173
두 부	230~273

세계 각국은 소비자가 구매농산물에 대한 품질을 평가할 수 있도록 농산물 인증제도를 시행하고 있는데, 유기농산물 및 유럽연합의 로고는 유럽연합 내에서 생산된 유기농산물을 95% 이상 사용하여 가공처리한 상품에 한해서만 부착이 가능하다. 이와는 별도로 유럽연합 각국은 개별적인 유기농산물 인증로고를 가지고 있으며 이는 소비자에 대한 신뢰를 획득하여 유기농산물의 소비 증대에 기여하고 있다. 우리나라 또한 농약사용에 근거하여 유기농산물, 전환기 유기농산물, 저농약농산물 및 무농약농산물로 구분되는 친환경농산물 인증제도를 2001년부터 실시하고 있으나 농약사용량 및 사용기간에 의해 구분하여 인증하는 제도로 재배과정 중 사용하는 유기농자재의 비율에 따라 인증되는 외국의 유기농산물의 개념과는 다르다(그림 2). 또한 유럽의 농산물 소매연합체인 EUREP(*Euro Retailer Produce Working Group*)은 원예농산물의 우수농업실천을 위한 최소한의 생산표준인 GAP을 우수과실 및 과채류 생산의 표준으로 채택하고, 소비자에게 국제 및 국내표준과 규정에 맞도록 농산물이 생산되었다는 것을 확신시키기 위해 생산자와 소매업체로 구성된 기술표준위원회(Technical & Standard Committee)에서 EUREPGAP의 개정, 실천 및 개선을 담당하고 있다.



Glossary of USDA Terminology

- 100% Organic**
 - Mostly applies to produce.
- Organic (95-100% organic ingredients)**
 - All GREAT NORTHERN'S ORGANIC PRODUCTS CARRY THIS LOGO
 - GREAT NORTHERN IS CERTIFIED ORGANIC BY "QAI" Quality Assurance International under the USDA ORGANIC Regulations
- Made with Organic Ingredients (70-94% organic ingredients)**
 - Can use phrase: "Made with organic ingredients"
 - CANNOT use the USDA ORGANIC seal.
- Less than 70% Organic Ingredients**
 - No organic labeling allowed on front panel, but organic ingredients can be listed on nutrition panel.
 - CANNOT use USDA ORGANIC seal.

Table 8: Government and Private Logos for Organic Products in Europe

Austria (state)	Austria (state)	Austria (state)
Denmark (state)	Finland (state)	France (state)
Germany (state)	Netherlands (state)	Norway (private)
Spain (state)	Sweden (private)	Switzerland (private)

<그림 2> 세계 각국의 농산물 품질표시 마크

6. 국내 친환경농업농가의 애로사항 및 천적이용 만족도

국내 친환경농업인의 애로사항을 보면 병해충 및 잡초방제에 대한 어려움을 호소하는 농민이 전체의 56.3%로 농업경영에서 해충방제가 가장 어려운 문제임을 알 수 있다(표 14). 또한 본 연구과정 중 천적을 사용하는 농가를 현지 방문하여 애로사항을 청취한 결과는 천적활용정책의 확대를 추진하는데 있어 고려해야할 중요한 사항으로 보이며, 아울러 천적을 공급하는 민간천적회사의 책임도 매우 큰 것으로 나타났다(표 15).

한편, 딸기, 토마토, 고추 및 파프리카를 재배하는 76농가를 대상으로 천적을

이용한 해충방제에 대한 선호도는 매우 만족이 28%, 만족이 45%, 보통이 23%, 불만이 4%로 대체로 천적의 이용에 만족하는 비율이 73%로 높게 나타났으며, 이는 천적 이용의 확대에 바람직한 결과로 보인다(세실 2005, 부록 6).

표 14. 친환경농업인의 애로사항(농경과 원예 2002)

애로사항	빈 도	비 율(%)
병해충방제기술	80	37.2
잡초방제기술	41	19.1
부족한 노동력	33	15.4
농산물 판매방법	27	12.6
토양관리방법	19	8.8
작물영양관리	7	3.2
기 타	8	3.7
계	215	100

표 15. 천적사용농가의 애로사항(서울대학교 2005, 부록 7)

구 분	내 용
기술부족	천적관리기술이 어려움
	해충발생예찰이 어려움
천적의 품질	천적에 대한 정보/매뉴얼 부족
	천적의 용량이 라벨과 상이함
	천적사용 비용이 농약에 비해 높음
	천적 수령시 사망개체의 비율이 높음
홍보부족	천적의 효과가 없음
	천적 자체에 대한 불신
수익성	천적사용 농산물의 가격
기 타	농약사용 농가와와의 갈등

IV. 생물학적방제와 천적

1. 정 의

1.1. 생물학적방제(biological control)

자연생태계에서 일어나는 포식자와 기생포식자 등의 천적에 의한 해충밀도 조절의 자연적 발현을 기대하기 보다는 이들 천적들의 기능이 극대화될 수 있도록 인위적이고 적극적으로 천적들을 이용하여 해충밀도를 억제하는 방법

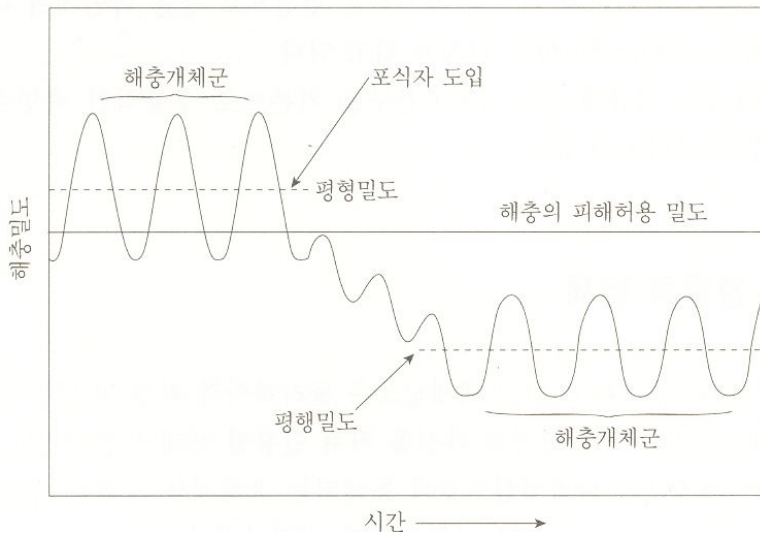
1.2. 천적(natural enemy)

다른 해충을 소비하며 그 해충 개체군을 제한하는 기생포식자(parasitoid), 포식자(predator) 및 병원균 등의 생물을 총칭하여 천적이라고 할 수 있으나 본 보고서에서 지칭하는 천적은 농림작물의 해충을 기주 또는 먹이로 하는 기생성, 포식성, 곤충병원성의 일정 범위의 기주특이성을 지닌 곤충을 비롯한 절지동물과 환형동물을 말하며 EPPO 및 APHIS List 등에 열거된 천적들이 해당됨

2. 천적에 의한 생물학적방제 원리

곤충 개체군은 일반적으로 어떤 범위 내에서 일정한 평형밀도를 중심으로 경시적 변동을 하는데 이러한 개체군 변동은 밀도의존적 개체군 조절력이 작용함으로써 일어난다고 할 수 있다. 그러나 곤충 개체군의 평형밀도가 경제적 피해수준보다 높게 유지된다면 이 곤충은 중요한 해충의 지위를 지니게 되는 동시에 이 해충개체군의 자연적 조절 메커니즘으로는 밀도억제가 어렵게 된다.

생물학적방제는 이러한 상황에서 기생벌이나 포식성 곤충과 같은 천적을 인위적으로 방사함으로써 천적의 기능에 의해 해충 개체군 밀도를 감소시키는 물론 이 해충 개체군이 낮은 수준(즉, 새로운 평형밀도)에서 변동 유지하게 하는 것이다(그림 3).



<그림 3> 해충 개체군 밀도가 천적의 도입 이후 새로운 평형밀도로 변화·유지되는 생물학적방제의 전형적 유형(류와 이, 2002)

3. 천적이용의 역사

천적을 이용한 해충방제의 역사는 1881년 미국에서 농무부에 곤충과가 설립되어 생물학적방제가 시작되었는데 1883년 배추흰나비(*Pieris rapae*) 방제를 위하여 고치벌의 일종인 *Cotesia glomoreta*를 수입한 것이 최초였다.

한편 미국의 캘리포니아주 오렌지 재배지역에서 약 1868년에 처음 발견된 이후 극심한 피해를 주었던 이세리아각지벌레(*Icerya purchasi*)를 대상으로 1888년에 이 해충의 원산지인 호주에서 베달리아무당벌레(*Rodolia cardinalis*)를 수입하여 방사함으로써 방제에 성공한 것이 천적을 이용한 생물학적방제의 실질적 최초의 대성공사례이다. 이로부터 침입 외래해충의 원산지로부터 천적을 수입하여 이용하는 고전적 생물학적방제가 확산되었다고 할 수 있다.

미농무부(USDA) 곤충과 주관의 최초의 대규모 고전적 생물학적방제 사업은 뉴잉글랜드 지방에 침입한 짚시나방과 brown tail moth 방제를 위하여 유럽과 일본으로부터 기생벌과 포식성 곤충을 수입한 사업이다. 두 번째 대규모 사업은 1911년 알팔파바구미(*Hypera postica*) 방제를 위하여 기생벌을 수입한 사업이며 미농무부 역사상 대성공한 고전적 생물학적방제 프로그램의 하나로 기록

되고 있다. 세번째 대규모 사업은 1911년 유럽조명나방(*Ostrinia nubilalis*)에 대한 고전적 생물학적방제 사업으로서 그 결과 같은 해에 미농무부 최초의 해외 연구실인 유럽천적연구소가 프랑스 파리에 설립되었다. 고전적 생물학적방제의 역사는 약 120년에 이르고 있으며 기록되어 있는 약 1,200건의 사업 중 상당한 정도의 성공을 보인 것은 약 10.7%, 어느 정도 정착을 보인 것은 약 40%에 달한다. 미국의 경우, 1888-1972년까지 고전적 생물학적방제에 소요된 비용은 1993년 화폐가치로 2천만 달러에 불과하나 1953-1972년까지 고전적 생물학적방제의 성과에 의해 매년 3억 달러의 이익을 보고 있다고 추정되고 있으며 (Vail 등, 2001) 2002년 현재 미농무부 산하 60개 실험실에서 100개 이상의 고전적 생물학적방제 사업을 수행하고 있어 이 분야 연구를 선도하고 있다.

호주의 경우, 1888-2000년까지 총 98종의 해충에 대하여 고전적 생물학적방제 사업이 수행되었으며 상당수의 천적이 정착되었거나 방제의 성공이 이루어진 것으로 평가되고 있다(Waterhouse와 Sands, 2001). 동남아시아의 경우, 주요 16종의 해충에 대한 생물학적방제 사업이 수행되어 이중 11종의 해충에 대해서 상당한 성공이 이루어진 것으로 평가되고 있다(Waterhouse, 1998).

유용천적의 대량증식을 통한 증식이용 생물학적방제는 1920년대 영국에서 토마토에 발생하는 해충인 온실가루이(*Trialeurodes vaporariorum*)를 방제하기 위해 온실가루이좀벌(*Encarsia formosa*)을 이용한 것이 최초의 기록이다. 이처럼 오래전부터 생물학적방제가 성공하였고 실제로 많이 이용되기도 하였으나 1940년대에 유기합성농약이 출현하면서부터 이용이 단절되었다가 농약의 부작용에 대한 인식이 확산됨에 따라 1960년대 말 이후부터 생물학적 방제의 중요성이 부각되기 시작하였다. 1960년대 말에 네덜란드에서는 칠레이리응애(*Phytoseiulus persimilis*)를 이용하여 오이재배온실의 점박이응애(*Tetranychus urticae*) 방제에 성공하였고, 1968년에는 칠레이리응애를 상업적으로 대량 생산함으로써 최초로 천적을 산업화시켰다.

우리나라의 천적이용의 역사는 1934년 사과면충(*Erosoma latigerum*)을 방제하기 위해 Nakayama가 일본으로부터 사과면충좀벌(*Aphelinus mali*)을 대구, 수원 및 진남포에 수입하여 1936년 사과면충좀벌의 생식과 정착 및 이용가능성을 조사하였으나, 결과는 남아있지 않다. Kamiya는 지난 260년간 소나무에 피해를 주는 소나무해충을 방제하기 위해 1931년 독나방살이고치벌(*Glyptapanteles*

liparidis)을 수입하였으나 이 기생봉의 기생율은 매우 낮은 것으로 알려지고 있다. 1964년 김 등은 솔나방(*Dendrolimus spectabilis*)의 알기생봉을 조사하여 송충알벌(*Trichogramma dendrolimi*)의 기생율이 가장 높았다는 결과를 보고하였다. 1958년 서울에서 처음 발생하여 전국으로 확산된 미국흰불나방(*Hyphantria cunea*) 방제를 위해 1967년 김 등은 해충의 원산지인 미국 아칸사스와 뉴저지에서 3종의 포식자와 4종의 기생봉 및 1종의 기생파리를 수입하였고 *Podisus maculiventris*가 가장 효과적이었다고 보고하였다(Kim 1972). 한편 1929년 이래 목포, 부산 및 서울 등지로 확산된 솔잎혹파리(*Thecodiplosis japonensis*)의 천적이 발견되지 않았으나 1965년에 이 해충의 기생봉 솔잎혹파리좀벌(*Inostemma seoulis*)이 발견되었고(고 1965), 1971년에는 서울과 경주에서도 이 기생봉의 분포를 확인하였다. 1976년에는 루비까지벌레(*Ceroplastes rubens*)의 방제를 위해 루비붉은깡충좀벌(*Anicetus beneficus*)을 일본으로부터 수입하여 이용한 기록이 있다.

그럼에도 불구하고 해충의 생물학적방제 연구는 1960년대 후반부터 1980년대 후반까지 주로 산림 해충과 논과 밭에서의 농업해충에 대한 생물학적방제가 이루어졌으나 연구지원도 미미하여 그 성과는 그리 크다고 할 수는 없다. 그러나 1990년대 이후 시설재배면적의 증가와 함께 시설재배작물의 외래해충(꽃노랑총채벌레, 오이총채벌레, 온실가루이, 아메리카잎굴파리 등)의 침입과 더불어 국내 중요 시설작물해충(점박이응애, 목화진딧물, 복숭아혹진딧물 등)에 대한 화학적방제의 효과 저하 및 부작용 등으로 생물학적방제의 필요성이 제기되었으며, 외래해충에 대한 적합한 국내 토착천적자원의 개발이 미비하여 외국에서 상업적으로 이미 검증이 된 다수의 주요 천적들을 수입, 실용화 사업이 시작되었다. 이들 천적들은 연구목적으로 국립식물검역소로부터 한시적으로 수입허가를 받아서 수입되어 주로 대량사육 및 현장 적용시험이 수행되었다.

수입한 천적은 주로 Koppert Biological System의 상품이었는데, 온실가루이좀벌(ENSTRIP)은 1996년 전남농촌진흥원, 1997년과 2000년에 농업과학기술원, 1997년에 충남농촌진흥원에서 수입하였다. 콜레마니진디벌(APHIPAR)은 1996년 전남농촌진흥원, 2000년과 2001년에 농업과학기술원에서 수입하였다. 사막이리응애(SPICAL)는 1997년과 2000년에 농업과학기술연구원에서 수입하였고, 굴파리고치벌(SPICAL)은 1997년 충남농촌진흥원에서, 오이이리응애(THRIPEX)는

2000년 농업과학기술연구원에서 수입하였다. 토착천적에 대한 연구로 긴털이리응애는 주로 서울대학교에서, 무당벌레는 서울대학교, 강원대학교, 충남대학교, 칠성풀잠자리붙이는 호남농업연구소, 으뜸애꽃노린재는 농업과학기술연구원에서 수행하고 있다. 이러한 연구는 지난 10여 년간 급속한 발전을 하여 천적 실용화연구가 수행되고 있으며 민간 천적회사도 설립되었으나 천적이용의 활성화와 천적산업의 진흥을 위해서는 아직도 정책과 제도의 개선 및 개발이 필요한 실정이다.

4. 천적이용의 장단점

현대농업에서 토착천적 또는 외국으로부터 수입천적을 이용하는 것은 농약으로 해결할 수 없는 다음과 같은 몇 가지 장점이 있기 때문이다.

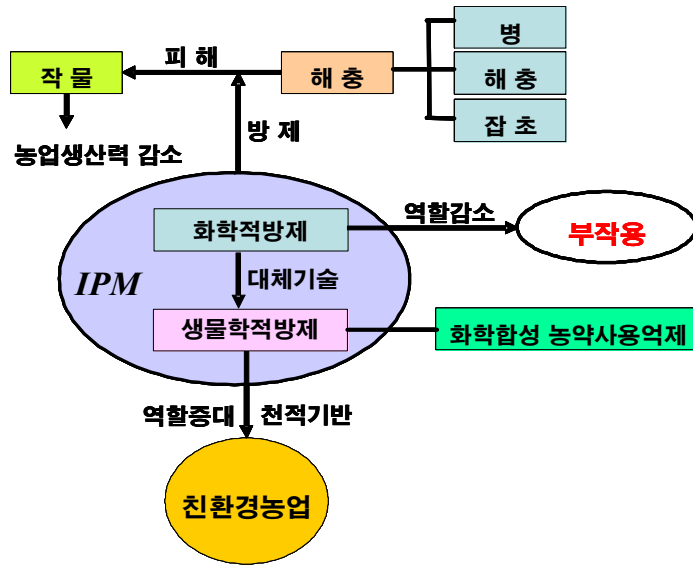
- 1) 해충방제에 매우 효과적이며 경제적 부담이 적고
- 2) 최초 수입 후 적은 비용으로 지속적인 효과 유지
- 3) 인축에 대한 부정적인 영향이 적으며
- 4) 표적해충 탐색능력과 기주특이성이 높아 다른 생물에 영향을 주지 않고
- 5) 천적의 저항성 유발가능성이 없으며
- 6) 기타 다른 방제기술과 병행하여 사용할 수 있고
- 7) 정착시 영속적인 효과를 기대할 수 있으며
- 8) 현대식 농업시설의 도입 및 농업환경개선 효과 등의 매우 유용한 장점이 있다(그림 4).

천적이용의 단점으로는 생물학적방제가 농약과 달리 생물을 다루는 방제기술이기 때문에 천적에 대한 기본적인 생물학적·생태학적 지식을 필요로 하며 그 적용기술이 다소 다르기 때문에 초기에는 컨설팅을 받아야 한다는 것이다. 또한 농약과 달리 효과가 빠르게 나타나지 않는다는 점 등이다.

천적을 이용한 생물학적방제 기술은 작물을 효과적으로 보호하면서 농약의 부작용을 경감시키고, 결과적으로 천적 기반의 친환경농업을 실천할 수 있는 유일한 대안인면서, IPM을 실천할 때에도 가장 비중이 커지는 방제기술이라고 할 수 있다(그림 5)



<그림 4> 천적이용 파프리카 재배온실 전경(전북 김제 농가)



<그림 5> 천적을 이용한 생물학적방제의 구조

천적의 효율이 매우 좋으면 방제효과는 극적으로 나타나며, 효율이 비교적 낮은 경우에도 부분적으로 효과를 나타낼 수 있어 결과적으로 농약사용량을 줄일 수 있다. 일반적으로 해충을 방제하기 위해 사용되는 천적은 환경이나 비표적생물에 미치는 악영향이 거의 없다고 알려져 왔으며, IIBC(*International Institute of Biological Control*)는 전 세계의 생물학적방제 프로그램을 평가하여 부정적 영향이 거의 없는 것으로 발표하였다(Greathead 1995).

5. 천적이용기술

5.1. 고전적 생물학적방제(classical biological control)

외래해충이 침입했을 때 그 해충을 억제할 천적이 국내에 없거나 토착천적의 방제효율이 낮은 경우, 그 해충의 원산지에서 천적을 수입하여 이용하는 기술이다.

5.2. 증식이용 생물학적방제(augmentative biological control)

해충발생시기에 천적을 증식시켜 대량 방사하거나(범람식 방사, inundative release) 적은 수의 천적을 방사하여 이들이 자연증식하여 해충을 방제하게 하는 방법(접종식 방사, innoculative release)이다.

5.3. 보호이용 생물학적방제(conservative biological control)

천적의 활동에 유리한 환경조건을 조성하여 천적 개체군들이 생태계에 유지되어 그 세력을 강화할 수 있도록 하는 방법으로 농약으로부터의 보호, 농약저항성계통 선발, 비활동생육 단계 천적의 보존, 재배방법 개선, 다양성과 필요한 기주의 유지, 대체기주 제공, 자연먹이, 인공사료 제공, 인위적인 보호처 마련, 바람직하지 않은 포식자 제거 및 기타 우호적 환경조건 조성 등이 그 수단이 된다.

6. 시설원예작물의 해충과 천적

6.1. 시설원예작물의 해충

국내에서 재배되는 시설원예작물의 종류는 엽채류(상추, 깻잎 등 30여종), 과채류(참외, 수박 등 16종), 화훼류(장미, 국화 등 10여종)로 약 57종의 작물이 시설에서 재배되고 있다. 이들 작물에 공통적으로 발생하여 피해를 주는 해충들은 진딧물, 응애, 총채벌레, 잎굴파리, 가루이 및 나비목 해충류이며 생활사가 짧아 저항성이 잘 발달되어 있는 것이 특징으로 선진농업국가에서도 시설원예해충은 우리와 유사한 구성을 보인다. 표 16은 현재 우리나라의 시설채소별 해충의 종류이다.

표 16. 시설채소 작물별 해충의 종류(천적이용가이드 2005)

작물(기주식물)	주요 해충
무, 배추	민달팽이, 들민달팽이, 쥐며느리, 배추바구미, 클로버응애, 배추좁나방, 목화진딧물, 무데두리진딧물, 양배추가루진딧물, 파밤나방, 배추흰나비, 배추좁나방
오이, 참외, 수박, 호박, 멜론	목화진딧물, 온실가루이, 꽃노랑총채벌레, 오이총채벌레, 아메리카잎굴파리, 점박이응애, 작은각시들명나방, 파밤나방, 점박이응애, 뿌리혹선충, 싸리수염진딧물
고추, 피망, 파프리카	복숭아혹진딧물, 담배나방, 목화진딧물, 점박이응애, 온실가루이, 꽃노랑총채벌레, 오이총채벌레, 뿌리혹선충, 차면지응애
가지, 토마토, 감자	온실가루이, 꽃노랑총채벌레, 아메리카잎굴파리, 복숭아혹진딧물, 감자수염진딧물, 싸리수염진딧물, 차면지응애
파, 양파	파총채벌레, 파좁나방, 담배거세미나방, 파밤나방, 파굴파리, 뿌리응애, 고자리파리, 씨고자리파리
상추, 양상추	복숭아혹진딧물, 감자수염진딧물, 싸리수염진딧물, 들민달팽이, 민달팽이
딸기	점박이응애, 차응애, 꽃노랑총채벌레, 목화진딧물, 복숭아혹진딧물, 딸기뿌리진딧물, 못털진딧물, 딸기잎선충, 딸기눈선충, 뿌리혹선충, 뿌리썩이선충
잎들깨	들깨진딧물, 들깨잎말이명나방, 차면지응애, 온실가루이, 꽃노랑총채벌레, 점박이응애

6.2. 시설원예작물 해충의 천적

현재 국내에서는 으뜸애꽃노린재를 비롯하여 총 14종의 천적이 시판되고 있으며 6종의 천적이 개발 중에 있다. 이 중 토착천적은 12종이고 식물방역법(법률 제7136호)이 개정된 이래 2005년 8월 31일 현재까지 칠레이리응애를 비롯하여 총 9종의 천적에 대하여 수입이 허용되었다(표 17). 현재 시판 또는 개발 중에 있는 토착천적의 비율은 55%로 수입천적에 비해 약간 우세하다. 천적이 용이 기술적으로 쉬운 작물은 발생해충의 종류가 적은 상추나 딸기 등이고 오

이, 멜론, 수박, 참외 등 고온기에 재배되는 박과작물과 생육기간이 긴 파프리카, 피망, 가지 등은 보다 많은 기술연구가 필요한 작물들이다(표 18).

표 17. 국내에서 시판 또는 개발 중인 천적

국명	학명	수입/토착	대상해충	구분
으뜸애꽃노린재	<i>Orius strigicollis</i>	토착종	총채벌레류	시판
애꽃노린재류	<i>Orius laevigatus</i>	수입종	총채벌레류	시판
오이이리응애	<i>Amblyseius cucumeris</i>	수입종	총채벌레류	시판
총채가시응애	<i>Hypoaspis aculeifer</i>	수입종	총채벌레류	시판
나팔이리응애	<i>Amblyseius bakeri</i>	토착종	총채벌레류	개발중
콜레마나진디벌	<i>Aphidius colemani</i>	수입종	진딧물류	시판
싸리진디벌	<i>Aphidius gifuensis</i>	토착종	진딧물류	개발중
진디면충좀벌	<i>Aphelinus asychis</i>	토착종	진딧물류	개발중
진디혹파리	<i>Aphidoletes aphidimyza</i>	토착종	진딧물류	시판
칠성폴잠자리붙이	<i>Chrysopa pallens</i>	토착종	진딧물류	개발중
칠레이리응애	<i>Phytoseiulus persimilis</i>	수입종	응애류	시판
긴털이리응애	<i>Amblyseius womersleyi</i>	토착종	응애류	시판
팔라시스이리응애	<i>Amblyseius fallacis</i>	토착종	응애류	개발중
굴파리좀벌	<i>Diglyphus isaea</i>	수입종	잎굴파리	시판
굴파리고치벌	<i>Dacnusa sibirica</i>	수입종	잎굴파리	시판
온실가루이좀벌	<i>Encarsia formosa</i>	수입종	온실가루이	시판
곤충병원성선충	<i>Steinernema carpocapsae</i>	토착종	나방류	시판
쌀좀알벌	<i>Trichogramma evanescens</i>	수입종	나방류	시판
명충알벌	<i>Trihchogramma chilonis</i>	토착종	나방류	개발중
곤충병원성선충	<i>Heterorhabditis sp.</i>	토착종	굼벵이류	시판

표 18. 국내에서 생산되는 천적의 시설작물별 이용정도(천적이용가이드 2005)

한국명	학 명	대상해충	주작물
칠레이리응애	<i>Phytoseiulus persimilis</i>	점박이응애	딸기, 참외, 수박, 오이, 호박, 멜론, 장미, 국화, 포도, 복숭아
온실가루이좀벌	<i>Encarsia formosa</i>	온실가루이	딸기, 참외, 수박, 오이, 호박, 멜론, 고추, 피망, 파프리카, 토마토, 깻잎, 장미, 국화
으뜸애꽃노린재	<i>Orius strigicollis</i>	총채벌레	딸기, 참외, 수박, 오이, 호박, 멜론, 고추, 피망, 파프리카, 토마토, 상추, 깻잎, 장미, 국화, 포도
오이이리응애	<i>Amblyseius cucumeris</i>	총채벌레	딸기, 참외, 수박, 오이, 호박, 멜론, 토마토, 상추, 깻잎, 장미, 국화, 포도
총채가시응애	<i>Hypoaspis aculeifer</i>	총채벌레 등	딸기, 참외, 수박, 오이, 호박, 멜론, 토마토, 상추, 깻잎, 장미, 국화, 포도
콜레마니진딧벌	<i>Aphidius colemani</i>	목화진딧물 복숭아혹진딧물	딸기, 참외, 수박, 오이, 호박, 멜론, 상추, 피망, 파프리카, 토마토, 시금치, 배추, 깻잎, 장미, 국화, 포도, 복숭아
진딧혹파리	<i>Aphidoletes aphidimyza</i>	모든 진딧물	딸기, 참외, 수박, 오이, 호박, 멜론, 고추, 피망, 파프리카, 토마토, 상추, 시금치, 배추, 깻잎, 장미, 국화, 포도, 복숭아
무당벌레	<i>Harmonia axyridis</i>	진딧물 등	참외, 수박, 오이, 호박, 멜론, 상추, 시금치, 깻잎, 장미, 국화, 복숭아
굴파리좀벌	<i>Diglyphus isaea</i>	잎굴파리	오이, 호박, 멜론, 토마토, 국화
굴파리고치벌	<i>Dacnusa sibirica</i>	잎굴파리	오이, 호박, 멜론, 토마토, 국화
쌀알좀벌	<i>Trichogramma evanescens</i>	나방 알	고추, 피망, 파프리카, 토마토, 장미, 국화, 복숭아
곤충기생선충	<i>Heterorhabditis</i> sp.	버섯혹파리 풍뎅이	해충발생 안함
곤충기생선충	<i>Steinernema carpocapsae</i>	나방유충	고추, 피망, 파프리카, 토마토, 배추, 깻잎, 장미, 국화, 포도, 복숭아

7. 천적의 방제효과와 경제성

7.1. 천적의 방제효과

1920년대 온실가루이의 중요천적인 온실가루이좀벌(*Encarsia formosa*)을 이용한 생물학적방제는 유럽에서 천적을 이용한 해충방제의 시작이었다. 그러나 화학합성 농약의 출현과 지속적인 사용으로 상당기간동안 온실가루이좀벌의 이용은 거의 이루어지지 않았다. 1970년대 이후 온실가루이의 약제저항성이 문제가 되면서 다시 온실가루이좀벌이 이용되기 시작하였으며, 온실가루이좀벌의 대량사육기술과 상품화 등의 연구가 이루어졌다.

1988년에는 온실가루이좀벌은 20여개 국가에서 4,000ha 이상의 시설재배에서 이용되었으며(표 19), 현재 유럽의 시설재배농가는 온실가루이좀벌과 같은 천적이 농약보다 더욱 우수하고 효과적인 방제기술로 생각하고 있다.

표 19. 세계 각국의 온실가루이증벌의 이용면적과 성공률(Lenteren과 Woets 1988)

작 물	국 가	재배면적(ha)	방제면적(ha)	성공률(%)
토마토	벨기에	-	60	95
	우루과이	-	12	100
	캐나다서부	22	8	90
	덴마크	115	100	90
	영국	550	210	90
	핀란드	175	20	100
	서독	-	6	100
	네덜란드	2020	540	95
	노르웨이	50	5	-
	폴란드	-	3.5	85
	스코틀랜드	20	0.4	100
	스웨덴	90	30	85
	스위스	105	10	90
	오이	캐나다서부	35	16
체코		100	1.5	100
덴마크		55	4	25
영국		220	100	90
핀란드		53	3	100
서독		-	1	100
네덜란드		710	16	75
폴란드		-	1.5	85
스웨덴		50	3	70
스위스		39	4	50
단고추	러시아	60	1	100
거베라	네덜란드	260	1	50

7.2. 천적의 경제성

농가에서 천적을 실질적으로 이용하기 위해서는 농약이나 기타 방제기술과 대비하여 비용 경쟁력이 있어야 한다. 해충의 생물학적방제 전 과정에 소요되는 비용의 항목은 천적의 탐색 및 개발 과정의 연구비, 대량사육과 관련된 기술개발비 및 사육비용, 개체군을 유지하거나 방사에 소요되는 각종 처리비용 등이다. 사육비용은 사육기술과 시스템의 개선을 통해 효율성과 생산성을 제고할 수 있으며, 천적 연구비와 일반 작물재배농가의 경우에는 해당이 되지 않는 비용 항목이다. 처리 비용 절감은 기본적으로 처리 기술의 향상, 적정 처리밀도 산정 및 적정 처리 시기 결정 등에 달려 있으며 현재까지 많은 연구가 진행되고 있다. 천적을 이용하여 생산한 농작물의 가격은 방제비용 이외의 여러 가지 요인에 의해 좌우되지만 농약이나 각종 환경오염으로부터 자유로운 안전한 농산물을 요구하는 일반 수요자들의 구매 성향으로 볼 때 충분한 경쟁력을 갖출 것이다. Lenteren(1989)은 유럽에서 온실에서 토마토를 가해하는 온실가루이의 방제비용을 농약과 천적을 이용한 경우를 비교하여 각 방제항목별로 정리한 결과 천적이 농약에 비해 2배 정도 경제성이 있음을 보고하였다(표 20).

표 20. 유럽 시설토마토해충인 온실가루이 방제를 위한 농약과 천적의 상대비용

구 분	방제비용(\$/m ²)	
	농 약*	천 적**
방제인자	0.005	0.0045
노 동 력	0.015	0
방제비용	0.02	0.02
전체방제비용	0.2	0.098

*5회 처리/1작기, **4회 처리/1작기

천적의 이용으로 해충방제 효과 이외에 얻을 수 있는 사회·경제적 이익은 농약으로 인한 환경오염에 대한 대안 제시 및 생태계 위해 저감, 농약 살포비용 감소, 안전농산물의 생산 및 소비자들의 신뢰 제고, 안전농산물의 수요증가에

따른 농가소득 향상, 농업생태계 안정성의 증가, 교육효과 등을 들 수 있다. 또한 농약개발비와 이를 이용한 해충방제효과를 경제적으로 환산하면 약 1:3의 비율로 나타난다. 반면 생물학적방제에 투입되는 개발비 대비 경제적 효과는 1:30정도로 평가된다는 보고도 있다(표 21).

표 21. 해충의 화학적방제와 생물학적방제기술의 개발 및 적용비교(Lentenren 1993)

구 분	화학적방제	생물학적방제
시험성분수	>1,000,000	5,500
성 공 율	1/30,000	1/20
개발비용(달러)	1억	2백만
개발기간(년)	10	10
개발비용당 수익성	<4	30
약제저항성	많음	거의 없음
기주특이성	낮음	높음
부 작 용	많음	거의 없음

캐나다의 경우, 서부지역의 시설원예 산업(토마토, 오이, 고추)은 생물학적방제 도입 이후 20~60%의 생산성 향상과 함께 무농약재배 또는 농약의 사용량을 대폭 줄여가고 있다. 이들 원예작물들의 80%가 미국과 기타 해외지역으로 수출되는데 안전한 고품질의 농산물로 높은 가격을 받고 있다.

미국의 경우, 1888-1972년까지 고전적 생물학적방제에 소요된 비용은 1993년 화폐가치로 2천만 달러에 불과하나 1953-1972년까지 고전적 생물학적방제의 성과에 의해 매년 3억 달러의 이익이 발생한다고 추정되고 있다(Vail 등, 2001). 한편, 캘리포니아주에서 1928-1979년까지 천적을 이용한 방제비 누적절감효과를 보면 대부분의 대상해충에 대하여 실질적인 방제효과부터 완전방제효과를 보인 것으로 조사되었고 절감방제비는 330만~9,250만 달러로 지난 51년간의 누적 절감방제비는 9억8천만 달러에 이른다(Huffaker 등 1976, 표 22).

표 22. 캘리포니아에서 생물학적방제계획에 의한 방제비 절감효과(1928-1979)

대상해충	성공정도	절감방제비(만달러)
Klamath weed	완전	6,650
Grapeleaf skeletonizer	거의 완전	330
Spotted alfalfa aphid	어느 정도 방제달성	7,416
Citrophilus mealybug	완전	9,250
Olive parlatoria scale	완전	1,175
Balck scale on citrus	거의 완전	6,936
Walnut aphid	어느 정도 방제달성	250
Total		98,707

우리나라의 경우, 해충의 생물학적방제의 경제성에 대한 구체적인 연구 결과는 미흡한데 이것은 아직 생물학적방제를 도입한 일반시설재배농가가 많지 않은 것과도 관계가 있다. 천적회사인 (주)세실에서 2005년 자사 천적을 이용하는 농가를 대상으로 수행한 설문조사에 의한 방제비용 비교를 보면 작물에 따라 생물학적방제의 상대적 비용이 많거나 적은 것으로 나타나고 있다(표 23). 그러나 작물의 상품가격을 고려하면 생물학적방제의 경제성은 높은 것으로 판단된다. 표 24는 토마토에 대한 방제기술별 방제비용의 상세 비교표이다.

표 23. 일부 시설농가에서의 방제비용 비교(세실 설문조사 2005, 부록 8)

작 물	방제비용(월/ha/작기)	
	천적사용	농약사용
토마토	7,000,000	6,000,000
딸 기	6,000,000	3,250,000
고 추	7,000,000	4,875,000
파프리카	17,100,000	20,000,000

표 24. 토마토 1 작기 당 방제비용 비교표(단위: 원)

항 목		천적 방제비		농약 방제비		친환경자재 방제비	
자 재 비	주요사용자재명	온실가루이좀벌 잎굴파리고치벌 잎굴파리좀벌 칠레이리응애 오이이리응애		모스피란 신기루 오신 부메랑 에이팜		응삼이 선초 목초액 기타 미생물제제	
	방제면적	200평	1 ha	200평	1 ha	200평	1 ha
	1회 방제시 평균 자재비	117,000	1,750,000	20,000	300,000	30,000	450,000
	기본방사(살포)횟수	4회	4회	15회	15회	20회	20회
자재비 소계		470,000	7,000,000	300,000	4,500,000	600,000	9,000,000
인건비		-	-	100,000	1,500,000	200,000	3,000,000
인건비포함 방제비용		470,000	7,000,000	400,000	6,000,000	800,000	12,000,000

<1인/1ha 살포시 일급 100,000원>

7.3. 천적산업 동향

천적은 오랜 경험과 연구에서 그 효과와 안전성 및 경제성이 지속적으로 보고되어 왔으며 많은 선진농업국가에서는 환경을 보전하고 지속가능한 농업발전을 위한 친환경농업정책을 시행하여 왔다. 이들 국가는 관행농업에서 친환경농업으로 전환하는 과정에서 해충방제의 문제는 농약사용량의 감축과 천적의 이용확대 정책을 장려하여 해결하였으며, 이 과정에서 천적은 새로운 산업의 한 영역으로 등장하게 되었다.

선진농업국가의 천적산업은 네덜란드의 Koppert Biological System을 필두로 캐나다의 Applied Bio-nomics, 벨기에의 BioBest, 일본의 Cats Agrisystem이 천적을 산업화하는데 성공하였고 국내에는 세실이 처음으로 천적의 산업화에 성공하였다(표 25). 현재 세계적인 천적기업인 Koppert Biological System은 40여년의 역사를 가진 기업이지만 현재의 39종에 이르는 천적제품을 구비한 것은 1990년 이후이다. 1967년 창업 이후 1990년 당시까지 Koppert Biological System

에서 생산하는 천적은 불과 5가지 제품이었다. 그러나 네덜란드 정부가 1990-2000년까지 농약사용량을 50~90%까지 감축할 목적으로 시행한 MYCPP를 국가적으로 적극 계도하고 농약업계와의 합의를 도출함으로써 화학합성 농약의 대안으로 천적을 활용한 생물학적방제산업이 본격적으로 성장할 수 있는 기반이 마련되었기 때문에 평가되고 있다.

표 25. 국가별 천적의 산업화 동향

국 가	천적회사	산업화연도
네덜란드	Koppert Biological System	1967
벨기에	BioBest	1987
캐나다	Applied Bio-nomics	1978
일 본	Cats Agrisystem	1997
한 국	(주) 세 실	2002

현재 세계 각국의 천적산업 현황을 보면, 민간천적회사는 미국이 95개로 가장 많았고 취급하는 천적 종수는 무려 162종에 달하고 있다. 네덜란드의 Koppert Biological System은 39종의 천적을, 벨기에의 BioBest는 21종의 천적을 농가에 공급하고 있다(표 26, Cornell Univ. 2005, CAP 2005). 한국은 5개의 회사가 15종의 천적을 공급하고 있어 선진농업국가의 천적회사에 비하면 충분한 천적자원을 확보하여 상품화하지 못하는 실정으로 나타났다(표 27).

표 26. 지역별 천적산업현황(Cornell Univ. 2005, CAP* 2005, 현대농업 2004)

지 역	국 가	천적회사수	취급천적종수
북 미	미 국	95	162
	캐나다	14	88
	멕시코	33	13
유 럽	독 일	28	61
	네덜란드	2	55
	스페인	2	12
	벨기에	BioBest	21
	영 국	Syngenta	21
	포르투갈	Agrobio	7
	호주/오세아니아	호 주	5
아시아	일 본	5	15
	한 국	-	14

* *Consejeria De Agricultura Y Pesca*

서울대학교 농업생명과학원 2005년 네덜란드 출장보고서

표 27. 국내 천적회사 현황(2005년 현재)

회사명	회사 위치	천적생산년도	생산품목
(주)세실	충남 논산	2002	16
동그라미곤충농장	경북 문경	2000	4
(주)한국IPM	경남 거창	1998	2
(주)바이코시스템	대구광역시	2002	1
(주)한국유용곤충연구소	경기 안성	2003	3

각 천적회사의 매출액은 통상 대외비에 해당하여 천적시장의 규모를 산출하기에는 어려운 점이 많다. 다만 기준연도는 1986년-2005년까지 나라마다 다르지만 ANBP(2003)의 표 4를 인용하여 세계 천적시장의 경제적 규모를 원화로 환산하면 재배작물에 따라 최소한 1,435~2,870억원 수준이며(세실 2005), 최근 천적이용이 보

편화되는 추세이고 천적이용 재배면적이 증가한 점을 고려할 때 시장규모는 훨씬 클 것으로 판단된다.

$$18,400 \text{ ha (천적이용면적)} \times \text{Euro } 0.60\sim 1.20/\text{m}^2(\text{m}^2\text{당 천적비용}) \times 10,000(\text{m}^2/\text{ha}) \\ \times 1,300\text{원(환율/유로화)} = 1,435\sim 2,870\text{억원}$$

현재 국내에 유통되는 국내 천적회사 천적제품의 가격경쟁력을 외국의 천적회사와 비교해 보면 콜레마니진디벌의 가격이 북미의 Hydro-Gardens에 비해 비교적 생산단가가 높은 것 이외에 비교가 된 모든 천적에서 가격경쟁력을 확보하고 있는 것으로 나타났다(표 28). 이런 사실은 추후 국내 천적산업이 외국의 천적기업에 충분히 대응할 시장경쟁력을 확보하고 있음을 보여준다.

표 28. 국내 천적기업의 가격경쟁력 비교(세실 2005)

천적명	포장단위 (개체수)	북미			한국	
		Rincon-Vitova ¹⁾	Hydro-Gardens ²⁾	Buglogical ³⁾	Koppert(미꾸코) ⁴⁾	(주)세실 ⁵⁾
은실가루이좀벌	3,000	43,260원	25,493원	40,119원	32,000원	20,000원
콜레마니진디벌	500	29,870원	33,939원	30,849원	32,000원	20,000원
진디혹파리	1,000	41,200원	44,239원	44,239원	63,000원	30,000원
칠레이리응애	2,000	39,140원	16,274원	41,149원	50,000원	25,000원
오이이리응애	50,000	41,200원	51,449원	35,999원	32,000원	30,000원
굴파리좀벌	250	75,190원	54,539원		120,000원	45,000원

(환율 1,030원/USD)

¹⁾Rincon-Vitova Insectaries : 2005년도 미국/캐나다 현지 적용가격(운송료 미포함). 출처; 2005 Catalog of Beneficials

²⁾Hydro-Gardens : 2005년도 미국/캐나다 현지 적용가격(운송료 미포함). 출처; Hydro-Gardens Website

³⁾Buglogical Control Systems : 2005년도 미국/캐나다 현지 적용가격(운송료 미포함). 출처; Buglogical Website

⁴⁾Koppert(미꾸코) : Koppert 제품의 한국시장(수입) 적용가격(운송료 포함). 출처; 미꾸코(Koppert의 한국 Agent)

⁵⁾(주)세실 : 한국 내 생산/판매 적용가격(운송료 포함). 출처; (주)세실

대량증식 천적이 주로 시설작물 해충방제에 이용되는 점으로 볼 때, 시설작물 재배가 세계에서 중국 다음으로 많은 우리나라는 잠재적 천적시장 규모도 중국 다음으로 클 것으로 예상된다. 따라서 천적산업은 21세기의 신Bio성장동력사업으로 발전할 수 있는 환경에 있다고 평가된다.

천적을 이용한 생물학적방제기술의 일반 농가에 대한 보급이 원활하게 이루어지기 위해서는 천적산업이 활성화되어야 한다. 천적산업의 발전은 국가정책도 매우 중요하지만 유럽의 예에서 보듯이 민간천적기업이 꾸준히 연구개발을 해야 비로소 천적산업도 발전할 것이다. 따라서 천적산업의 장기적인 발전을 위해서는 천적회사는 1) 철저한 품질관리, 2) 효과의 균일화, 3) 용량의 표준화, 4) 천적갱신시스템의 도입, 5) 생산혁신을 통한 원가절감시스템의 구축, 6) 안정적 공급을 위한 생산설비의 투자와 확충, 7) 제품화기술 연구, 8) 보존 및 수송기술 개발, 9) 포장에서의 관리기술 및 10) 천적의 회수기술 등에 대한 꾸준한 노력이 이루어져야 할 것이다. 국가정책은 천적회사의 연구개발 및 설비투자과 마케팅을 제고할 수 있도록 뒷받침되어야 한다.

V. 천적연구 현황과 동향 분석

1. 국내 연구동향

우리나라의 경우 농촌진흥청 농업과학기술원에 천적연구실이 1995년 설치된 이후 우수 천적의 선발, 대량사육기술, 이용방법 등 시설작물의 해충방제에 대량증식 천적연구가 수행되었고, 이외에 농촌진흥청 산하의 원예연구소, 고령지연구소, 호남농업연구소, 영남농업연구소 등에서 천적에 대한 생태, 사육기술 개발, 이용기술 등이 수행되고 있다. 전남농업기술원, 충남농업기술원, 전라북도 등 농업기술원에서도 천적이용에 관한 연구가 수행되고 있다. 대학에서 천적관련 연구는 분류 및 생태에 관한 연구가 주로 이루어지고 있으며 근래에는 이용기술에 대한 연구로 그 범위를 넓히고 있다.

천적분야 연구인력은 농업과학기술원에서 5명, 원예연구소 2명, 고령지연구소 1명, 호남농업연구소 1명, 충남농업기술원 1명 등 약 10명밖에 되지 않는다. 대학의 경우도 서울대학교를 비롯한 전국의 7~8개의 대학에서 일부 천적에 대한 연구가 지속적으로 이루어져 왔으나 그 연구인력은 약 10명 내외로 매우 빈약한 실정이다.

외국과 국내의 천적연구동향을 보면 연구논문 수는 절대적으로 적으며 외국의 경우 주로 천적의 방제효과, 행동, 생태에 대한 연구가 많은 비중을 차지하여 실질적인 이용 측면에 연구개발투자가 이루어지고 있으나, 한국은 신종 기재 및 행동생태 연구에 비하여 생태 및 방제효과에 대한 연구는 외국의 절반 정도인 것으로 나왔다(표 29). 이 결과는 대체로 연구인력과 시설 및 지원 그리고 실용화 정도의 차이에 기인하는 것으로 판단된다.

표 29. 외국과 국내의 천적연구동향 비교

구 분	비율(%)	
	국 내	외 국
방제효과	20.7	40
산란/행동	5.9	21
기주특이성과 생활사	8.1	17
표적해충과 천적에 미치는 생물적 요인	8.1	16
표적해충과 천적에 미치는 무생물적 요인	8.9	
해충관리	3.0	
천적의 정착	-	
모델링, 유전 및 분자생물학적 기술, 신종기재	29.6	<10
표적해충과 천적의 시공간적 분포	7.4	
천적관리 기술	8.1	
비표적해충에 미치는 영향	-	

Biological Control 1999-2003

Environmental Entomology 1994-2003

한국식물보호학회지 1962-1987

한국응용곤충학회지 1988-2004

Journal of Asian Pacific Entomology 1998-2004

한국곤충학회지 1971-2004

2. 국외 천적연구동향

2.1. 영국 로담스테드연구소(*Rothamsted Research*)



로담스테드연구소는 우리나라로 보면 농촌진흥청 농업과학기술원과 그 기능이 유사한 연구소로 세계 최고 수준으로 알려져 있다. 160년 이상의 역사를 가지고 있으며 지속적인 토지이용과 환경에 관한 세계적인 평판을 받고 있다. 연구 분야는 유전, 생화학, 세포생물학, 토양에서부터 생태 시스템의 조사와 자연환경 관리까지를 그 연구영역으로 하고 있

다. 로담스टे드연구소의 국제연구는 전 세계의 산업국가와 개발도상국가 40여 개국 이상을 대상으로 하고 있다. 세계를 선도하는 연구소로 훌륭한 연구실과 포장 및 기술시설 등이 있으며, 최근 신규 시설개발에 3,100만 달러 이상을 투입하였다. 지속가능한 농업을 위해 천적을 활용한 곤충생태 연구에 중점을 두고 있다. 350명이상의 과학자가 본소에서 근무하고 있으며, 27명이 브롬반연구소에서 일하고 있다. 약 200명의 지원인력이 있고, 약 75명의 초청과학자가 일하며 30명의 박사후연수생이 참여하고 있다. 로담스टे드연구소는 여러 분야가 협력·집중하는 팀워크를 한다. 화학자, 생물화학자, 분자생물학자, 수리생물학자, 생물학자, 밀도생물학자가 공동으로 연구과제에 협력하고 있다. 연구분담은 6개의 부서가 29개 연구영역을 전담하고 있다(표 30).

표 30. 로담스टे드연구소의 연구인력

연구부	연구팀	연구원수
작물재배와 개량부	생물정보	3
	유전개량	26
	대사	29
	신호	13
	스트레스 생물학	7
	대사신호	9
	영양	14
농업환경부	영양변동	14
	도양보호와 개량	15
	탄수화물 물질대사	11
	생물수리	22
	분석서비스	12
생물화학부	화학생태	19
	곤충분자생물학	8
	농약화학	6
식물과 무척추동물생태부	무척추동물밀도유전과 생태	32
	곤충행동	37
	식물 밀도생물학과 유전	25
	수서식물관리센터	7
식물과 병의 상호반응연구부	병발생학 및 병관리	22
	밀 병해	15
	선충과의 관계	17
	도양미생물	17
사탕수수개발부	바이오테크놀로지	7
	작물생산	8
	잡초	4
	곤충	5
	병리	8
	바이러스	3

2.2 네덜란드 국제식물연구소(*Plant Research International*)



농업관련 연구는 Wageningen대학의 식물과학부(Plant Sciences Group)에서 응용식물연구부(Applied Plant Research)와 함께 담당하고 있다. 중점을 두는 분야는 1) 유전, 2) 계놈, 3) 생물다양성, 4) 생명공학, 5) 발육생물학, 6) 수리생물학과 생물정보학, 7) 지속생산 시스템, 8) 영양순환, 9) 친환경적 작물보호 및 10) 해충과 천적간의 상호관계이다.

식물과학부의 곤충실험실에는 72명의 과학자가 2개의 그룹으로 나누어지며 그 하나는 식물실험과학(EPS, *Experimental Plant Sciences*), 다른 하나는 생산생태와 자원보존(PE&RC, *Production Ecology & Resource Conservation*)이다. EPS에서는 식물저항성을 포함한 화학과 분자생물의 생태학을 다루며, PE&RC는 식물과 곤충, 인간과 질병매개, 기주와 기생자, 피식자와 포식자 상호작용 등 생태학을 다룬다.

이 연구실은 다중영양단계의 상호작용(multitrophic interactions) 및 생물학적방제와 말라리아 벡터연구에 권위가 있다. 다중영양단계의 상호작용 연구는 분자생물학적 접근과 농업생태학적 접근을 병행하고 기능적 생물다양성까지를 연구범위로 하고 있다. 세부과제로는 1) 화학과 감각생태학, 2) 초식곤충과 이들의 기주, 그리고 천적 사이의 생태적, 진화적 및 유전적인 상호관계, 3) 다중영양관계 상호작용의 정보화학, 4) 진화생태학, 5) 열대곤충학, 6) 전염병 매개곤충생물학과 방제, 7) 행동과 밀도생태학-기능반응적 생물다양성과 농업생태학, 8) 다양한 농업생태계에서 잡초와 길항자의 시공간적 밀도변동 및 9) 진딧물과 식물의 상호관계와 기주식물저항성 등이다.

천적을 담당하는 분야는 1), 2), 3), 4) 및 7)항에 해당되며 연구원의 규모도 크다. 다중영양관계 상호작용의 정보화학은 곤충연구에서 가장 관심을 끌고 있는 분야로 화학과 분자생태학, 행동과 개체군생태학과 관련이 있으며 많은 연구기금이 이 분야에 집중되고 있다. 생명체 사이의 화학정보교환은 식물, 곤충, 인간 및 기타 생물에서 널리 알려진 사실이다. 정보화학을 매개로 1) 분자와 생화학 수준에서 식물휘발물질의 유인에 대한 원리 연구, 2) oxylipins, salicylate, ethylene와 같은 식물호르몬의 관련과 신호전달, 3) 식물휘발물질에 대한 초식

성 절지동물과 천적의 반응, 4) 식물 종간, 표현형간 유도의 차이점, 5) 정보화 학적인 매개체를 이용한 생물 상호관계의 생태학 등을 종합적인 관점에서 접근하고 있다.

2.3. 독일 연방농업산림생물연구소

(Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry)



이 연구소는 1898년에 설립된 제국보건청의 생물과에서 출발하였으며, 베를린 다하렘에 있으며 각 지역에 지소가 있다. 250명의 전문가를 포함한 800명의 직원이 1) 연방정부를 위한 정보의 제공과 정책 건의, 2) 작물보호에 관한 모든 연구, 3) 친환경적인 작물보호 개발, 4) 식물보호 산물에 대한 평가, 5) 식물보호 장비의 유지와 검사, 6) 작물의 해충 저항성에 대한 평가, 7) 유전자조작 작물에 대한 이용과 판매에 대한 협력, 8) 국가적 정보센터로 활동, 식물보호에 관련한 사법과 감독 관련 협력 및 9) 식물보호를 위한 정보획득과 작물보호 전반에 대한 사항이지만 가장 중점을 두는 사항은 친환경적인 작물보호의 실천이다.

BBA 산하에 우리나라로 보면 과 수준의 다음과 같은 여러 연구소가 있으며 이 중 생물학적방제연구소의 업무는 1) 해충과 천적의 생태, 2) 기생자와 포식자를 이용한 해충의 생물학적방제, 3) 바이러스, 박테리아, 곰팡이를 이용한 해충의 생물학적방제, 4) 식물병의 생물학적방제, 5) 병해충방제를 위한 식물추출물의 이용 및 6) 식물병에 대한 저항성의 획득이며 세부 부서는 다음과 같다.

- 1) Information Centre for Phytomedicine and Library
- 2) Department for National and International Plant Health
- 3) Application Techniques Division
- 4) Institute for Plant Protection in Field Crops and Grassland
- 5) Institute for Plant Protection in Forests
- 6) Institute for Plant Protection in Horticulture
- 7) Institute for Plant Protection in Fruit Crops
- 8) Institute for Plant Protection in Viticulture

- 9) Institute for Weed Research
- 10) Institute for Integrated Plant Protection
- 11) Institute for Technology Assessment in Plant Protection
- 12) Institute for Plant Virology, Microbiology and Biosafety
- 13) Institute for Nematology and Vertebrate Research
- 14) Institute for Biological Control
- 15) Institute for Stored Product Protection
- 16) Institute for Ecotoxicology and Ecochemistry in Plant Protection

2.4. 덴마크 생물학적방제연구소(Danish Centre for Biological Control)



덴마크생물학적방제연구소는 1) 농작물 해충의 생물학적방제뿐만 아니라 2) 포유동물, 3) 식물병, 4) 잡초 및 5) 가축기생충 분야까지 다루며, 위험도평가에 대한 업무도 취급하고 있다. 해충, 응애 및 달팽이의 생물학적방제는 대량증식한 천적을 주로 이용하고 있으며, 노지와 시설작물재배해충 방제에 이용하고 있다. 연구업무는 주로 덴마크농업과학연구소, 국립수의과학농업대학 및 산림부에서 담당하고 있다.

덴마크농업과학연구소 아래에 작물보호과가 있으며 작물보호과에서 업무는 다음과 같이 병해충잡초의 생물학적방제이다.

IMPETUS TO BIOLOGICAL CONTROL

Biological control of pests, diseases and other noxious organisms in agriculture and husbandry in Denmark will be strengthened in the years to come due to the formation of Danish Centre for Biological Control. Denmark is an international pioneer in the area of biological control ensuring healthy crops and benefiting the environment.

2.5. 오스트리아 비엔나자연자원/응용생물과학대학식물보호연구소

(Institute of Plant Protection, University of Natural Resources and Applied Life Science, Vienna)



이 연구소에는 식물병리과, 식물보호과, 곤충과 생물학적 방제과가 있다. 식물병리과에서는 선충, 토양전염성병, 마이코히자를 다루고, 식물방제과에서는 과일과 포도, 노지작물과 잡초를 다루고, 곤충과 생물학적방제과는 응애와 총채벌레를 다루고 있다.

곤충과 생물학적방제과에서는 주로 농업과 관련이 있는 포식성 이리응애에 대한 연구를 하고 있다. 연구소장을 포함하여 19명의 연구원이 참여하고 있으며, 총채벌레에 대한 연구는 기주선발에서 식물의 억제물질효과에 대한 연구를 한다.

2.6. 호주 국가과학산업기구

(CSIRO, Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization)



CSIRO는 호주를 대표하는 농업을 포함한 과학산업 국가연구기관이며 CSIRO곤충연구소(CSIRO Entomology)가 설립되어 있다. 1928년에 설립된 CSIRO곤충연구소는 300명의 정규 연구원이 32개 연구팀에 소속되어 있으며, 농업연구, 생태연구, 생물산업연구를 하고 있다. 이 연구소는 경제, 사회 및 환경분야에서 실제문제 해결에 국제적으로 좋은 평가를 받고 있으며 1) 생물적 위협에 대한 농업의 안전성 확보, 2) 생태계 보존, 3) 생물 산업의 혁신 등을 연구한다.

농업해충과 관련이 있는 생산물 보호연구에는 1) 노지작물, 2) 온대기후농업, 3) 방제의사결정 및, 4) 원예 등의 해충관리를 대상으로 한다. 온대기후농업에서는 곤충과 관련하여 1) redlegged earth mite의 관리, 2) 달팽이의 생물학적 방제, 3) 토양개량으로 토양곤충의 관리, 4) 토양해충의 종합관리 및 5) 진딧물의 관리를 담당하고 있다.

호주는 독특한 생물상을 보유하고 있는 나라로 생물의 안전성과 생태계 보

존연구에 중점을 두고 있다. 생물학적방제와 외래생물의 침입억제에 적극적이며, 대량증식 천적의 이용보다는 자국의 생물보존에 초점을 맞추고 있다. 해충 문제는 방제보다는 해충의 발생을 경제적피해수준 이하로 관리하고 있다. 곤충 분야의 연구인력이 300명 이상으로 국토 면적에 비하면 많은 것은 아니지만 인구 대비로 우리나라보다 작은 나라이지만 다양한 곤충분야에 많은 연구인력을 배치하고 있다.

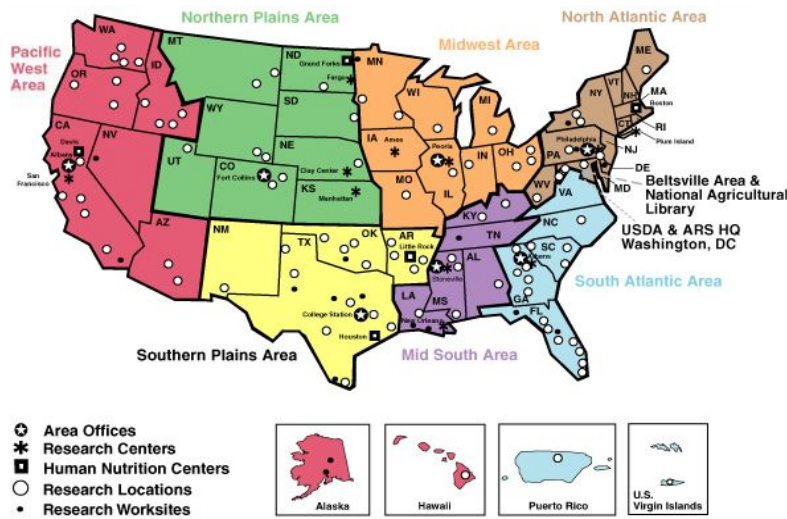
또한 뉴잉글랜드대학의 농업토양과 내에 IPM group이 있으며, 뉴사우스웨일즈대학의 생물과학과에는 곤충연구와 살충제기술연구소(Entomological Research and Insecticide Technology)가 설치되어 있다. 그리고 퀸스랜드대학 내에 동물곤충과 및 아열대해충관리연구소가 설치되어 연구활동을 수행하고 있다.

2.7. 미국

2.7.1. 농업연구센터(ARS, *Agriculture Research Service*)산하 지역연구소



ARS는 미 농무성 산하 4개청 중 하나이다. 미농무성(USDA)의 연구관련 업무 대부분이 ARA(*Agriculture Research Administration*)로 집중되어 있고, 1953년에 ARA가 ARS로 재편되었다. ARS는 본부 밑에 미국 내 8개 지역연구소 및 해외 4개국 상주 연구기구로 구성되어 있다. ARS본부는 벨츠빌에 있으며, 청장 휘하에 10개 부서로 구성되어 있고, 미국 내 8개 지역 연구기구는 각 지역별로 그림 6과 같이 2개 내지 12개 주에 연구거점을 두고 있다.



<그림 6> 지역별 해외소재 ARS조직 구성

이 기관은 농업연구와 정보획득을 통하여 1) 양질의 안전농산물 및 농산물 생산을 위한 연구, 2) 미국민의 적정영양 유지를 위한 연구, 3) 농업경제력의 강화연구, 4) 자연자원과 환경보전 연구 및 5) 농촌거주자 및 농촌사회의 경제와 복지향상 연구를 하고 있다. ARS의 직원은 약 8,100명이며 연구직, 전문 연구 행정직, 행정서비스직, 기능직, 기술직 등으로 구성되어 있다.

생물학적방제 관련연구는 벨츠빌 지역을 포함한 각 주에 있는 연구소에서 담당하고 있다. 벨츠빌 지역에는 BARC(Beltsville Agricultural Research Center)가 있고, 그 아래에 식물과학연구소(Plants Sciences Institute)가 있고 그 안에 곤충을 이용한 생물학적방제연구실이 있다. 이와 같이 생물학적방제 연구는 각주에 지역연구소가 있으며 식물연구소와 같은 연구소에서 담당하고 있다. 생물학적방제 연구인력은 29명이고, 연구분야는 곤충세균, 곤충바이러스, 곤충발육에 미치는 미생물의 영향, 곤충생태 등이며, 해충방제용 곤충바이러스 제품을 개발하였다.

2.7.2. ARS유용곤충도입연구소(*ARS Beneficial Insects Introduction Research Unit*)

ARS유용곤충도입연구소는 미국 델라웨어에 있으며, 미농무성 ARS 산하에 있고 1973년 설립되어 주로 침입해충의 방제를 위하여 외래생물 수입에 관한 업무를 주로 담당하는 연구소이다. 외래 생물을 수입하기 전에 위험도 평가, 모델링, 해충과 천적과의 상호관계 등을 연구한다. 연구인력은 본소에 20명의 과학자가 있고, 펜실바니아 등 6지역에 지소가 있으며 각 지소에는 4~45명의 연구원이 일하고 있다.

2.7.3. 대학의 천적연구

미국은 농무성 소속의 ARS 산하 연구소에 많은 인력이 있지만 캘리포니아 대학 등의 대학 연구소에서 더 많은 연구를 하고 있다. 미국의 생물학적방제 연구로 유명한 대학과 대표 연구자는 다음과 같으며 생물학적방제의 효율적 추진을 위해 천적과 관련된 모든 분야의 과학자들이 참여하는 집단연구시스템의 구축이 특징이다(그림 7).

- 1) North Carolina State University (Dr. David B. Orr and James R. Baker)
- 2) Cornell University (Dr. Weeden, Dr. Shelton, and Dr. Hoffman)
- 3) University of California, Riverside (Dr. M. S. Hoddle, Dr. L. J. Pilkington)
- 4) University of California, Berkeley (Dr. M. A. Altieri)
- 5) University of California, Davis (Dr. L. E. Ehler)
- 6) Texas A&M University (Dr. K. Indira)
- 7) Ohio University (Dr. A. Stephen)
- 8) University of Maryland Baltimore Country (Dr. L. Kate)
- 9) University of Illinois at Urbana-Champaign (Dr. P. F. Reagel)



PURPOSE

This conference brought together members of the Cornell Community (Cornell University, Boyce Thompson Institute and USDA/ARS) and other parties involved with the development, implementation and teaching of biological control. For this Conference, Biological control was defined broadly to encompass natural enemies, engineered plants and organisms, semiochemicals and other biorational tactics. Key national and international speakers complemented those from the Cornell Community to address issues critical to the future of biological control.

SPONSORS and SUPPORTERS

**National Biological Control Institute
National Biological Control Institute
Cornell Agricultural Experiment Station
New York State Integrated Pest Management Program
Cornell Institute for Food, Agriculture and Development
NYS Center for Advanced Technology (CAT) in Biotechnology
Sandoz, Agro., Inc.
Ciba-Geigy Crop Protection
Boyce Thompson Institute for Plant Research
Monsanto
DuPont
biosys
FMC
Merck Research Laboratories**

<그림 7> 미국의 생물학적방제를 위한 집단연구시스템

2.8. 태국 국립생물학적방제연구센터(*National Biological Control Research Center*)

이 연구소는 FAO의 지원을 받아 1970년 설립되었으며 농약을 대체한 병해충 및 잡초의 생물학적방제기술 개발을 담당해 왔으며, 동남아지역에서 생물학적방제의 중추적 역할을 담당하고 있다.

2.9. 중국 농업 환경지속발전연구소

(Institute of Environmental Development in Agriculture)

중국농업과학원 산하에 있는 이 연구소는 1980년 생물방치연구소로 시작하여 2002년 기상연구를 포함·확대하여 농업환경지속발전연구소로 개편되었다. 생물방치연구소 당시 곤충기생균의 개발, 선충과 잡초의 생물학적방제 등에 많은 업적을 남겼다.

비록 기상분야가 포함되어 있지만 핵심분야는 생물학적방제이며, 연구인력은 해충방제에 20명, 잡초방제 20명, 병해방제에 10여명이 소속되어 있으며 기상분야는 약 30명이 담당하고 있다. 이 연구소는 농업과학기술원 잡초방제과와 잡초의 생물학적방제 분야에서 공동연구를 진행하고 있으며, 생물학적방제 연구조직은 1) 익충을 이용한 잡초의 생물학적방제실, 2) 곤충병리연구실, 3) 식물병 생물학적방제 연구실, 4) 익충의 수입과 검역실 및 5) 생물학적방제원연구실로 구성되어 있다.

2.10. 러시아 러시아식물보호연구소 (*All-Russian Institute of Plant Protection*)

러시아식물보호연구소(VIZR)는 1929년에 설립되었으며 러시아농업과학아카데미(RAAS, *Russian Academy of Agricultural Science*)의 구성원이며, 연구인력은 300명이고 다음과 같은 연구조직체계를 갖추고 있다.

- 1) Lab. of Phytosanitary Diagnostics and Forecasts
- 2) Lab. of Agrobiocenology
- 3) Lab. of Mycology and Phytopathology
- 4) Lab. of Entomology and Plant Immunity to Pests
- 5) Lab. of Plant Immunity to Diseases
- 6) Lab. of Viral, Mycoplasmic and Nematode Diseases
- 7) Lab. of Biological Plant Protection
- 8) Lab. of Microbiological Plant Protection
- 9) Lab. of Regulators of Insect Growth, Development and Behavior

- 10) Lab. of Herbology
- 11) Lab. of Hpytotoxicology
- 12) Lab. of Ecototoxicology
- 13) Lab. of Mathematical Modeling
- 14) Lab. of Mechanization
- 15) Lab. of Information
- 16) Center for Biological Regulation of Pesticides Use
- 17) VIZR Museum

이 중 생물학적방제 업무는 생물학적식물보호연구실과 미생물학적식물보호 연구실에서 진담하고 있다. 해충에 대한 생물학적방제 연구실은 총 30명의 연구원이 있고, 주요 과학자와 연구 활동은 해충의 생물학적방제 연구로 알좁벌 (*Trichogramma* sp.)의 대량사육기술 및 동정법, 깍지벌레의 생물학적방제, 무당벌레, 진딧물을 연구한다. 또한 딱정벌레의 분류와 생태조사 및 환경영향에 의한 딱정벌레의 형태적 변화를 측정하기 위한 프로그램을 개발하고 있다.

또한 식물병의 생물학적방제를 위해 28명의 연구원이 참여하고 있으며, 다양한 생물학적방제원을 상품화하여 1) 세균을 이용한 방제원으로 *Bacillus subtilis* M22, *Bacillus subtilis* M10의 상품화, 2) 방선균을 이용한 액상분제 개발 및 3) *Streptomyces loidensis*를 이용한 Meloden을 개발하여 선충을 방제하고 있다. 또한 토마토, 오이병해발생에 대하여 온실과 노지중점으로 연구하고 있으며 토마토, 오이, 가지, 피망 등 채소에 발생하는 세균의 동정에도 연구를 집중하고 있다.

이 외에도 곤충기생균인 *Metarichium*, *Boeaaveria*의 탐색 및 대량증식과 곤충면역학, 흡관구형 곤충의 *Verticillium lecanii*를 이용한 방제 및 *Metharichium*, *Fusarium oxysporium*, *Nomureas rileyi* 등의 분류, 생물검정, 유전분석, 생성물질 검정과 총채벌레, 온실가루이 및 진딧물 등 시설원예해충의 방제까지 연구대상으로 하고 있다.

지금까지 러시아식물보호연구소에서 개발하여 상품화한 생물학적방제원은 Alirine B WP(*Bacillus subtilis* 10), Alirine c WP(*Streptomyces felleus* 8), Gamair WP(*Bacillus subtilis* M22), Verticillium M EC(*Verticillium lecanii* 21), Nemabcta

(entomopathogen nematode), Chitozan, VIRIN-xs(neclar polyhedrosis virus), VIRIN-GYAP(neclar polyhedrosis virus[Polyhedrosis group]) 등이며 대상병해충에 대한 방제효과가 매우 우수한 것으로 알려져 있다.

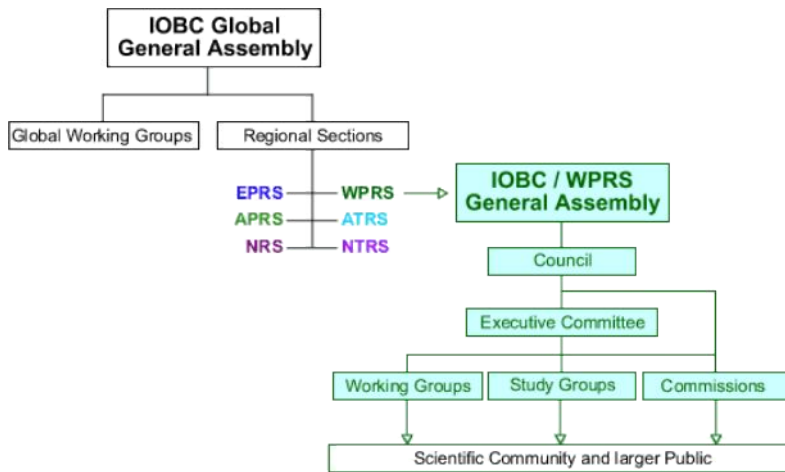
2.11. 국제기구

2.11.1. 국제생물학적방제기구

(IOBC, *International Organization for Biological Control*)



국제생물학적방제기구는 생물학적방제를 위한 비영리국제기구로 스위스 취리히에 본부를 두고 있다. 이 기구는 국제적으로 생물학적방제를 관장하는 기구이며, 그 조직은 총회 아래 세계를 6개 권역으로 나누어 각종 워킹그룹이 참여하고 있으며 (그림 8), 천적을 포함한 생물적 방제에 관한 회의 개최, 가이드라인 설정 및 규정의 제정 등에 관한 일을 하고 있다.



<그림 8> 국제생물학적방제기구의 조직

천적 관련 과학자는 워킹그룹을 통하여 교류를 하며 19개 분야에서 각 그룹별로 활동하고 있다. 시설원예작물에서 대량증식 천적의 이용은 온대지방에서

의 시설원예작물종합관리 그룹이 담당하고 있다(표 31).

표 31. IOBC 워킹그룹의 연구범위와 참여 과학자 수

워킹그룹	회원수
농약과 익충	130
과수 종합방제	150
곤충병원균과 곤충기생선충	100~120
유지식물의 종합관리	30
종합생산에서 페로몬과 그 유사화학물질	100
곰팡이와 세균병의 종합관리	200
병해충에 대한 저항성 품종의 육종	50
온대지방의 시설작물에서 종합관리	80
지중해성 기후에서 시설작물의 종합관리	70
토양생물의 먹이사슬 상호관계	?
저작생산물의 종합관리	60~70
노지채소작물의 종합관리	50
포도재배의 종합관리	120
오크나무의 종합관리	44
올리브의 종합관리	?
감귤의 종합관리	80
곤충과 병에 대한 식물의 저항성 유도	115
종합식물생산에서 유전자변형작물	100
기능 다양성을 위한 경관생태 관리	30~50

2.11.2. CABI바이오사이언스(CABI Bioscience)



이 조직은 지속가능한 농업과 생물다양성 문제에 가장 많은 활동을 하는 국제기구로 케냐, 말레이시아, 트리니다드, 파키스탄, 스위스, 영국 등에 지국이 있

으며, 작물의 건강, 해충관리, 농산물, 생물다양성 보존, 침입해충의 방제 및 농민참여프로그램에 관한 일을 하고 있으며 생물학적방제원의 대량증식을 포함하고 있으며 그 범위는 농생물다양성, 환경영향평가, 생물학적방제원의 조장, 세균의 분류, 생물퇴화, 생물학적방제, 생물농약, 생물치료, 생물자원, 생물학 데이터베이스, 생명공학, 생물다양성 공학 및 이용, 작부체계 및 축산, 농산물의 가격, 유통 및 판매, 생물계의 발견, DNA, 생태계 관리, FFS, 농가지원 및 혁신, 식품의 품질관리, 유전자원의 수집, 식물병원, 유해미생물, 산업과 환경컨설팅, IPM, 곤충, 침입해충관리, 분자생물학, 모니터링과 평가기술, 선충, 해충관리, 식물병, 건전식물과 종자 관리, 건전토양과 뿌리 관리 및 잡초에 이르며, 이와 관련된 각종 정보와 인쇄물을 보급하는 역할까지를 담당하고 있다.

VI. 천적활용 해충방제체계의 기대효과

생물학적방제의 효과와 경제성 및 안전성과 선진농업국가의 사례를 통해 천적의 이용촉진과 농약사용량 감축을 통한 친환경농업으로의 농업구조의 변화는 다음과 같은 기대효과를 예상할 수 있다.

1. 농산물가격 상승으로 농가소득 증대

건강과 식품안전에 대한 관심이 고조되면서 친환경농산물에 대한 수요가 매년 급신장하는 추세이다. 1998년부터 농림부가 추진해온 “친환경농업지구 조성사업의 결과”는 경영비 증가율보다 농산물 가격 상승율이 높아 농가소득이 큰 폭으로 개선될 수 있다는 사실을 보여준다. 친환경농가의 재배유형별 경영성과를 보면 생산비 증가에도 불구하고 관행재배농가에 비해 친환경농가의 원예소득은 23% 증가한 것으로 나타났다(표 32).

표 32. 친환경농업지구 원예경영 성과분석(농림부 2004)

재배유형	경영비	단가	소득
유기농	13% 증가	35% 높음	49% 증가
무농약	5% 증가	30% 높음	29% 증가
저농약	2% 증가	10% 높음	7% 증가

또한 2004년 농림부 자료에 따르면 천적방제를 통해 저농약 이상 친환경농산물 생산시 목표연도부터의 농가소득증대효과는 약 6,566억원 수준으로 추정하였으며, 이는 정부지원 사업효과로 약 2,626억원(20,000ha×원예작물소득 5,700만원/ha×23%), 정책추진 결과 농가확산효과로 약 3,940억원(30,000ha×원예작물소득 5,700만원/ha×23%)이 될 것으로 예상된다.

2. 농약사용 절감으로 농약원제의 수입절감효과

국내에서 사용되는 화학농약의 80% 이상을 해외에서 수입하고 있으며 그 규모는 2001년 이후 연평균 34,000톤(3억2천만 달러)에 달한다. 연간 수입물량은 감소추세에 있으나 수입금액은 2001년 2억7천만 달러에서 2003년 3억5천만 달러에 달하는 실정이다(표 10). 따라서 농약사용량을 1%만 감축하여 천적이용에 사용하면 2003년 대비 350만 달러의 수입절감 효과를 가져오고 금액으로는 약 36억원에 달하며, 이는 2005년 현재 국내 천적시장의 규모에 해당된다. 천적이용으로 농림부에서 농약사용 50% 절감목표를 실천한다면 1억6천만 달러를 절감할 수 있다.

실제 친환경농업지구의 2002년말 농약사용량은 10a당 평균 2.3kg(완제품 기준)으로 사업전 사용량 4.3kg 대비 46.5% 감소하였다. 친환경농업의 경우 병해충정밀예찰과 천적 등 생물학적방제 및 미생물배양제 등 친환경농자재로 농약 사용을 대체한 결과로 평가되고 있다(농림부 2004).

3. 환경오염 방지 및 농업환경개선 효과

농업경영상 환경으로 배출되는 유해물질은 농업환경을 악화시킬 뿐 아니라 환경을 오염시키는 가장 큰 요인 중의 하나로 나타나고 있으며, 이를 개선하기 위한 경제적 부담금은 때로 천문학적일 경우도 있다.

이를 보여주는 유사한 사례로 정부는 1990년대 초부터 가축생산으로부터 오는 환경오염부하를 줄이기 위한 여러 가지 대책을 수립·추진해오고 있다. 가축분뇨처리 문제해결을 위해 지난 1992년부터 2002년까지 축산분뇨처리시설지원사업(농림부 지원사업)에 약 1조333억원, 축산폐수공공처리사업(환경부 지원사업)에 약 4천294억원 등 총 1조4천627억원에 달하는 상당한 자금이 투입되어 오염된 환경을 회복하는 일이 얼마나 큰 대가를 지불하는지를 보여준다(한국농촌경제연구원 2005).

특히 농업에서 지속적인 농약사용은 오염된 수질의 개선비용, 야생종의 손실에 따른 비용, 토양침식 및 오염, 농약 제조시 발생하는 유해물질 제거 및 처리비용 등을 발생시킨다. 따라서 농약사용의 억제와 천적을 이용한 생물학적방

제는 이런 복구비용을 사전에 예방하고 소비자에게 돌아갈 경제적 부담을 줄이는 대안이 되고 있다. 또한 친환경농산물을 구매하는 소비자는 환경의 유지와 개선을 위한 비용을 구매와 동시에 지불하는 효과가 있다.

4. 농민들의 농약노출 문제해소

미국 NIOSH(*National Institute for Occupational Safety and Health*, 2002)는 농장에서 농약에 의한 호흡기 보호를 위해 호흡보호구를 착용할 것을 농민들에게 권고하고 있다. 이와는 달리 우리나라의 농민들은 대부분 마스크만 착용한 채 농약살포작업을 하고 있는 실정이며 농가의 농약중독 현상은 전체 농민의 7% 이상인 것으로 조사된 바 있다(표 33).

표 33. 농약중독과 치료(농촌생활연구소 2001)

구 분	중독율	가족 구성원별 구성비						
		남편	부인	기타				
전체	7.1	62.1	36.4	4.2				
지역	읍	7.8	59.7	41.4	6.4			
	면	6.8	63.4	33.7	2.9			
구 분	중독율	주치료방법						
		보건소/병원	약국	지압	휴식	한의원	참음	기타
전체	53.1	31.1	1.2	27.8	1.8	9.4	2.7	
지역	읍	62.8	41.1	3.4	23.5	-	9.6	3.7
	면	48.5	25.8	-	30.1	2.8	9.4	2.1

경북 북부권의 경우만 보더라도 주산업 분야가 농업이며 특히 과수 농사 및 벼농사 지역이 많고 농약의 역기능인 농약중독 환자의 발생이 빈번하여 1개 병원의 통계만 하더라도 연간 150명에서 200명 가량의 농민이 병원을 찾은 것으로 나타나고 있다(안동병원 2005).

유기농 대국이라고 불리는 쿠바는 지난 91년 경제봉쇄조치로 농약과 비료를 수입할 수 없어 어쩔 수 없이 유기농법으로 완전히 전환하였다. 당시 45%에 불과했던 식량 자급도는 10 여년 만에 95%까지 뛰었고 병원을 찾는 환자가 30%나 줄면서 의료 비용을 대폭 줄이는 효과까지 얻은 사례가 있다.

미국의 경우 EPA(*Environmental Protection Agency*)가 승인한 농약이라 할지라도 암 또는 다른 병의 원인과 관련이 있는지에 대하여 광범위한 연구가 이루어지기 전까지는 오랜 기간이 필요하지만 EPA는 제초제의 60%, 살균제의 90%, 살충제의 30% 정도는 잠재적인 발암의 요인이 되는 물질의 한가지임을 밝히고 있다. 이는 농약이 결국 살아있는 생명체를 죽이는 물질이므로 인체에 해가 없을 수 없으며, 발암의 직접적인 요인은 아니라도 출산율 저하, 신경장애, 유전자 변이 등의 피해를 유발할 수 있다는 가능성을 암시하는 것으로, 결국 농약은 농민의 건강을 해쳐 농업노동력의 질적 저하 뿐 아니라 환경이라는 매개체를 통해 일반인에게도 위협이 되는 현실이다.

5. 소비자의 안전농산물 기호도 및 신뢰도에 기여

서울YWCA(2005)는 서울과 수도권에 거주하는 20세 이상 여성 678명을 대상으로 친환경농산물에 대한 신뢰도를 설문조사한 결과, 건강과 식품안전에 대한 소비자의 관심 제고로 친환경농산물 수요는 높은데 반해 친환경농산물에 대한 소비자들의 신뢰는 그다지 높지 않은 것으로 나타났다. 그럼에도 불구하고 응답자의 66.7%가 친환경농산물을 구입한 경험이 있었고 구입경험이 없는 소비자의 86.6%도 기회가 주어지면 구입하겠다고 하여 친환경농산물의 소비가 대중화되고 있음을 보여주었다. 연령별로는 30-40대 주부가 친환경농산물 구매경험과 빈도가 높았고 구입 이유는 ‘가족건강을 위해서(80.7%)’가 가장 많았다. 아울러 친환경농산물의 대중화에도 불구하고 이를 국가가 인증해 주는 품질인증제도에 대한 인지도가 낮은 것으로 나타났다.

한편, 친환경농산물에 신뢰한다는 응답(50.7%)과 신뢰하지 않는다는 응답(49.3%)이 비슷한 것으로 나타났으며, 신뢰하는 이유로는 ‘정부가 인증한 제품이라서(17.7%)’, ‘생산자표기 등 설명이 있어서(25.4%)’, ‘판매처가 믿을 만해서(6.4%)’, ‘가격이 비싸서(1.3%)’ 등으로 나타났다.

이 결과를 보면 가족의 건강을 고려한 친환경농산물에 수요는 증가추세에 있고 잠

재수요도 많은 것을 보여준다. 또한 신뢰한다는 응답의 대부분은 생산자표기와 인증(43.1%)을 들고 있고, 각종 대형 유통점에서도 잔류농약에 대한 규제를 강화할 움직임을 보이고 있다(파이낸셜뉴스 2004). 따라서 추후 정부가 정책적으로 천적이용 사용을 추진하는 과정에서 소비자들의 병해충방제수단에 대한 의구심을 해소할 수 있도록 작물의 생산과정에 대한 이력을 표기한 구체적이고 객관적인 천적생산표시 제도를 추진한다면 소비자들의 안전농산물에 대한 신뢰도에 기여를 할 것으로 예상된다.

6. 신Eco-Bio성장동력산업으로써 천적산업의 발전

현재 국내 천적시장의 규모와 관련하여 (주)세실의 공급면적 및 금액을 보면 전체 시설재배면적의 2.7%인 1,463ha에 천적을 공급하여 32억원의 매출을 올리고 있다. 따라서 정부의 계획대로 2013년까지 시설원예재배면적의 50%(50,000ha)에서 천적을 이용하여 해충을 방제한다면 시장규모가 약 1,100억원까지 증가할 것이며 이로 인한 경제적 파급효과는 더욱 클 것으로 예상된다.

7. 유용토착천적의 발굴 및 생물다양성의 보존

현재 국내에서 생산되어 사용되는 천적 14종 중 8종은 외국에서 수입한 것으로 국내의 토착천적의 실용화는 아직 요원한 실정이다. 국내 천적산업의 발전과 함께 천적의 대외 수출능력을 확보하기 위해서는 토착천적의 발굴과 이들의 상품화기술 등에 관련된 원천기술을 확보하는 것이 바람직하며, 이를 위해서는 토착천적발굴에 대한 연구개발투자가 선행되어야 한다. 1980년대 이후 기술보호주의의 확산에 따른 연구개발투자의 확대는 우리 경제의 생산성 향상에 많은 기여를 하였다. 한 산업의 생산성은 주변산업의 연구개발 활동의 영향을 받는 것으로 알려져 있다(한국은행 2003). 이는 한 산업의 연구개발로부터의 직접효과와 주변산업으로부터의 간접효과의 상호작용의 결과로 나타나는 생산성 증대이며, 유용 토착천적의 발굴은 궁극적으로 용기 및 포장제작 등의 제조산업과 운송 등의 물류산업으로의 간접효과도 있을 것으로 예상된다. 또한 토착천적의 이용확대는 국내 생물(유전)자원의 이용 및 생물다양성의 보존 등의 체계적 관리에도 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

8. 친환경농산물의 수출증대와 수입감소효과 및 천적수출

2003년 대비 우리나라의 농산물 수출액은 15억6,300만 달러로 세계 37위(OECD 22위), 수입액은 62억1,300만달러로 세계 14위(OECD 12위)를 차지하였다. 반면 세계 농산물 수출국 3위의 네덜란드는 수출액이 262억9천만 달러로 우리나라는 네덜란드의 5.9%에 불과한 것으로 나타났다. 우리나라의 경지면적은 약 187만ha(시설 5만ha)로 95만 ha(시설 2만ha)의 네덜란드와 비교하면(농림부 2002) 우리나라 농산물의 대외수출비중은 매우 낮다고 할 수 있다.

또한 2003년 국내 친환경농산물 생산량은 36만6,107톤에 수입량이 904톤 수준이었으나, 2004년에는 국내 생산량과 수입량이 각각 46만6,048톤, 5313톤으로 증가했으며, 2005년 2/4분기 현재 국내 생산량이 22만5554톤, 수입량은 벌써 7,945톤을 넘어서고 있다.

따라서 천적사용을 통한 친환경농업으로의 농업구조 전환은 잔류농약이 없는 안전농산물의 생산으로 이어져 국내에서 생산된 친환경농산물의 구매를 촉진하여 수입 감소효과를 가져올 것이며, 장기적으로 우리나라 농산물의 외국시장 개척과 수출에도 기여할 것이다.

또한 이웃 일본이나 중국 등 생물상은 비슷하면서도 천적수요가 발생하는 국가에 대해 양질의 국산 천적을 수출할 수도 있고, 이 역시 국가경제에 큰 역할을 할 수 있는 부분이 될 것이다.

VII. 천적관련 국내외 법규 및 가이드라인의 분석

1. 각종 국제기구의 가이드라인

1.1. OECD(*Organization of Economic Cooperation and Development*)

- Guidance for regulation of IBCAs(*Invertebrate Biological Control Agents*) 2005

- 1) 본 가이드라인은 OECD 국가들내에서 생물학적방제원(Biological control agent)의 이용을 위한 구비자료에 대한 지침서로 활용하기 위해 개발됨(부록 9)

This document was developed to serve as guidance for information requirements for the regulation of Invertebrates as Biological Agents (IBCA)s within OECD countries.

- 2) 다수의 OECD국가들로부터 구비자료에 대한 정보를 통합하여 작성됨
- 3) 생물학적방제원과 화학합성 작물보호제제의 태생적 차이를 고려함
- 4) 무척추생물학적방제원(IBCA)s은 화학합성 작물보호제에 비해 기주특이성이 우수하여 건강과 환경에 위험이 적고, 지난 수년간 식물이나 토착 절지동물에 피해 없이 성공적으로 이용되어 왔음
- 5) 생물학적방제원의 이용을 촉진하기 위해 IBCA)s 리스트가 수 년 동안 이용되어 왔음

It incorporates information requirements from a number of OECD countries for the regulation of IBCA)s, including insects, mites and nematodes.

In developing this regulatory approach for IBCA)s, the inherent differences between these products and chemical plant protection products were taken into consideration. IBCA)s are usually more target pest specific than chemical plant protection products, and generally pose lower risks to human health and the environment. IBCA)s have been used successfully for many years in many OECD countries without significant harm to plants or native arthropod species.

To facilitate the use of biological control agents in some of these countries, documentation on lists of IBCA)s that have been used for many years (5 or more) without undesirable side-effects have been prepared and updated by government agencies

1.2. FAO의 ISPM(*International Standards for Phytosanitary Measures*) 2005

- 1) 본 가이드라인은 생물학적방제원과 유용생물의 수출, 선적, 수입 및 방사의 안전한 수행을 촉진하기 위한 가이드라인을 제공(부록 10)

This standard is intended to facilitate the safe export, shipment, import and release of biological control agents and other beneficial organisms. Responsibilities relating to this are held by contracting parties, National Plant Protection Organizations (NPPOs) or other responsible authorities, and by importers and exporters.

- 2) 불임곤충과 유용생물 뿐 아니라 포식기생자, 포식자, 기생자, 선충, 잡초의 생물학적 방제용(식식성생물) 및 병원균 등의 자기증식 능력이 있는 생물학적방제원의 수입과 상업적으로 제조 또는 포장된 생물농약을 다루고 있음
- 3) 방역당국이 연구용으로 수입한 생물학적방제원과 이들의 환경 방사까지를 포함
- 4) IBCAs의 후속조치로 천적의 국가간 교역절차를 규정하여 관련제도의 통합
- 5) 천적산업기반이 완성된 유럽 내 천적제품의 공통된 교역기준을 만들어 간접적으로 천적산업을 보호·육성하는 것이 주목적임

1.3. OECD의 DAC(*Development Assistance Committee of OECD*)

- Guidelines on Aid and Environment 1993

- 1) 본 가이드라인은 국가, 지역 또는 세계적인 환경문제에 대처할 전략을 수립하는데 활용할 수 있도록 작성되었음

These Guidelines are designed to help policy-makers as well as practitioners in donor agencies and developing countries devise strategies to address serious national, regional and international environmental concerns.

- 2) III. Guidelines for Aid Policies on Pest and Pesticide Management, B. Strengthening pesticide management policies and capabilities in recipient countries

- 3) ICCDUP(*International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides*)에 의거 개발도상국가에서의 농약사용 절감정책 강화
- 4) 제4항: 생물학적방제와 같은 농약을 대체할 비화학적 기술의 진흥

The promotion of non-chemical alternatives to pesticides, such as biological control.

1.4. EU(*European Union*)의 BCAs(*Biological Control agents*)

- 1) EU 차원에서의 BCAs에 대한 규정이나 법규는 존재하지 않음
- 2) BCAs의 이용이 일반적으로 안전하다는 것이 이용경험과 연구를 통해 밝혀졌기 때문에 EU 차원에서 BCAs의 이용과 교역에 대한 제한이 없음

As yet no specific rules on the use of invertebrates as BCAs (or on the use of other BCAs) exist at EU level. Experience and research have shown that the use of BCAs in generally safe, and therefore use of and trade in BCAs is unrestricted at EU level. Member States may regulate freely on this matter.

1.5. EU의 BCAs 이용촉진과 관련된 정책

- 1) Council Directive 79/117/EEC 특정물질을 포함한 식물보호제품의 유통금지
- 2) Common Agricultural Policy를 통한 IPM 및 ICM(Integrated Crop Management; 작물종합관리)과 같은 친환경농업을 장려
- 3) Cross-compliance 농가가 직접지불 소득보조금을 받기 위해 준수해야 하는 환경보호 및 식물건강 관련 의무
- 4) EU의 환경보호실천계획에 의한 무농약 작물재배방안(Pesticide-free crop farming)

1.6. EPPO(*European and Mediterranean Plant Protection Organization*) Standards

- 1) Safe Use of Biological Control 1999(부록 11)
- 2) PM 6/1(1)과 PM 6/2(1) 건강과 환경에 대한 위험을 줄이기 위해 식물보호에 생물학적방제원의 이용을 장려하고 있음

NPPOs of the EPPO region generally promote the use of biological control in plant protection as, like other aspects of integrated pest management, it reduces risks for human health and the environment.

- 3) PM6/3(2) List of biological control agents widely used in the EPPO region
- 4) 생물학적방제 시스템의 연구 및 사용을 위한 비구속적인 가이드라인과 유럽지역에서 자유롭게 사용가능한 천적리스트를 제시하고 있음

EPPO Standards PM 6/1 and PM 6/2 provide guidelines to national authorities in the EPPO region on the introduction and release of exotic biological control agents, so as to identify and avoid hazards for agricultural and natural ecosystems. These standards are intended to be used in relation to future introductions but not retrospectively for past introductions. There is extensive previous knowledge and experience of the use of introduced biological control agents in a number of countries in the EPPO region, sufficient to indicate the absence of significant risks, or the availability of reliable risk management measures, for many individual organisms.

- 5) 천적의 안전성을 경험과 연구를 통해 인정하여 천적을 포함한 생물학적방제에 대한 규제사항이 없음

1.7. IOBC

- Guidelines for IP(*Integrated Production*) of Arable Crops In Europe 1997,
Technical guideline III

1) 본 가이드라인은 농작물의 종합적 생산을 위한 기본조건을 정의함

The purpose of these guidelines is to define the basic requirements of IP in arable crops in such a generalized way that these rules can be applied in all geographic regions covered by WPRS(*West Palaearctic Regional Section*).

2) II Requirement *Crop Protection*에 기술: 작물보호기술로 농약에 우선하여 생물학적, 생명공학적, 물리적 또는 경종적해충방제의 이용을 의무화

Biological, biotechnical, physical or agronomic plant protection methods must be preferred to chemical methods if they provide satisfactory control.

3) Table. Specific crop guidelines for integrated production: 각 작물별로 재배기술을 제시하고 해충방제기술을 권장(부록 12)

- 월동 화본과작물: 농약은 최후의 수단으로 허용
- 월동 유채: 농약은 해충의 경제적피해수준을 초과하는 경우에만 허용
- 사탕무: 해충은 피해수준에 따라 처리하고 살충제 및 살선충제 사용금지
- 감자: 살선충제 사용금지 및 살충제를 이용한 콜로라도감자잎벌레의 방제는 피해수준에 따라 허용
- 옥수수: 옥수수밤나방(*Seasmia nonarginoides*)의 방제는 피해수준에 따라 기생천적 등의 생물학적방제나 생명공학기술, 또는 유용생물에 피해가 없는 살충제를 사용
- 완두콩: 피해수준에 따라 선택성농약 사용
- 수수: 1회에 한해 진딧물 살충제 허용. 기타 살충제 사용금지
- 대두, 해바라기, 알팔파, 목초: 살충제 사용금지

2. 세계 각국의 가이드라인 및 법규

2.1. 호주의 Biological Control Act 1986

- 1) Preliminary 4 Biological control: 다른 종류의 살아있는 생물의 방사 등의 생물학적 수단에 의해 특정생물을 방제할 수 있음(부록 13)

For the purposes of this Act, an organism of a particular kind shall be taken to be controllable by biological means if, and only if, the organism can be controlled by the release of a live organism of another kind.

- 2) Preliminary 5/6 표적해충과 천적을 정의하고 범위를 결정하도록 권고함
- 3) 법에 규정되지 않은 사항은 금지

2.2. 네덜란드의 VBBBFF

(Vrijstellingslijst Biologische Bestrijders En Bestuivers Flora En Faunawet)

- 1) 생태계의 영향을 고려하여 75종의 곤충천적 수입허용천적리스트를 작성하여 활용
- 2) 천적의 생산과 판매에 대한 법적 제약이 없음
- 3) 시설원예채소 전체와 화훼류 대부분에 천적사용을 권장하고 있으며, 이행하지 않을시 불이익을 부과함

2.3. 미국 농무성의 PPA(Plant Protection Act) 2000

- 1) 수입허가를 요하는 리스트에서 천적을 분리하여 식물해충과 유해잡초를 방제하는데 이용하는 모든 천적, 길항생물 및 경쟁자로 천적을 규정하여 사용상의 제약을 완화(부록 14, 15)
- 2) 천적이 미국의 농업과 환경에 이롭다는 인식으로부터 출발
- 3) 농무부, 기타 연방기관 및 주 자체가 관리 및 실행능력이 있을 때에는 언제든지 생물학적방제를 촉진하도록 장려

- 4) 동식물검역소에 생물학적방제기술의 효율적 이전과 관련된 모든 활동에 참여할 수 있는 권한을 부여

The PPA separates biological control organisms, which were formerly grouped with plant pests, and defines them as any enemy, antagonist, or competitor used to control plant pests or noxious weeds. This recognizes that not all organisms in need of permits are plant pests and that some are actually beneficial to U.S. agriculture and the environment.

APHIS has proposed new regulations for the movement of plant pests and release of biological control agents of weeds, which should be published in the Federal Register in the near future. The PPA reaffirms APHIS authority to regulate biological control to prevent the introduction or dissemination of plant pests or noxious weeds and encourages the USDA, other Federal agencies, and the States to facilitate biological control whenever feasible. The Act also provides APHIS with guidance on how to regulate the movement of biological control organisms and authorizes APHIS' participation in activities that enable the effective transfer of biological control techniques.

- PPA in Factsheet

2.4. 미국의 각 주 법규

- 1) 공통적으로 유해생물의 이동에 관한 규제가 공통적
- 2) 천적에 대한 규제는 없고 토착천적의 이용을 장려
 - Wisconsin주의 Agriculture, trade and consumer project 21
 - North Carolina주의 North Carolina Plant Pest Law
 - New Mexico주의 Pest Control Act
 - New York주의 State Consolidated law Article 14
 - Illinois주의 Insect Pest and Plant Disease Act

2.5. 벨기에

천적의 생산이나 유통 및 이용에 대한 규제나 법이 없고 거래 및 이용이 자유화되어 있음

2.6. 일본의 農藥取締法(법률 제82호, 1948)

- 1) 잔류성 및 오염성 농약을 지정하여 농약의 사용을 규제하고 있으며 (법제 12조), 사용시는 표준용기 사용방법 등을 준수하도록 하고 있음
- 2) 특히 이들 농약을 사용할 경우에는 역시 1948년에 제정된 농지개량조장법(법률 제165호)에 따른 개량보급원 또는 1950년 제정된 식물방역법(법률 제51호)의 병충해 방제원 혹은 그에 준하는 것으로 도도현지사가 지정한 자의 지도를 받도록 하고 있으며 일본의 농약사용 안전기준은 우리나라와 달리 모범에서부터 강하게 규제하고 있음
- 3) 천적을 농약으로 농약관련법에 포함시켜 천적의 이용촉진보다는 규제 중심의 정책을 취하고 있음. 따라서 천적은 생물농약으로 등록이 되어야만 이용할 수 있으며 제품을 제조, 수입 및 판매하려면 등록에 필요한 제품 견본을 첨가하여 등록신청을 해야 함. 국가에서 품질, 효과, 안전성 등에 관해 평가하고 적절하다고 판단되면 이를 허가함. 유효기간은 3년으로 하고 기간이 만료되면 재등록 할 수 있음. 작물별로 전국 국공립기관 6개소에서 2년간에 걸친 실험성적을 요구하고 있어 천적 이용에 장애요인으로 작용하고 있음
- 4) 2003년 농림수산성·환경성 고시 제1호는 농약취체법(1948년 법률 제82호) 제2조 제1항에 의거하여 천적을 “곤충강 및 거미강에 속하는 동물(인축에 유해한 독소를 생산하는 것은 제외)”으로 정의하였으며, 사용장소와 동일한 도도부현 내에서 채집된 토착천적의 경우 사용에 대한 규제를 없앤 것으로 판단됨

3. 국내 친환경농업육성법(법률 제7459호, 1997)

3.1. 목 적

농업의 환경보전기능을 증대시키고, 농업으로 인한 환경오염을 줄이며, 친환경농업을 실천하는 농업인을 육성함으로써 지속가능하고 환경친화적인 농업을 추구하기 위해 마련되었다.

3.2. 내 용

친환경농업 육성계획으로 농약, 비료, 가축사료첨가제, 기타 화학자재의 적절한 사용 및 감축방안이 포함되어 있으며, 친환경농업의 발전을 위한 각종 기술개발 방안, 친환경농산물의 생산, 유통의 활성화 및 소비촉진 방안이 포함되어 있다. 또한 친환경농업을 발전시키기 위하여 친환경농업기술의 연구개발과 보급 및 지도에 필요한 시책을 강구하고, 친환경농업기술 및 자재를 연구개발·보급 또는 지도하는 자에게 필요한 비용을 지원할 수 있도록 하였다. 그리고 친환경농산물을 생산방법과 사용자재 등에 따라 유기농산물·전환기유기농산물·무농약농산물 및 저농약농산물로 분류하고 있으며, 친환경농산물의 생산을 위한 자재의 사용 등에 대한 구체적인 기준을 마련하였다.

3.3. 친환경농업육성법시행규칙(농림부령 1439호)

병해충의 종합관리방안을 친환경농업육성계획에 포함하였고 친환경농산물의 생산을 위한 자재의 사용기준 중 병해충관리를 위하여 사용이 가능한 자재로 농촌진흥청장이 고시한 생물농약 등록기준에 적합한 천적을 생물학적 병해충관리를 위하여 사용할 수 있도록 하고 있다.

2003년 5월 19일 개정된 동시행규칙에는 유기농립산물과 전환기유기농립산물 및 무농약농산물의 재배방법 중 병해충 및 잡초방제·조절방법에 포식자와 기생동물의 방사 등 천적의 활용이 규정되어 있다.

3.4. 친환경농업 및 천적 관련법

- 1) 농산물품질관리법(법률 제6816호)
- 2) 친환경농업육성법(법률 제7459호)
- 3) 환경친화적산업구조로의 전환촉진에 관한 법률(법률 제7219호)
- 4) 환경기술개발및지원에 관한 법률(법률 제7459호)
- 5) 환경개선특별회계법(법률 제7459호)
- 6) 친환경상품구매촉진에 관한 법률(법률 제7296호)
- 7) 조세특례제한법(법률 제7601호)
- 8) 농촌진흥법(법률 제6997호)
- 9) 기술개발촉진법(법률 제7159호)
- 10) 기초과학연구진흥법(법률 제7424호)
- 11) 농업농촌중장기투자계획: 농어촌특별세 일몰기한 10년 연장
- 12) 식물방역법(법률 제 7136조)

4. 천적의 이용관련 규정

천적의 등록제 시행은 천적의 이용과 확대를 저해하는 요인으로 작용할 수 있다. FAO의 생물학적방제원의 등록(Guidelines for Registration of Biological Pest Control Agents 1988) 가이드라인에도 생화학적해충방제원(Biochemical pest control agents)과 미생물해충방제원(Microbial pest control agents)으로 나누어 생화학적해충방제원으로는 1) 신호(정보)전달물질, 2) 호르몬, 3) 식물호르몬 또는 곤충생육조절제 및 4) 효소로 규정하였으며, 미생물해충방제원으로는 세균, 진균, 바이러스, 원생동물 및 유전자변형미생물로 정의하고 방제원의 동정, 생물학적 특성, 독성자료, 잔류자료 및 환경영향평가를 요구할 뿐, 천적에 대한 등록규정은 없다(부록 16).

대부분의 선진농업국가에서는 국가별로 수입이용이 가능한 천적리스트를 작성하여 그 이용을 용이하게 하는 조치를 취하고 있으며, 생물학적방제법이 있는 호주도 EPBC Act(*Environment Protection and Biodiversity Conservation Act* 1999)에 따라 천적을 수입이용이 가능한 생물리스트에 포함시켜 천적의 수입

과 방사를 관리기관의 허가없이 자유롭게 사용하도록 허용하고 있다(표 34).

일본을 제외한 천적이용이 활성화되어 있는 대부분의 국가는 수입천적의 경우 NPPOs(National Plant Protection Organizations)의 주관 아래 식물검역법 또는 식물방역법이 정하는 절차에 따라 위험도평가(risk assesment)를 통한 최소한의 요건만 충족시키면 자유롭게 천적을 수입하여 이용할 수 있으며, 그 이용과 관련된 등록 및 심사절차가 있다 하더라도 이용에 전혀 장애가 되지 않는 수준이다(표 35).

또한 외국산 천적이라도 이미 5년 이상 사용 중에 있는 천적은 자유롭게 사용하고 있으며, 자국 내에 분포하는 토착천적의 경우는 어떠한 등록제도나 규정도 존재하지 않는다. Wellings(1996)는 생물학적방제 관련정책의 국제적 추세를 분석하였는데 생물학적방제원 중 수입천적의 경우 위험도평가를 요구하고 있지만 등록의무는 없으며, 토착천적의 경우에도 등록 뿐 아니라 위험도평가도 요구하지 않는 것이 일반적인 경향이라고 하였다.

따라서 우리나라도 수입천적은 식물방역법의 절차에 따르게 하고 토착천적의 이용에 대해서는 별도의 등록이나 절차를 부과하지 않는 것이 바람직하며, 토착천적을 대량증식시켜 상품화하고자 하는 경우에는 제조물책임법(법률 제 6109호)을 따르도록 하면 될 것이다.

표 34. 국가별 수입이용이 가능한 천적수

국 가	기준연도	천적종수	관 리
미 국	2004	47	USDA/APHIS*
	2005(?)	>243개과 곤충**	Univ. California
EU	2002	90	EPPO
호 주	1999	244***	DEH****
일 본	1998	14	농림수산성
한 국	2005	9	국립식물검역소

*부록 17

**이용상 안전성이 확인된 분류군에 대한 천적연구진의 추천사항임(부록 18)

***천적을 포함한 모든 절지동물

****Department of Environment and Heritage

표 35. 국제기구 및 국가별 천적이용 관련제도

국가/기구	수입천적		토착천적
	검역관련규정	등록관련규정	
미 국	Plant Protection Act	없 음	이용과 관련된 규정이나 제한이 없음
호 주	EPBC Act*	없 음	
EU	SUBC**	없 음	
FAO	ISPM***	없 음****	
일 본	식물검역법	농약취체법	
한 국	식물방역법	없 음	

*Environment Protection and Biodiversity Conservation Act(부록 19)

**Safe use of Biological Control

***International Standards for Phytosanitary Measures

****Guidelines for Registration of Biological Pest Control Agents

일본의 경우 1995년 산케이화학, 도모노아구리카생물연구소, 가다구라공업, 아구로스타, 일본화학, 토멘 및 갓쓰아구리시스템즈 등에서 무당벌레, 긴털이리응애, 풀잠자리, 쿠쿠메리시이리응애, 애꽃노린재 및 온실가루이좀벌 등을 연구하면서 천적의 보급에 나서고 있지만(일본농업신문 1999), 천적을 농약과 같이 처리하는 농약취체법에 따라 1) 2년간 6개 이상의 농업시험 결과, 2) 일본 내에서 품질관리보증 인증, 3) 누에나 꿀벌과 같은 익충에 대한 영향평가 및 4) 피부자극 또는 무발생증명과 같은 시험성적을 요구하기 때문에 실제 천적을 이용하기 위해서는 긴 시간과 복잡한 절차를 의무적으로 부과하여 농가에서 천적의 실질적 이용은 요원한 상황이며, 천적이용에 관한 한 한국보다 뒤져있는 실정으로 천적산업의 발달이 부진한 이유가 되고 있다.

국내외 천적관련 법규 및 가이드라인의 검토의견

■ OECD, FAO, EPPO 및 IOBC 등의 국제기구의 천적관련 가이드라인은 두 가지로 요약될 수 있음

- 1) 수입천적의 경우 국가간 이동 및 판매와 이용이 가이드라인을 준수하는 수준에서 자유로우며, 이를 위하여 이용가능한 천적의 목록을 작성하여 활용하고 있음
- 2) 토착천적의 경우에는 이용상의 어떠한 규제사항도 없음

■ 호주, EU, 미국 등 선진농업국가의 법규 및 가이드라인도 수입천적의 경우 자국의 식물검역법 또는 식물방역법에 의한 위험도평가 후 사용하도록 하는데, 이 절차가 천적의 수입 및 이용에 장애요인이 되지 않음. 국제기구와 마찬가지로 토착천적에 대한 규제사항은 없고 오히려 개발이용을 권장하고 있음

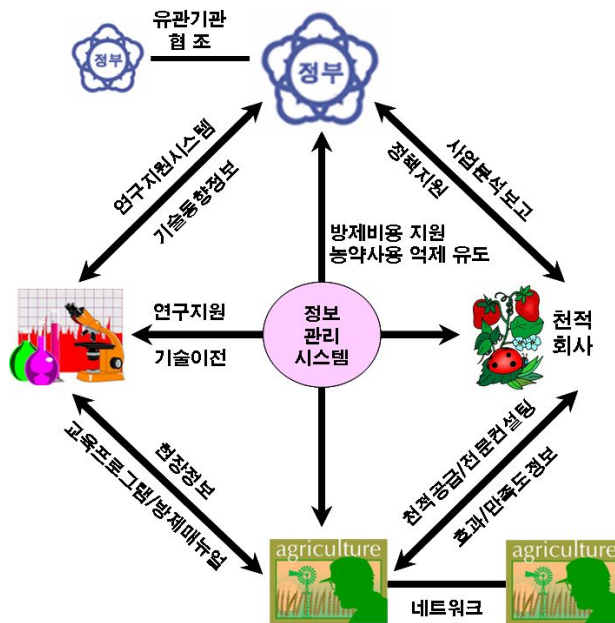
■ 일본의 경우 수입천적은 농약으로 간주하여 농약취체법에 따르게 함으로써 등록절차가 까다롭고 등록까지의 소요시간이 길어 천적의 이용을 위축하는 장애요인으로 작용하고 있음

■ 우리나라의 경우에도 수입천적의 이용은 식물방역법에 따라 처리되며, 친환경농업육성법에서 그 이용을 권장하고 있으며, 현재까지 토착천적에 대한 관련규정은 마련되어 있지 않음

■ 천적이용과 관련된 등록제도는 천적의 이용을 위축하는 결과를 가져오며, 국제기구 및 선진농업국가는 수입천적의 경우 식물검역법에 명시한 이용절차만을 요구할 뿐이며, 토착천적의 경우 어떠한 절차도 존재하지 않음

VIII. 천적활용 해충방제기술 육성방안

천적을 이용한 해충방제 기술의 확대를 위한 친환경농업 육성목표를 달성하기 위해서는 다양한 육성 및 지원책이 구축되어야 한다. 이를 위해서는 정부, 학계, 산업계 및 농가와 이와 관련된 모든 유관단체의 상호협력 시스템이 구축되어야 가능하며(그림 9), 다음과 같은 각종 육성방안을 구체적으로 마련하여 단계적으로 실천하는 것이 바람직할 것이다.



<그림 9> 천적연구개발 및 이용촉진을 위한 종합체계

1. 천적연구개발사업단의 운영

천적연구개발사업단은 5장에서 검토된 것처럼 천적의 연구개발이 체계적인 기술이전과정을 거쳐 신속하게 실제 농가에 활용될 수 있도록 생물학 뿐 아니라 작물학, 기상학, 물리학 등의 천적관련 연구진이 협력하는 선진국형 집단연

구시스템을 구축하는 것이다.

이 사업단의 업무영역이 농촌진흥청과 연구범위상 중복문제가 발생할 소지가 있으나 장기적으로 대학 등 전문인력의 천적연구 참여로 천적의 연구개발 연한의 단축이 기대되며, 농촌진흥청을 주축으로 한 사업단을 구성함으로써 오히려 연구의 중복을 회피할 수 있다. 구성원은 각급 연구기관, 농민, 정부 및 민간천적회사가 모두 참여하는 것이 바람직하며 다음과 같은 사항을 대상으로 한다.

- 1) 우수천적의 선발과 대량증식 연구
- 2) 토착천적의 발굴과 개발
- 3) 작목별 천적이용기술 개발
- 4) 천적이용 및 농가환경 컨설팅 지원
- 5) 천적종합정보관리시스템의 구축 및 정보뱅크 운영
- 6) 해충발생예찰 시스템과 천적평가기술의 개발
- 7) 천적이용 효과를 증대시키기 위한 재배기술의 개발
 - 포장위생 또는 격리시설
 - 온습도관리기술
 - 약제 및 잡초관리
 - 작부체계
 - 저항성품종
 - 건진묘의 육성
- 8) 천적이용이 가능한 재배환경 평가를 위한 표준화기술
- 9) 해당포장에 효과적인 방제옵션 제공기술

2. 천적이용농산물 표시제도 도입

농산물의 품질표시제도는 농산물의 생산이력을 밝힘으로써 농산물에 대한 소비자의 신뢰도를 제고하는 동시에 가격차별화를 통한 농가소득의 증대가 예상되며, 친환경농산물 소비촉진은 결과적으로 친환경적 생산자재의 이용으로 유관산업의 발전을 가져올 것이다.

현재 농약을 대체하여 사용하고 있는 친환경농자재의 경우, 효과의 안전성 검증이나 인체의 유해성 여부도 현재로는 확인이 어려워 이와 관련된 국내외 소비자 및 인증기관의 기준에 적합한지 여부에 대한 의문이 제기되어 온 것이 사실이다. 반면, 선진 유기농업국가들은 살충제 대신 국제적으로 검증된 천적 방제가 일반화되기 전까지 농산물 생산과정에 천적을 이용한 해충방제를 하였다는 사실을 소비자에게 알리기 위해 노력하였고 네덜란드에서는 무당벌레, 나비, 수정벌 등의 마크를 표시하였으며 이는 소비자의 안전농산물에 대한 신뢰 제고 및 농가소득 향상에 큰 기여를 하였다.

최근 우리나라에서도 각종 농산물의 생산에 농약을 사용하지 않거나 천적을 사용했다는 사실을 소비자에게 알리기 위해 생산자 또는 생산자연합 등이 주축이 되어 각종 표시 및 상품명을 활용하고 있다. 그림 10은 오랜 기간 지속적인 농약사용으로 사라졌던 메뚜기를 아예 상품명으로 하여 무농약재배를 하였다는 사실을 소비자에게 적극적으로 알리는 예이다. 또한 3-4년 전에는 ‘철원쌀’ 포장에 농약을 사용하지 않고 자연천적을 이용한 해충방제를 강조하기 위해 벼 해충의 최대 천적인 ‘황산적거미’를 로고로 사용한 사례도 있다.



<그림 10> 방제관련 농산물 품질표시 사례

소비자들은 농산물의 생산과정에서 해충방제에 농약을 사용했을 것이라는 부정적인 시각을 가지고 있으므로 천적농산물표시제도는 해충방제기술에 대한 바른 정보를 소비자들에게 제공하는 가장 효과적인 수단이 될 것이며, 이를 통하여 천적이용농산물의 소비를 촉진하고 장기적으로 친환경기술을 이용한 농업발전에 긍정적인 파급효과를 가져올 것이다.

천적이용농산물 표시제도는 현행 친환경농산물과 구분되는 별도로 운영되는

것이 바람직하며, 운영의 주체는 천적생산회사 또는 천적생산자연합 및 농산물 생산자가 자신의 품질표시 마크를 사용하는 민간차원의 제도가 바람직할 것이다. 또한 표시기준도 세분화하는 것이 장기적으로는 바람직하나 우선 순수천적농산물(천적만으로 생산) 또는 천적혼용농산물(천적과 농약 병용)로 구분해야 할 것이다.

천적이용표시는 다른 재배방식의 농산물과의 가격차별화를 가져올 것이며, 그렇지 않을 경우 농민들은 천적을 외면하고 보다 쉬운 다른 방제기술에 눈을 돌릴 것이다. 또한 천적이용농산물의 인증제도 시행은 농약을 이용한 관행농산물에 익숙하던 소비자들의 해충방제방법에 대한 의구심과 불신을 해소할 것이며 천적이용기술의 홍보효과도 가져올 것으로 사료된다.

3. 컨설팅 및 교육인력 양성정책

천적을 이용한 해충방제는 재배환경구조 분석(기본진단), 해충예찰과 천적의 선정과 투입시기 결정 및 관리(방제진단) 등 고도의 전문성이 요구되는 기술로 효율적인 컨설팅 및 교육시스템이 구축되어야 사업의 성공을 기대할 수 있다. 선진농업국가에서는 다양한 주체의 농업경영기술을 농가에 이전하는 컨설팅시스템을 개발·운영해 왔으며, 특히 최근에는 천적관련 컨설팅의 비중이 확대되는 경향을 보이고 있다(표 36). 선진농업국가에서의 천적의 이용, 친환경농업 및 IPM농법 등의 성공은 예외없이 효율적이고 신뢰할 만한 수준의 컨설팅으로부터 출발한 것이다.

우리나라도 친환경농업의 장기적인 발전을 위해서는 많은 컨설팅인력 양성을 필요로 하며, 이를 위해서는 보다 과학적인 교육과정과 프로그램을 통해 우수한 인력을 발굴하는 일이 시급하다. 국내의 천적사업은 외국의 기업과 비교하여 천적산업의 확대 및 혁신에 가장 중요한 요소인 컨설팅 및 천적의 품질관리(quality control)에 매우 미흡한 것이 사실이다. 따라서 천적시장의 점유에 있어 가장 중요한 가격경쟁력을 국내기업이 확보하고 있는 만큼, 적절한 검토를 통하여 외국의 우수 컨설팅시스템과 기술이전 및 이용기술의 향상과 관련된 경험을 접목한다면 장기적인 관점에서 친환경농업정책의 성공, 농가의 소득증대, 세수증대 및 건전한 산업구조의 구축이라는 관점에서 바람직할 것으로 판단되며 컨설팅에 대해 오랜 역사와 노하우를 가진 선진농업국가의 농업컨설팅 전문가 초빙프로그램을 시행하는 것도 농업

컨설팅시스템을 우리나라에 빠르게 정착시킬 수 있는 한 방안이 될 것이다.

표 36. 선진농업국가의 다양한 컨설팅 시스템(Minnesota Univ., 2003)

Keyword	Title
NAICC	Role of the Private Crop Consultant in Implementation of IPM
Nairobi	An ecological approach to biological control of gramineous stemborers in Africa: the introduction and establishment of <i>Cotesia flavipes</i> Cameron (Hymenoptera: Braconidae)
National alliance of independent crop consultants	Role of the Private Crop Consultant in Implementation of IPM
National bednet impregnation program	Control of Malaria Vectors in Africa and Asia
Natural control	California Integrated Pest Management Program
Natural enemies	California Integrated Pest Management Program
Natural enemies	IPM: Opportunities and Challenges for the Private Sector
Natural enemies	The Desert Locust in Africa and Western Asia: Complexities of War, Politics, Perilous Terrain, and Development
Natural enemies	Strawberry Insect Pest Management
Natural enemies	Development of Strategies to Prevent Colorado Potato Beetle Resistance to NewLeaf Potatoes: An Industry First
Natural enemies	Cultural Control
Natural enemies	Potential for Biological Control of Crop Pests in the Caribbean
Natural enemies	Biological Control: Approaches and Applications
Natural enemies	Prey Specialization in Insect Predators
Natural enemies	Fungicides Impact Aphid Control
Natural enemies	Sugarcane IPM
Natural enemies	Melon IPM : Southwestern USA
Natural enemies	Sunflower Insect Pest Management
Natural enemies	Soybean Insect IPM
Natural enemies	Biological Control: Approaches and Applications
Natural enemies	Systematics and Biological Characteristics
Natural enemies	Pecan Arthropod Management
Natural enemies	Onion Arthropod Pest Management
Natural pesticides	Public health risks associated with pesticides and natural toxins in foods
Natural resources institute	Weed Management in Small Holder Rice Production in the Tropics
Natural toxins	Public health risks associated with pesticides and natural toxins in foods

Naturalytes	Novel Organic and Natural Product Insect Management Tools
NatureMark	Development of Strategies to Prevent Colorado Potato Beetle Resistance to NewLeaf Potatoes: An Industry First
NatureMark potatoes	Development of Strategies to Prevent Colorado Potato Beetle Resistance to NewLeaf Potatoes: An Industry First
Neck rot	Onion Arthropod Pest Management
Neem	An Introduction to Insecticides
Neem oil	An Introduction to Insecticides
Nematode	Sugarcane IPM
Nematodes	Potential for Biological Control of Crop Pests in the Caribbean
<i>Nemocoestes incomptus</i>	Strawberry Insect Pest Management
Neo-pyminin	An Introduction to Insecticides
Neotropic	An ecological approach to biological control of gramineous stemborers in Africa: the introduction and establishment of <i>Cotesia flavipes</i> Cameron (Hymenoptera: Braconidae)
<i>Nephotettix virescens</i>	Management of Rice Insect Pests
Nerve gas relatives	An Introduction to Insecticides
New York	Prey Specialization in Insect Predators
NewLeaf potatoes	Development of Strategies to Prevent Colorado Potato Beetle Resistance to NewLeaf Potatoes: An Industry First
<i>Nezara viridula</i>	Soybean Insect IPM
Ngj-Song	An ecological approach to biological control of gramineous stemborers in Africa: the introduction and establishment of <i>Cotesia flavipes</i> Cameron (Hymenoptera: Braconidae)
Nicotine	Insecticides: Chemistries and Characteristics
Nicotine	An Introduction to Insecticides
<i>Nilaparvata lugens</i>	Management of Rice Insect Pests
Noble fir	Integrated Pest Management in Christmas Tree Production
Noctuidae	An ecological approach to biological control of gramineous stemborers in Africa: the introduction and establishment of <i>Cotesia flavipes</i> Cameron (Hymenoptera: Braconidae)
Noctuidae	Sugarcane IPM
Noctuidae	Alfalfa IPM
Noctuidae	Management of Rice Insect Pests
Noctuidae	Strawberry Insect Pest Management
Noctuidae	Onion Arthropod Pest Management
Nominal thresholds	Economic Thresholds and Economic Injury Levels
No-molt	An Introduction to Insecticides
Non-selective	Weed Management in Small Holder Rice Production in the Tropics

Non-targeted organisms	Prey Specialization in Insect Predators
North Carolina	Biological Control: Approaches and Applications
North Carolina State University	Biology and Management of the Southwestern Corn Borer
North Dakota	Integrated Management of PLRV and PVY in Seed Potato with Emphasis on the Red River Valley of Minnesota and North Dakota
North Dakota	Sunflower Insect Pest Management
North Dakota State University	Sunflower Insect Pest Management
Northern corn rootworm	Cultural Control
Northern crop Science Lab	Sunflower Insect Pest Management
Nuclear polyhedrosis virus	Melon IPM : Southwestern USA
Nutrient management	Cultural Control
Nymphalidae	Sunflower Insect Pest Management
<i>Nymphula depunctalis</i>	Management of Rice Insect Pests
NYS agricultural experiment station	Onion Arthropod Pest Management

4. 천적관리기사제도의 신설

현재 한국산업인력공단에서 시행하고 있는 농약사용 중심의 식물보호기사(농림)와는 별도로 재배환경을 고려한 천적이용 중심의 컨설팅 능력 및 기능을 강화한 새로운 천적관리기사제도의 검토가 필요하며, 이 경우 시험과목의 조정 및 작업형 현장실기시험 강화를 고려해야 할 것이다.



5. 천적이용매뉴얼의 개발

농업과학기술원에서는 천적이용가이드(2005) 및 천적의 이해와 활용(1998) 등을 발간하여 천적을 이용한 생물학적방제기술의 기본이론과 실제에 대한 정보기반을 조성하고 농가에 보급하여 왔다. 선진농업국가에서는 이미 오래전부터 해충의 기주, 생활사, 피해, 방제 옵션, 관리, 예찰요령과 주의사항 등을 종합적으로 다룬 Fact Sheets형식의 매뉴얼을 작물 또는 해충에 따라 구분·제작하여 농민이 현장에서 활용하기 쉬운 체제로 제작하여 보급하고 있으며(그림 11, 부록 20, 21-Ohio State Univ. 2001, 22-Utah State Univ. 2003), 이를 통해 천적의 효과 증진 및 농민들의 천적관리기술의 향상을 가져왔다. 우리나라의 경우 텍



스트 및 이론 중심의 매뉴얼만이 존재하여 농민들이 실질적으로 포장에서 적용할 수 있는 정보기반이 취약한 실정이다. 따라서 우리나라도 이제 농민들에게 교육효과가 있고 실질적인 도움이 되는 시각적인 천적이용매뉴얼을 개발하여 보급하는 것이 천적이용을 촉진하는 중요한 도구가 될 것이다.

Two-spotted spider mite
Printable version ([PDF: 68 KB / 2 pages](#))


Description
Barely visible to the unaided eye, mature two-spotted spider mites bear the characteristic black spots that are their namesake. Adults are straw yellow, nymphs are merely smaller versions of adults and range from pale yellow to pale yellow-green. Two-spotted spider mites reproduce extremely fast and can overwhelm plants by sheer numbers. Leaves of plants infested with spider mites show a distinct spotted effect called stippling. Spider mites cause stippling because they feed on plant cells one at a time. Like their name suggests, spider mites can spin webbing; heavily infested plants are typically covered with the fine webbing they use to disperse from old plants to fresh ones.


Identification
Adult two-spotted spider mites (*Tetranychus urticae*) are straw yellow colored and can be identified by their characteristic two black spots. Plants infested with spider mites show a distinct spotted effect on leaves called stippling. Heavily infested plants show severe stippling and will likely be covered with fine webbing. If unsure whether leaves have webbing or not, gently mist leaves and if webbing is present it will show like dew sticks to spider webs.


Life Cycle
Spider mites are known for their ability to reproduce quickly. Adult two-spotted spider mite females can lay hundreds of eggs in a lifetime. Eggs hatch in 2-4 days, nymphs develop in 2-4 days. Adults can live up to 21 days and respond well to hot, dry environments.



Damage
Spider mites feed on plants one cell at a time. Small numbers of spider mites cause leaf stippling. Left unchecked, spider mite infestations build up quickly in warm temperatures and can destroy plants when infestations are not detected early enough. Thin-leaved plants are more susceptible to spider mites than plants with thick or waxy leaves.



Control Strategies
Crop Management. Inspect recently purchased plants by checking leaves for stippling, adult spider mites, eggs, and/or webbing. Dispose of infested plant material immediately. Remove weeds near vents and around greenhouse that could harbor spider mites. Avoid over fertilizing plants with nitrogen.




Monitor for pests. Using a magnifying glass, check leaves for stippling, adults, eggs, and webbing at least twice a week.

Physical and Chemical Controls. Spraying plants for spider mite control may provide some temporary relief, but is not recommended as spider mites can reproduce quickly. Insecticidal soaps and/or horticultural oils can be helpful when not phytotoxic. Pesticides can provide short-term control, but spider mites can develop resistance so they are not recommended as a long-term solution. When possible, keep temperatures below 75 degrees Fahrenheit. If pesticides are used, waiting at least two weeks before releasing biological control agents is advised.

Biological Control. Ongoing releases of biological control agents can help prevent spider mite outbreaks and reduce use of and resistance to pesticides. As a general rule, making several small releases over time rather than one single release is recommended for best results.


Predators. There are several species of predator mites and insects available for spider mite control. Some species are better adapted for warmer, drier environments, other species survive best in cooler temperatures with higher humidity. Contact a supplier of biological control organisms for more information about how to choose the right biological control agents for your needs.



Phytoseiulus persimilis. Known for quick control of spider mites, *P. persimilis* reproduces faster than spider mites and actively seeks out spider mite nymphs and adults. Prefers 60-85 degrees F 55-65% RH.

Neoseiulus californicus. Although not as quick-acting as *P. persimilis*, *N. californicus* can survive longer without prey. Recommended for all kinds of indoor and greenhouse situations. Prefers various temperature and humidity levels.

Stethorus punctillum. These tiny beetles are gaining popularity as reliable spider mite predators. They thrive in a broad range of temperature and humidity levels.



Orius insidiosus. Also known as minute pirate bugs, *O. insidiosus* is a tenacious general predator well adapted for dry and warm weather, the kind of weather spider mites thrive in. Prefers 60-80 degrees F/40-70% RH.

<그림 11> 시각적 기능을 강화한 해충관리매뉴얼의 예(Minnesota Univ. 2005)
(<http://www.mda.state.mn.us/biocon/plantscape/twospottedspidermite.htm>)

6. 합리적 농약사용 절감정책의 추진

선진농업국가에서 친환경농업의 성공은 모두 농약사용량 절감, 천적의 이용 및 재배기술의 개발로 요약된다. 더욱이 국제기구 및 선진농업국가의 법규나 가이드라인은 농약과 비료의 사용량 감축을 공통적으로 채택하고 있고, 식품안전성을 위해 잔류농약에 대한 규제도 강화하는 추세이다. 실제로 외국의 유기농업선진국은 정부의 농약사용 절감정책에 따라 많은 농가가 그 대안으로 천적을 해충방제에 사용하였고 그 결과 현재의 친환경적 농업구조를 구축한 것이다. 따라서 농약사용량을 감축하고 농약산업의 구조조정을 위한 합리적인 절감정책을 개발·시행한다면 천적을 이용한 친환경적 해충방제기술의 이용확대에 도움이 될 것이다.

7. 농가지원프로그램의 개발

천적이용의 활성화를 위해서는 무엇보다 천적의 실수요자인 농민을 지원하는 다양한 프로그램의 시행이 천적이용의 정착을 위한 매우 중요한 요소이다.

특히 우리나라의 경우 정부가 적극적인 의지를 가지고 친환경농업육성법을 기반으로 각종 농가지원사업을 실행하는 것은 지속가능한 농업을 위해 건전한 농업기반을 조성하는 성과를 가져왔으며, 장기적으로 친환경농업이 본 궤도에 오르고 지속적으로 발전하기 위해서는 다음과 같은 다양한 지원체계를 구축하여야 할 것이다.

- 1) 우수 천적이용농민의 해외연수 추진
- 2) 정기적인 천적관련 심포지움 또는 포럼 개최(현 천적연구회의 활성화)
- 3) 천적사용 농가와 관행방제 농가를 묶는 스터디그룹 시스템의 도입
- 4) 우수 천적사용농가의 견학 프로그램 개발
- 5) 스위스 및 미국 모델의 어린이유기농학교의 운영
- 6) FAO의 IPM Farmer Field School(FFS)의 도입(표 37)

표 37. FFS의 내용

FAO의 IPM Farmer Field School(FFS, FAO 2004)

- 1990년 FAO가 개설한 IPM FFS는 농약사용농가가 천적을 이용한 친환경적 농업구조로의 전환을 원하는 농민들을 위한 교육프로그램임
- IPM FFS의 기본개념은 농민들의 경험에서 최적의 정보를 끌어내는데 있으며, 농민 개개인의 재배작물에 대한 생태학적인 지식 및 관련분야의 교육까지 종합적으로 실시함
- IPM Farmer 양성과정의 4가지 원칙은 1) 건강한 작물생산, 2) 정기적인 포장예찰, 3) 천적의 보존, 4) 작물재배의 전문화이며, Field School에서는 농민의식 개조에 중점을 두고 있음
- 이 프로그램은 매주 포장 내 작물의 상태, 유용곤충과 농업미기상을 기록하는 것이며, 이러한 정보들을 통해 농민들은 농업생태계를 구성하는 요인들 간의 상호작용과 기능에 대하여 농민 스스로가 인지할 수 있도록 운영함
- 이 교육을 통하여 농민들은 농업생태계 내의 현상들에 대한 이해를 증진하고 농약사용 감축에 대한 신뢰도를 고양함
- 교육을 받은 농민들은 교육을 받지 않은 농민들의 트레이너가 되어 인근 농민들과 그룹 활동을 통하여 작물재배기술을 공유하고 다른 농민들의 의식개혁에 영향을 줌

IX. 천적활용 해충방제체계 구축을 위한 제도의 개선

선진농업국가 및 국제기구에서는 지속가능한 농업을 위해 많은 제도적·정책적 지원을 해 왔으며, 친환경농업을 실천하기 위해 천적을 이용한 해충방제를 보편화하고 있다.

이를 위해 국제기구의 가이드라인 및 각국의 법규는 수입천적의 경우 수입에 따르는 일부 요건만을 요구하여 이를 충족하면 자유롭게 사용할 수 있도록 하고 있으며, 일부 사용상 안전한 천적의 경우 목록을 작성하여 국가간의 이동 및 이용을 보장하는 추세이다. 토착천적의 경우에는 증식이나 이용에 관련된 어떠한 규정도 두지 않아 자유롭게 사용하고 있다. 천적을 수입하여 농약으로 등록해야 사용이 허용되는 일본의 경우도 토착천적의 이용은 자유롭게 관련법을 개정한 사례도 있다.

그럼에도 불구하고 우리나라는 친환경농업육성법에 천적의 사용가능조건을 제시하고 생물농약등록기준을 마련하는 등, 천적의 신속하고 편리한 이용을 보장하려는 국제기구 및 선진농업국가의 천적이용 관련제도와 달리 오히려 불필요한 절차를 요구하여 친환경적 해충방제체계 구축의 장애요인이 될 소지가 있다.

따라서 우리나라도 국제기준에 부합하면서 천적이용을 활성화할 수 있도록 국제기구가 제시하는 기준 및 농업선진국가의 사례를 비교하여 천적이용과 관련된 각종 법제도를 정비할 필요가 있으며 수입천적의 이용과 관련된 식물방역법과 친환경농자재를 규정한 친환경농업육성법 일부는 개정작업이 필요하다 (표 38).

표 38. 국내 천적관련 법규 검토의견

국내 천적관련 법규 검토의견

■ 식물방역법의 ‘천적’의 정의

식물방역법에는 수입천적을 ‘생물학적방제용병해충’으로 정의하고 있어 병해충 방제를 위해 외국으로부터 병해충을 수입한다는 오해를 야기할 소지가 있으며, 이를 적절히 개정하지 않으면 소비자들의 안전 농산물에 대한 신뢰제고 및 농민들의 천적이용 확산에 장애요인이 될 것임

■ 친환경농업육성법 시행규칙

- 1) 친환경농업육성법 시행규칙에는 제7조 친환경농산물의 생산을 위한 자재의 사용기준을, 제9조에 친환경농산물의 인증기준을 규정하고 있음
- 2) 제7조 친환경농산물의 생산을 위한 자재의 사용기준을 규정한 별표 1의 천적의 사용 가능 조건에 ‘생물농약등록기준’에 준할 것을 규정하였으나 이는 외국이나 국제기구의 천적관련 규정에도 없는 조항으로 천적이용에 장애요인으로 작용할 소지가 있음
- 3) 동시행규칙 별표 1의 생물농약등록기준에 해당하는 농진청고시 2004-18호의 병해충 관리를 위하여 사용이 가능한 자재 중 천적의 품질 규격 조항의 일부 내용은 천적의 환경영향에 대한 오해의 소지가 있고, 또다시 농약관리법에 의한 생물농약의 천적 등록기준을 따르도록 하고 있어 2)항과 동일한 오류를 반복하여 범하고 있음
- 4) 제9조 친환경농산물의 인증기준은 FAO의 Codex 가이드라인과 동일한 구조를 가지고 있으나 천적으로 방제가 되지 않은 경우의 선택조항으로 다시 별표 1의 천적을 이용하도록 하여 법률 구조상의 모순이 있음
 - ▶ FAO의 Codex 가이드라인은 천적을 우선적으로 사용한 후 방제가 되지 않을 경우 친환경농자재를 사용하도록 함으로써 구조적 모순이 없어 이용시 혼란이 없음

1. 식물방역법(법률 제7136호)의 개정

- 제7조 제2항 제3호, 제3항 및 동법시행규칙 제10조 제5항, 제6항, 제16조 제5항

식물방역법 제7조 제1항 제2호의 규정에 의한 병해충(수입금지 대상)으로서 “생물학적방제용 또는 농림부장관이 정하는 목적으로 최초로 이를 수입하고자 하는 자가 당해 병해충이 식물에 해를 끼치지 아니한다는 근거자료 또는 위험 관리방안을 제시하고, 농림부장관이 그 타당성 여부에 대하여 제8조의 규정에 의한 병해충위험분석결과 국내 식물에 피해를 줄 우려가 없다고 인정한 병해충”의 경우 수입을 허용한다고 되어 있다. 현재 천적의 수입은 이 규정에 따르고 있어 천적이 병해충과 동일하게 취급되고 있어 “국내 병해충에 대해 병해충을 수입하여 방제한다”는 모순이 있으므로 용어를 적절하게 개정하여야 할 것이다(표 39).

표 39. 식물방역법 일부 개정안

개 정 안	
■ 개정 전	“... 농림부장관이 그 타당성 여부에 대하여 제8조의 규정에 의한 병해충 위험분석결과 국내 식물에 피해를 줄 우려가 없다고 인정한 <u>병해충</u> ”
■ 개정 후	“... 농림부장관이 그 타당성 여부에 대하여 제8조의 규정에 의한 병해충 위험분석결과 국내 식물에 피해를 줄 우려가 없다고 인정한 <u>천적</u> ”

국립식물검역소 고시의 생물학적방제용해충등의위험분석및수입검사방법에 관한요령에 “천적”을 “생물학적방제용해충”으로 표기한 곳은 제1조, 제2조, 제3조 ①②, 제5조, 제6조 ①, 제7조 ②③, 제8조, 제9조 ①, 제10조 및 별지 제1호서식, 별지 제2호서식, 별지 제3호서식, 별지 제4호서식, 별지 제5호서식, 별지 제6호서식, 별지 제7호서식, 별지 제8호서식이다.

2. 친환경농업육성법(법률 제7459호)의 개정

2.1. Codex 가이드라인

FAO와 WHO(*World Health Organization*)는 1999년 유기농산물 생산 가공표시 및 유통에 관한 Codex 가이드라인을 작성하였는데, Section 4: 생산과 제조 원칙(Rules of Production and Preparation)의 4.1에는 “1.1(a)항에서 규정한 제품의 유기농생산방법은 다음 사항을 준수하여야 한다”고 규정하였고 동항 a)에는 “최소한 부속서(Annex 1)의 요건을 충족하여야 한다”고 명시하였다(표 40, 부록 23).

표 40. Codex 가이드라인 Section 4의 일부

SECTION 4: RULES OF PRODUCTION AND PREPARATION

4.1 Organic production methods require that for the production of products referred to in paragraph 1.1(a):

- a) at least the production requirements of Annex 1 should be satisfied;
- b) in the case where (a) (above) is not effective, substances listed in Annex 2, Tables 1 and 2 or substances approved by individual countries that meet the criteria established in Section 5.1, may be used as plant protection products, fertilizers, soil conditioners, insofar as the corresponding use is not prohibited in general agriculture in the country concerned in accordance with the relevant national provisions

4.2 Organic processing methods require that for the preparation of products referred to in paragraph 1.1(b):

- a) at least the processing requirements of Annex 1 should be satisfied;

한편 부속서 1의 6항에는 “병해충이나 잡초는 다음과 같은 수단을 단독 또는 복합적으로 사용하여 방제해야 한다(Pests, diseases and weeds should be controlled by any one, or a combination, of the following measures)”라고 명시하고 그 수단으로써 12가지 방법을 제시하고 있으며, 7번째 방법으로 “포식자와 기생자를 포함하는 천적(natural enemies including release of predators and parasites)”을 명확하게 제시하고 있다(표 41). 천적과 관련된 Codex 가이드라인의 구조는 표 42와 같다.

표 41. Codex 가이드라인 부속서 1의 일부

6. Pests, diseases and weeds should be controlled by any one, or a combination, of the following measures:
- choice of appropriate species and varieties;
 - appropriate rotation programs;
 - mechanical cultivation;
 - protection of natural enemies of pests through provision of favourable habitat, such as hedges and nesting sites, ecological buffer zones which maintain the original vegetation to house pest predators;
 - diversified ecosystems. These will vary between geographical locations. For example, buffer zones to counteract erosion, agro-forestry, rotating crops, etc.
 - flame weeding;
 - natural enemies including release of predators and parasites;
 - biodynamic preparations from stone meal, farmyard manure or plants;
 - mulching and mowing;
 - grazing of animals;
 - mechanical controls such as traps, barriers, light and sound;
 - steam sterilization when proper rotation of soil renewal cannot take

표 42. Codex 가이드라인의 관련항목 구조요약

조 항	내 용
Section 4.	생산과 제조 원칙 <i>Rules of Production and Preparation</i>
4.1	1.1(a)에서 규정한 제품의 유기농생산방법은 다음 사항을 준수하여야 한다. <i>Organic production methods require that for the production of products referred to in paragraph 1.1(a)</i>
	1.1a) 가공하지 않은 식물 및 식물 생산물 <i>unprocessed plants and plant products...</i>
4.1a)	최소한 부속서1의 요건을 충족해야 한다. <i>at least the production requirements of Annex 1 should be satisfied</i>
Annex 1. A.6.	병해충이나 잡초는 다음과 같은 수단을 단독 또는 복합적으로 사용하여 방제해야 한다. - 포식자와 기생자를 포함하는 천적 (12가지 중 7번째에 제시되어 있음) <i>Pests, diseases and weeds should be controlled by any one, or a combination, of the following measures</i> - <i>natural enemies including release of predators and parasites</i>

Annex 1.A.7.	<p>작물에 긴급하고도 심각한 위협이 되고 있으며, 위 제6항의 수단이 효과가 없을 때에 한하여 부속서2에 규정한 제품을 사용할 수 있다.</p> <p><i>Only in cases of imminent or serious threat to the crop and where the measures identified in 6. (above) are, or would not be effective, recourse may be had to products referred to in Annex 2.</i></p>
Annex 2.	<p>표 2. 식물 병해충 방제용 자재</p> <p>SUBSTANCES FOR PLANT PEST AND DISEASE CONTROL</p> <p>자재명 Substance</p> <p><u>I. 식물과 동물</u></p> <p>Plant and Animal</p> <ul style="list-style-type: none"> - 제충국 추출제, 로데논 제제, 구아시아 제제, 라이아니아제제, 님 제제, 밀랍, 동식물유, 헤초유래 물질, 아교, 인지질, 카제인, 식초, 버섯 추출액, 천연식물제제, 칼로렐라 추출액, 담배차(일부 물질 승인필요) <p><u>III. 생물학적 해충 방제용 미생물</u></p> <p>Micro organisms used for biological pest controls</p> <ul style="list-style-type: none"> - 미생물제제(박테리아, 바이러스, 곰팡이)(인증기관 또는 위임기관의 승인 필요) <p>IV. 기타 Other</p> <ul style="list-style-type: none"> - 용성불임곤충 Sterilized insect males (승인 필요) <p>V. 덫 Traps</p> <ul style="list-style-type: none"> - 페로몬 Pheromone preparations (승인 불필요)

2.2. 친환경농업육성법

우리나라의 친환경농업육성법 및 동법시행령, 동법시행규칙의 경우에도 Codex 가이드라인과 유사한 화학자재의 적절한 사용 및 감축방안이 포함되어 있으며 그 구조는 표 43과 같다.

표 43. 친환경농업육성법 및 시행규칙의 구조요약

조 항	내 용
친환경농업육성법 16조 2항	② 친환경농산물의 생산을 위한 자재의 사용 등에 대한 구체적인 기준은 농림부령으로 정한다.
친환경농업육성법시행규칙 제7조	친환경농산물의 생산을 위한 자재의 사용기준 제16조제2항의 규정에 의한 친환경농산물의 생산을 위한 자재의 사용기준은 별표 1과 같다.
친환경농업육성법시행규칙 별표 1 <u>친환경농산물의 생산을 위한 자재의 사용기준</u>	1. 유기농산물 및 전환기유기농산물 가. 농림산물 (2) 병해충 관리를 위하여 사용이 가능한 자재 <사용이 가능한 자재 / 사용 가능 조건> (생물학적 병해충 관리를 위하여 사용되는 자재) ○ 미생물 제제 ○ 농촌진흥청장이 고시한 품질 규격에 적합할 것 ○ 천적 ○ 농촌진흥청장이 고시한 생물 농약등록 기준에 적합할 것
친환경농업육성법시행규칙 제17조 제3항	③ 제1항의 규정에 의한 친환경농산물의 인증기준 등에 관하여 필요한 사항은 농림부령으로 정한다.
친환경육성법시행규칙 제9조	인증기준 제17조제3항의 규정에 의한 친환경농산물의 인증기준은 별표 3과 같다
친환경농업육성법시행규칙 별표 3 <u>인증기준</u>	[별표 3] 인증기준 2. 유기농림산물/ 4. 전환기유기농림산물/ 6. 무농약농산물 다. 재배방법 6) 병해충 및 잡초는 다음과 같은 방법으로 방제·조절하여야 한다. (바) 포식자와 기생동물의 방사 등 천적의 활용 (차) 병해충이 기계적·물리적 및 생물학적인 방법으로 적절하게 방제되지 아니하는 경우에 별표 1 제1호 가목(2)의 자재를 사용

이와 관련하여 2004년 8월 14일자 농촌진흥청고시 제2004-18호는 친환경농산물 생산을 위해 사용가능한 자재의 품질규격 중 “유기및 전환기 유기농산물의 생산을 위해 사용가능한 자재의 품질규격”을 고시하면서 II. 병해충 관리를 위하여 사용이 가능한 자재의 일부 중 3. 천적, 나. 품질규격을 규정하였다(표 45).

그러나 별표 1의 사용가능조건과 이를 규정한 유기및 전환기 유기농산물의 생산을 위해 사용가능한 자재의 품질규격은 일부 개정이 필요하며 개정안은 표 46과 같다.

표 45. 유기및 전환기 유기농산물의 생산을 위해 사용가능한 자재의 품질규격

<p>II. 병해충 관리를 위하여 사용이 가능한 자재</p> <p>1. 키토산</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 『I. 토양개량과 작물생육을 위하여 사용이 가능한 자재』, 5호와 같음 <p>2. 미생물제제(미생물농약)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 농약관리법 제8조의 규정에 의거 등록된 미생물농약 등록기준에 적합할 것 <p>3. 천적</p> <p>가. 천적의 종류</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 진딧물 천적 : 진디혹파리, 무당벌레, 콜레마니진디벌, 천적유지식물 등 ○ 잎굴파리 천적 : 굴파리좀벌, 잎굴파리고치벌 등 ○ 응애천적 : 칠레이리응애, 캘리포니쿠스응애, 꼬마무당벌레 등 ○ 온실가루이 천적 : 온실가루이좀벌, 카탈리네무당벌레 등 ○ 총채벌레 천적 : 오리이리응애, 애꽃노린재 등 ○ 나방류 천적 : 알벌, 곤충병원성선충 등 ○ 작은뿌리파리 천적 : 마일스응애 등 <p>나. 품질규격</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 생태계나 농작물 등에 전혀 해가 없는 종이어야 하며 외국 천적일 경우 식물방역법에 의한 위험도 평가기준에 적합하여야 하되 농약관리법에 의한 생물농약의 천적 등록기준이 설정되면 그 기준에 따른다.

표 46. 친환경농산물의 생산을 위한 자재의 사용기준 관련 개정안

개 정 안	
1. 별표 1의 사용가능조건	
■ 개정전	“○ 농촌진흥청장이 고시한 <u>생물농약 등록기준에</u> 적합할것”
■ 개정후	“○ 농촌진흥청장이 고시한 <u>품질규격에</u> 적합할것”
2. 유기및전환기유기농산물의생산을위해서사용가능한자재의품질규격	
■ 개정전	“생태계나 농작물 등에 <u>전혀 해가 없는</u> 종이어야 하며 외국 천적일 경우 식물방역법에 의한 위험도 평가기준에 <u>적합하여야 하되 농약관리법에 의한 생물농약의 천적 등록기준이 설정되면 그 기준에 따른다.</u> ”
■ 개정후	“생태계나 농작물 등에 <u>안전한</u> 종이어야 하며 외국 천적일 경우 식물방역법에 의한 위험도 평가기준에 <u>적합하여야 한다.</u> ”

2.2.2. 친환경농산물의 인증기준

- 친환경농업육성법 제9조 관련

친환경농업육성법 제17조 ③항은 제1항의 규정에 의한 친환경농산물의 인증 기준 등에 관하여 필요한 사항은 농림부령으로 정하도록 하고 있다.

2003년 5월 19일 농림부령 1439호로 일부 개정된 친환경농업육성법시행규칙 별표 3의 2. 유기농립산물, 4. 전환기유기농립산물, 6. 무농약농산물의 다. 재배 방법의 (6)항에는 “병해충 및 잡초는 다음과 같은 방법으로 방제·조절하여야 한

다”라고 규정하고 동항 (바)에 “포식자와 기생동물의 방사 등 천적의 활용”이라고 명시하였다(표 47).

표 47. 친환경농업육성법시행규칙 별표 3의 일부

(6) 병해충 및 잡초는 다음과 같은 방법으로 방제·조절하여야 한다.
(가) 적합한 작물과 품종의 선택
(나) 적합한 작물체계
(다) 기계적 방제
(라) 포장 내의 혼작·간작 및 공생식물의 재배 등 작물체 주변 생태계의 조성
(마) 멀칭·예취 및 화염제초
(바) 포식자와 기생동물의 방사 등 천적의 활용
(사) 식물·농장퇴비 및 물가루 등에 의한 생태역학적 수단
(아) 동물의 방사
(자) 울타리·빛 및 소리와 같은 기계적 통제
(차) 병해충이 기계적·물리적 및 생물학적인 방법으로 적절하게 방제되지 아니하는 경우에 별표 1 제1호 가목(2)의 자재를 사용

동항 (차)에는 “병해충이 기계적·물리적 및 생물학적인 방법으로 적절하게 방제되지 아니하는 경우에 별표 1 제1호 가목(2)의 자재를 사용”할 것을 규정하고 있다(표 47). 이 규정의 구조는 Codex 가이드라인의 Section 4의 구조와 같다(표 42). 그러나 별표 1 제1호 가목(2)의 병해충관리를 위하여 사용이 가능한 자재에 생물학적 병해충관리를 위해 사용되는 자재로 미생물 제제와 “○ 천적”을 다시 표기하고 있어 별표 3의 (바) 포식자와 기생동물의 방사와 중복되어 있다(표 43). 이런 규정대로라면 천적으로 적절하게 방제되지 아니하는 경우에 다시 천적을 사용할 수 있는 것이 되며, 이것은 제7조와 제9조에서 규정한 병해충 관리를 위해 최종적으로 별표 1을 공통으로 사용하고 있기 때문이다. 따라서 이런 중복의 모순을 없애기 위한 개정안은 표 48과 같다.

표 48. 친환경농업육성법시행규칙 별표 3 관련 개정안

개 정 안	
제1안. 별표 3의 (바)항의 삭제	
■ 개정전	“(바) 포식자와 기생동물의 방사 등 천적의 활용”
■ 개정후	(바)항 삭제
제2안. 별표 3의 (바)항을 유지할 경우	
■ 개정전	“(차) 병해충이 기계적·물리적 및 생물학적인 방법으로 적절하게 방제되지 아니하는 경우에 별표 1 제1호 <u>가목(2)의 자재를 사용</u> ”
■ 개정후	“(차) 병해충이 기계적·물리적 및 생물학적인 방법으로 적절하게 방제되지 아니하는 경우에 별표 1 제1호 <u>가목(2) 천적 이외의 자재를 사용</u> ”

3. 국가농업연구기관의 천적관련 연구인력 증원 및 조직보완

5장에서 검토하였듯이 현재 우리나라의 천적관련 연구인력이나 시설은 매우 열악하여 천적의 효율적 이용확대가 어려운 실정이다. 따라서 국가농업연구기관의 천적관련 연구인력의 증원이 필요하며, 생물학적방제 연구사업의 지원확대가 필요하다.

X. 결론 및 건의사항

환경오염에 대한 우려와 건강과 식품안전에 대한 소비자의 관심 제고와 이에 따른 친환경농산물시장의 규모는 매년 확대되고 있다. 이에 따라 국내외 유기농재배 면적 및 시설원예작물 천적사용 면적도 증가하고 있다. 현재 전 세계의 농업생산의 방향은 환경을 보전하면서 고품질의 안전한 농산물의 지속적인 생산으로 집중되었고 국제기구 및 선진농업국가에서는 지난 30여 년간 유기농업 및 IPM농법 등과 같은 친환경농업으로의 전환을 정책적으로 유도해오고 있으며, 그 내용은 공통적으로 농약사용량의 감축과 천적의 이용 및 재배기술의 개선으로 요약된다. 또한 생물학적방제의 효율적 추진을 위한 천적의 연구개발에 모든 분야의 과학자들이 참여하는 집단연구시스템을 구축하여 이론적·기술적 기반을 구축하였다. 이 과정에서 천적은 농약사용량을 감축하고 농약으로 인한 많은 부작용을 감소시키는 실질적 대안으로 부각되었다. 이에 OECD, FAO, EPPO 및 IOBC 등의 국제기구 그리고 호주, 미국, 및 EU국가 등의 천적관련 가이드라인 및 법규는 천적의 국가간 이동 및 판매와 이용을 촉진하기 위해 이용 가능한 천적의 목록을 작성하여 활용하고 있으며, 토착천적의 경우 이용상의 어떠한 규제사항이나 등록제도를 두지 않고 있다.

생물학적방제는 자연생태계에서 일어나는 포식자와 기생포식자 등의 천적에 의한 해충밀도조절을 이용하는 친환경적 해충방제기술로 오랜 생물학적방제 역사를 통한 경험과 연구를 통해 천적의 효과와 경제성을 입증하였고 Koppert Biological System과 같은 세계적인 천적기업이 탄생하고 신Bio성장산업으로 발전하게 되는 계기가 되었다.

선진농업국가의 선례 및 발전과정을 고찰하고 또 우리나라가 나아가야 할 농업의 바람직한 방향을 생각할 때, 해충방제에 있어서는 결국 천적을 이용한 해충방제 기술의 확대가 가장 바람직한 선택이며, 친환경농업 육성목표를 달성하기 위해서는 1) 천적연구개발사업단의 운영, 2) 천적이용농산물 인증제도 도입, 3) 컨설팅 및 교육인력 양성정책, 4) 천적관리기사제도의 신설, 5) 천적이용매뉴얼의 개발, 6) 합리적 농약사용 절감정책의 추진, 7) 농가지원프로그램 등의 육성정책의 개발과 시행을 건의하며, 이는 바로 1) 농산물가격 상승으로 농가소득 증대, 2) 농약사용 절감으로 농약원제의 수입절감효과, 3) 환경오염 방지 및

농업환경개선 효과, 4) 농민들의 농약노출 감소로 건강증진, 5) 소비자의 안전농산물 기호도 및 신뢰도에 기여, 6) 신Eco-Bio성장동력산업으로써 천적산업의 발전, 7) 유용토착천적의 발굴 및 생물다양성의 보존, 8) 친환경농산물의 수출증대와 수입감소효과 및 천적수출이 가능할 것으로 기대된다.

천적이용 촉진을 통한 친환경농업구조로의 전환과 발전을 위해서는 수입천적을 위해 현재 시행되고 있는 식물방역법 중 국립식물검역소 고시의 ‘생물학적방제용해충등의위험분석및수입검사방법에관한요령’에 “천적”을 “생물학적방제용해충”으로 표기한 곳의 개정이 필요하다. 또한 친환경농업육성법시행규칙 제7조와 제9조에 관련된 별표 1의 사용가능조건의 개정과 ‘유기및천환기유기농산물의생산을위해서사용가능한자재의품질규격’을 규정한 농촌진흥청고시 및 별표 3의 일부 항을 개정할 필요가 있다. 개정시 토착천적의 개발과 이용을 촉진하도록 토착천적에 대한 어떠한 규정도 두지 않는 것이 바람직할 것이다. 또한 국가농업연구기관의 천적관련 연구인력의 증원이 필요하며, 생물학적방제 연구사업의 지원확대가 필요하다.

향후 천적정책의 진행여부와 체계적인 천적관리의 필요, 시장규모의 확대에 따른 천적이용농산물 표시제도의 국가적 관리 등을 포함하는 법 수요에 따라 천적평가심의위원회를 주축으로 하는 “생물학적방제법” 또는 친환경적 재배기술의 종합적 견지에서 “IPM법”과 같은 독립법 제정도 고려할 수 있을 것이다.

XI. 참고 문헌

- ANBP, 2003. Glasshouse area with biological control (<http://www.anbp.org/>).
- Australia, 1986. Northern Territory of Australia Biological Control Act 30pp.
- Journal of Biological Control 1999-2003.
- California Univ., 2005. Principal Groups of Insect Parasitoids & Predators 4pp.
(<http://faculty.ucr.edu/~legnerref/taxonomy/taxnames.htm>)
- CAP, 2005. Organismos De Control Biologico.
- China Green Food Development Center, 1992. Green Food.
- Consejeria De Agricultura Y Pesca, 2005. Direccion General de la Produccion Agraria (<http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/DGPAgraria/>).
- Cornell Univ., 2005. Biological Control: A Guide to Natural Enemies in North America (<http://www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/>).
- CSD, 1995. Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies.
- Debach P. 1964. The Scope of biological control. In P. Debach (ed.) *Biological Control of Insect Pests and Weeds*. Chapman & Hall, Ltd. London 3-20pp.
- Journal of Environmental Entomology 1994-2003.
- EPPO, 1999. EPPO Standards
- Safe Use of Biological Control; First of Exotic Biological Control Agents for Research under Contained Conditions 4pp.
 - Import and Release of Exotic Biological Control Agents 4pp.
 - Normes OEPP, EPPO Standards 443-461pp.
- FAO, 1988. Guidelines for The registration of Biological Pest Control Agents. 7pp.
- FAO and WHO, 1999. Guidelines for the Production, Processing, Labelling and Marketing of Organically Produced Foods 1-51pp.
- FAO, 2004. Farmer Field Research: An Analysis of Experiences in Indonesia.
- FAO, 2005. International Standards for the Export, Shipment, Import and Release of Biological Control Agents and Other Beneficial Organisms 14pp.
- Greathead, DJ, 1997. An introduction to the FAO code of conduct for the import and release of exotic biological control agents. *Biocontrol News and*

Information 18: 117-124

- Huffaker CB, Simmonds FJ and JE Laing, 1976. In: CB Huffaker and PS Messenger (eds.) *Theory and Practice of Biological Control*. Academic Press. New York. 685-743pp.
- IFOAM, 2004. *The World of Organic Agriculture, Statistics and Emerging Trends 2004*. Germany. 167pp.
- IOBC, 1997. *Guidelines for Integrated Production of Arable Crops in Europe*. 16pp.
- Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Food Safety and Consumer Affairs Bureau of Japan, 2004. *The Inspection Certification System for Organic Agricultural Products*. 9pp.
- Journal of Asian Pacific Entomology 1998-2004
- Minnesota Univ., 2003. Radcliffe's IPM World Textbook.
(<http://ipmworld.umn.edu/ipm3/query.asp?queryNumber=N>)
- Minnesota Univ., 2003. Two-spotted spider mite 2pp.
(<http://www.mda.state.mn.us/biocon/plantscape/twospottedspidermite.htm>).
- OECD, 2001. *Environmental Indicators for Agriculture Vol.3 Methods and Results*. 400pp.
- OECD, 2004. *Guidance for Information Requirements for Regulation of Invertebrates as Biological Control Agents* 22pp.
- OECD DAC, 1993. *DAC Guidelines on Aid and Environment*. 46pp.
- OEPP and EPPO, 2002. *List of biological control agents widely used in the EPPO region*. OEPP/EPPO Bulletin 32: 447-461.
- Ohio State Univ., 2001. *Control of Japanese Beetle Adults and Grubs in Home Lawns* 4pp(<http://ohiolone.osu.edu/hyg-fact/2000/2001.html>).
- Proost J and P Matteson, 1996. Incentives are key. *Pesticide News* 32:9-10
- Proost J and P Matteson, 1997. With Stick and Carrot. *J. Pesticide Reform* 17(3): 2-8
- Taylor JW. Jr., 2004. *Pesticide Regulations*. 4pp.
(<http://www.forestpests.org/nusery/pesticidereg.html>)

- UNCED, 1992. Agenda 21.
- USDA, 2001. Plant Protection Act. 22pp
- USDA, 2002. The Plant Protection Act(Fact sheet). 3pp
- USDA, 2002. The Netherlands Organic Products, The Dutch Market for Organic Food Products 2002. 16pp.
- USDA-APHIS, 2004. Permitted Beneficials Imported in to the USA from Other Countries as of 27 Feb 2004, 2pp(<http://www.anbp.org/beneficial%20list.htm>).
- Utah State Univ., 2003. Web spinning Spider Mites 10pp.
(<http://extension.usu.edu/ipm/spider.htm>).
- Vail PV, Coulson JR, Kauffman WC, and ME Dix, 2001. This history of biological control traces its start in the USDA to the 1880s; its progress includes the institution of biological control programs independently or in concert with the USDA. *American Entomologist* 47(1): 24-49
- van Lenteren JC and J Woets, 1988. Biological and integrated pest control in greenhouse. *Annual Review of Entomology* 33: 239-269.
- van Lenteren JC, 1989. Implementation and and commercialization of biological control in western Europe. *Proceedings and Abstracts. International Symposium of biological control Implementation. North American Plant Protection Bulletin* 6: 50-70.
- van Lenteren JC, 1993. Biological control in protected crops: where do we go?. *Pesticide Science* 36: 321-327.
- Waterhouse DF, 1998. *Biological Control of Insect Pests: Southeast Asian Prospects*. ACIAR 548PP.
- Waterhouse DF and DPA Sands, 2001. *Classical Biological Control of Arthropods in Australia*. . CSIRO Entomology and Australian Centre for International Agricultural Research(ACIAR), Canberra 560pp.
- WEF, 2002. 2002 Environmental Sustainability Index.
- WEF, 2005. 2005 Environmental Sustainability Index.
- Wellings PW, 1996. The Role of Public Policy in Biological Control: Some Global Trends. *Entomophaga* 41(3/4): 435-441.

- 김용현·김정환·변영웅·최병렬, 2005. 천적이용가이드. 농업과학기술원. 수원. 198pp.
- 농림부 2005. 친환경농업 실천우수사례(<http://www.maf.go.kr/index.jsp>).
- 농림부 2005. 농업통계(<http://www.maf.go.kr/index.jsp>).
- 농업과학기술원, 1999. 외국의 병해충종합관리. 325pp.
- 농촌생활연구소 2002. 농촌생활지표조사보고서.
- 徳江倫明, 1999. 농업이야말로 21세기의 환경비즈니스다. 비봉출판사 312pp.
- 류문일·이준호, 2002. 개체군생태학. 서울대학교출판부 298pp.
- 서울YWCA, 2005. 친환경농산물에 대한 의식조사.
(http://www.kcfm.or.kr/technote/read.cgi?board=data&y_number=1123&nnew=2)
- 일본농업신문 1999. 일본의 천적생산 현황.
- 파이낸셜뉴스 2004. 잔류농약 검사 간간해진다: 롯데마트·이마트·현대백화점
친환경 농산물 신뢰도 높이기.
- 한국곤충학회지 1971-2004.
- 한국농촌경제연구원 2005. 친환경축산 발전을 위한 정책과제.
- 한국식물보호학회지 1962-1987
- 한국은행 조사국 동향분석팀, 2003. 연구개발투자의 생산성 파급효과 분석.
24-51pp.
- 한국응용곤충학회지 1988-2004.

부 록