

약제별 및 살포시기별 자두 검은점무늬병 방제효과

류영현* · 이중환 · 권태영 · 김승한 · 김동근

경상북도농업기술원 신물질연구소

Control Efficacy of Different Types of Chemicals with Different Spraying Schedules on Plum Bacterial Black Spot

Young Hyun Ryu*, Joong Hwan Lee, Tae Young Kwon, Seung Han Kim and Dong Geun Kim

Institute for Natural Products Research, Gyeongbuk Agriculture Research & Extension Service, Daegu 769-803, Korea

(Received on May 12, 2012; Revised on October 31, 2012; Accepted on November 17, 2012)

Xanthomonas arboricola pv. *pruni* causes black spot symptom on fruit of plum, resulting in yield loss by reduction of marketable fruit production. To develop an effective control program, some chemicals were sprayed in various scheme during dormant season and growing season after blooming period. Copper-based chemicals were sprayed during dormant season and antibiotic-based chemicals were sprayed during fruit growing season. Sprays of antibiotic-based chemicals in growing season was more effective than copper-based chemicals sprays in dormant season. Three applications of antibiotic-based chemicals in 10 days interval starting 10 days after full blooming controlled disease incidence as much as 93%, whereas applications of copper-based chemicals in dormant season controlled 26-42%. Antibiotic-based chemicals application starting 10 days after full blooming was more effective than starting 20 or 30 days after full blooming.

Keywords : Bacterial black spot, Chemical control, Plum

서론

자두는 김천시, 경산시, 의성군 등이 주산지로서 이들 지역에서 국내 자두 생산량의 65%가 생산되고 있으며, 이들 지역의 주요한 농가소득원중의 하나이다. 2000년 이후부터 주산지인 김천, 의성, 군위지역에서 주로 포모사 품종을 중심으로 과실에서 검은점무늬병이 발생하여 상품과 수량이 많게는 30%까지 감소를 초래하였다. 자두 검은점무늬병은 과실에 원형의 대형 흑색 반점이 형성되어 상품성이 없어짐으로 농가에 큰 경제적 손실을 초래하고, 하절기에 발생한 신초 가지에는 부스럼 형태의 괴저증상을 그리고 잎에는 천공을 일으킨다(류 등, 2012).

자두에 발생하는 세균병은 *Pseudomonas syringae* pv. *morsprunorum*에 의한 껍질병과 *Brenneria nigrifluens* 또는 *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*에 의한 세균구멍병

이 알려져 있는데(한국식물병리학회, 2009), 류 등(2010)에 의해서 경북지역에서 자두에 발생하는 검은점무늬병 원균은 *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*로 밝혀졌고 이를 진단할 수 있는 PCR 기법이 보고되었다. *X. arboricola* pv. *pruni*는 과수원에서 강우에 의해서 국지적으로 이동하며 주로 핵과류 과수에 병원성이 있는데 아몬드, 복숭아, 체리, 자두, 살구 등에 특히 피해가 심하며 자두에서는 동양계 품종(*Prunus salicina*)이 유럽계통의 품종에 비해서 감수성인 것으로 알려져 있다(European and Mediterranean Plant Protection Organization, 1997).

복숭아 세균구멍병에 대한 방제는 김 등(2001)에 의해서 연구되었으나 자두에서 새로 문제가 되고 있는 검은점무늬병에 대해서는 아직 연구되어 있지 않은 실정이다. 또한 복숭아에서는 피해가 잎에 주로 발생하고 과일에는 증상이 미미한데 비해서 자두 검은점무늬병은 주로 과실에 피해가 발생한다. 자두 검은점무늬병은 과실에 육안상으로 구분 가능한 병징이 나타날 경우 과실은 이미 검은반점으로 인하여 상품성이 상실되어 경제적 손실이 불가피해진다. 따라서 병징이 나타나 감염이 확인된 후에는

*Corresponding author

Phone) +82-54-832-9669, Fax) +82-54-833-1359

Email) younghyunr@korea.kr

방제시기가 이미 늦기 때문에 자두에서는 복숭아와는 달리 특히 감염초기의 방제가 중요할 것으로 추정된다. 또한 복숭아의 경우 과실이 비교적 대형이고 과실 성숙기가 포모사 자두품종에 비해서 1개월 정도 늦은 것이 대부분이기 때문에 방제시기는 잎에서의 병징 발현 후에 약제를 살포하여도 방제가 가능하지만 자두의 경우 과실 숙기가 7월 초순으로 비교적 빠르고 피해가 과실에 주로 나타나기 때문에 복숭아 세균성구멍병과는 다른 방제전략이 필요한 실정이다. 따라서 자두 검은점무늬병의 피해를 최소화할 수 있는 살포시기와 방제횟수에 대한 실험을 실시하여 최적의 살포시기와 살포횟수 등 약제방제체계를 밝히고자 하였다.

재료 및 방법

시험포장 및 과원조건. 시험포장은 의성군 봉양면 및 군위군 군위읍에 소재한 2개 자두재배지를 선정하였다. 자두나무의 수령은 8-10년생이었고, 검은점무늬병에 감수성인 포모사 품종을 대상으로 하였다. 의성군 봉양면의 과원은 남향의 경사지에 위치하였고 토양은 식양토였으며 군위군 군위읍의 과원은 평탄지의 사양토 조건이었다. 시험처리 이외의 사항은 농가재배관행에 따라 관리되었다.

동계휴면기 약제방제 효과 시험. 동계방제용 약제는 보르도액입상수화제(보르도피쳐, 바이엘社)와 코퍼하이드록사이드입상수화제(고운손, 동부정밀社) 그리고 코퍼설페이트베이식수화제(네오보르도, 영일케미컬社)를 공시하여 농약사용지침서에 따라서 약제를 희석한 다음 개화 전인 2005년 3월에 김천, 의성 등 2개 지역의 자두 과원에 살포하였다.

시험은 2개소의 자두과원에서 포모사 품종 1주를 1반복으로 처리당 3반복으로 하였다. 발병조사는 자두과실 수확시기인 6월말에서 7월초에 주당 과실 200-300개를

무작위로 선택해서 과실표면에 나타난 자두 검은점무늬병의 특징적인 병반으로 감염과율을 조사하였다.

개화 후 과실 생육기 약제 방제 효과. 과실 생육기중의 약제방제는 항생계열의 약제를 사용하였는데 농용신수화제(streptomycin 20%, 영일케미컬)와 아그리마이신수화제(oxytetracycline 1.5%+streptomycin 15%, 성보화학)를 공시하여 2005년과 2006년 군위, 의성 등 2개 지역에서 포모사 품종 1주를 1반복으로 처리당 3반복으로 살포하였다. 개화기는 2005년에는 4월 13일부터 18일이었고 2006년에는 4월 8일에서 14일이었다. 약제살포는 공시약제를 1,000배로 희석한 다음 개화 후 부터 Table 2에서와 같이 1회, 2회 그리고 3회 처리 등으로 구분하여 처리하였다. 방제효과를 감염과율을 조사하여 계산하였는데 최종 약제 살포일로부터 35-36일 후인 6월중·하순경에 주당 200-300개 과실을 대상으로 조사하였다.

결과 및 고찰

동계휴면기 약제 살포의 방제효과. 자두나무 휴면기에 동계용 동계 약제를 살포하였을 때 방제가는 보르도액입상수화제처리에서는 26%, 코퍼하이드록사이드입상수화제에서 42.5% 그리고 코퍼설페이트베이식수화제에서 38% 정도로 상당히 낮았다(Table 1). 비록 2005년에는 자두 검은점무늬병의 발생이 낮았고 1회 처리 결과이긴 하지만 여러 번 처리할 수 없는 동계용 약제의 처리 특성상 동계용 약제만으로는 자두 검은점무늬병을 방제하기에는 충분하지 않다는 것을 알 수 있었다(Table 1). 이 결과는 개화기전에는 병원세균의 비산이 진행되지 않은 상태에서 병원세균의 잠복부위인 나뭇가지내의 병반부로 활성성분인 구리가 바로 전달되지 못해 방제효과가 낮아진 것으로 생각되는데, 이는 동계용 약제의 특성에서 기인한 것으로 추측된다.

Table 1. Suppressive effect of bactericidal chemicals sprayed in dormant season for controlling plum bacterial black spot caused by *Xanthomonas aboricola* pv. *pruni* on plum 'Formosa' in Gyeongbuk province

Chemical*	a.i. (%)	Gunwi (n = 300)		Uisung (n = 200)		Average	
		Infection rate (%)	Control value	Infection rate (%)	Control value	Infection rate (%)	Control value
Bordeaux mixture WG ^y	76.2	3.3 b ^z	34.0	2.7 a	18.0	3.0	26.0
Copperhydroxide WG	58.0	2.7 b	46.0	2.0 a	39.0	2.4	42.5
Tribasic coppersulfate WP	77.0	2.7 b	46.0	2.3 a	30.0	2.5	38.0
Untreated control	-	5.0 a	-	3.3 a	-	4.1	-

*Each chemical was diluted at 500 times and sprayed on Mar. 13, 2005.

^yWG: water dispersible granule, WP: wettable powder.

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

김 등(2001)은 복숭아 수확 후 보르도액 살포효과 시험에서 9월 중순부터 보르도액을 1-3회 살포할 경우 이듬해의 세균구멍병 이병율이 감소하여 잎에서는 16.5-64.6% 그리고 과실에서는 41.9-70.9%의 방제가 나타나는 것으로 보고하였다. 본 시험에서는 자두 검은점무늬병에 대하여 보르도액입상수화제가 26% 정도의 낮은 방제효과를 보여 복숭아(3회 처리)에 비하여 자두에서 방제효과가 낮은 것으로 나타났다. 이것은 자두의 경우 생육기 전에 동계휴면기 약제살포가 1회만 실시되었기 때문에 방제효과가 낮아진 것으로 추측된다. 다만 과실수확이 끝난 이후의 8월에서 10월 사이의 동계약제 살포에 시험이 이루어진다면 자두 검은점무늬병에 있어서 동계약제의 정확한 방제효과가 검증될 수 있을 것으로 생각된다.

세균의 경우 증금속저항성 플라즈미드가 동종 및 타종간에 쉽게 전이되는 특성이 있기 때문에(Silver and Phung, 1996) 무분별한 동계 약제 살포시 세균 유래 병해의 방제가 더욱 더 어렵게 되는 문제가 있을 수 있으므로 앞으로 국내 과수원에서 발견되는 병원성 세균의 증금속저항성 유전자의 분포조사가 필요할 것으로 생각되어 진다.

개화 후 과실 생육기 약제살포의 방제 효과. 자두의 개화 이후 과실 생육기간 중에서 항생계열 약제의 처리 횟수 및 처리시기에 대한 시험에서 자두 검은점무늬병에

대한 높은 방제효과를 얻을 수 있었다(Table 2). 2005년 시험의 경우 개화 후 7일부터 2회 및 3회 방제하였을 때에는 각각 76.7% 그리고 93%의 방제효과를 보였으나, 개화 후 21일부터의 2회 및 3회 방제시 방제가는 각각 14% 그리고 72.1%로 방제효과가 감소하였다. 이는 개화 후 7일경의 약제처리가 병 방제에 매우 중요한 요인임을 보여주는 결과라고 생각된다.

2006년도에 실시한 방제시험에서도 2005년과 비슷한 결과를 얻었는데 개화 후 14일부터 1회, 2회 및 3회 방제하였을 때에는 각각 87.6%, 89.6%, 94%로 방제효과가 크게 상승하였다. 그런데 개화 21일 후부터 1회 및 2회 처리하였을 때에는 각각 59.2% 그리고 72.1%로 낮은 방제가를 얻었는데 이는 자두 검은점무늬병에서는 초기 방제시기가 매우 중요함을 나타낸다 하겠다. 또한 처리시기를 달리한 동일한 약제처리 횟수를 비교하였을 때 2006년도 시험에서 개화 만개 14일 후에 실시된 1회 방제에 방제가가 87.6%인데 비해서 개화 만개 21일에 실시된 1회 방제에서는 59.2%로 크게 방제효과가 감소하였으며 또한 2005년도 시험에서도 개화 7일 후 2회 방제시 방제가는 76.7% 정도인데 비해서 과실이 성숙되어 가는 시기인 44일 후부터 실시한 2회 방제하였을 때는 방제가가 16.3%에 불과해 개화 후 10일경의 초기방제가 자두 검은점무

Table 2. Control efficacy of chemical application scheme for plum bacterial black spot caused by *Xanthomonas aboricola* pv. *pruni* on plum 'Formosa' in 2005 and 2006 season

Chemical application						Fruit infection rate (%) ^w	Control value
Days after full blooming ^x						2005 season	
7	14	21	32	44	59		
S+O ^y	-	S+O	-	S	-	0.6 d ^z	93.0
S+O	-	S+O	-	-	-	2.0 c	76.7
-	-	S+O	-	-	S	7.4 a	14.0
-	-	S	-	S	S	2.4 c	72.1
-	-	-	-	S	S	7.2 a	16.3
-	-	-	-	-	-	8.6 a	-
						2006 season	
-	S+O	S+O	S+O	-	-	1.2 d	94.0
-	S+O	S+O	-	-	-	2.1 d	89.6
-	S+O	-	-	-	-	2.5 d	87.6
-	-	S+O	S+O	-	-	5.6 c	72.1
-	-	S+O	-	-	-	8.2 b	59.2
-	-	-	-	-	-	20.1 a	-

^wFruits were harvested in late June to early July and 200-300 fruits were examined from each tree.

^xFull blooming period was April 13-18 in 2005 and April 8-14 in 2006. All treatments were replicated in three trees.

^yS+O: Streptomycine sulfate 18.8%+Oxytetracycline 1.5% (Agromycin WP), S: Streptomycin sulfate 20.0% (Nongyongsin WP), -: not applied.

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

니병 방제의 가장 중요한 요인임을 알 수 있었다.

이러한 결과로 미루어 볼 때 개화 만개 후 10일부터 혹은 20일부터의 1회나 2회 처리만으로도 70-80%의 방제 효과를 얻을 수 있으며, 90% 이상의 충분한 방제 효과를 얻기 위해서는 개화 후 10일경부터 30일까지 3회 연속으로 살포하는 것이 가장 이상적이라고 생각된다.

개화 직후부터 7일 간격으로 자두과실에 종이봉투를 씌운 다음 시기별로 개봉하여 *X. arboricola* pv. *pruni*에 의한 감염 시기를 조사한 결과와 PCR방법을 이용한 경우 중의 자두 검은점무늬병 세균의 비산시기를 조사한 시험에서도(자료 미제시), 검은점무늬병의 원인균인 *X. arboricola* pv. *pruni*의 주 비산시기는 개화 만개 15일 후인 4월 하순부터 5월 초순사이로 추정되는 결과와도 일치하여 자두 검은점무늬병의 약제 살포는 개화 후 10일경부터 시작하는 것이 타당할 것으로 생각된다.

신 등(2004)은 참다래 꽃썩음병에 대한 방제연구에서 스트렙토마이신항산염·옥시테트라사이클린 수화제와 농용신·쿠퍼 수화제의 최적 살포 회수는 참다래 개화기인 5월 초부터 10일 간격으로 3회로 실시하는 최적 살포시기와 살포횟수를 추천하였는데, 식물체 등에서 월동한 참다래 꽃썩음병의 원인세균 *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*가 개화전의 꽃봉오리나 개화중인 꽃으로 이동하여 꽃썩음병을 일으키게 되기 때문에 개화 전후로 살포해야 된다고 보고하였다.

그러나 자두에서의 경우 개화시작 전, 개화중 그리고 개화 직후 시기의 살균약제 살포는 과실의 결실률을 감소시키는 것으로 나타나(자료 미제시), 자두 검은점무늬병에서는 개화 전과 개화 중의 약제 살포는 농업 현장에서 실용성이 없는 것으로 생각된다.

그런데 약제살포에 의해서 검은점무늬병의 이병과울과 과실에서의 병반 개수, 병반 크기는 감소하였으나 3회에 걸친 살균제 처리에도 불구하고 하계 도장지와 잎에 나타나는 병반숫자와 크기는 약제 처리 회수와는 상관없는 것으로 나타나(자료 미제시), 하계도장지의 병반이 이듬해에 다시 전염원으로 작용하는 문제점이 발생할 우려가 있다.

이와 같은 피해를 예방하기 위해서 과실 수확이 끝난 하절기에 추가적으로 항생제 약제 살포를 실시하여 감염 과수나무에서의 자두 검은점무늬병 병원균의 증식과 재감염을 감소시켜 잎과 하계 도장지에서의 감염률을 전체적으로 감소시키는 효과를 얻을 수 있을 것이다. 반면에 추가적인 살균용 항생제의 사용은 또 다른 문제점 즉 항생제 내성균의 발달 등의 부정적인 측면을 제기할 수 있다고 생각되기 때문에 신중히 접근되어야 한다고 생각된다.

농약사용지침서(2010년)에 표기된 아그리마이신수화제

의 자두 검은점무늬병 방제용 약제 사용법은 약제사용 시기가 발병초기부터 10일 간격이라고 되어있다. 그러나 본 연구결과에서는 자두 검은점무늬병이 발생하는 자두과원에서는 과실에 검은점무늬병 증상이 나타나지 않은 상태인 개화 만개 10일경부터 반드시 1차 약제방제가 반드시 실시되어야 하고 10일 간격으로 3회의 약제살포로 충분한 방제효과를 얻을 수 있으며 검은점무늬병 증상이 나타나는 6월부터는 더 이상 과일에 병이 전염되지 않음으로 약제를 살포해도 큰 효과를 얻을 수 없다는 결론을 얻을 수 있었다. 따라서 농약사용지침서의 자두 검은점무늬병에 대한 약제방제는 현재의 “발병초기 병징이 보이는 시기의 10일 간격 처리”를 “개화 만개 10일 후 10일 간격 처리”로 수정되어야 할 것으로 생각된다.

요 약

자두 검은점무늬병은 *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*에 의한 세균성 병해로 과실표면에 검은 반점형태의 병징이 발생하여 과실 상품성을 저하시켜 자두 재배농가에 큰 경제적 손실을 초래하는데 이러한 자두 검은점무늬병에 대한 효과적인 약제 방제체계를 개발하기 위하여 몇종의 화학약제와 살포체계를 구성하여 휴면기중에는 동제 약제를 그리고 과실생육기중에는 항생제계열 약제를 살포하였는데 과실생육기중에서의 항생제계열 약제살포는 휴면기중의 동제 약제살포보다 높은 방제효과를 나타내었다. 자두의 개화만개 10일 후부터 10일 간격으로 3회의 항생제계열 약제살포는 93%의 높은 방제가를 얻을 수 있었는데 비해서 휴면기중의 동제 약제살포는 26-42%의 낮은 방제가를 얻는데 그쳤다. 또한 항생제계열 약제의 처음 살포시기가 개화만개 후 20일이나 30일 보다는 개화만개 후 10일에서 더 높은 방제효과를 얻을 수 있었다.

References

- European and Mediterranean Plant Protection Organization. 1997. Data sheets on quarantine pests : *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*, www.eppo.org
- Kim, S. Y., Kwon, T. Y., Kim, I. S., Choi, S. Y., Choi, C. D. and Uhm, J. Y. 2001. Protection of peach trees from bacterial shot hole with Bordeaux mixture spray during the postharvest season. *Res. Plant Disease* 7: 37-41.
- Korea Crop Protection Association. 2009. Guidelines for agrochemicals in Korea. 146, 182 pp. (In Korean)
- Ryu, Y. H., Lee, J. H., Kwon, T. Y., Kim, S. H. and Kim, D. G.

2010. PCR primer developed for diagnosis of *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* in prune. *Res. Plant Dis.* 16: 125–128. (In Korean)
- Shin, J. S., Park, J. K., Kim, G. H., Jung, J. S., Hur, J. S. and Koh, Y. J. 2004. Optimum spray program of preventive bactericides for the control of bacterial blossom blight of kiwifruit. *Res. Plant Dis.* 10: 297–303. (In Korean)
- Silver, S. and Phung, L. 1996. Bacterial heavy metal resistance : new surprises. *Annu. Rev. Microbiol.* 50: 753–789.
- The Korean Society of Plant Pathology. 2009. List of plant diseases in Korea, 5th ed., 853 pp.