

# 생분해성 수지를 이용한 살충제의 생물효과

권정현·안병우·명을재·정봉진

## 1. 서 론

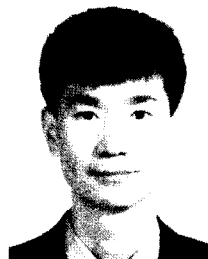
우리나라의 농약관리법에 의하면 농약의 정의를 “농작물(수목 및 농림산물 포함)을 해하는 균, 곤충, 응애, 선충, 바이러스, 기타 농림수산부령이 정하는 동식물(병해충)의 방제에 사용하는 살균제, 살충제, 제초제와 농작물의 생리기능을 증진, 또는 억제하는데 사용되는 생장조절제 및 약효를 증진시키는 자재를 말한다.”로 규정하고 있으며 일본의 경우에는 농약을 “농작물(수목과 농림산물을 포함한다. 이하 “농작물 등”이라 칭한다.)을 해하는 균,

선충, 응애, 곤충, 쥐, 기타 동식물 또는 바이러스의 방제에 사용되는 살균제, 살충제, 기타의 약제(그 약제를 원료 또는 재료로 사용한 자재로서 당해 방제에 사용되는 것 중에서 정령으로 정하는 것을 포함한다.) 및 농작물등의 생리기능을 증진 또는 억제하는데 사용되는 성장촉진제, 발아억제제, 기타의 약제를 말한다라고 정의하고 있다.

제2차 세계 대전 이후, 유기합성 살충제의 출현은 인류 역사상 농업해충의 방제에 의한 농작물의 증수와 인축에 질병을 매개하는 위생해충의 구제에 의한 인간의 보건향상이라고 하는 두가지 측면에서



**권정현**  
1992 서울대학교 농생대 농생물학 (학사)  
1994 서울대학교 대학원 응용곤충학 (석사)  
1993~ 현재 동부한농화학(주) 농업기술연구소 연구원



**명을재**  
1987 서울대학교 농생대 농학 (학사)  
1989 서울대학교 대학원 농학 (석사)  
1997 서울대학교 대학원 농학 (박사)  
1994 (주)한정화학 연구원  
2000~ 현재 동부한농화학(주) 농업기술연구소 생물연구팀장



**안병우**  
1980~ 현재 동부한농화학(주) 농업기술연구소 제제연구팀장



**정봉진**  
1977 서울대학교 농생대 작물학 (학사)  
1982 서울대학교 대학원 작물학 (석사)  
1989 서울대학교 대학원 작물생리학 (박사)  
1991~ 일본 Utsunomiya 대학 잡초과학 연구소 (Post. Doc.)  
1992 연구소 (Post. Doc.)  
1994~ 현재 동부한농화학(주) 농업기술연구소 소장

### Biological Effect of Pesticide by Biodegradable Polymers

동부한농화학(주) 농업기술연구소(JH Kwon, BW An, EJ Myung, and BJ Chung, Dongbu Hannong Chemical Co., Agricultural Technology Research Institute, 175-1, Jeongnam, Hwasung 445-960, Korea )

획기적인 전환을 이룩하였으며, 오늘날도 농업을 하는데 있어서는 작물보호제의 중요성을 간과해서는 안되며, 또한 이를 증명하듯이 농약의 시장은 증가하고 있는 추세이다. 하지만, 최근의 농업은 자연환경에서 의존을 최소화 하면서도 높은 생산성을 올리는데 성공하였으나, 지나친 농약, 화학비료의 사용으로 인해 지표수의 오염이나 토양생태계의 파괴 그리고 병충해의 저항성 발달이라는 부작용을 야기시켰으며 농약의 과다살포 및 무분별한 살포 등은 농약사용자인 농민에게 농약중독 등의 건강문제를 일으키고 있다. 따라서 농약의 부작용을 최대한 줄이면서 적절한 해충의 방제대책을 피하고자 하는 “종합적 방제(Intergrate Pest Management)”의 개념이 도입되어, 농약에 의한 부작용을 최대한 줄이고, 환경친화적인 방제 방법을 세우게 되었다. 기존의 상품화된 농약제형의 대부분이 막대한 인력이 소요되는 액제 또는 산제의 타입으로 광활한 농토에 수작업에 의한 분무 또는 동력분무 등의 방법으로 산포하여야 하였으므로, 작업이 번거롭고 노동력이 들며 작업자의 중독위험이 높다는 문제를 해결하기 위해 본 연구진은 살충제 부분에 있어서 농약살포 중의 농약중독 등의 건강문제를 최소화 시키기 위하여 생분해성수지를 이용한 살충제 개발을 하게 되었다.

본 연구는 생분해성수지를 이용한 살충제의 안정성 시험, 저장안정성 시험, 수중용 출도 시험 및 생물 시험으로서 복숭아혹진딧물 및 찔레수염진딧물에 대한 효과를 기존의 살충제와 비교하여 수행하였다.

## 2. 생분해성수지 살충제의 주성분

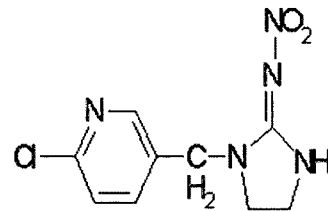
연구에 사용된 생분해성수지 살충제의 주성분으로는 진딧물 및 온실가루이에 효과가 우수한 이미다클로프리를 선정하였다. **그림 1**은 이미다클로프리의 구조식을 나타내고 있으며, **표 1**은 이미다클로프리의 이화학적 특징을 나타내고 있다.

## 3. 생분해성수지 살충제의 제제

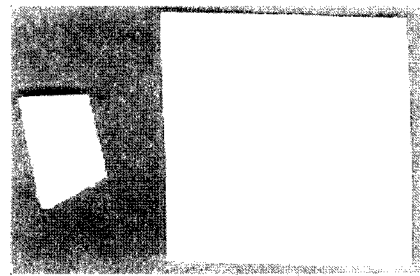
생분해성수지 살충제의 제제는 다음과 같이 수행되었다. 먼저 이미다클로프리를 1.5 kg과 비중 1.22, 융점 90 °C, 연화점 79 °C인 생분해성 지방

**표 1.** 이미다클로프리의 이화학적 특징

구분	특징
성상	연노랑색의 분상, 약간 특유의 냄새가 나는 무색결정체
M. P.	148.8 °C(결정형 1), 136.4 °C(결정형 2)
V. P.	0.2nPa(20 °C)
용해도(g/L)	Water 0.51(20 °C), Dichloromethane 50~100(20 °C)
안정성	pH 5~11에서 가수분해에 대해 안정함.



**그림 1.** 이미다클로프리의 구조식.



**그림 2.** 생분해성 판상핀제형 및 판상줄제형.

족 폴리에스터수지 42 kg, 탄산칼슘 분말 56.5 kg을 85 °C에서 가열, 혼합하여 마스터칩을 제조하였다. 이 마스터칩을 통상의 사출기를 사용하여 폭 10 mm, 두께 1.5 mm, 길이 45 mm의 판상핀제형으로 성형하여 시편을 준비하였다. 또한 동일한 마스터칩을 통상의 압출기를 사용하여 폭 15 mm, 두께 0.3 mm의 판상줄제형으로 성형하여 110 mm의 길이로 잘라 시편을 준비하였다. 준비한 판상줄제형과 판상핀제형의 모습은 **그림 2**와 같다.

## 4. 생분해성수지 살충제의 이화학적 시험 및 생물 시험

### 4.1 제제안정성 시험 및 저장안정성 시험

판상줄제와 판상핀제형의 시편을 제제할 때의 고

**표 2.** 판상핀제 및 판상줄제의 제제안정성시험

구분	제제전 사입량 (g/100 g)	제제후 함량 (g/100 g)	제제효율 (%)
판상핀제	1.50	1.49	99.3
판상줄제	1.50	1.49	99.3

**표 3.** 판상핀제 및 판상줄제의 저장안정성시험

구분	온도(℃)	농약활성성분 분해율(%)		
		4주후	8주후	16주후
판상핀제	15	0	0	0
	50	0	0	0
판상줄제	15	0	0	0
	50	0	0	0

온성형에 따른 농약주성분의 분해여부를 확인하였다. 각각의 시편 10 g을 분쇄한 후, 1000 ppm의 디페틸프탈레이트를 함유한 아세트니트릴 50% 수용액으로 추출하고, 여과한 후, HPLC(High Performance Liquid Chromatography; 고성능액체크로마토그래피)로 분석하였다. 그 결과를 시편 100 g에 대한 활성성분의 함량으로 산출한 다음 제제전의 함량비에 대한 제제후의 함량비를 계산하여 표 2에 나타내었다.

판상줄제와 판상핀제형을 장기간 보관할 때 나타날 수 있는 제품의 저장안정성 정도를 시험하였다. 15, 50 ℃로 조절된 항온기에서 4주, 8주, 16주 간격으로 시료 10 g을 취하여 농약활성 성분의 제제안정성 시험에서와 동일한 방법으로 분석하여 그 결과를 표 3에 나타내었다.

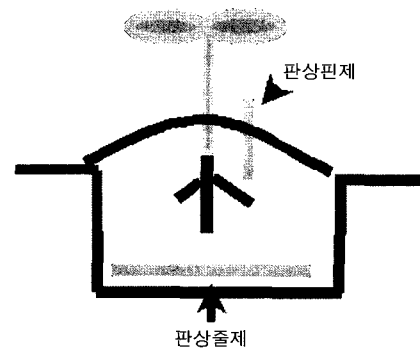
이화학적 시험결과, 생분해성수지 살충제는 농약활성 성분인 이미다클로프리드가 제제전에 비하여 99% 이상 유지되고, 16주후에도 분해가 없이 안정되게 유지되었다.

#### 4.2 생분해성수지 살충제의 복숭아혹진딧물에 대한 생물 시험

복숭아혹진딧물은 작물의 어린 잎이나 잎의 뒷면에 떼를 지어 즙액을 빨아먹어 식물체가 정상적으로 생육하지 못해 위축되거나 생육을 정지시키는 피해를 준다(그림 3). 또한 100여종의 식물 바이러스병을 옮기며 66과 300여종의 작물에 피해를 주는 피해범위가 아주 넓은 해충으로 알려져 있다. 대표적인 피해 작물로는 고추, 오이, 담배, 감자, 목화 등이 있으며 본 시험에서는 고추를 이용하여 방제효과를 알아보았다.



**그림 3.** 복숭아혹진딧물의 모습.



**그림 4.** 약제처리모습.

판상핀제 및 판상줄제의 복숭아혹진딧물에 대한 효과를 확인하기 위하여 경기도 화성군 고추재배지에서 1998년 5월부터 9월까지 시험이 수행되었다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 실시하였으며, 각 반복의 크기는 가로 \* 세로 각각 1 m \* 10 m이었다. 약제처리는 그림 4와 같이, 판상핀제의 경우 고추를 본포에 정식하고 나서, 뿌리 주위에 꽃았으며, 판상줄제는 고추를 심기전에 정식할 구멍에 일정한 크기로 잘라 바닥에 깔 후, 고추를 정식했다. 대조약제로서 이미다클로프리드 2% 입제(동부한농화학)를 토양전면에 골고루 뿌리고 혼화한 토양혼화처리와, 고추를 심을 구멍에 소정량씩 넣는 파구처리를 하였다.

**표 4.** 고추의 복숭아혹진딧물에 대한 판상핀제 및 판상줄제의 효과

시험약제	사용량 (g/주)	사전 밀도	3DAT 생충수	7DAT 생충수	14DAT 생충수	30DAT 생충수	45DAT 생충수
판상핀제	1.4	106.7	0.7 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
판상핀제	1.0	104.3	0.3 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
판상핀제	0.7	101.3	0.3 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	68.3 ab
판상줄제	1.4	95.7	2.7 ab	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
판상줄제	1.0	97.3	9.0 bc	0.0 a	0.0 a	0.0 a	26.7 ab
판상줄제	0.7	97.3	22.3 d	0.0 a	0.0 a	18.7 a	67.7 ab
대조약제 (토양혼화)	3 kg/ha	100.7	31.7 e	0.0 a	0.0 a	25.3 a	66.7 ab
대조약제 (토양혼화)	1.5 kg/10a	102.0	90.7 f	0.0 a	19.0 a	44.0 a	96.3 b
대조약제 (파구처리)	1.0	97.3	14.30 c	0.0 a	0.0 a	0.0 a	22.7 ab
대조약제 (파구처리)	0.5	99.0	33.0 e	0.0 a	0.0 a	0.0 a	26.7 ab
무처리		107.3	126.0 g	203.3 b	485.0 b	424.6 b	378.3 c

복숭아혹진딧물에 대한 효과는 약제처리전 고추에 붙어있는 진딧물의 사전밀도를 조사한 후, 약제처리 3, 7, 14, 30, 45일 후에 진딧물의 밀도를 조사하였다. 또한 약제에 의한 약해여부를 판단하기 위해 효과를 조사하는 시기에 고추의 경엽 및 열매에 대한 약해를 동일한 시기에 육안으로 조사하였으며 그 결과는 표 4에 나타내었다.

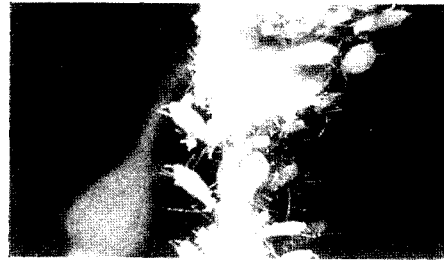
판상핀제 및 판상줄제 처리구 모두 3일차부터 45일차까지 대조약제의 토양혼화처리보다 유의성있게 우수한 효과를 나타내었으며, 약해증상은 관찰되지 않았다. 대조약제의 파구처리는 효과는 우수하였지만, 고추잎이 타는 약해증상을 나타내어 실용성이 없는 것으로 판단되었다.

판상핀제형의 경우 주당 1.4, 1.0, 0.7 g 처리구 모두 3일차부터 45일까지 유의성있게 우수한 효과를 나타내었다. 0.7 g의 처리구는 1.4 및 1.0 g의 처리구에 비해 유의차를 나타내었으나, 대조구와 대등한 효과를 보여, 0.7 g 처리로서 복숭아혹진딧물 방제약제로 실용성이 있는 것으로 생각된다.

판상줄제형의 경우, 주당 1.4, 1.0, 0.7 g 처리구 모두 3일차부터 45일까지 유의성있게 우수한 효과를 나타내었다. 0.7 및 1.0 g의 처리구는 1.4 g 처리구에 비해 유의차를 나타내었으나, 대조구와 대등한 효과를 보였다. 실용성 있는 약제추천량은 1.0 g으로 생각된다.

#### 4.3 판상핀제형의 찔레수염진딧물에 대한 생물 시험

찔레수염진딧물은 장미의 신초부위에 떼를 지어



**그림 5.** 찔레수염진딧물.

즙액을 빨아먹어 생육을 위축시키고, 배설물에 의해 꽃봉오리부분이 더러워져 상품성을 떨어뜨리는 피해를 주는 해충이다(그림 5). 본 시험에서는 일반적인 살충제를 살포하는 것을 대조로 하여 방제 효과를 비교하여 보았다.

장미의 찔레수염진딧물에 대한 생분해성수지 살충제의 효과를 확인하기 위하여 경기도 화성군 및 충청북 진천군에서 1998년 5월 및 1999년 9월 2회에 걸쳐 시험을 수행하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 실시하였으며, 각 반복의 크기는 가로\*세로 각각 1 m \* 10 m이었다.

판상핀제는 찔레수염진딧물이 발생하기 시작할 때, 장미의 지체부 측면에 찔러넣었고, 대조약제인 아시트 50% 수화제는 1,000배로 희석한 후 동력분무기로 10a당 300 리터의 양으로 경엽처리하였다.

1998년의 시험에서 찔레수염진딧물에 대한 효과는 약제처리전 장미 5주에 붙어있는 진딧물의 밀도를 조사한 후, 약제처리 3, 7, 14, 28, 60일후의 진딧물의 밀도를 조사하였다. 1999년의 시험에서는 약제처리전 및 9, 17, 23, 30일후의 진딧물 밀도를 조사하였다. 또한 약제에 의한 약해여부를 판단하기 위해 효과를 조사하는 시기에 장미의 신초 및 꽃에 대한 약해를 동일한 시기에 육안으로 조사하였으며 그 결과는 표 5와 6에 나타내었다.

이미다클로프리트 핀제는 3일차와 7일차 조사결과, 대조약제의 경엽처리에 비해 유의하게 효과가 낮았으나, 14일차는 유의차가 없이 대등하였으며, 28일 후부터는 유의하게 효과가 우수하게 나타나 찔레수염진딧물 방제약제로 실용성이 높은 것으로 판단되었다. 초기 효과가 저조한 이유는 고추에 비해 크기가 비교적 큰 장미의 경우 뿌리가 토양 깊에 있기 때문에 핀제형으로부터 뿌리로의 약제흡수가 고추에 비해 느려 3일차와 7일차의 초기효과가 늦게 나타난 것으로 생각된다. 모든 처리구에서 약해증상은 관찰되지 않았다.

**표 5.** 장미의 찔레수염진딧물에 대한 판상핀제의 효과 (1998년)

시험약제	사용량	사전 밀도	3DAT 생충수	7DAT 생충수	14DAT 생충수	28DAT 생충수	60DAT 생충수
이미다클로프로 리드핀제	1개/주	143.0	152.0 b	189.7 b	110.0 a	9.4 a	30.3 a
아시트 수화제 (대조)	1 g/L	123.3	3.3 a	1.3 a	20.7 a	309.7 b	367.3 b
무처리		89.3	123.3 b	336.0 c	545.7 b	243.3 c	492.3 c

**표 6.** 장미의 찔레수염진딧물에 대한 판상핀제의 효과 (1999년)

시험약제	사용량	사전 밀도	9DAT 생충수	17DAT 생충수	23DAT 생충수	30DAT 생충수
이미다클로프로 리드 핀제	1개/주	50.7	35.3 b	0.0 a	1.3 a	0.3 a
아시트 수화제 (대조)	1g/L	53.7	0.7 a	9.0 b	11.7 a	67.3 b
무처리		53.0	116.0 c	102.7 c	112.3 b	162.0 c

이미다클로프로 리드 핀제는 9일차 조사결과, 대조약제의 경영처리에 비해 유의하게 효과가 낮았으나, 17일 후부터는 30일차까지 유의하게 효과가 우수하게 나타나 1998년 시험결과와 유사한 결과를 나타내어, 핀제형은 장미의 찔레수염진딧물에 대해서 실용성이 높은 것으로 생각된다.

### 5. 결 언

지금까지 생분해성 판상핀제형과 판상줄제에 대한 이화학적 시험 및 생물시험의 결과를 살펴보았다. 이 생분해성 살충제는 농약활성성분인 이미다클로프로 리드가 제제전에 비하여 98% 이상 유지되고, 16주 후에도 농약활성성분의 분해가 없이 안정되게 유지되는 것을 알 수 있었다.

고추의 복숭아혹진딧물에 대한 생물 시험결과 약제처리 45일 후까지 대조약제보다 방제효과가 우수하였고, 대조약제의 파구처리구가 약해가 심한데 비해 생분해성수지 살충제는 약해증상이 관찰되지 않아 실용성이 높은 것을 알 수 있었다. 또한 장미의 찔레수염진딧물에 대한 생물 시험결과 약제처리 60일차까지 일반적인 경영처리제인 대조보다 우수한 방제효과를 나타내어 찔레수염진딧물에 대한 방제약제로서의 실용성도 높은 것을 알 수 있었다.

따라서 생분해성수지를 이용한 작물보호제는 농약조성물 내의 농약활성 성분이 지속적으로 방출됨으로써 작물체에 대해 안전하고 약해가 없으며, 약제처리 2개월후까지도 대상병해충을 효과적으로 방제할 수 있는 제형이다. 또한 반복적인 약제처리로 인한 노동력 절감, 그리고 약제중독의 위험성, 환경오염 등의 문제를 크게 감소시키는 효과가 있었다.

### 참 고 문 헌

1. 윤채혁, "농약총람", 도서출판 한림, 1996.
2. 백운하, "해충학", 향문사, 1984.
3. Civil Tomlin, "The Pesticide manual", Crop Protection Publication, 1994.
4. 林勇, "切り花栽培の新技術 パラ", 誠文堂新光社, 1990.
5. Ciba-Geigy, "Manual for Field Trials in Plant Protection", 1992.
6. B. A. Croft, and S. C. Hoyt, "Integrated Management of Insect Pests of Poem and Stone Fruits", Wiley Intersci., 1983.
7. G. Bovin, and C. Vincent, "Sequential Sampling for Pest Control Program", Research Branch Agriculture, Canada, 1983.
8. D. J. Horn, "Ecological Approach to Pest Management", The Guilford Press, 1988.