

참다래 궤양병의 약제 방제

고영진* · 서정규 · 이동현 · 신종섭¹ · 김승화²
순천대학교 응용생물학과, ¹여수시농업기술센터, ²제주농업시험장 감귤시험장

Chemical Control of Bacterial Canker of Kiwifruit

Young Jin Koh*, Jeong Kyu Seo, Dong Hyun Lee, Jong Sup Shin¹ and Seung Hwa Kim²
Department of Applied Biology, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea, ¹Yeosusi Agricultural Department and Technology Center, Yeosu 555-130, Korea, ²Citrus Experiment Station, National Cheju Agricultural Experiment Station, Cheju 699-800, Korea

Chemical control of bacterial canker of kiwifruit caused by *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* was attempted by spraying of streptomycin sulfate · oxytetracycline WP, streptomycin WP, streptomycin · copper hydroxide WP, kasugamycin SL, kasugamycin · copper oxychloride WP and copper hydroxide WP. The control efficacies of the bactericides were variable depending upon the spraying schedule. Application of streptomycin WP and streptomycin sulfate · oxytetracycline WP from middle April to early May was found to be the most effective in controlling the bacterial canker. For copper hydroxide WP, the spraying from middle January to early February showed the highest control efficacy. Kasugamycin SL was the most effective in controlling the disease by spraying from middle April to early May, but it was still relatively effective during other spray periods. Foliar application of copper hydroxide WP and copper-antibiotic formulations after middle April caused severe phytotoxicity. Kasugamycin SL, streptomycin WP, streptomycin · copper hydroxide WP and copper hydroxide WP were potential bactericides which could substitute streptomycin sulfate · oxytetracycline WP. Selective applications of the bactericides according to their optimum spray time can enhance the control efficacies against bacterial canker of kiwifruit and retard the emergency of resistant strains of *P. syringae* pv. *actinidiae* to the bactericides. The optimum spray number of streptomycin sulfate · oxytetracycline WP was 3 times with 15-day-intervals or 4 times with 10-day-intervals. The result suggested that the potential bactericides to bacterial canker of kiwifruit should be also used according to their optimum spray schedules in order to get their highest control efficacies.

Keywords : bacterial canker, chemical control, kiwifruit, *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*

참다래 (kiwifruit, Chinese gooseberry, *Actinidia deliciosa*)는 외래 과실로 우리 나라에서 재배를 시작하기도 20년 정도에 불과하지만 비타민과 영양이 풍부한 것으로 밝혀지면서 생과 뿐만 아니라 가공 식품으로도 각광을 받으며 그 수요가 급증하고 있다. 덩굴성 아열대 낙엽 과수인 참다래는 월동이 가능한 우리 나라 남해안 지역에서 주로 재배되고 있지만 동해와 상해를 비롯한 기상 재해와 궤양병을 비롯한 병해가 참다래

재배의 가장 큰 제한 요인으로 작용하고 있다 (고, 1995).

일본에서 처음으로 보고된 *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*에 의해 발생하는 참다래 궤양병은 1980년대 중반 제주도에서부터 발생하기 시작하여 지금은 참다래 재배지 전역으로 확산되어 피해를 주고 있다 (고 등, 1994; Serizawa 등, 1989; Takikawa 등, 1989).

참다래 궤양병에 대한 발생초기의 관리가 소홀할 경우 폐원에 이르는 과수원이 속출하고 있어 남해안 지역 특화 고소득 작목인 참다래의 안정적인 생산기반을 조성할 수 있도록 참다래 궤양병에 대한 종합적 관리 체계의 확립이 시급히 요구되고 있다 (고 등, 1994). 최근 고 등 (1996)은 수간주입에

* Corresponding author
Phone, FAX) +82-661-750-3865
E-mail) youngjin@sunchon.ac.kr

의한 참다래 궤양병의 방제 가능성을 보고하였으나 우리나라에서 아직까지 약제 방제에 대한 구체적인 연구는 시도되지 않았다. 더구나 우리나라에서는 streptomycin sulfate · oxytetracycline WP (아그리마이신 수화제)가 유일하게 참다래 궤양병 약제로 등록되어 있어 이 약제를 연용할 경우 약제저항성균의 발생 우려가 높아 다양한 궤양병 약제 개발이 절실한 실정이다.

본 연구는 참다래 궤양병에 유효한 약제들을 선별하고 포장에서 궤양병 방제 효과, 방제 적기 및 방제 적정 횟수를 조사함으로써 참다래 궤양병에 대한 방제 체계를 확립하기 위한 기초 자료를 얻기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

참다래 궤양병균 생장 억제 효과 조사. 세균병에 대하여 효과가 있는 것으로 알려진 streptomycin sulfate · oxytetracycline WP, streptomycin WP, kasugamycin SL, copper hydroxide WP, streptomycin · copper hydroxide WP, kasugamycin · copper oxchloride WP를 사용하여 Peptone-sucrose-agar (PSA, peptone 20 g, sucrose 20 g, agar 15 g, distilled water 1,000 ml, pH 6.8) 배지에 *P. syringae* pv. *actinidiae*을 도말한 후 각 약제를 직경 8 mm paper disc에 적셔 배지 중앙에 접종한 후 생기는 궤양병균 균총 형성 저지환의 직경을 측정함으로써 참다래 궤양

병균에 대한 생장 억제 효과를 조사하였다.

참다래 궤양병 방제 효과 및 방제 적기 조사. 동일한 약제들을 전남 해남군 옥천면에 위치한 참다래 과수원에 식재되어 있는 8-10년생 참다래 결실수 헤이워드 품종에 살포하여 참다래 궤양병에 대한 방제 효과를 조사하였으며, 구당 1주씩 난괴법 5반복으로 시험을 수행하였다. 겨울철 전정 직후부터 약제 살포 시기를 3시기로 다원화하여 각 약제를 10일 간격으로 3회 살포하여 참다래 궤양병에 대한 방제 효과와 함께 각 약제의 살포 적기를 검정하였다. 1차 약제 살포는 1997년 1월 20일, 1월 30일 및 2월 10일에, 2차 살포는 3월 21일, 3월 31일 및 4월 10일에, 3차 살포 시기는 4월 15일, 4월 25일 및 5월 6일에 각각 3회씩 살포하였으며, 약효 평가는 1997년 5월 15일에 구당 전체 가지에 대한 발병가지율로 평가하였다.

참다래 궤양병 방제 적정 횟수 조사. 전남 순천시 해룡면에 위치한 참다래 과수원에 식재되어 있는 11-16년생 참다래 결실수 헤이워드 품종을 사용하여 구당 1주씩 난괴법 3반복으로 참다래 궤양병 방제를 위한 적정 약제살포 횟수를 조사하였다. 우리나라에서 참다래 궤양병 약제로 등록되어 있는 streptomycin sulfate · oxytetracycline WP (아그리마이신 수화제, 13 g/20L)를 1997년 1월 14일에 1회 살포하고 그 후 10일 간격 및 15일 간격 2회 살포구, 3회 살포구, 4회 살포구 및

Table 1. Growth inhibition of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* by bactericides on peptone sucrose agar

Bactericides ^a	Active ingredient	Concentration (ppm)	Zone of inhibition ^b (mm)
Streptomycin sulfate + Oxytetracycline WP	Streptomycin sulfate 18.8% + Oxytetracycline 1.5%	650	33.2
Streptomycin WPC	Streptomycin 20%	1,000	22.6
Streptomycin + Copper hydroxide WP	Streptomycin 20% + Copper hydroxide 50%	1,000	21.8
Kasugamycin SL	Kasugamycin 2.3%	1,000	20.2
Kasugamycin + Copper oxchloride WP	Kasugamycin 2.3% + Copper oxchloride 45%	1,000	19.6
Copper hydroxide WP	Copper hydroxide 50%	1,000	- ^c
Untreated	-	-	0

^aWP; Wettable powder, SL; Soluble concentrate, SC; Suspension concentrate.

^bZone of inhibition formed on PSA medium plate. One ml of bacterial suspension of *P. syringae* pv. *actinidiae* was spread on the plate, 8 mm paper disks containing designated reagents were placed at the center of the plate. The size of inhibition zone was measured 48 hr after incubation at 20°C.

^cNo clear inhibition zone formed.

Table 2. Control efficacies of bactericides on bacterial canker of kiwifruit naturally infected by *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* according to different spray schedules

Bactericides ^a	Amount of spray	1st Spray ^b		2nd Spray		3rd Spray		Remark
		Diseased canes ^c (%)	Control value (%)	Diseased canes (%)	Control value (%)	Diseased canes (%)	Control value (%)	
Streptomycin sulfate + Oxytetracycline WP	13g/20L	10.6 B ^d	36.9	5.5 BC	17.9	9.8 D	70.5	-
Streptomycin WP	20g/20L	9.4 BC	44.0	5.5 BC	17.9	8.3 D	75.0	-
Kasugamycin SL	20g/20L	6.8 DE	59.5	1.3 D	80.6	13.9 CD	58.1	-
Copper hydroxide WP	20g/20L	5.6 DE	66.7	5.0 BC	25.4	29.2 AB	12.1	Phytotoxicity ^e
Kasugamycin + Copper oxychloride WP	20g/20L	8.0 CD	52.4	3.8 C	43.3	17.3 C	47.9	Phytotoxicity
Streptomycin + Copper hydroxide WP	20g/20L	4.6 E	72.6	9.8 A	-	25.2 B	31.7	Phytotoxicity
Untreated	-	16.8 A	-	6.7 B	-	33.2 A	-	-

^aWP; Wettable powder, SL; Soluble concentrate, SC; Suspension concentrate.

^b1st spray; spray on January 20, January 30, and February 10, 1997,
2nd spray; spray on March 21, March 31, and April 10, 1997,
3rd spray; spray on April 15, April 25, and May 6, 1997,

^cDisease severity was determined as the percentage of diseased canes on May 15, 1997.

^dThe values followed by the same letter within a column are not significantly different ($P=0.05$) according to Duncan's multiple range test.

^eYellowing and dwarfing were observed in the leaves treated with bactericides.

5회 살포구를 두어 각각 약제를 살포하였다. 참다래 궤양병에 대한 약효 평가는 4월 2일, 주간, 주가지 및 가지에 따른 발병도를 평가하였는데, 궤양병의 진전도에 따라 주간에서 세균유출액이 관찰되면 A, 주가지의 한 가지 이상에서 세균유출액이 관찰되면 B, 작은 가지들에서만 세균유출액이 관찰되면 C, 세균유출액을 식물체 상에서 관찰할 수 없으면 D로 구분하고 다음 수식에 의하여 발병도를 계산하였다 : $[(5n_A + 3n_B + n_C) / (n_A + n_B + n_C + n_D)] \times 100$. 이 때 n_A , n_B , n_C 와 n_D 는 각 A, B, C와 D 병징을 나타내는 참다래의 조사 주수를 나타낸다 (고 등, 1996; Ushiyama, 1993).

결 과

참다래 궤양병균 생장 억제 효과. 시험에 사용한 6종의 약제 중에서 동제인 copper hydroxide WP를 제외하고 항생제

또는 항생제와 동제의 합제들은 모두 배지에서 참다래 궤양균(*P. syringae* pv. *actinidiae*)에 대한 뚜렷한 생장 억제 효과를 나타내었고, streptomycin sulfate · oxytetracycline WP, streptomycin WP, streptomycin · copper hydroxide WP, kasugamycin SL, kasugamycin · copper oxychloride WP 순으로 높은 생장 억제 효과를 나타내었다 (Table 1).

참다래 궤양병 방제 효과 및 방제 적기. 시험에 사용한 약제들을 전정 직후인 1월 말부터 3회 살포한 1차 약제 살포 시험구에는 streptomycin · copper hydroxide WP가 72.6%의 가장 높은 방제 효과를 나타내었으며, 이어서 copper hydroxide WP와 kasugamycin SL가 약 60% 이상의 방제 효과를 나타내었다. 신초 소생기인 3월 말부터 3회 살포한 2차 약제 살포 시험구에서는 kasugamycin SL만이 80.6%의 높은 방제 효과를 나타내었을 뿐 나머지 약제들은 50% 미만의 낮은 방제 효

Table 3. Control efficacies of streptomycin sulfate · oxytetracycline WP on bacterial canker of kiwifruit naturally infected by *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* according to different intervals and frequencies of spray^a

Intervals of spray	Frequencies of spray	Disease severity ^b	Control value (%)
-	1	5.8 CD ^c	74.3
10-days interval	2	7.3 BC	67.7
	3	8.0 B	64.6
	4	4.1 DE	81.9
	5	4.4 DE	80.5
15-days interval	2	7.1 BC	68.6
	3	3.0 E	86.7
	4	5.0 DE	77.9
	5	5.4 CD	76.1
Untreated	-	22.6 A	-

^aThe first spray was done on January 14, 1997.

^bDisease severity was investigated on April 2, 1997. Disease severity of each tree was assigned to one of 4 categories ; A : Exudation of bacterial ooze was observed at a trunk, B : Oozing was observed at more than one leader but not trunk, C : Oozing was observed at a cane but leader, and D : Oozing was not observed. Disease severity was calculated as follow ; $[(5n_A+3n_B+n_C)/5(n_A+n_B+n_C+n_D)] \times 100$. n_A to n_D represents the number of trees of category A to D, respectively.

^cThe values followed by the same letter within a column are not significantly different ($P=0.05$) according to Duncan's multiple range test.

과를 나타내었다. 전엽기인 4월 중순부터 3회 살포한 3차 약제 살포 시험구에는 streptomycin WP과 streptomycin sulfate · oxytetracycline WP가 각각 75.0%와 70.5%의 방제 효과를 나타내었고 kasugamycin SL도 58.1%의 방제 효과를 나타내었지만, 나머지 동제 또는 동제와 항생제의 합제들은 모두 심한 약해 증상을 유발하였으며 방제 효과도 상대적으로 낮았다 (Table 2).

참다래 궤양병 방제 적정 횟수. Streptomycin sulfate · oxytetracycline WP의 살포 간격을 10일 간격과 15일 간격으로 달리하고, 살포 횟수를 1회부터 5회까지 다양하게 처리하여 궤양병 방제 효과를 평가한 결과, 15일 간격 3회 살포에서 86.6%의 가장 높은 방제가를 얻을 수 있었다. 10일 간격 4회 살포에서 81.9%의 방제가를 얻었지만, 그 이상의 살포 횟수에서는 비슷하거나 오히려 낮은 방제가를 나타내었다 (Table 3).

고 찰

이 연구에서 사용한 약제들의 참다래 궤양병에 대한 방제 효과는 실내에서 참다래 궤양병에 대한 생장 억제 효과와는 일치하지 않았으며, 각 약제들도 살포 시기에 따라 참다래 궤양병에 대한 방제 효과는 다르게 나타났다. 그러나, 동제인 copper hydroxide WP와 동제와 항생제의 합제인 streptomycin · copper hydroxide WP 또는 kasugamycin · copper oxychloride WP는 참다래 잎이 나와 있는 시기에서 모두 약해를 나타내었으므로 이러한 약제들은 4월 중순부터는 사용이 불가능한

것으로 판정되었다. 따라서, 참다래 궤양병에 대하여 우리나라에 아직까지 등록된 약제는 streptomycin sulfate · oxytetracycline WP 1종 뿐이지만 이 시험 결과 kasugamycin SL, streptomycin WP, streptomycin · copper hydroxide WP, copper hydroxide WP는 참다래 궤양병 방제 효과가 streptomycin sulfate · oxytetracycline WP와 비등하거나 살포 시기에 따라 우수한 것으로 확인되어 streptomycin sulfate · oxytetracycline WP를 대체할 수 있는 후보 약제로 개발할 수 있을 것으로 전망된다.

한편 우리나라에서 유일하게 참다래 궤양병 약제로 등록되어 있는 streptomycin sulfate · oxytetracycline WP가 가장 높은 방제 효과를 나타낼 수 있는 적정 약제 살포 간격 및 횟수가 다른 것으로 확인되었고, streptomycin WP, kasugamycin SL, streptomycin · copper hydroxide WP, copper hydroxide WP 등 참다래 궤양병 후보약제들의 방제 적기는 약제에 따라 다르게 조사되었으므로 약제의 남용을 방지할 수 있도록 참다래 궤양병 방제용 약제의 살포 적기 및 약제 살포 간격 및 횟수를 약중에 따라 다르게 고시해야 할 것이다.

우리 나라에서는 streptomycin sulfate · oxytetracycline WP가 주로 농가에서 궤양병 방제를 위해 사용되고 있으나, 우리나라보다 참다래 궤양병이 일찍 발생하여 큰 피해를 입은 일본에서는 streptomycin 및 copper sulfate에 대한 약제 저항성균이 이미 상당한 수준으로 발생하고 있는 것으로 밝혀졌다 (Goto 등, 1994; Nakajima 등, 1995). 따라서, streptomycin sulfate · oxytetracycline WP의 연용을 삼가고 아직 우리나라에서 사용되고 있지 않은 kasugamycin SL을 비롯하여 동제

또는 동제와 항생제의 합제 등을 궤양병 약제로 고시하여 계통이 다른 약제들을 교호적으로 사용함으로써 약제 저항성의 출현을 억제시키고 참다래 궤양병 방제 효과를 증대시킬 수 있을 것이다 (Ushiyama, 1993).

한편, 참다래에서 궤양병균은 도관부위 깊숙이 존재하기 때문에 엽면 또는 수간 살포에 의한 방제 효과가 비교적 낮다. 따라서 보다 효과적인 약제 방제법은 참다래 나무의 도관부위로 약제를 주입시켜 병원세균을 죽이는 방법일 것이다 (고등, 1996; Ushiyama, 1993). 그러나 참다래 궤양병에 대한 수간주입에 치료 방법은 시간 및 비용이 많이 들기 때문에 자주 사용하기가 쉽지 않다. 따라서 예방적 차원에서의 약제 살포 방법과 치료적인 수간주입 방법 및 재배적인 방법 및 재배적인 방법을 상호 보완적으로 사용될 때 참다래 궤양병에 대한 방제 효과를 높일 수 있다. 즉, 비가림 재배같은 재배적 방법에 의해 궤양병의 발생을 사전에 차단하고, 궤양병의 감염초기에 성질이 다른 예방 약제들을 적기에 교호적으로 살포하고, 발생이 심할 경우 전정 직후부터 낙엽전에 수간주입을 병행하면 참다래 궤양병의 예방 및 치료 효과를 극대화시키는 이상적인 화학적 방제 체계를 구축할 수 있을 것이다.

요 약

Pseudomonas syringae pv. *actinidiae*에 의해 발생하는 참다래 궤양병에 대한 약제 방제 효과를 streptomycin sulfate · oxytetracycline WP, streptomycin WP, streptomycin · copper hydroxide WP, kasugamycin SL, kasugamycin · copper oxchloride WP 및 copper hydroxide WP를 살포하여 조사하였다. 각 약제들의 방제 효과는 포장에서 살포 시기에 따라 다르게 나타났는데, streptomycin WP과 streptomycin sulfate · oxytetracycline WP의 방제 적기는 전엽기인 4월 중순부터 5월 초순인 반면에, copper hydroxide WP와 streptomycin · copper hydroxide WP의 방제 적기는 전정 직후인 1월 중순부터 2월 초순으로 확인되었다. 그러나 kasugamycin SL는 신초 소생기인 3월 하순부터 4월 초순에 사용한 약제 중 가장 높은 방제 효과를 나타내었을 뿐만 아니라 전정 직후 및 전엽기에 살포해도 방제 효과가 비교적 높게 나타났다. 그러나, 동제인 copper hydroxide WP 또는 동제와 항생제 합제는 잎이

나와 있는 4월 중순부터는 잎에 약해를 나타내었다. Kasugamycin SL, streptomycin WP, streptomycin · copper hydroxide WP, copper hydroxide WP 등은 streptomycin sulfate · oxytetracycline WP을 대체할 수 있는 참다래 궤양병 후보약제로 파악되었다. 이 약제들을 살포적기에 따라 교호적으로 사용할 경우 참다래 궤양병에 대한 방제 효과를 증대시키고 약제저항성균의 출현은 지연시킬 수 있을 것이다. 한편 streptomycin sulfate · oxytetracycline WP의 적정 약제 살포 간격 및 횟수는 15일 간격 3회 또는 10일 간격 4회로 확인되었다. 이 결과는 참다래 궤양병 후보약제들도 최대 방제 효과를 얻기 위해서는 적정 살포 간격 및 횟수로 사용해야 함을 시사해주었다.

감사의 말씀

이 연구는 농림부 농림기술개발사업(현장애로기술개발과제) 연구비에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Goto, M., Hikota, T., Nakajima, M., Takikawa, Y. and Tsuyumu, S. 1994. Occurrence and properties of copper-resistance in plant pathogenic bacteria. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 60:147-153.
- 고영진. 1995. 참다래 주요 병. *식물병과 농업* 1:3-13.
- 고영진, 차병진, 정희정, 이동현. 1994. 참다래 궤양병의 격발 및 확산. *한국식물병리학회지* 10:68-72.
- 고영진, 박숙영, 이동현. 1996. 우리나라 참다래 궤양병 발생 특성 및 수간주입에 의한 방제. *한국식물병리학회지* 12:324-330.
- Nakajima, M., Yamashita, S., Takikawa, Y., 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. Phytopath. Soc. Japan* 61:489-492.
- 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. Phytopath. Soc. Japan* 55:427-436.
- Takikawa, Y., Serizawa, S., Ichikawa, T., Tsuyumu, S., and Goto, M. 1989. *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* pv. nov. : The causal bacterium of canker of kiwifruit in Japan. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 55:437-444.
- Ushiyama, K. 1993. Studies of the epidemics and control of bacterial canker of kiwifruit caused by *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. *Bulletin of the Kanagawa Horticultural Experiment Station* 43:1-76