

## 대황에서 추출한 생리 활성 물질의 오이 흰가루병 방제 효과

백수봉\* · 경석현 · 김종진 · 오연선  
건국대학교 농과대학

### Effect of a Bioactive Substance Extracted from *Rheum undulatum* on Control of Cucumber Powdery Mildew

Su-Bong Paik\*, Suk-Hun Kyung, Jong-Jin Kim and Yeon-Sun Oh  
College of Agriculture, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea

**ABSTRACT :** Effect of wettable powder formulations (a.i., 30%) made of the extract of *Rheum undulatum* (RK) and a related standard chemical, 1,8-dihydroxy anthraquinone (AK), on control of the powdery mildew of cucumber caused by *Sphaerotheca fuliginea*, and their phytotoxicity on cucumber plants and toxicity on fish were investigated. In a polyethylene film house test, the formulated RK and AK fungicides showed 100 % control efficacy on the disease at 500 and 1,000 dilution concentrations, and in pot tests, their control efficacies were 75.0~100%, 67.0~75.0%, and 52.0~75.5% for AK, and 100%, 75.0~100% and 52.0~81.6% for RK at 2,000, 3,000 and 5,000 dilution concentrations, respectively. In a field trial, 4,000 and 5,000 dilution concentrations of AK and RK suppressed disease incidences by 72.3~90.0%. RK was not phytotoxic to cucumber plants up to the 250 dilution concentration, but AK showed phytotoxicity at the same dilution concentration. In the fish toxicity test, the doses for median tolerance limit (TLm) (50% survival for 48 hours) of these two formulations were exhibited above 2 ppm.

**Key words :** cucumber, *Sphaerotheca fuliginea*, *Rheum undulatum*, 1,8-dihydroxy anthraquinone, phytotoxicity, fish toxicity.

농작물의 안정적 생산을 위하여 병충해 방제는 매우 중요한 과제이다. 현재 가장 광범위하게 사용되어지는 방제법은 유기합성 농약에 의한 화학적 방제법이다. 최근에 와서 농약의 계속적인 사용과 남용으로 인해 여러 가지 환경오염과 인축에 대한 독성이 사회적으로 문제시되고 있어 합성 농약의 부작용을 극소화하고 인축에 안전하고 병충해에 대한 활성이 높은 우수한 천연 식물성 농약을 개발하고자 하는 데 관심이 집중되고 있다.

일찍이 제충국, 담배 및 데리스의 주성분인 pyrethrin, nicotine 및 rotenone이 살충제로 개발되었는데, 이러한 물질은 유기인계나 carbamate계 등의 유기합성 농약에 비해 저독성이고 효과도 우수하며 인축에도 안전하기 때문에 근연화합물로서 pyrethroids(6), 3-(2,2-dichlorovinyl)-1-methylcyclopropane-1,2-dicarboxylic acid(10), 3-(2,2-dihalovinyl)-2,2-dimethylcyclopropane

carboxylic acid(16), carboxylic acid(17) 등이 농약으로 개발되었다. 또 마늘(1), 명아주과(3), 비름과(4), 황백(8), aspen(9), quar(13), 대황 및 등배(18), 모란 및 자리공(19), 쇠비름(25) 등 많은 항균성 식물이 탐색되었고, berberine chloride(8), 정유(11), L-canvanine(12), 2-phenylenthyl-isothiocyanate(15), paeonol(20), 지방산(24) 등의 활성성분도 확인되었으며, 이들을 이용한 농약 개발이 계속 추진되고 있는 실정이다.

필자는 우리나라에서 재배 또는 이용되고 있는 약용식물로부터 오이 재배에 피해가 심한 흰가루병균에 대해서 활성을 가지는 식물을 탐색한 결과 대황의 추출물이 우수한 방제효과를 나타냈고, 그 활성성분을 동정한 결과 anthraquinone 유도체로 동정되었다(22). 또 화학시약으로 생산되고 있는 anthraquinone 유도체들의 생리활성을 검정한 결과 emodin과 1,8-dihydroxy anthraquinone이 방제효과가 가장 컸다(23).

본 연구에서는 오이 흰가루병균에 생리활성작용이 높은 대황 추출물인 anthraquinone 유도체와 화학시약

\*Corresponding author.

인 1,8-dihydroxy anthraquinone을 수화제로 제제화하여 식물성 살균제로서의 이용 가능성에 대한 2년간의 시험 결과를 발표하고자 한다.

## 재료 및 방법

공시작물 및 흰가루병 발생. 1994년도는 오이(청장 품종) 3엽기 묘를 4월 30일 건국대학교 농과대학 실습포장에 있는 비닐하우스에 정식하여 관행법으로 재배하였고, 또한 9월 3일에 3엽기의 오이 묘를 부식토와 발토양을 5:5의 비율로 혼합한 pot에 정식하여 실습포장 노지에서 재배하였다. 1995년도는 건국대학교 농과대학 실습포장(사양토)에 오이 3엽기 묘를 5월 15일에 정식하여 관행법으로 재배하였고, 또한 9월 15일에 3엽기의 오이묘를 부식토와 발토양을 5:5의 비율로 혼합한 pot에 정식하여 노지에서 재배하였다.

오이 흰가루병의 발병을 위해 인위적인 접종은 하지 않았으나 시험장소인 건국대학교 실습포장과 실습포장내 비닐하우스는 오이 흰가루병(*Sphaerotheca fuliginea*) 상습 발생지로 시험기간 중에 약효를 검토하기에 충분하게 자연발병하였다.

공시약제. 건조된 대황 분말을 methanol과 1:5(w/v)로 혼합하여 수용상에서 1시간 동안 환류냉각시킨 뒤 여과, 농축하고, 다시 물 50 ml와 탄산수소나트륨 100 mg을 넣은 다음 수용상에서 1시간 동안 가열 후 식힌 다음 10% FeCl<sub>3</sub> 용액 20 ml를 넣고 20분간 가열하였다. 그 다음 여기에 염산 5 ml를 넣고 20분간 가열했다. Chloroform으로 4회 추출한 후 3회 backwashing한 용액을 농축시켜 조추출물을 얻었다(22). 이 조추출물(1,8-dihydroxy-3-methyl-9,10-anthracenedione+1,8-dihydroxy-3-methoxy-6-methyl-9,10-anthracenedione)과 화학시약인 1,8-dihydroxy anthraquinone을(주)경농기술개발연구소에서 유효성분 30%, 기타 계면활성제 증량제 등을 70% 혼합하여 수화제로 제제화한 약제를 분양받아 시험에 공시하였고, fenarimol 유제를 대조약제로 사용하였다.

약효 검정. 1994년 비닐하우스에서 오이를 재배하여 흰가루병 발병초기의 5~6엽기부터 10일 간격으로 3회에 걸쳐 수화제로 제제화한 대황 추출물(RK)과 화학시약인 1,8-dihydroxy anthraquinone(AK)을 500배와 1,000배 농도로 살포하고 대조약제인 fenarimol을 표준 처리농도인 500배로 희석하여 살포하였다. 발병도 조사는 약제살포 10일 후마다 주당 10엽에 대하여 발병 면적률(이병율)로 0.1~20%인 경우는 1(소), 20.1~30%는 2(중), 30.1~50%는 3(다), 50% 이상인 경우는

4(심)으로 표시하여 다음과 같이 발병도를 산출하여 방제효과를 비교하였다.

$$\text{발병도}(\%) = \frac{(a \times 1) + (b \times 2) + (c \times 3) + (d \times 4)}{\text{조사엽수} \times 4} \times 100$$

(a, b, c, d는 이병율 소, 중, 다, 심의 해당 엽수)

또한 희석농도 1,000배에서도 높은 방제가가 나타났으므로 별도로 2,000배, 3,000배 희석농도로 pot재배한 오이에 처리하여 방제효과를 비교하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였고 실험수치는 평방근변형법으로 변형시켜 통계분석을 하였다.

1995년에는 희석농도 3,000배에서 효과가 있었으므로 다시 포장에서 4,000배와 5,000배 희석액을 처리하여 실험하였으며, pot실험에서 5,000배 희석농도로 처리했을 경우의 방제효과를 조사하였다. 기타 시험방법은 1994년도와 동일하였다.

약해 검정. 오이잎이 5~6엽일 때부터 공시약제 250배액을 10일 간격으로 3회 처리하여 달관으로 약해 정도를 조사하였다.

어류독성 검정. 공시어류 잉어 10마리당 공시약제를 0.5, 1, 2 및 2.5 ppm 농도로 처리후 48시간 동안 반수생존농도(TLm)를 조사하여 0.5 ppm 이하는 I급, 0.5~2 ppm은 II급, 2 ppm 이상은 III급으로 하여 급성 어독성을 조사하였다.

## 결과 및 고찰

약효 검정. 약용식물로부터 오이 흰가루병에 대한 항균성 물질의 탐색 결과 대황 추출물 500배 희석농도에서 2회 이상 살포하면 100% 발병 억제 효과를 나타냈고, 그 생리활성물질이 anthraquinone 유도체인 것으로 동정되었다(22). 이 물질을 살균제로서의 이용 가능성을 구명하고자 화학시약인 1,8-dihydroxy anthraquinone(AK)과 대황 추출물(RK)을 제제화하여 1994년과 1995년에 걸쳐 오이 흰가루병 방제효과를 조사한 결과, 1994년도에 하우스재배에서 AK 제제화 약제를 500배와 1,000배액을 10일 간격으로 3회 처리하면 100%의 방제효과를 나타냈고, RK 제제화 약제에서도 같은 결과를 나타냈으며, 통계적으로 무처리에 비해 유의성이 인정되었다(Table 1). 이 결과를 참조하여 pot 상에서 2,000배, 3,000배액을 3회 처리하여 오이 흰가루병 방제효과를 비교한 결과 AK 제제화 약제는 2,000배나 3,000배액에서 75%의 방제가를 나타냈고, RK 제제화 약제는 2,000배액에서 100%의 방제가를 나타냈으며, 3,000배액에서는 75%의 방제가를 나타냈

**Table 1.** Effect of RK and AK on the control of powdery mildew of cucumber under polyethylene film house conditions in 1994

Treatment <sup>a</sup>	Dilution (x)	1st application		2nd application		3rd application	
		Disease incidence (%) <sup>b</sup>	Control value (%) <sup>c</sup>	Disease incidence (%)	Control value (%)	Disease incidence (%)	Control value (%)
AK	500	0.0 c <sup>d</sup>	100.0	0.0 b	100.0	0.0 b	100.0
	1,000	1.7 b	96.1	0.0 b	100.0	0.0 b	100.0
RK	500	0.0 c	100.0	0.0 b	100.0	0.0 b	100.0
	1,000	1.7 b	96.1	0.0 b	100.0	0.0 b	100.0
Fenarimol	500	0.0 c	100.0	0.0 b	100.0	0.0 b	100.0
Control		43.3 a		50.0 a		28.3 b	

<sup>a</sup> AK : 1,8-dihydroxy anthraquinone (30% WP), RK : extract of *Rheum undulatum* (1,8-dihydroxy-3-methyl-9,10-anthracenedione+1,8-dihydroxy-3-methoxy-6-methyl-9,10-anthracenedione) (30% WP), Fenarimol : ( $\pm$ )-2,4'-dichloro- $\alpha$ -(pyrimidin-5-yl)-benzhydrylalcohol (12.5% EC).

$$^b \text{Disease incidence (\%)} = \frac{a \times 1 + b \times 2 + c \times 3 + d \times 4}{\text{No. of leaves} \times 4} \times 100,$$

where a, b, c and d represent numbers of leaves with 0.1~20%, 20.1~30%, 30.1~50% and more than 50% disease severity (diseased area relative to total leaf area), respectively.

$$^c \text{Control value (\%)} = \left( 1 - \frac{\text{disease incidence in the treatment}}{\text{disease incidence in the control}} \right) \times 100$$

<sup>d</sup> Data in each column with different letters are significantly different ( $p=0.05$ ) according to Duncan's multiple range test.

**Table 2.** Control effect on *Sphaerotheca fuliginea* causing cucumber powdery mildew by RK and AK in a pot test in 1994

Treatment <sup>a</sup>	Dilution (x)	1st application		2nd application		3rd application	
		Disease index <sup>b</sup>	Control value (%) <sup>c</sup>	Disease index	Control value (%)	Disease index	Control value (%)
AK	2,000	0.0	100.0	0.0	100.0	1.0	75.0
	3,000	1.0	67.0	1.0	75.0	1.0	75.0
RK	2,000	1.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
	3,000	0.0	100.0	0.0	100.0	1.0	75.0
Control		3.0		4.0		4.0	

<sup>a</sup> AK : 1,8-dihydroxy anthraquinone (30% WP), RK : extract of *Rheum undulatum* (1,8-dihydroxy-3-methyl-9,10-anthracenedione+1,8-dihydroxy-3-methoxy-6-methyl-9,10-anthracenedione) (30% WP).

<sup>b</sup> Disease index : diseased area relative to the total leaf area; 1 : 0.1~20.0%, 2 : 20.1~30.0%, 3 : 30.0~50.0%, 4 : above 50%.

$$^c \text{Control value (\%)} = \left( 1 - \frac{\text{disease index of the treatment}}{\text{disease index of the control}} \right) \times 100$$

다(Table 2).

1995년도에 다시 포장에서 희석농도 4,000배, 5,000배액을 3회 처리하여 오이 흰가루병 방제효과를 비교한 결과 AK 제제화 약제는 4,000배에서 75.6%, 5,000배에서 75.3%의 방제가를 나타냈고, RK제제화 약제는 4,000배에서 82.0%, 5,000배에서 78.2%의 방제가를 나타냈으나 이들간에는 유의성은 없었다(Table 3). 그리고 pot 시험에서 5,000배액을 3회 처리

하여 방제효과를 보면 AK 제제화 약제는 75.5%, RK 제제화 약제는 81.6%의 방제가를 나타냈고 이들간에는 유의성은 없었다(Table 4). 그리고 이들 성적에서 1회 처리, 2회 처리의 방제가 조사는 발병 진행 상황을 파악하는데 도움이 될 뿐이고 최종적으로 3회 처리의 방제가가 약효를 결정하는 기준이 된다. 이것은 모든 농약의 약효 효과 시험에서 7~10일 간격으로 3회 살포하는 것이 표준으로 되어 있기 때문이다.

**Table 3.** Control effect on *Sphaerotheca fuliginea* causing cucumber powdery mildew by RK and AK in a field test in 1995

Treatment <sup>a</sup>	Dilution (x)	1st application		2nd application		3rd application	
		Disease incidence (%) <sup>b</sup>	Control value (%) <sup>c</sup>	Disease incidence (%)	Control value (%)	Disease incidence (%)	Control value (%)
AK	4,000	2.5 b <sup>d</sup>	83.3	14.2 b	72.3	16.0 b	75.6
	5,000	3.0 b	80.0	16.2 b	68.4	16.2 b	75.3
RK	4,000	1.5 c	90.0	9.5 b	81.4	11.8 b	82.0
	5,000	2.8 b	81.0	14.2 b	72.3	14.3 b	78.2
Fenarimol	500	1.0 c	93.3	1.0 c	98.0	1.0 c	98.5
Control		15.0 a		51.2 a		65.7 a	

<sup>a</sup> AK : 1,8-dihydroxy anthraquinone (30% WP), RK : extract of *Rheum undulatum* (1,8-dihydroxy-3-methyl-9,10-anthracenedione+1,8-dihydroxy-3-methoxy-6-methyl-9,10-anthracenedione) (30% WP), Fenarimol : (±)-2,4'-dichloro-α-(pyrimidin-5-yl)-benzhydrylalcohol (12.5% EC).

$$^b \text{ Disease incidence (\%)} = \frac{a \times 1 + b \times 2 + c \times 3 + d \times 4}{\text{No. of leaves} \times 4} \times 100,$$

where a, b, c and d represent numbers of leaves with 0.1~20%, 20.1~30%, 30.1~50% and more than 50% disease severity (diseased area relative to total leaf area), respectively.

$$^c \text{ Control value (\%)} = \left( 1 - \frac{\text{disease incidence in the treatment}}{\text{disease incidence in the control}} \right) \times 100$$

<sup>d</sup> Data in each column with different letters are significantly different (p=0.05) according to Duncan's multiple range test.

**Table 4.** Control effect on *Sphaerotheca fuliginea* causing cucumber powdery mildew by RK and AK in a pot test in 1995

Treatment <sup>a</sup>	Dilution (x)	1st application		2nd application		3rd application	
		Disease incidence (%) <sup>b</sup>	Control value (%) <sup>c</sup>	Disease incidence (%)	Control value (%)	Disease incidence (%)	Control value (%)
AK	5,000	9.2 b <sup>d</sup>	52.0	10.8 b	65.9	10.0 b	75.5
RK	5,000	9.2 b	52.0	10.0 b	68.5	7.5 b	81.6
Fenarimol	500	5.0 b	74.0	2.5 c	92.1	0.8 c	98.0
Control		19.2 a		31.7 a		40.8 a	

<sup>a</sup> AK : 1,8-dihydroxy anthraquinone (30% WP), RK : extract of *Rheum undulatum* (1,8-dihydroxy-3-methyl-9,10-anthracenedione+1,8-dihydroxy-3-methoxy-6-methyl-9,10-anthracenedione) (30% WP), Fenarimol : (±)-2,4'-dichloro-α-(pyrimidin-5-yl)-benzhydrylalcohol (12.5% EC).

$$^b \text{ Disease incidence (\%)} = \frac{a \times 1 + b \times 2 + c \times 3 + d \times 4}{\text{No. of leaves} \times 4} \times 100,$$

where a, b, c and d represent numbers of leaves with 0.1~20%, 20.1~30%, 30.1~50% and more than 50% disease severity (diseased area relative to total leaf area), respectively.

$$^c \text{ Control value (\%)} = \left( 1 - \frac{\text{disease incidence in the treatment}}{\text{disease incidence in the control}} \right) \times 100$$

<sup>d</sup> Data in each column with different letters are significantly different (p=0.05) according to Duncan's multiple range test.

Gilliver(7)에 의하면 1915종의 꽃식물 추출액으로 항균력을 검정하고 그 중 23%가 사과나무 검은별무늬병균 분생포자 발아를 완전히 억제했으며, 단순히 분생포자 발아를 억제하는 것이 있는 반면 분생포자

를 죽이는 것도 있다고 하였다. Snyder 등(27)은 *Haplophyton cimidium*에 항균성과 살충성을 지니는 활성물질이 있다고 했다. 또 식물 중에서 박 등(25)은 지방산 계통, Segal(26)은 lactones, quinones, ketones,

**Table 5.** Phytotoxicity on cucumber leaves sprayed with RK and AK

Treatment <sup>a</sup>	Dilution (x)	Phytotoxicity <sup>b</sup>
AK	250	+
	500	-
	1000	-
RK	250	-
	500	-
	1000	-
Control		-

<sup>a</sup> AK : 1,8-dihydroxy anthraquinone (30% WP), RK : extract of *Rheum undulatum* (1,8-dihydroxy-3-methyl-9,10-anthracenedione+1,8-dihydroxy-3-methoxy-6-methyl-9,10-anthracenedione) (30% WP).

<sup>b</sup> - : No phytotoxic symptom, + : Phytotoxic symptoms.

phenolic compounds, organic acids, 홍 등(8)은 berberine, 백 등(20)은 paeonol 등의 항균성물질을 탐색했고, 또 백 등(22)은 대황에서 anthraquinone 유도체를 분리·동정하고 항균활성이 있는 화합물이라 했다. Buckingham(2)은 결명초, 알로에 등 여러 식물에 anthraquinone 유도체가 존재하며, 김 등(14)은 anthraquinone 유도체인 emodine은 고추 역병 방제에 효과가 있는 생리활성물질이라고 구명했다.

본 연구에서도 제제화한 AK, RK 약제는 5,000배 희석농도에서도 오이 흰가루병에 대하여 75% 이상의 방제효과를 나타내고 있어 주성분인 anthraquinone 유도체가 항균활성이 높은 것으로 간주되었다.

약해 검정. 약해 검정에 있어서는 AK 250 배 희석농도에서만 잎 가장자리가 갈색으로 변하여 약해가 있었고, 그 이상의 희석농도에서는 약해가 없었다. RK에서는 250배 희석농도에서도 약해가 없었다 (Table 5).

어류 독성 검정. 어류 독성 검정에서는 공시약제 모두 TLm 치가 2 ppm 이상으로 III급에 해당하고 있어 어독성은 없는 것으로 판단되었다(Table 6).

이상의 결과를 종합해 보면 제제화한 AK, RK 약제는 5,000배 희석농도에서도 오이 흰가루병에 대하여 방제효과를 나타냈고, 약해 및 어독성도 없으므로 식물성 농약으로서 개발이 가능할 것으로 판단되며 앞으로 방제기작에 대한 연구가 계속 진행되어야 할 것으로 생각된다.

## 요 약

대황 추출물(RK)과 화학약품 1,8-dihydroxy

**Table 6.** Fish toxicity of RK and AK

Treatment <sup>a</sup>	Fish toxicity (TLm) <sup>b</sup>
AK	> 2 ppm
RK	> 2 ppm

<sup>a</sup> AK : 1,8-dihydroxy anthraquinone (30% WP), RK : extract of *Rheum undulatum* (1,8-dihydroxy-3-methyl-9,10-anthracenedione+1,8-dihydroxy-3-methoxy-6-methyl-9,10-anthracenedione) (30% WP).

anthraquinone(AK)을 제제화하여 오이 흰가루병에 대한 약효, 약해 및 어독성을 조사하였다. 제제화한 RK와 AK 약제를 하우스에서 500배, 1000배 희석농도로 처리했을 경우 오이 흰가루병에 대하여 100%의 방제효과를 나타냈고, pot에서 2,000배, 3,000배, 5,000배 희석농도로 처리했을 때 모두 75% 이상의 방제효과를 나타냈다. 또 노지에서 4,000배, 5,000배 희석농도로 처리해도 모두 75.3% 이상의 방제효과를 나타냈다. RK 약제는 250배 희석농도에서 오이에 약해가 없었으나 AK 약제는 250배 희석농도에서 약해가 있었다. 어독성은 두 약제 모두 반수치사농도(TLm)가 2 ppm 이상으로 독성은 낮은 것으로 판정되었다.

## 감사의 말씀

이 논문은 1994년도 대산농촌문화재단 연구지원비에 의하여 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. Amonker, S. V. and Banerji, A. 1971. Isolation and characterization of larvicidal principle of garlic. *Science* 174 : 1343-1344.
2. Buckingham, J. 1994. *Dictionary of Natural Products*. Chapman & Hall, London. 6164pp.
3. 최장경. 1983. 명아주과 식물즙액의 TMV 감염저지 효과. *강원대논문집* 18 : 105-109.
4. 최장경, 정왕화. 1984. 비름과 식물즙액에 의한 TMV의 감염억제효과. *한국식물보호학회지* 23(3) : 137-141.
5. 최장경, 정왕화, 신성식, 서영춘, 이용수. 1985. 자귀나무잎즙액에 의한 TMV의 감염 억제효과. *강원대논문집(과학기술연구)* 21 : 23-28.
6. Elliott, M. 1977. Synthetic pyrethroids. *American Chemical Society, Washington D. C.* pp. 1-28.
7. Gilliver, K. 1947. The effect of plant extracts on the germination of the conidia of *Venturia inaequalis*. *Ann. Appl. Biol.* 34 : 136-143.
8. 홍부기, 정영호, 홍종욱. 1988. 사과나무 부란병 방

- 제용 식물성살균제 개발. 농시논문집(작물보호편) 30(3) : 24-30.
9. Hubbes, M. 1962. Inhibition of *Hypoxylon pruinaum* by pyrocatochol isolated from bark of aspen. *Science* 136 : 156.
  10. Huff, R. K. 1980. The synthesis of 3-(2,2-dichlorovinyl)-1-methylcyclopropane-1,2-dicarboxylic acid. *Pestic. Sci.* 11 : 290-293.
  11. 今井銃雄, 他田信一, 田中喜一郎, 菅原眞一. 1973. カワラヨモギの精油に関する研究(第 1 報). *藥學會誌* 76(4) : 397-400.
  12. 機具彰, 村越重雄, 鈴昭憲, 田村三郎. 1973. 漢方藥材ウギ末よりカイコ變態沮止物質としての L-canvanine의 單離とその物質活性. *日本農藝化學會誌* 47(7) : 449-453.
  13. Johnson, D. A. and Clark, L. E. 1979. Effect of guar and guar extracts on common root rot of winter wheat and spore germination of *Bipolaris sorokiniana*. *Plant Dis. Rep.* 63(10) : 811-815.
  14. 김창진. 1992. 과채류 병해 방제용 유용항생물 탐색에 관한 연구(II). 과학기술처 연구보고서. 65pp.
  15. Lichtenstein, E. P., Strong, F. M. and Morgan, D. G. 1962. Identification of 2-phenylthyl-isothiocyanate as an insecticide occurring naturally in the edible part of turnips. *J. Agric. Food Chem.* 10(1) : 30-33.
  16. Martin, P., Greuter, H. and Bellus, D. 1980. A stereoselective versatile synthesis of 3-(2,2-dihalovinyl)-2,2-dimethylcyclopropene carboxylic acids. *Pestic. Sci.* 11 : 141-147.
  17. Okada, K., Kiyoks, F., Nakanishi, E., Hirano, M., Ohno, I. and Matsuo, N. 1980. Synthesis of some novel carboxylic acids and insecticidal activity of their esters. *Agric. Biol. Chem.* 44(11) : 2595-2599.
  18. 백수봉. 1989. 토양중의 *Phytophthora* spp. 방제를 위한 길항식물의 탐색. *한국균학회지* 7(1) : 39-47.
  19. 백수봉. 1989. 채소류 잿빛곰팡이병 방제를 위한 길항식물의 탐색과 활용기술 개발(I). 농사 시험연구논문집(농업산학협동) 32 : 205-210.
  20. 백수봉, 경석현. 1990. 채소류 잿빛곰팡이병 방제를 위한 길항식물의 탐색과 활용기술 개발(II). 농사 시험연구논문집(농업산학협동) 33 : 129-134.
  21. 백수봉, 오연선. 1990. 토양병원균 *Pythium ultimum* 방제를 위한 항균성 약용식물의 탐색. *한국균학회지* 18(2) : 102-108.
  22. 백수봉, 경석현, 도은수, 오연선, 박병근. 1994. 약용 식물로부터 오이 흰가루병에 대한 항균성물질 탐색 및 동정. *한국환경농학회지* 13(3) : 301-310.
  23. 백수봉. 1995. 오이 흰가루병에 대한 anthraquinone 유도체의 방제효과. *건국대 생명과학지* 2 : 63-65.
  24. 박종성, 甲元啓介, 西村正暘. 1986. 식물병균에 대한 몇가지 저급지방산의 항균 특성. *한국식물병리학회지* 2(2) : 89-95.
  25. 박종성, 甲元啓介, 丸茂晉吾, 片山正人. 1986. 쇠비름 즙액에서 얻은 항균성 지방산의 분리 및 동정. *한국식물병리학회지* 2(2) : 82-88.
  26. Segal, J. M. 1961. Antimicrobial substances from flowering plants. *Hindustan Antibiotics Bulletin* 4(1) : 3-29.
  27. Snyder, H. R., Fischer, R. F., Walker, J. F., Els, H. E. and Nussberger, G. A. 1953. The insecticidal principles of *Haplophyton camicidum*. *J. Am. Chem. Soc.* 76 : 2819-2825.