

감자 줄기무름병 억제방제

김 범 준, 강 영 길*, 홍 순 영**

국립식물검역소 제주지소, 제주대학교 식물자원과학과*, 제주도 농업기술원**

Chemical Control of Potato Aerial Stem Rot

Beum Joon Kim, Young Kil Kang*, Soon Yeong Hong**

Jeju Branch Office, National Plant Quarantine Service

Dept. of Plant Resource Science, Cheju National University*

Jejudo Agricultural Research & Extension Service**

ABSTRACT

Bactericides at various concentration were tested *in vitro* for inhibitive effects on growth of *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. Potatoes were sprayed with four bactericides at the manufacturer's recommended concentration on 9 and 19 October 2000 to select the effective fungicides for the control of potato aerial stem rot (*Erwinia carotovora* subspecies). *E. c. carotovora* did not grow on the media containing 25% of the manufacturer's recommended concentration of streptomycin sulfate + oxytetracylin, oxolinic acid, kasugamycin + copper oxychloride. The highest control value (83.3%) was observed in the plot sprayed with streptomycin sulfate + oxytetracylin and oxolinic acid, followed by kasugamycin + copper oxychloride (75.0%) and tribasic copper sulfate (58.3%). These data indicate that either foliar sprays of streptomycin sulfate + oxytetracylin or oxolinic acid would effectively control potato aerial stem rot.

서 론

제주도의 감자 재배면적이 1990년 2,779ha에서 2000년에는 6,696ha로 10년간 약 2.5배 증가하였으며 (김, 2000). 이중 가을감자 재배면적이 4,093ha로 60%를 상회하고 있다. 가을감자는 고온 다습한 7~8월에 파종되므로 봄감자에 비하여 병 발생이 많고, 또한 재배면적 증가와 연작으로 무름병(軟腐病, soft rot) 발생이 증가되고 있다. 홍 등(1998)도 무름병이

이 가을감자 재배에서 가장 문제가 되는 병의 하나라고 하였다. 또한 감자 무름병은 감자가 재배되는 거의 모든 지역에서 발병되며(Hooker, 1990). 이 병에 의하여 막대한 피해를 받고 있다(Fahy와 Persley, 1983).

감자 무름병은 줄기검은병(썩음병, 黑脚病, blackleg), 줄기무름병(aerial stem rot, bacterial stem rot, aerial blackleg), 괴경무름병(tuber soft rot)으로 나눈다 (Gudmestad와 Secor, 1993). 흑각병은 어떤 생육단계

에서 발생하며 감자 줄기를 고사시키거나 죽게 한다. 줄기무름병에 지상부 줄기 및 엽병이 감염되면 이병 조직이 褐變되며 식물체는 시들어 죽게된다. 괴경무름병은 주로 저장기간 중에 발병되며 특히 열대환경 하에서 발병이 심하다.

줄기 및 괴경무름병은 주로 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*와 *E. c.* subsp. *atroseptica*에 의해서 병이 발병되며, 흑각병은 보통 *E. c. atroseptica*에 의해서 발병되나 종종 *Erwinia chrysanthemi*에 의해서도 발생한다(Gudmestad와 Secor, 1993; 임 등, 1999; 後臈, 1990). *E. c. c.*는 다른 subspecies에 비하여 기주범위가 크며(Gudmestad와 Secor, 1993), 국내에서도 우점하고 있다(임 등, 1999). 무름병은 이병 종서, 오염된 토양, 농기구, 오염된 관개수, 곤충 등에 의해 주로 전염된다(Gudmestad와 Secor, 1993).

감자무름병에 저항성인 품종이 없고 방제도 어려우나, 무병 종서의 사용, 윤작, 배수가 양호한 토양에서 재배 등에 의해서 발병을 줄일 수 있다(Gudmestad와 Secor, 1993). 그러나 제주도에 있어서 윤작할 충분한 경지가 없어 예방위주의 방제는 어려움이 있다. *E. c. carotovora* 병원균에 의한 담배 줄기속썩음병(공동병) 방제 약제로는 일본에서는 streptomycin이 있다(奥浦 등, 1960; 神, 1962; 魚住 등, 1965). 임 등(1999)은 oxolinic acid 또는 streptomycin+ chlorothalonil WP를

살포하면 감자무름병균의 밀도를 낮출 수 있다고 보고하였으나, 아직 국내에는 감자무름병 방제 약제로 등록된 농약은 없다(농약공업협회, 2000).

따라서 본 연구는 국내에 등록된 식물 세균병 방제농약의 감자 줄기무름병 방제 효과를 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

실내 균 생장 억제 시험

1999년 복제주균 에월읍 상귀리 제주도농업기술원 시험포장에서 감자무름병 이병 식물체를 채집하여 세균을 순수분리 배양하고 감자에 주사 접종하여 병원성을 확인하였으며 생리생화학 검정과 지방산 분석을 통해 *E. c. carotovora*로 동정된 균을 사용하였다.

우리 나라에서 식물세균병 농약으로 등록된 10종의 농약을 사용하였다. Table 1의 농약을 기준농도(제조사의 추천농도)로 적량하여 nutrient agar(NA) 배지(Peptone 5.0g, Beef extract 3.0g, Agar 20.0g을 증류수 1000ml, 120°C에서 20분간 살균)에 첨가하고 8.7cm 샐레에 약 20ml 정도 넣고 굳힌 다음 시험균주를 세균 획선법에 의해 도말하고 30°C 항온기에서

Table 1. Common name, active ingredient content, formulation, and manufacturer's recommended concentration of the bactericides used for this study.

Common name	a.i.(%) and formulation	Concentration (mg/L water)
Streptomycin	20 WP	200
Streptomycin sulfate + oxytetracycline	18.8 + 1.5 WP	125 + 10
Oxolinic acid	20 WP	200
Copper hydroxide	77 WP	770
Validamycin A	5 SL	50
Validamycin A	10 WP	100
Kasugamycin + copper oxychloride	5.75 + 45 WP	57.5 + 450
Polyoxin B	10 WP	100
Tribasic copper sulfate	15 SC	150
Cuprous oxide	58 WP	580

† WP, wettable powder; SL, Soluble concentrate; SC, Suspension concentrate.

10일간 배양하여 균의 성장정도를 측정하였다. 그리고 균이 성장하지 않은 농약에 대해서는 기준 약량에서 50%와 25%로 줄여 위와 같은 방법으로 시험을 반복하였다.

위와 반대로 멸균수에 희석한 시험 균주를 NA배지와 혼합하여 8.7cm 사레에 약 20ml 정도 넣고 굳힌 다음 멸균수에 시험농약을 기준 배수로 희석하고, 그 약액 속에 화염소독한 직경 1cm의 필터페이퍼를 10초간 침지 후 꺼내서 시험 균주가 접종된 NA배지 위에 올려놓고 30°C 항온기에서 10일간 배양하고 농약과 균주간의 간격(저지대)을 측정하여 무름병균 성장 억제효과를 확인하였다. 사레 1개를 실험단위로 하였고 완전임의법 3반복으로 배치하였다.

포장방제시험

본 시험은 복제주균 애월읍 상귀리 제주도농업기술원 종합시험포장에서 2000년 가을감자를 대상으로 수행하였다.

8월 23일에 감자복합비료(10-12-14) 100kg/10a를 전면 살포한 후 60cm의 이랑을 만들고 주간 20cm 간격으로 대지를 파종하였다. 구당면적은 100㎡이었고 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였다.

생육이 불량하거나 이병주는 모두 제거한 다음 10월 9일과 19일 2회 농약을 살포하였다. 실내시험에서 *E. c. carotovora*의 생육 억제효과가 있는 농약 중에서 계통이 다른 4종의 농약(streptomycin sulfate + oxytetracycline, oxolinic acid, kasugamycin + copper oxychloride, tribasic copper sulfate)을 추천 희석배수로 수도물에 희석하여 180 l /10a를 잎과 줄기 전면 에 고르게 살포한 다음 15일 후인 11월 3일에 10㎡ 내의 총주수와 이병주수를 조사하여 이병주율과 방제가를 산출하였다.

결과 및 고찰

실내 균 성장 억제 시험

NA배지에 기준농도로 10종의 농약을 혼합하여 그

배지 위에 균을 접종한 후 생육정도와 생육 저지대를 결과는 Table 2에서 보는 바와 같다. validamycin-A, polyoxin B 처리에서는 무처리와 차이가 없이 균이 잘 자랐으며, 그 외 농약에서는 균이 전혀 자라지 못하였다(Table 2).

Table 2. Diameter of inhibition zone and growth of *E. c. carotovora* on the media containing the recommended concentration of ten bactericides.

Bactericide	Growth	Diameter of inhibition zone(mm)
Streptomycin	-†	7.0 a†
Streptomycin sulfate + oxytetracylin	-	6.2 a
Oxolinic acid	-	6.8 a
Kasugamycin + copper oxychloride	-	1.7 b
Copper hydroxide	-	0.0 c
Validamycin A	+++	0.0 c
Validamycin A	+++	0.0 c
Polyoxin B	+++	0.0 c
Tribasic copper sulfate	-	0.0 c
Cuprous oxide	-	0.0 c
Control	+++	0.0 c

† -, no growth; +, poor; ++, good; +++, very good.
 † Values within a column followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 level by Duncan's multiple range test.

streptomycin 처리에서는 7.0mm의 생육 저지대가 형성되었고, streptomycin sulfate + oxytetracyline 처리에서는 6.2mm, oxolinic acid에서는 6.8mm의 저지대가 형성되었다. kasugamycin + copper oxychloride 처리에서도 1.7mm의 저지대가 형성되었으나, 그 외 농약에서는 저지대가 형성되지 않았다. 이와 같은 결과는 메론무름병 항생제 감수성 시험에서 streptomycin 와 streptomycin sulfate + oxytetracyline 처리에서 각각 12.5와 10.0mm의 생육 저지대가 형성하였다는 이등(1996)의 보고와 유사하다.

균이 자라지 못한 7종의 농약을 기준약량의 50%와 25%로 줄였을 때의 생육 정도를 Table 3에 나타내었다. 기준약량을 50%로 줄였던 배지에서도 균은 자라지 않았다. 약량을 25%로 줄였을 때에도 streptomycin과 streptomycin sulfate + oxytetracycline, oxolinic acid, kasugamycin + copper oxychloride 등 4종의 농약 배지에서는 균이 전혀 자라지 않았으나, 동제계통 농약인 copper hydroxide와 tribasic copper sulfate, cuprous oxide의 배지에서는 균은 자랐지만 생육은 저조하였다.

이 결과를 종합해 보면 streptomycin과 streptomycin sulfate + oxytetracycline, oxolinic acid, kasugamycin + copper oxychloride 등 4종의 농약이 무름병균의 생장을 억제 할 수 있는 능력을 갖추었으나, 동제 계통 농약은 높은 농도에서만 효과를 나타냈으며, validamycin과 polyoxin 계통의 농약은 무름병균을 억제하는 효과가 적었다.

Table 3. Growth of *E. c. carotovora* on the media containing 50 and 25% of the recommended concentration of six bactericides.

Bactericide	Growth	
	50% conc.	25% conc.
Streptomycin	-†	-
Streptomycin sulfate + oxytetracycline	-	-
Oxolinic acid	-	-
Kasugamycin + copper oxychloride	-	-
Copper hydroxide	-	+
Tribasic copper sulfate	-	+
Cuprous oxide	-	+
Control	+++	+++

† -, no growth; +, poor; ++, good; +++, very good.

포장 방제 시험

무처리구의 이병주율이 13.3%이었는데, streptomycin sulfate + oxytetracycline과 oxolinic acid 살포구에서는 이병주율이 둘 다 2.2%로 줄어들었다(Table 4).

kasugamycin + copper oxychloride와 tribasic copper sulfate 살포구에서는 각각 3.3, 5.6%의 이병주율을 나타내었다.

무처리에 대한 농약별 방제가는 streptomycin sulfate + oxytetracycline과 oxolinic acid살포구에서 둘 다 83.3%로 가장 높았다. kasugamycin + copper oxychloride와 tribasic copper sulfate 살포구에서는 방제가가 각각 75.0, 58.3%이었다(Table 4).

이 결과로 보면 동제계통 보다는 mycin계통과 oxolinic acid계통 농약이 감자 무름병에 방제에 사용될 수 있을 것으로 생각되나, 연도, 지역 등을 달리 하여 계속적인 검토가 필요할 것 같다.

Table 4. Effects of bactericides on the percentage of infected plants with aerial stem rot and control value in a potato field.

Bactericide	Infected plants (%)	Control value (%)
Streptomycin sulfate + oxytetracycline	2.2 a†	83.3
Oxolinic acid	2.2 a	83.3
Kasugamycin + copper oxychloride	3.3 a	75.0
Tribasic copper sulfate	5.6 a	58.3
Control	13.3 a	

† Values within a column followed by the same letter are not significantly different at the 0.05 level by Duncan's multiple range test.

적 요

제주지역 가을감자 재배포장에서 문제가 되고 있는 줄기무름병 방제 농약을 선별하기 위하여 살균제를 넣은 NA배지에서 무름병균(*E. c. carotovora*)의 생장 억제 시험과 2000년 10월 9일과 19일에 기준약량으로 4종의 살균제를 살포하여 줄기무름병 이병주율, 방제가를 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다. streptomycin과 streptomycin sulfate + oxytetracycline,

oxolinic acid, kasugamycin + copper oxychloride 등이 무름병균에 대한 생장억제 효과가 있었다. streptomycin sulfate + oxytetracycline과 oxolinic acid의 방제가는 83.3%로 가장 높았고 kasugamycin + copper oxychloride와 Tribasic copper sulfate의 방제가는 각각 75.0, 58.3%이었다.

참고문헌

1. Fahy, P. C. and G. J. Persley. 1983. Plant bacterial diseases. A diagnostic guide. Academic Press. p. 87-101.
2. Gudmestad, N. C. and G. A. Secor. 1993. Management of soft rot and ring rot. p. 135-139. In R. C. Rowe (ed.) Potato Health Management. Am. Phytopathol. Soc., St. Paul, Minnesota.
3. Hooker, W. J. 1990. Compendium of potato diseases. APS Press, St. Paul, MN. p. 27.
4. 김석만. 2000. 최근 주요작물 재배면적 변화와 앞으로의 전망과 과제. 새로운 제주농업. 45(12):29-32.
5. 김정간. 1995. 한국의 감자재배. 농촌진흥청 고령 지시협장.
6. 농약공업협회. 2000. 농약사용지침서. 대한상사, 서울.
7. 이영근, 김경희. 1996. *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*에 의한 메론 세균성 무름병. 한국식물병리학회지. 12(1):116-120.
8. 임춘근, 신관용, 박덕환, 원선영, 서상태, 김덕규, 함영일, 김점순. 1999. 감자세균병의 종합적방제 대책 개발. 농촌진흥청. p. 57.
9. 제주도농업기술원. 2000. 제주감자산업 활성화 방안. p. 59.
10. 홍순영, 송정흡, 진석천, 강상훈, 임성언, 현승원, 정순경. 1998. 제주도 주요농작물 병해정밀조사. 농작물병해충조사사업보고서. 농업과학기술원. p. 207-213.
11. 神山功. 1962. タバコ空洞病は起因よる吊り腐れの抗生物質による防除. 北日本病害蟲研究會報. 13: 155-156.
12. 魚住哲郎, 千葉信一, 佐藤彦. 1965. 空洞病菌たよるきの下葉の腐れた對する ストレプトマイシン劑本畑散布の効果. 葉たほこ研究. 39:84-87.
13. 奥浦正弘, 村野入富. 1960. ヒトマシソによる乾腐病の防除. 葉たほこ研究. 23:84-86.
14. 後臈正夫. 1990. 植物細菌病學概論. 養賢堂, 東京. p. 230-233.