

아인산염의 감자 역병 방제효과

홍순영* · 이광석 · 강영길¹ · 지형진²

제주도농업기술원, ¹제주대학교 농업생명과학대학, ²농업과학기술원 식물병리과

Control of Potato Late blight (*Phytophthora infestans*) with Potassium Phosphonate

Soon-Yeong Hong*, Kwang-Seok Lee, Yong-Kil Kang¹ and Hyeong-Jin Jee²

Jeju-do Agricultural Research & Extension Service, Jeju 690-170, Korea

¹Department of Plant Resource Science, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea

²Plant Pathology Division, National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon 441-707, Korea

(Received on August 9, 2003)

Effect of potassium phosphonate on control of potato late blight was evaluated at two fields in Jeju island. The chemical showed 82.5% control value in field located at low seacoast with 100 m elevation, while dimethomorph copper oxychloride showed 75.9% control value. However, its control value was only 40% in another field located at mid-hilly area with 300 m elevation, in which environmental conditions of high humidity and often rainfall were favorable to the disease development. Application intervals of the phosphonate from 7 to 15 effectively suppressed the disease and did not show statistically different control values among the spraying intervals. Results indicated that phosphonate similarly or more effectively controls potato late blight than fungicide, however, its control value could be varied according to environmental conditions for the disease development and 15-d spraying intervals were sufficient to suppress the disease.

Keywords : Potassium phosphonate, Control, Potato late blight

국내 감자에 총 18종의 병해가 발생하는 것으로 기록되어 있으며(한국식물병리학회, 1998) 제주도에는 11종의 병해가 발생하는 것으로 조사되었다(홍 등, 2000). 그 중에서 역병, 무름병, 더뎡이병, 풋마름병이 제주도 감자 재배의 주요 장애요인인데, 감자 역병은 제주도뿐만 아니라 전국적으로 피해가 큰 병해로 병원균인 *Phytophthora infestans*는 감자와 토마토에만 발생하는 것으로 알려져 있다(桂, 1975; 지 등 2000). 감자 역병 발생은 해마다 다르나 지역별로 최저 4%에서 최고 78%에 이르며 전북 김제군은 평균 33.3%, 대관령지역은 39% 정도 발생한 것으로 보고된 바 있으며 전남지방의 감자역병 평균 발생율이 72.5%까지 피해를 주었다(소 등, 1993; 차, 1993). 우리나라에서 감자 역병 방제용으로 등록된 농약은 총 18

종이 있으나 국내에 분포하는 *P. infestans*의 20~95%가 metalaxyl에 대해 저항성을 나타낸다는 보고가 있다(Nishimura 등, 1999; 李 등, 1994; 崔 등, 1992; 金 등, 1993). 국내에 분포하는 고추 역병균인 *Phytophthora capsici* 역시 metalaxyl에 대한 저항성이 발현되어 21%가 저항성균이라고 하였으며(오 등, 1992), mancozeb와 fosetyl-Al은 역병 저항성균주와 감수성 균주에 대해 유사한 억제 경향을 보였다고 보고하였다(최 등, 1992). 아인산(H_3PO_3)은 포세칠알(fosetyl-Al)의 구성 성분으로 식물체내를 순환하며 난균강(Oomycetes)에 의해 발생하는 역병과 노균병을 효과적으로 방제하는 것으로 알려져 있으며, 자연계에 흔히 존재하지 않는 P-H 구조를 가지고 있으며 이 구조가 역병균류의 인산대사 작용을 방해하여 병원균을 직접 사멸시키거나 생장과 생식을 억제시키며 식물체의 병방어 시스템을 자극하여 저항성을 높이며 일반 농약과는 달리 저항성균의 출현이 없는 것으로 보고되었다(Guest와 Grant 1991; Smillie 등 1989; 지 등 2002; Guest 등 1995).

*Corresponding author
Phone)+82-64-741-6554, Fax)+82-64-796-9156
E-mail)ipmhong@provin.jeju.kr

국내에서도 농업과학기술원과 여러 시험장에서 사과, 유자, 배나무, 상추, 오이, 토마토, 고추 등에 발생하는 역병에 대해서 아인산염을 이용한 방제 연구가 이루어져 큰 성과를 거두고 있으며(지 등, 2000; 2002), 최근에는 농가에서 아인산염을 직접 제조하거나 비료로 등록된 제품을 구입하여 사용하고 있다. 하지만, 감자 역병에 대한 방제 검토가 없어 아인산염의 감자 역병 방제효과를 구명하고자 본 시험을 수행하였다.

재료 및 방법

아인산염 포장방제 효과. 시험품종을 '대지'로 하여 중산간지인 북제주군 애월읍 남읍리 서부산업도로변 농가포장 해발 300 m와 해안지대인 애월읍 상귀리 제주도 농업기술원 종합시험포장(해발 100 m)에서 각각 시험을 수행하였다. 중산간 지역 시험포장 여건은 제주도 지역 특성상 안개가 자주 발생하고 온도가 낮아 감자 역병의 발생에 좋은 환경이며, 해안지대인 제주도농업기술원 종합시험포장은 중산간 지역에 비해 온도 높고 안개 발생이 거의 없는 곳이다.

처리는 아인산염 potassium phosphonate: KH_2PO_3 or K_2HPO_3 500배액과 대조농약으로 dimethomorph + copper oxychloride(15% + 35%) WP 500배액을 사용하였는데, 아인산염은 무게비율로 아인산(H_3PO_3 , 97%) 100 : 수산화칼륨(KOH 85%) 83로 조제하였다. 이때 용액의 pH는 약 5.7 정도였다. 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였으며 2000년 11월 7일과 17일 10일 간격 2회 약제를 살포하고, 처리 7일후, 15일 후인 11월 25일과 12월 3일에 조사하였다. 조사방법은 농약등록시험 조사기준에 따라 조사하였다.

- 이병주율(%)=(이병주수/조사총주수)×100
- 발병도(%)=[(0n)+(1n)+(2n)+(3n)+(4n)]/조사주수×4]×100; n: 발생주수, 0: 병징 없음, 1: 1/4정도의 잎에 발생, 2: 1/2정도 잎 발생, 3: 3/4정도의 잎에 발생, 고사된 잎이 1/2정도, 4: 3/4정도 잎이 고사, 때로는 줄기고사
- 방제가(%)=[(무처리발병도-처리구발병도)/무처리발병도]×100

아인산염 살포간격. 2000년 10월 26일 시험품종을 '대지'로 하여 제주도농업기술원 종합시험포장에서 시험을 수행하였다. 시험은 40×60×6 cm의 육묘 상자에 조직배양 후 양액 재배한 소괴경 감자(15 g 내외)를 4줄에 6개 총 24개 심었다. 시험구는 임의배치 3반복으로 하였으며, 병 발생을 유도하기 위하여 감자가 발아하여 잎이 6매 정도 자랐을 때 V-8배지에서 배양한 감자 역병균의

유주자낭 현탁액을 충분히 살포하였다. 아인산염은 7일, 10일, 15일 간격으로 살포하였으며 처리는 500배액으로 하였다. 감자에 역병균을 접종한 다음날 무처리구를 제외한 전 처리구에 아인산염을 1차 살포하였으며 발병도는 처리 후 10일 간격으로 조사하였다.

결과 및 고찰

아인산염 포장방제 효과. 역병이 이미 발생한 중산간지 포장에서 외관상 역병 증상을 나타내지 않은 감자포기를 골라 표기하여 아인산염 500배와 dimethomorph + copper oxychloride 500배액을 2차례 살포하고 7일 후 조사한 결과 아인산염 500배액 처리구의 발병도는 45.0%였으며 dimethomorph + copper oxychloride 처리구의 발병도는 55.0%로 나타나 무처리의 75.0%보다 다소 효과적이었으나 방제가는 각각 40.0%와 26.7%로 낮았다(Fig. 1). 중산간 지역 포장에서의 방제효과가 낮은 것은 이 지역의 기상특성상 역병이 발생하면 빠르게 진전되기 때문에 방제가가 낮았다. 감자 역병은 병 발생환경이 적합하면 급속히 진전되는 병해로 아무리 우수한 농약을 사용하더라도 병이 이미 발생된 후에는 방제가 어려운 것으로 판단되었다. 따라서, 제주 중산간 지역의 역병 상습 발생지에서는 기상의 특수성으로 인해 감자 안전재배에 문제가 있을 것으로 생각된다.

해안지대에서 역병 발생 초기에 아인산염 500배와 dimethomorph + copper oxychloride 500배액을 2회 살포하고 7일 후 조사한 결과, 이병주율은 아인산염 500배액 처리구는 50.0%, dimethomorph + copper oxychloride 70.0%로 무처리의 90.0%에 비해 낮았다(Table 1). 발병도는 아인산염 500배액 처리구에서 9.3%, dimethomorph + copper oxychloride 500배액 처리구에서 15.3%로 무처리구

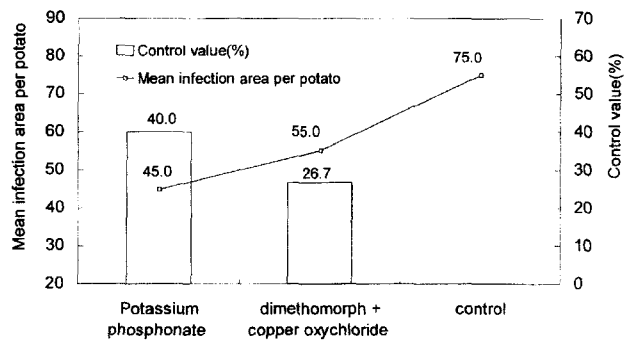


Fig. 1. Effect of potassium phosphonate on control of potato late blight in a field located at mid-hilly area with 300 m elevation. *Mean separation by DMRT, 5% level.

Table 1. Effect of the potassium phosphonate on control of potato late blight in a field located at seacoast with 100 m elevation

Treatment	Infected plant (%)		Mean infection leaf area (%)		Control value (%)	
	7DAT ^a	15DAT	7DAT	15DAT	7DAT	15DAT
Potassium phosphonate	50.0	71.1	9.3a ^b	11.1a	57.5	82.6
Dimethomorph + copper oxychloride	70.0	85.6	15.3ab	15.4a	30.1	75.9
Control	90.0	98.9	21.9b	63.8a	-	-

*Mean separation by DMRT, 5% level.

^aDAT: days after treatment.

^bMean separation by DMRT 5% level.

의 21.9% 보다 효과가 우수하였다. 그러나 방제가는 각각 57.5%와 30.1%로 낮았는데 이는 무처리구의 역병 발병도가 낮은 것이 원인으로 생각된다.

약제살포 15일 후의 이병주율은 아인산염 500배액 처리구 71.1%, dimethomorph + copper oxychloride 처리구에서 85.6%, 무처리구에서 98.9%였으며, 발병도는 아인산염 500배액 처리구가 11.1%, dimethomorph + copper oxychloride 처리구는 15.4%로 무처리구 63.8%에 비해 낮았다. 이는 아인산염과 농약처리구는 1차와 2차 처리에 의해 역병 진전이 효과적으로 억제된 반면 무처리구에서는 역병이 계속적으로 진전되었기 때문인 것으로 생각된다. 아인산염 처리구와 dimethomorph + copper oxychloride 처리구의 방제가는 각각 82.6%와 75.9%로 효과적이었다. 이 등(1994)은 감자 역병 방제에 dimethomorph가 효과적이라고 하였는데, 아인산염 역시 감자 역병 방제에 효과적이었으며, 토마토 역병 방제 효과는 dimethomorph 처리구에 비해 아인산염 처리구가 다소 낮았지만 우수한 성적을 보인다는 보고와는 다소 차이가 있었다(지 등, 2002).

아인산염 살포간격. 아인산염 처리 간격별 발병도를 조사한 결과 8일 후 무처리구가 16.3%에 비해 10일 간격 처리구는 2.2%, 15일 간격 처리구는 3.7%였는데 비해 7일 간격 처리구는 4.2%로 다소 높았다. 15일 후 조사에서는 무처리구가 41.3%로 25%의 증가를 보인 반면 7일 간격 처리구는 12.2%, 10일 간격 처리구는 13.6%, 15일 간격 처리구에서는 10.9%로 7.4%~11.4%의 증가를 나타내 무처리구에 비해 감자 역병 진전이 효과적으로 억제되었다. 25일 후 조사시에는 무처리구의 발병도가 62.0%로 계속 증가 추세였지만, 7일 간격 처리구는 13.3%, 10일 간격 처리구는 18.7%, 15일 간격 처리구는 18.4%로 처리간에 큰 차이가 없었으며, 35일 후 조사에서는 무처리구 67.1%에 비해 7일 간격 처리구는 19.1%, 10일 간격 처리구는 24.2%, 15일 간격 처리구는 24.9%로 처리간 유의차는 없었다(Fig. 2). 따라서 감자 역병 방제를 위해서 아인산염은 15일 간격으로 처리해도 7일 간격으로 처

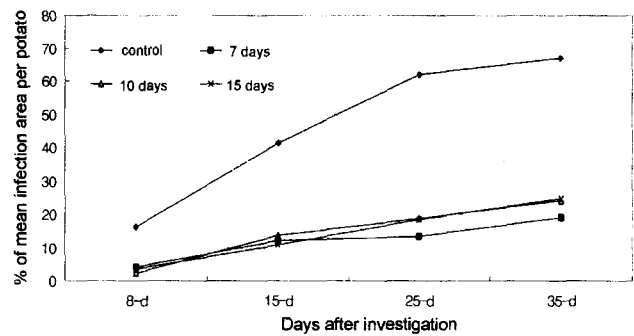


Fig. 2. Effect of spraying intervals of potassium phosphonate on suppression of potato late blight.

리한 효과와 비슷하였다.

요 약

아인산염을 이용하여 감자 역병방제 시험을 실시한 결과 해발 100 m의 해안지역에서 방제가는 82.5%로 dimethomorph + copper oxychloride 500배액 처리시 방제가가 75.9% 보다 효과적이었다. 그러나 해발 300 m의 중산간 지대에서는 높은 습도와 잦은 비 날씨로 방제가가 40.0%로 낮았으나 농약처리 효과와 비슷하였다. 감자 역병 방제를 위한 아인산염 살포 간격은 15일이 적합하였다.

참고문헌

- 차광홍. 1993. 감자주요병해와 방제. 식물보호연구, 호남식물보호연구회 7: 75-82.
- 최경자, 김병섭, 정영륜, 조광연. 1992. 감자재배포장에서 Metalaxyl 저항성인 감자역병균의 발생. 한국식물병리학회지 8(1): 34-40.
- Guest, D. I. and Gran, B. R. 1991. The complex action of phosphonates as antifungal agents. *Biol. Rev.* 66: 159-187.
- Guest, D. I., Pegg, K. G. and Whiley, A. W. 1995. Control of Phytophthora diseases of tree crops using trunk-injected

- phosphonates. *Horticultural Rev.* 17: 299-330.
- 홍순영, 송정흡, 진석천, 강상훈, 임성언, 현승원, 정순경. 2000. 제주도주요농작물 병해정밀조사. 농작물병해충조사사업보고서. 농업과학기술원 p. 207-213.
- 珪 琦一. 1975. 植物の疫病. 誠文堂新光社. pp.128.
- 지형진, 조원대, 김충희. 2000. 한국의 식물역병. 농업과학기술원 226pp.
- Jee, H. J., Cho, W. D. and Kim, C. H. 2002. Effect of Potassium Phosphonate on the Control of *Phytophthora* Root Rot of Lettuce in Hydroponics. *Korean J. Plant Pathol.* 18(3): 142-146.
- 김병섭, 정영륜, 조광연. 1993. Metalaxyl 저항성 및 감수성 감자역병균의 적응력 비교 및 Dimethomorph와 Chlothanonil에 의한 방제효과. 한국식물병리학회지 9(1): 31-35.
- 한국식물병리학회. 1998. 한국식물병명목록. 한국식물병리학회 436pp.
- 이왕휴, 소만서, 최인영. 1994. 감자역병균(*Phytophthora infestans* De Bary)의 약제저항성 및 교배형. 한국식물병리학회지 10(3): 192-196.
- Nishimura, R., Sato, K., Lee, W. H., Sinho, U., Chang, T., Suryaningsih, E., Suwonakenee, S., Lumyang, P., Chamswarang, C., Tang, W., Shrestha, S. K., Kato, M., Fujii, N., Akino, S., Kondo, N., Kobayashi, K. and Ogoshi, A. 1999. Distribution of *Phytophthora infestans* Populations in Seven Asian Countries. *Ann. Phytopathol. Soc. Jan.* 65: 163-170.
- Oh, S. J. and Kim, C. H. 1992. Varyin Sensitivity to Metalaxyl of Korean Isolates of *Phytophthora capsici* from Red Pepper Fields. *Korean J. Plant Pathol.* 8(1): 29-33.
- 소만서, 이왕휴. 1993. 감자역병균 *Phytophthora infestans*의 A₂형 교배형의 발생. 한국식물병리학회지 9(4): 275-279.
- Smillie, R., Grant, B. R. and Guest, D. 1989. The mode of action of phosphite: Evidence for both direct and indirect modes of action on three *Phytophthora* spp. in plants. *Phytopathol.* 79: 921-926.