

참다래 꽃썩음병 예방약제 최적 살포 체계

신종섭¹ · 박종규 · 김경희 · 정재성² · 허재선³ · 고영진*

순천대학교 응용생물학과, ¹순천시농업기술센터, ²순천대학교 생물학과, ³순천대학교 환경교육과

Optimum Spray Program of Preventive Bactericides for the Control of Bacterial Blossom Blight of Kiwifruit

Jong Sup Shin¹, Jong Kyu Park, Gyoung Hee Kim, Jae Sung Jung²,
Jae-Seoun Hur³ and Young Jin Koh*

Department of Applied Biology, ²Department of Biology and ³Department of Environmental Education,
Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

¹Suncheon-si Agricultural Technology and Extension Center, Suncheon 540-804, Korea

(Received on November 4, 2004)

Bacterial blossom blight of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) has been mainly controlled by antibiotics. Among 15 candidate chemicals, streptomycin sulfate · oxytetracycline WP, streptomycin · copper hydroxide WP and oxolinic acid WP were selected as preventive bactericides against bacterial blossom blight of kiwifruit through *in vitro* and *in vivo* test. Spray of streptomycin sulfate · oxytetracycline WP and streptomycin · copper hydroxide WP at flowering period was most effective in controlling bacterial blossom blight of kiwifruit. Among the various combinations of spray times at different spray periods, optimum spray program of the preventive bactericides for the control of bacterial blossom blight of kiwifruit was turned out to be 3 times application with 10 day-interval from early May during the flowering season of kiwifruits.

Keywords : Bactericide, Blossom blight, Control, Kiwifruit, *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*

꽃썩음병은 우리나라에서 재배중인 참다래(Kiwifruit, Chinese gooseberry, *Actinidia deliciosa* (A. Chev.) C. F. Liang et A. R. Ferguson)에 발생하는 세균성 병해로 껍질병과 더불어 참다래에 가장 중요한 병해이다(고, 1995; 고 등, 1993). 꽃썩음병의 발병율은 해마다 차이가 있지만 개화기에 강우가 겹칠 경우는 50% 이상 감수를 초래할 정도로 심각한 피해를 주는 것으로 알려졌다(Koh 등, 2001; Koh 등, 2003).

지금까지 참다래 꽃썩음병 방제는 주로 약제 살포에 의해 이루어져 왔다(Tachibana, 1988; 고, 1995; Koh 등, 2001; Koh 등, 2003). 그러나 세균병해는 항생제와 동제 등 극히 제한된 종류의 약제만 유효하기 때문에 약제의 연용에 의한 약제 저항성균의 출현은 이미 잘 알려진 사

실이다. 참다래 꽃썩음병을 일으키는 병원세균인 *P. syringae* pv. *syringae*와는 병원형(pathovar)만 다른 병원세균인 *P. syringae* pv. *actinidiae*에 의해 발생하는 껍질병도 일단 발생하면 치명적인 피해를 주기 때문에 껍질병 발생을 예방하기 위하여 집중적인 약제 살포가 이루어져 왔으며(고 등, 1999, Serizawa, 1989; Ushiyama, 1993), 그 결과 *P. syringae* pv. *actinidiae* 집단에서 높은 수준의 약제 저항성 발생이 보고되었다(Ushiyama, 1993; Goto 등, 1994; Nakajima 등, 1995).

따라서 참다래 꽃썩음병에 대해서도 약제방제가 지속적으로 이루어질 때 필연적으로 약제 저항성균의 발생이 예상된다. 결국 이러한 약제 저항성균의 발생을 억제시킬 수 있는 방안으로 새로운 방제약제의 개발이 바람직하지만 세균성 병해인 참다래 꽃썩음병에 유효한 약제범위는 제한되어 있기 때문에 약제살포를 최소화하면서 최대 방제효과를 얻을 수 있는 예방약제의 최적 살포 체계를 확립하는 것이 필요하다.

*Corresponding author

Phone)+82-61-750-3865, Fax)+82-61-750-3208

E-mail)youngjin@sunchon.ac.kr

이 연구는 참다래 꽃썩음병에 의한 피해를 최소화할 수 있는 화학적 방제체계를 확립하기 위하여, 참다래 꽃썩음병에 대한 예방약제를 선별하고, 예방약제들의 살포적기와 최소 살포횟수 확인을 통한 최적 살포 프로그램을 마련하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

참다래 꽃썩음병 예방약제 선별. 참다래 꽃썩음병에 대한 예방약제의 실내 선발을 위해 국내에서 여러 가지 세균병에 대해 방제약제로 등록되어 있는 가드 수화제, 가스란 수화제, 가스신 액제, 농용신 수화제, 농용신·쿠퍼 수화제, 디치돈 수화제, 베나솔 입제, 옥사덕실·쿠퍼 수화제, 옥소리닉에시드 수화제, 스트렙토마이신황산염·옥시테트라사이클린 수화제, 엠지스 수화제, 코퍼설페이트베이직 수화제, 쿠퍼 수화제, 트리베이직코퍼설페이트액상수화제, 웨림존·트리졸 수화제 등 15개의 약제를 사용하였다(Table 1).

순천대학교 응용생물학과에 보존중인 참다래 꽃썩음병을 일으키는 병원세균인 *P. syringae* pv. *syringae* SS1 균주와 PSJA1 균주를 사용하여 참다래 꽃썩음병에 대한 예방약제의 실내 선별 시험을 수행하였다. 두 가지 균주를 PSA 배지(Bacto peptone 20 g, sucrose 25 g, agar 15 g,

pH 6.8 per 1,000 ml of distilled water)에서 배양하여 얻은 신선한 균총으로 10^9 cfu/ml로 조정하여 만든 현탁액을 PSA 배지에 도달한 다음 각 약제들을 Table 1에 제시된 농약공업협회의 권장사용농도로 맞춘 후 paper disc에 약제를 묻혀 배지 상에 올려놓고 20°C 항온기에서 3일간 배양한 후 형성된 균총형성 저지대의 크기를 측정하여 각 약제들의 생장억제 효과를 조사하였다.

참다래 꽃썩음병에 대한 예방약제의 실내 선별 실험 결과 PSA 배지에서 *P. syringae* pv. *syringae*의 생장억제 효과가 우수한 스트렙토마이신황산염·옥시테트라사이클린 수화제, 농용신·쿠퍼 수화제, 옥소리닉에시드 수화제를 참다래 포장에서 꽃썩음병에 대한 방제효과를 검증하기 위하여 사용하였다.

전남 순천시 해룡면과 고흥군 동강면 소재 참다래 과수원에서 2002년 5월 1일, 5월 11일, 5월 23일에 각 과수원당 약제별로 권장사용농도로 희석하여 참다래 10주 수관에 분무 살포하였다. 약제를 살포한 후 참다래 꽃 만개기인 2002년 5월 26일 참다래 나무에서 각 약제별 처리구당 임의로 선별한 1,000개의 꽃봉오리 또는 꽃에서 꽃썩음병 발병유무를 조사하여 참다래 꽃썩음병에 대한 방제효과를 검증하였다.

참다래 꽃썩음병 예방약제 살포적기 구명. 참다래 꽃썩음병 예방약제의 살포적기를 구명하기 위하여 스트렙

Table 1. Details of fungicides used in this study

Common name	Active ingredient	Application rate	Remark (Korean name)
Copper hydroxide WP	copper hydroxide 77%	40 g/20 l	쿠퍼 수화제
Copper sulfate WP	copper sulfate 58%	40 g/20 l	코퍼설페이트베이직 수화제
Dithianon · copper oxychloride WP	dithianon 13% + copper oxychloride 42%	40 g/20 l	디치돈 수화제
Ferimzone · tricyclazole WP	ferimzone 30% + tricyclazole 10%	20 g/20 l	웨림존 · 트리졸 수화제
Kasugamycin SL	kasugamycin 2.3%	40 ml/20 l	가스신 액제
Kasugamycin · copper oxychloride WP	kasugamycin 5.75% + copper oxychloride 45%	20 g/20 l	가스란 수화제
Kasugamycin · fthalide WP	kasugamycin 1.38% + fthalide 20%	40 g/20 l	가드 수화제
Oxadixyl · copper hydroxide WP	oxadixyl 8% + copper hydroxide 62%	20 g/20 l	옥사덕실 · 쿠퍼 수화제
Oxolinic acid WP	oxolinic acid 20%	20 g/20 l	옥소리닉에시드 수화제
Probenazole GR	probenazole 6%	4 kg/10a	베나솔 입제
Streptomycin WP	streptomycin 20%	20 g/20 l	농용신 수화제
Streptomycin · copper hydroxide WP	streptomycin 10% + copper hydroxide 50%	20 g/20 l	농용신 · 쿠퍼 수화제
Streptomycin sulfate · oxytetracycline WP	streptomycin sulfate 18.8% + oxytetracycline 1.5%	20 g/20 l	스트렙토마이신황산염 · 옥시테트라사이클린 수화제
Thiophanate methyl · streptomycin WP	thiophanate methyl 50% + streptomycin 18.8%	20 g/20 l	엠지스 수화제
Tribasic copper sulfate SC	tribasic copper sulfate 15%	40 ml/20 l	트리베이직코퍼설페이트액상수화제

WP: wtable powder, SL: soluble concentrate, GR: granule, SC: suspension concentrate.

토마이신황산염·옥시테트라사이클린 수화제와 농용신·쿠퍼 수화제를 월동기, 신초소생기, 화아유도기, 개화기 등 네 가지 살포시기로 구분하여 참다래 수관에 분무 살포하여 각 약제별 살포적기를 평가하였다. 월동기는 2003년 1월 15일부터 10일 간격 3회 살포, 신초소생기는 2월 24일부터 10일 간격 3회 살포, 화아유도기는 4월 5일부터 10일 간격 3회 살포, 개화기는 5월 5일부터 10일 간격 3회 살포하였다. 각 시험은 전남 순천시 해룡면 소재 참다래 포장에서 난괴법 3반복으로 수행하였으며, 참다래 만개기인 2003년 5월 27일 각 처리 당 400개의 꽃봉오리 또는 꽃에 발생한 꽃썩음병 발생율을 조사한 후 무처리구의 발병율과 비교하여 방제효과를 평가하였다.

참다래 꽃썩음병 예방약제 적정 살포횟수 구명. 참다래 꽃썩음병 예방약제의 적정 살포횟수를 조사하기 위하여 스트렙토마이신황산염·옥시테트라사이클린 수화제와 농용신·쿠퍼 수화제를 각 살포시기에 1회부터 10일 간격으로 5회까지 다양한 횟수로 참다래 수관에 살포한 후 꽃썩음병의 발생율과 방제효과를 조사하여 적정 살포횟수를 구명하였다. 예방약제의 살포시기는 월동기인 경우는 2003년 1월 5일부터 2월 14일까지, 신초소생기는 2월 14일부터 3월 25일까지, 화아유도기는 3월 25일부터 5월 5일까지, 개화기는 4월 25일부터 5월 25일까지로 잡아 각 살포시기에 두 가지 약제를 10일 간격으로 1회부터 5회까지 각각 살포하였는데, 각 살포시기에서 약제 살포횟수 별 약제 살포날짜는 Table 5와 같다. 각 시험 장소, 시험 방법 및 조사 방법은 예방약제 살포적기 시험과 동일하게 수행하였다.

결 과

참다래 꽃썩음병 예방약제 선발. 국내에서 참다래 꽃썩음병 방제약제로 등록되어있는 스트렙토마이신황산염·옥시테트라사이클린 수화제와 농용신·쿠퍼 수화제가 *P. syringae* pv. *syringae* 두 가지 균주에 대하여 약 24.0 mm와 23.5 mm 크기의 저지대를 나타내었는데, 시험에 사용한 14개 약제들 중에서 옥쏘리닉에시드 수화제는 20.0 mm 크기의 저지대를 나타내었으며, 엠지스 수화제, 농용신 수화제와 디치돈 수화제는 각각 13.0 mm, 11.0 mm와 5.0 mm 크기의 저지대를 나타내었다. 그러나 가드 수화제를 비롯하여 나머지 9개 약제들은 *P. syringae* pv. *syringae* 균주들에 대해서 효과가 전혀 없는 것으로 나타났다(Table 2).

실내 실험을 통하여 선발된 스트렙토마이신황산염·옥시테트라사이클린 수화제, 농용신·쿠퍼 수화제 및 옥쏘리닉에시드 수화제를 살포한 순천과 고흥 두 시험지역간

Table 2. Inhibitory effects of several bactericides on the growth of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* on peptone sucrose agar

Bactericide	Inhibition zone (mm) on PSA ^a		
	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>syringae</i> ^b		
	SS1	PSJA1	Mean
Copper sulfate WP	0.0	0.0	0.0 e
Copper hydroxide WP	0.0	0.0	0.0 e
Dithianon·copper oxchloride WP	6.0	4.0	5.0 d
Ferimzone·tricyclazole WP	0.0	0.0	0.0 e
Kasugamycin SL	0.0	0.0	0.0 e
Kasugamycin·copper oxchloride WP	0.0	0.0	0.0 e
Kasugamycin·fthalide WP	0.0	0.0	0.0 e
Probenazole GR	0.0	0.0	0.0 e
Oxadixyl·copper hydroxide WP	0.0	0.0	0.0 e
Oxolinic acid WP	20.0	20.0	20.0 b
Streptomycin WP	11.0	11.0	11.0 c
Streptomycin·copper hydroxide WP	25.0	22.0	23.5 a
Streptomycin sulfate·oxytetracycline WP	28.0	20.0	24.0 a
Thiophanate methyl·streptomycin WP	14.0	12.0	13.0 c
Tribasic copper sulfate SC	0.0	0.0	0.0 e

^aInhibition zones of colony formation were measured on peptone sucrose agar.

^bSS1 : Korean isolate, PSJA1 : Japanese isolate of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*.

Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

에 꽃썩음병 발병율이 다소 차이가 있었지만 세 가지 약제 처리구에서 평균 꽃썩음병 발병율은 각각 6.4%, 4.3%와 5.3%로 나타났으며 세 가지 약제간 통계적으로 유의차는 없었다(Table 3).

참다래 꽃썩음병 예방약제의 살포적기. 스트렙토마이신황산염·옥시테트라사이클린 수화제와 농용신·쿠퍼 수화제를 월동기, 신초소생기, 화아유도기, 개화기 등 네 가지 살포시기에 3회씩 살포하였을 때 참다래 꽃썩음병 발병율 및 각 약제별 방제효과는 Table 4와 같다. 약제를 살포하지 않은 무처리구의 참다래 꽃썩음병 평균 발병율이 36.4%인 반면에 스트렙토마이신황산염·옥시테트라사이클린 수화제와 농용신·쿠퍼 수화제는 월동기에 각각 7.2%와 7.5%, 신초소생기에 7.1%와 8.5%, 화아유도기에 7.2%와 6.7%인 반면에, 개화기에는 각각 2.6%와 2.9%로 가장 낮은 꽃썩음병 발병율을 나타내어 개화기가 참다래 꽃썩음병 방제적기임이 판명되었다.

참다래 꽃썩음병 예방약제의 적정 살포횟수. 스트렙토마이신황산염·옥시테트라사이클린 수화제와 농용신·

Table 3. Control efficiencies of several bactericides on bacterial blossom blight in Suncheon during the flowering seasons of 2002

Location	% diseased flowers			
	Bactericide ^a			Untreated
	Streptomycin sulfate · oxytetracycline WP	Streptomycin · copper hydroxide WP	Oxolinic acid WP	
Suncheon	5.8	4.4	4.6	21.8
Goheung	7.0	4.1	5.9	25.9
Mean	6.4 a	4.3 a	5.3 a	23.9 b
Control value (%)	73.2	82.0	77.8	-

^aBactericides were sprayed 3 times with 10 day-interval from 1 May, 2003.

Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

Table 4. Control efficiencies of two antibiotics on kiwifruit blossom blight at 4 spray periods in Suncheon during the flowering seasons of 2003

Period ^a	Streptomycin sulfate · oxytetracycline WP		Streptomycin · copper hydroxide WP	
	%	Control value	%	Control value
	Diseased flowers	(%)	Diseased flowers	(%)
Overwintering	7.2 b	80.2	7.5 b	79.3
Bud-emerging	7.1 b	80.4	8.5 b	76.6
Flower bud-inducing	7.2 b	80.2	6.7 b	81.5
Flowering	2.6 a	92.8	2.9 a	92.0
Untreated	36.4 c	-	36.4 c	-

^aOverwintering: sprayed 3 times with 10 day-interval from 15 January; Bud-emerging: sprayed 3 times with 10 day-interval from 24 February; Floral including: sprayed 3 times with 10 day-interval from 5 April; Flowering: sprayed 3 times with 10 day-interval from 5 May, 2003.

Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

쿠퍼 수화제를 월동기부터 개화기까지 네 가지 살포시기로 나누고 각 시기별로 1회부터 5회까지 살포하였을 경우 살포시기 및 살포횟수에 따른 참다래 꽃썩음병 발병율 및 각 약제별 방제효과는 Table 5와 같다.

두 가지 약제를 월동기에 1회부터 5회까지 살포한 처리구에서는 각각 13.5~5.0%와 14.3~5.0%의 발병율을 나타내어 두 가지 약제 간 꽃썩음병 방제효과에 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 이와 유사하게 신초 소생기에도 1회부터 5회까지 살포한 처리구에서는 두 가지 약제가 각각 11.3~4.2%와 12.5~4.1%의 유사한 발병율을 나타내었고, 화아 유도기에도 1회부터 5회까지 살포한 처리구에서는 두 가지 약제가 각각 13.1~3.0%와 12.0~3.0%의 유사한 발병율을 나타내었으며, 개화기인 경우에도 1회부터 4회까지 살포한 처리구에서는 두 가지 약제가 각각 10.1~1.9%와 11.6~1.4%의 유사한 발병율을 나타내었다.

월동기, 신초소생기, 화아유도기 및 개화기 등 네 가지 예방약제 살포시기에서 동일한 살포시기 내에서는 두 가지 약제 간 꽃썩음병 방제효과에 대한 유의적인 차이가 없었다. 또한 두 가지 약제를 각 살포시기에서 1회부터 5

회까지 살포하였을 경우 동일한 살포횟수에서도 두 가지 약제 간 꽃썩음병 방제효과에는 유의적인 차이가 없었다. 그러나 동일한 살포횟수별로 살포 시기간 약제방제효과를 비교해 보면 월동기 약제살포에서부터 신초소생기, 화아유도기, 개화기 약제 살포에 이룰수록 꽃썩음병에 대한 방제효과가 증대되었다.

고 찰

식물에 발생하는 세균병해는 항생제와 동제 등 극히 제한된 종류의 약제만 유효하기 때문에 약제의 연용에 의한 약제 저항성균의 출현은 이미 잘 알려진 사실이다. 참다래 꽃썩음병을 일으키는 병원세균인 *P. syringae* pv. *syringae*에 대해서는 아직까지 약제 저항균 발생이 보고되지 않았지만 참다래에 궤양병을 일으키는 *P. syringae* pv. *actinidiae*에 대해서는 높은 수준의 약제 저항성균이 보고되었다(Ushiyama, 1993; Goto 등, 1994; Nakajima 등, 1995).

국내에서 참다래 꽃썩음병 방제약제로 스트렙토마이신

Table 5. Control efficiencies of two antibiotics on kiwifruit blossom blight with different spray schedules at 4 spray periods in Suncheon during the flowering seasons of 2003

Period	No. of spray	Spray date	Streptomycin sulfate · oxytetracyclin WP		Streptomycin · copper hydroxide WP	
			Diseased flowers (%)	Control value (%)	Diseased flowers (%)	Control value (%)
Overwintering period	0	-	36.4 l	-	36.4 j	-
	1	1/25	13.5 k	62.9	14.3 i	60.7
	2	1/15, 1/25	10.8 ijk	70.3	8.1 ef	77.7
	2	1/25, 2/4	9.1 ghij	75.0	8.4 efg	76.9
	3	1/15, 1/25, 2/4	6.5 defgh	82.1	8.1 def	77.7
	4	1/5, 1/15, 1/25, 2/4	6.2 defg	83.0	6.0 cde	83.5
	4	1/15, 1/25, 2/4, 2/14	5.8 defg	84.1	6.4 cde	82.4
	5	1/5, 1/15, 1/25, 2/4, 2/14	5.0 cdef	86.3	5.0 bc	86.3
Bud-emerging period	0	-	36.4 l	-	36.4 j	-
	1	3/5	11.3 jk	62.9	12.5 hi	60.7
	2	2/24, 3/5	9.1 ghij	75.0	11.5 fghi	68.4
	2	3/5, 3/15	9.1 ghij	75.0	10.9 fghi	70.1
	3	2/24, 3/5, 3/15	6.8 efgh	81.3	8.8 efgh	75.8
	4	2/14, 2/24, 3/5, 3/15	5.4 cdef	85.2	5.8 cde	84.1
	4	2/24, 3/5, 3/15, 3/25	5.0 cdef	86.3	4.4 cde	87.9
	5	2/14, 2/24, 3/5, 3/15, 3/25	4.2 bcde	88.5	4.1 bc	88.7
Flower bud-inducing period	0	-	36.4 l	-	36.4 j	-
	1	4/15	13.1 k	64.0	12.0 ghi	67.0
	2	4/5, 4/15	9.1 ghij	75.0	10.8 fghi	70.3
	2	4/15, 4/25	8.8 ghij	75.8	10.2 fgh	79.7
	3	4/5, 4/15, 4/25	7.4 fghi	79.7	5.9 cde	83.8
	4	3/25, 4/5, 4/15, 4/25	5.4 cdef	85.2	4.2 bc	88.5
	4	4/5, 4/15, 4/25, 5/5	2.8 abc	92.3	3.2 b	91.2
	5	3/25, 4/5, 4/15, 4/25, 5/5	3.0 abc	91.8	3.0 b	91.8
Flowering period	0	-	36.4 l	-	36.4 j	-
	1	5/15	10.1 hijk	72.3	11.6 fghi	68.1
	2	5/5, 5/15	3.9 abcd	89.3	5.2 bcd	85.7
	2	5/15, 5/25	3.5 abc	90.4	4.2 bc	88.5
	3	5/5, 5/15, 5/25	2.6 ab	92.9	3.3 b	90.9
	4	4/25, 5/5, 5/15, 5/25	1.9 a	94.8	1.4 a	96.2

Means followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

황산염 · 옥시테트라사이클린 수화제, 농용신 · 쿠퍼 수화제, 엠지스 수화제 등 제한된 약제들만 등록되어 있기 때문에 이 약제들을 지속적으로 살포할 경우 필연적으로 약제 저항성균 발생이 예상된다. 따라서 이러한 약제 저항성균의 발생을 억제시킬 수 있는 새로운 방제약제 선발 및 개발이 필요한데 이 시험에서 옥쏘리닉에시드 수화제는 스트렙토마이신황산염 · 옥시테트라사이클린 수화제와 농용신 · 쿠퍼 수화제를 대체할 수 있는 예방약제로 선발

되었으므로 향후 참다래 꽃썩음병 예방방제로 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

이 시험에서처럼 일본에서 수행한 참다래 꽃썩음병 약제방제시험에서도 스트렙토마이신황산염 · 옥시테트라사이클린 수화제와 농용신 · 쿠퍼 수화제를 월동기부터 신초소생기 사이에 살포하였을 경우에 비하여 개화기에 살포하였을 경우에 방제효과가 훨씬 높게 조사되었다 (Tachibana, 1988). 따라서 참다래 꽃썩음병 예방약제의 네

가지 살포시기 중에서 개화기 살포가 월동기, 신초생성기, 화아유도기 등 다른 살포시기에 비해 상대적으로 적은 약제 살포로 참다래 꽃썩음병의 발생을 효과적으로 억제시킬 수 있는 살포시기로 확인되었다.

한편 동일한 약제 살포시기 내에서는 약제 살포횟수가 증가함에 따라 미세하지만 점진적으로 약제방제효과가 증가하는 것으로 확인되었다. 그렇지만 모든 조합의 약제처리구중에서 화아유도기 4회 살포구(4월 5일, 4월 15일, 4월 25일, 5월 5일)와 5회 살포구(3월 25일, 4월 5일, 4월 15일, 4월 25일, 5월 5일) 및 개화기 3회 살포구(5월 5일, 5월 15일, 5월 25일)에서는 약 3%의 꽃썩음병 발병을 만을 나타내어 90% 이상의 우수한 비슷한 수준의 방제효과를 나타내었고, 개화기 4회 살포구(4월 25일, 5월 5일, 5월 15일, 5월 25일)는 2% 이하의 발병율을 나타내어 96% 이상의 가장 우수한 방제효과를 나타내었다.

그러나 화아유도기 4회 살포와 5회 살포구의 꽃썩음병 발병율 간에는 통계적인 유의차가 없었으며, 개화기 3회 살포와 4회 살포구의 꽃썩음병 발병율 간에도 두 가지 약제 모두에서 통계적인 유의차가 없었다. 실제 포장에서 세균성 병해에 대하여 90% 이상의 방제효과는 대단히 높은 방제효과를 나타내는 수치인데, 이 시험에서 개화기 3회 살포와 4회 살포 그리고 화아유도기 4회 살포와 5회 살포 모두 90% 이상의 방제효과를 나타내었으므로 약제 살포횟수가 가장 적은 개화기 3회 살포가 참다래 꽃썩음병 예방을 위한 최적 살포횟수로 추정되었다. 따라서 저농약 고효율 참다래 꽃썩음병 방제를 위한 예방약제의 적정 살포횟수는 참다래 꽃 만개기 20일 전인 5월 초순부터 10일 간격 3회 살포로 판명되었다.

우리나라에서 참다래가 재배되고 있는 남부지방에서 5월 초순부터 개화기인 5월 하순 사이는 기온이 20~25°C가 유지되어 참다래에 꽃썩음병을 일으키는 *P. syringae* pv. *syringae*의 최적 생장이 이루어지는 시기이므로 참다래 나무 위나 참다래 과수원 포장에 존재하는 식물체 잔존물이나 토양 등에서 월동을 한 병원세균이 급속하게 증식하여 개화 전에 참다래 꽃봉오리나 개화중인 꽃으로 전반되어 꽃썩음병 감염을 일으키게 된다(신 등, 2004). 따라서 참다래 꽃 만개기 20일전인 5월 초순부터 개화기까지 예방약제인 스트렙토마이신황산염·옥시테트라사이클린 수화제나 농용신·쿠퍼 수화제를 10일 간격 3회 살포하는 것은 병원세균 전염원이 월동부위로부터 건전한 꽃봉오리나 꽃으로의 전반과 감염을 사전에 예방할 수 있는 합리적인 참다래 꽃썩음병 예방약제 최적 살포 프로그램이라고 판단된다.

물론 세균성 병해에는 항생제 외에 동제도 방제효과가

있기 때문에 본 시험에 사용한 스트렙토마이신황산염·옥시테트라사이클린 수화제나 농용신·쿠퍼 수화제를 대신하여 동제에 의한 참다래 꽃썩음병 방제도 가능하리라 여겨진다. 고 등(1999)은 참다래에 꽃썩음병을 일으키는 *P. syringae* pv. *syringae*와 병원형(pathovar)만 다르고 기타 생리·생화학적 특성이 대단히 유사한 *P. syringae* pv. *actinidiae*가 일으키는 궤양병에 대한 약제방제 시험 결과 대표적인 항생제인 스트렙토마이신황산염·옥시테트라사이클린 수화제, 농용신 수화제 및 가스신 수화제나 농용신·쿠퍼 수화제 외에도 대표적인 동수화제인 쿠퍼 수화제도 참다래 궤양병 방제효과가 우수한 것으로 보고하였다.

그러나 이러한 약제들의 적용 시기는 약제마다 달라서 스트렙토마이신황산염·옥시테트라사이클린 수화제와 농용신 수화제의 방제적기는 4월 중순부터 5월 초순인 반면에 쿠퍼 수화제의 방제적기는 1월 중순부터 2월 초순인 것으로 확인되었다(고 등, 1999). 따라서 스트렙토마이신황산염·옥시테트라사이클린 수화제인 경우 참다래 꽃썩음병 방제적기와 궤양병 방제적기가 거의 일치하므로 조화롭게 사용하면 최소량의 약제 살포로 두 가지 병해를 동시에 방제하는 효과를 거둘 수 있을 것으로 판단된다.

그리고 쿠퍼 수화제와 같은 동제인 경우 꽃썩음병에 대한 방제효과가 인정된다면 궤양병에 대한 쿠퍼 수화제의 방제적기가 1월 중순부터 2월 초순인 것처럼 꽃썩음병에 대해서도 참다래 월동기인 12월이 사용적기가 될 것으로 추정된다. 이러한 동제를 참다래 잎에 살포할 경우 약해를 일으키는 것으로 보고되었기 때문에 참다래 월동기 외에는 살포를 제한할 수밖에 없기 때문이다(고 등, 1999). 따라서 동제를 사용하여 참다래 꽃썩음병 방제 프로그램을 연구한다면 이 시험에서 사용한 항생제에 의해 도출된 참다래 꽃썩음병 예방약제 최적 살포 프로그램과는 다른 결과가 도출될 수도 있을 것이다.

요 약

참다래 꽃썩음병은 주로 항생제 살포에 의해 방제되고 있다. 스트렙토마이신황산염·옥시테트라사이클린 수화제, 농용신·쿠퍼 수화제와 옥소리닉에시드 수화제가 15개의 후보약제들 대상으로 한 실내시험 및 포장시험을 통하여 참다래 꽃썩음병 예방약제로 선발되었다. 참다래 꽃썩음병 방제를 위하여 스트렙토마이신황산염·옥시테트라사이클린 수화제와 농용신·쿠퍼 수화제의 살포적기는 개화기이고, 여러 가지 살포시기별 다양한 약제살포 조합 중에서 참다래 꽃썩음병 방제를 위한 스트렙토마이신황산염·옥시테트라사이클린 수화제와 농용신·쿠퍼 수화

제의 최적 살포 회수는 참다래 개화기인 5월 초부터 10일 간격으로 3회로 판명되었다.

감사의 글

이 논문은 농림부 농림기술관리센터의 농림기술개발과제(2001-2004)의 연구비에 의해 수행한 것으로 감사를 표합니다.

참고문헌

- Goto, M., Hikota, T., Nakajima, M., Takikawa, Y. and Tsuyumu, S. 1994. Occurrence and properties of copper-resistance in plant pathogenic bacteria. *Ann. Phytopathol. Soc. Japan* 60: 147-153.
- Nakajima, M. S., Yamashita, Y., Takikawa, S., Tsuyumu, S., Hibi, T. and Goto, M. 1995. Similarity of streptomycin resistance gene(s) in *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* with *strA* and *strB* of plasmid RSF1010. *Ann. Phytopathol. Soc. Japan* 61: 489-492.
- 고영진. 1995. 참다래의 주요 병. *식물병과 농업* 1(1): 3-13.
- 고영진, 정희정, 김정화. 1993. *Pseudomonas syringae*에 의한 참다래 꽃썩음병. *한국식물병리학회지* 9: 300-303.
- Koh, Y. J., Jung, J. S. and Hur, J.-S. 2003. Current status of occurrence of major diseases on kiwifruits and their control in Korea. *Acta Hort.* 610: 437-443.
- Koh, Y. J., Lee, D. H., Shin, J. S. and Hur, J.-S. 2001. Chemical and cultural control of bacterial blossom blight of kiwifruit caused by *Pseudomonas syringae* in Korea. *New Zealand J. Agric. Res.* 29: 29-34.
- 고영진, 서정규, 이동현, 신종섭, 김승화. 1999. 참다래 껌양병 약제 방제. *식물병과 농업* 5: 95-99.
- Serizawa, S., Ichikawa, T., Takikawa, Y., Tsuyumu, S. and Goto, M. 1989. Occurrence of bacterial canker of kiwifruit in Japan : Description of symptoms, isolation of the pathogen and screening of bactericides. *Ann. Phytopathol. Soc. Japan* 55: 427-436.
- 신종섭, 박종규, 김경희, 박재영, 한효심, 정재성, 허재선, 고영진. 참다래 꽃썩음병균 동정 및 발생생태 조사. *식물병연구* 10(4): 290-296.
- Tachibana, Y. 1988. occurrence of kiwifruit bacterial blossom rot and its control. *Plant Quarantine* 42: 182-186.
- Ushiyama, K. 1993. Studies on the epidemics and control of bacterial canker of kiwifruit caused by *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. *Bull. Kanagawa Hort. Exp. Sta.* 43: 1-76.