

석사학위논문

감자무름병 방제에 관한 연구

Studies on Control of Potato Soft Rot Caused
by *Erwinia carotovora* subspecies



제주대학교 중앙도서관
제주대학교 대학원

농 학 과

김 범 준

110986

2001년 6월

감자무름병 방제에 관한 연구
Studies on Control of Potato Soft Rot Caused
by *Erwinia carotovora* subspecies

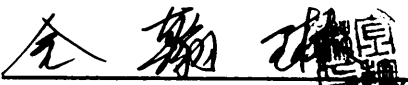
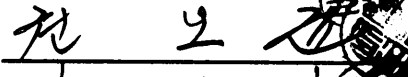
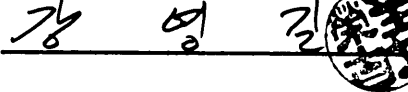
지도교수 강 영 길



이 논문을 농학 석사학위 논문으로 제출함.

2001년 6월

김범준의 농학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장	
위 원	
위 원	

제주대학교 대학원

2001年 6月

Studies on Control of Potato Soft Rot Caused
by *Erwinia carotovora* subspecies

 **Beum-Joon Kim**
(Supervised by Professor **Young-Kil Kang**)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER
OF AGRICULTURE

DEPARTMENT OF AGRICULTURE
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

2001. 6

目 次

Summary	2
I. 서 언	3
II. 연구 사	5
III. 재료 및 방법	8
1. 감자무름병 발병조사	8
2. 감자무름병 방제농약 효과시험	8
가. 실내 무름병 억제 효과시험	8
나. 포장 농약 효과시험	10
(1) 포장 방제농약 효과시험	10
(2) 토양소독 효과시험	11
IV. 결과 및 고찰	12
1. 감자무름병 발병조사	12
2. 감자무름병 방제농약 효과시험	16
가. 실내 무름병 억제 효과시험	16
나. 포장 농약 효과시험	19
(1) 포장 방제농약 효과시험	19
(2) 토양소독 효과시험	21
V. 적 요	23
인 용 문 헌	24

Summary

This study was conducted in Jeju to investigate occurrence area and infection rate of potato soft rot which is a serious disease of fall potatoes in Jeju Island and to evaluate efficacy of various agricultural chemicals for the control of the disease. The results obtained are summarized follows as;

1. Infected acreage of potato soft rot in Jeju Island was 845, 1053 and 2767ha, respectively, in 1998, 1999 and 2000 which were 20.0, 30.5 and 67.6% of the growing area of potatoes, respectively.

2. The occurrence of potato soft rot in 1999 was most severe from mid-September to late September and decreased from mid-October. The occurrence of potato soft rot was associated with visitation of typhoon.

3. The growth of *E. c. carotovora* was not observed on media containing streptomycin, streptomycin sulfate + oxytetracylin, oxolinic acid, kasugamycin + copper oxychloride.

4. Control value of streptomycin sulfate + oxytetracylin and oxolinic acid was 83.3% indicating that foliar sprays of chemicals containing antibiotics or oxolinic acid effectively control soft rot of potatoes grown in fields. Soil disinfection with dazomet significantly reduced the percentage of soft rot infected plants.

I. 서 언

제주도의 감자재배 작형에는 봄재배, 가을재배, 겨울재배가 있다. 저온성 작물인 감자는 식물체가 작고, 지하부에 양분을 축적하므로 바람이 많은 제주도에서도 다른 작물에 비하여 바람피해가 적고 소득이 높아(제주도농업기술원, 2000), 재배면적이 1990년 2,779ha에서 2000년에는 6,696ha(김, 2000)로 10년간 약 2.5배 증가하였으며, 이중 가을재배 면적이 4,093ha로 60%를 상회하고 있다.

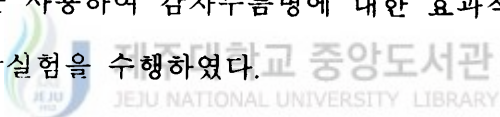
그러나 가을재배는 고온 다습한 7~8월에 파종되므로 봄 재배에 비하여 병 발생이 많고, 또한 재배면적 증가와 연작으로 토양내의 병원균 밀도가 높아 무름병 발생이 증가되고 있다. 홍 등(1998)도 가을재배에서 가장 문제가 되는 병중 하나가 무름병이라 하였다.

Hooker(1990)는 감자 무름병의 발생부위에 따라 무름병(soft rot)과 썩음병(Blackleg)으로 나누었다. 무름병(soft rot)은 주로 여름철 저장중인 종서에 발병하며 재배 중에는 줄기에서도 발병하는 반면, 썩음병(Blackleg)은 주로 지제부의 줄기에 무름병을 일으키나 줄기, 잎, 화병에도 발병한다. 이처럼 병징에 따라 병원균도 관여하는 양상이 다른데 종서에 발병하는 무름병은 주로 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*와 *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*에 의해서 병이 발병되며, 지상부 식물체에 발병하는 썩음병은 *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*에 의하거나 종종 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*와 *Erwinia chrysansemi*에 의해서도 발생한다. 무름병은 이병 종서, 토양, 오염된 농기구 등에 의

해 주로 전염되며, 직접 접촉이나, 빗물, 관개수, 곤충이나 사람의 손에 의해서 전염되기도 한다.

감자무름병의 방제는 무병 종서를 사용하고, 포장위생과 윤작 등 경종적인 방법으로 예방하는 것이 효과적인 방법으로 알려져 있다. 그러나 제주도에서 윤작 할 충분한 농경지가 없어 예방위주의 방제는 어려움이 있다. 또한 현재 국내에는 감자무름병 방제 약제로 등록된 농약은 없어 화학적 방제법이 개발되어 있지 않다(농약공업협회 2000).

따라서 본 연구는 가을감자 재배시 문제가 되고 있는 무름병의 발생상황을 조사 분석하고, 방제방법을 모색하기 위하여 국내에 등록된 식물세균병 방제농약을 사용하여 감자무름병에 대한 효과적인 약제를 선발코자 실내시험과 포장시험을 수행하였다.



II. 연구사

*Erwinia*속균에 대한 연구는 1901년 Jones에 의해서 당근무름병 보고가 최초이다(Agrios, 1988). Lelliott와 Dickey(1984), 그리고 Smith와 Bartz(1990)는 사탕무에 감염하는 *E. carotovora* subsp. *betavasculorum*, 고추냉이에 감염하는 *E. carotovora* subsp. *wasabiae*, 저온에서 감자의 흑각병(Blackleg)을 일으키는 *E. carotovora* subsp. *atroseptica*, 괴경 및 줄기 무름병을 일으키는 *E. c. carotovora* 등 4개의 subspecies으로 분류하였고, Smith와 Bartz(1990)은 *E. c. carotovora*가 다른 subspecies에 비하여 광범위한 기주 범위를 갖고 있다고 보고하였다.

*Erwinia*속균은 그람 음성이며, 내성포자를 생성하지 않고, 주생모를 갖고 있으며, 간균 형태로 Enterobacteriaceae과에 속하고(Winslow 등, 1917), blight(마름증상), canker(괴양증상), gall(혹증상), dieback(가지마름증상), leaf spot(접무늬증상), wilt(시들음증상)등의 증상을 일으키며 36~37℃의 고온에서도 살 수 있다(Schroth와 Hildebrand, 1998).

Persly와 Stirling(1982)는 *E. c. carotovora*가 감자무름병 뿐만 아니라 당근, 오이, 배추, 토마토 등 많은 채소에 세균성 무름병을 일으키며, 생육 적온이 32~35℃이나 온도 적응성이 높고 중성 또는 알칼리 토양에서 생육이 좋은 토양 서식 균으로 표토 15cm이내의 식물체 근권에 분포한다고 보고하였다. Fahy와 Persley(1983)는 미국, 호주, 뉴질랜드, 유럽, 아시아를 포함한 세계 전지역에서 이 병원균에 의하여 막대한 피해를 주고 있고, Hooker(1990)는 감자가 재배되는 거의 모든 지역에서 이 병원균이 발견된다고 하였다.

後臈(1990)은 감자무름병은 *E. c. carotovora*와 그밖에 *E. c. atroseptica*, *E. chrysanthemi*가 관여하며, 또한 이 병원균은 생육중인 잎이나 괴경에 부착 상처 부위로 침입하고, 침입한 병원균이 증식하여 부패를 일으키는 데, 이것이 제1차 전염원이 되어 다시 병을 유발시키며, 물에 의해 급속히 증식되나 건조 조건 하에서는 균 밀도가 급격히 낮아지는 특징을 갖고 있다. 또한 *E. c. atroseptica*와 *E. chrysanthemi*는 *E. c. carotovora*보다는 저온에서도 병을 일으키고, 경우에 따라서는 약간 다른 병징을 나타내는데 병징은 처음 작은 수침상의 병반이 생기다가 급격히 확대되며 조직은 물러지고 악취를 내며, 감자의 괴경에서는 내부가 물러지고 표면에서는 다량의 세균집액이 누출된다고 하였다.

국내에서의 *Erwinia*속균에 대한 김 등(1981)의 연구에 의하면 *E. c. carotovora*는 생육중인 담배와 수확·건조시 고온 다습하면 건조중인 잎 담배를 급속히 부패시킨다. 조(1986)는 *E. c. carotovora*가 상추부패병을 일으킨다고 보고한 바 있으며, 한국식물병명목록(1998)에는 24종의 식물에 *E. c. carotovora*에 의한 무름병이 발생하는 것으로 기록이 되어 있다.

강 등(1998)은 기주 식물이 생육기간 뿐만 아니라 저장 또는 운반중에도 무름병이 발생한다고 하였으며, 조 등(1997), 김 등(1998), 조 등(2000)에 의하면 감자에 있어서 무름병의 병징은 괴경에서 부패에 관여하는데 우선 외피부에 갈색의 선명하지 않은 반점이 생기고, 내부가 물러지고, 풀 상태의 내용물이 나오며 악취를 풍긴다고 하였다. 박 등(1999)은 감자 줄기에서 수침상이 생긴 후 병반이 진전되어 결국에는 썩고, 병든 줄기조직은 고사되는 병원균을 동정한 결과 *E. c. atroseptica*에 의한 감자 흑각병을 보

고 하였고, 임 등(1999)은 국내에서 발생하는 감자 무름병균은 *E. c. carotovora*와 *E. c. atroseptica*가 존재하는데 *E. c. carotovora*가 우점한다고 하였다.

무름병에 대한 화학적 방제연구는 아직 미흡한 실정이나 *E. c. carotovora*병원균에 의한 담배 줄기속썩음병(공동병) 방제 약제로는 일본에서는 streptomycin이 있다(奥浦 등, 1960; 神, 1962; 魚住 등, 1965).

우리나라에서도 김 등(1981)에 의해서 공동병에 감수성인 버어리종 담배의 적심부위에 streptomycin용액을 처리하는 방법이 효과가 있는 것으로 발표하였으나 그 후 내성균의 출현으로 방제효과가 감소되었다. 강 (1996)은 oxytetracycline, ethoquinolac가 streptomycin 내성균을 갖인 공동 병 방제에 효과적이라고 하였다. 차(1992)는 *E. c. carotovora*에 의한 마늘 무름병 방제시 농용신수화제 800배액을 발병초기에 살포하면 방제효과가 있다고 하였으며, 임 등(1999)은 감자무름병은 고온다습한 시기에 많이 발생하나, 강수량이 비교적 적고 온도가 저온일 때 oxolinic acid 또는 streptomycin+chlorothalonil WP로 약제처리하면 감자무름병균의 밀도를 낮출 수 있다고 보고하였다.

II. 재료 및 방법

1. 감자 무름병 발병조사

1998년부터 2000년까지 제주도농업기술원 및 제주시, 서귀포시, 북제주군, 남제주군농업기술센터에서 조사한 병해충 예찰정보 중 가을감자 재배포장에서 감자무름병 예찰 조사 결과를 기초로 3년 동안의 가을감자 무름병 발병 상황을 분석하였으며, 또한 강수량과 강수일수에 따른 무름병 발병 양상과 1999년 9월부터 10월까지 제주지역 가을감자 재배포장에서 감자무름병 발병시기를 분석하였다.

2. 감자무름병 방제농약 효과시험

가. 실내 무름병 억제 효과시험

시험균주 실내시험은 1999년 북제주군 애월읍 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.

농약선정 우리나라에서 식물세균병 농약으로 등록된 10종의 농약을 사용하였다(표1).

Table 1. Common name, formulation and dilution rate of the agricultural chemicals used

Agricultural chemicals	a.i.(%) and formulation	Dilution rate
^A Streptomycin	20 WP	1,000
Streptomycin ^B sulfate + ^C oxytetracylin	18.8 + 1.5 WP	1,500
^D Oxolinic acid	20 WP	1,000
^E Copper hydroxide	77 WP	1,000
^F Validamycin A	5 SL	1,000
Validamycin A	10 WP	1,000
^G Kasugamycin + ^H copper oxychloride	5.75 + 45 WP	1,000
^I Polyoxin B	10 WP	1,000
^J Tribasic copper sulfate	15 SC	1,000
^K Cuprous oxide	58 WP	1,000

***Chemical name**

A : O-2-deoxy-2-methylamino- α -L-glucopyranosyl-(1 \rightarrow 2)-O-5-deoxy-3-C-formyl- α -L-lyxofuranosyl-(1 \rightarrow 4)-N³,N³-diamidino-D-streptamine; (Streptomycin Sulfate):D-Streptamine.O-2-deoxy-2-(methylamino)- α -L-glucopyranosyl-(1,2)-O-deoxy-3-C-formyl- α -L-lyxofuranosyl-(1,4)-N,N'-bis(aminoimino methyl)-sulfate (2:3)(salt)

B : Sulfur

C : 4-(Dimethylamino)-1, 4, 4a 5, 5a, 6, 11, 12a-octahydro-3, 5, 6, 10, 12, 12a-hexahydroxy-6-methyl-1,11-dioxo-2-naphthacene-carboxamide(dedecyl trimethyl amonium chloride)

D : 5-ethyl-5,8-dihydro-8-oxo [1,3] dioxolo [4,5-g], quinoline-7-carboxylic acid

E : Cupric Hydroxide

F : IL-(1,3,4/2,6)-2,3-dihydroxy-6-hydroxymethyl-4-[1S,4R,5S,6S)-4,5,6-trihydroxy-3-hydroxy methyl Cyclohex-2-enylamino] cyclohexyl β -D-glucopyranoside

G : Hydrochloride hydrate of [5-Amino-2methyl-6(2, 3, 4, 5, 6-pentahydroxy cylohexyloxy) tetrahydropyran-3-yl] amino- α -iminoacetic acid

H : Dicopper chloride trihydroxide

I : 5-(2-Amino-5-O-carbamoyl-2-deoxy-L-xylonamido-1,5-dideoxy-1-[1,2,3,4-tetrahydro-5-(hydroxymethyl)-2,4-dioxypyrimidin-1-yl])- β -D-allofuranuronic acid

J : Cupric sulfate-tricupric hydroxide hemihydrate

K : Dicopper oxide

WP,; Wettable powder. SL, ; Soluble concentrate. SC, ; Suspension concentrate

시험방법 표 1의 농약을 기준회석배수로 적량하여 NA배지(Peptone 5.0g, Beef extract 3.0g, Agar 20.0g을 D.W, 1000ml. 120℃에서 20분간 살균)에 첨가하고 직경이 8.7cm되는 petridish에 약 20ml 정도 넣고 굳힌 다음 시험균주를 세균 회석법에 의해 도말하고 30℃ 항온기에서 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 회석한 시험 균주를 NA배지와 혼합하여 직경이 8.7cm되는 petridish에 약 20ml 정도 넣고 굳힌 다음 멸균수에 시험농약을 기준 배수로 회석하고, 그 약액 속에 화염소독한 직경1cm의 필터페이퍼를 10초간 침지 후 꺼내서 시험 균주가 접종된 NA배지 위에 올려놓고 30℃ 항온기에서 10일간 배양하고 농약과 균주간의 간격(저지대)을 측정하여 무름병 억제효과를 확인하였다.

나. 포장 농약 효과시험

(1) 포장 무름병 방제 효과시험

본 시험은 2000년 10월 북제주군 애월읍 상귀리 제주도농업기술원 종합 시험포장에서 수행하였으며, 시험구는 반복당 100m²로 하고 난괴법 3반복으로 배치하였다.

8월 23일에 감자복합비료(10-12-14) 100kg/10a를 전면 살포한 후 60cm의 이랑을 만들고 주간 20cm 간격으로 감자(품종:대지)를 파종하였다. 생육이 불량하거나 이병주는 모두 제거한 다음 10월 9일과 19일 2회 농약을 살포하였다.

시험에 사용한 농약은 실내 무름병 방제효과 시험에서 균의 생육 억제 효과가 있는 농약 중에서 계통이 서로 다른 4종의 농약(streptomycin sulfate + oxytetracylin 18.8%+1.5% WP, oxolinic acid 20% WP, kasugamycin + copper oxychloride 5.75%+45% WP, tribasic copper sulfate 15% SC)을 기준 희석배수로 수도물에 희석하여 180 l/10a를 잎과 줄기 전면에 고르게 살포한 다음 15일 후인 11월 3일에 10m²내의 총주수와 이병주수를 조사하여 이병주율과 방제가를 산출하였다.

(2) 토양소독 효과시험

2000년 7월부터 10월까지 제주도 북제주군 애월읍 상귀리 제주도농업기술원 종합시험포장에서 본 시험을 수행하였다.

7월 25일에 Dazomet (Tetrahydro-3, 5-dimethyl-1, 3, 5- \equiv 3-thiadiazine-2 thione) GR(Granule) 30kg/10a를 토양에 살포하는 처리구와 대조구로 무처리구를 두었다. 약제 살포 직후에는 트랙터 로타리로 포장을 경운한 다음 스프링쿨러를 이용하여 충분히 관수하고, 두께 0.05mm 폭 7m 비닐을 사용 포장 전면을 멀칭하여 밀폐시켰다. 8월 22일에 멀칭 비닐을 제거하고 트랙터 로타리로 2차례 경운하여 가스빼기를 한 다음 상기한 포장시험 방법에 준하여 파종하였다.

구당 면적은 100m²이었고 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였다. 10월 1일에 위 시험에서와 같은 방법으로 이병주율을 조사하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 가을감자 무름병 발병조사

1998년부터 2000년까지 제주지역의 가을감자 재배면적과 가을감자 재배면적은 1998년 4,227ha, 1999년 3,448ha, 2000년에는 4,093ha로 해마다 조금씩은 차이가 있었으나, 무름병 발병면적은 1998년 845ha에서 1999년에는 1,053ha, 2000년에는 2,767ha가 발병되어 해마다 무름병 발병면적이 증가되었다(그림 1).

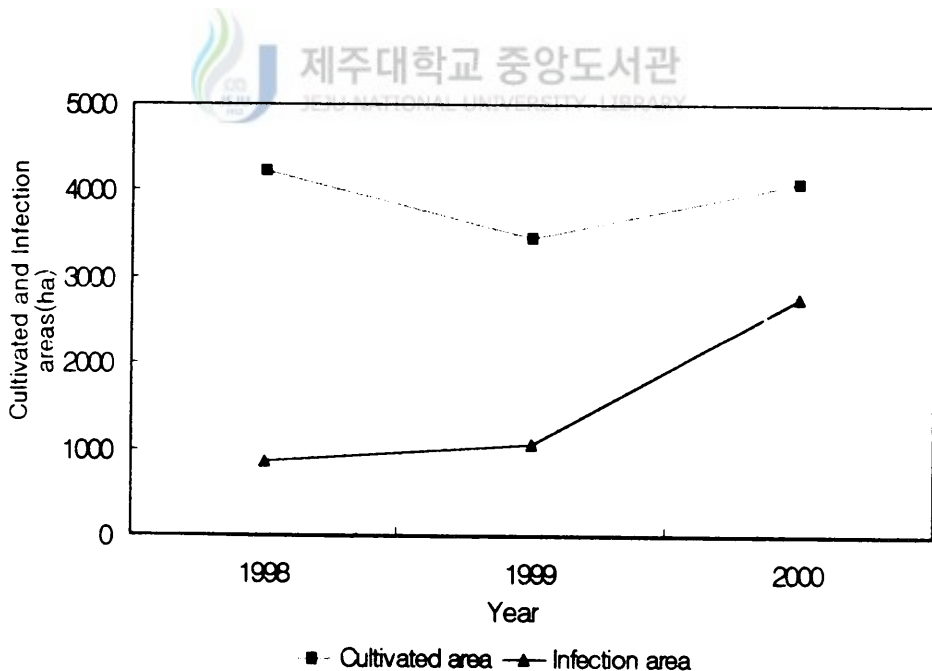


Fig 1. Growing area and soft rot infection area of fall potatoes in Jeju from 1998 to 2000

가을감자 재배면적에 대한 무름병 발병 면적율은 1998년 20.0%에서 1999년에는 30.5%, 2000년에는 67.6%로 늘어났다(그림 2).

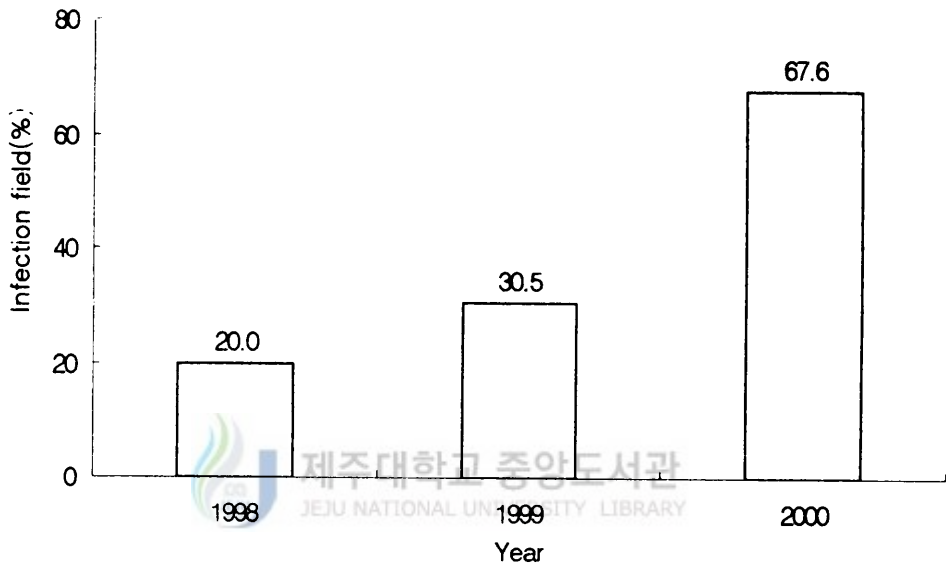


Fig 2. Occurrence of soft rot disease of fall potato in Jeju from 1998 to 2000

강수량과 강수일수가 많았던 1999년에 비하여 2000년에는 강수량과 강수일수가 적은 반면 감자무름병 발병율이 늘어난 것은 8월 하순부터 9월 중순까지 2차례의 태풍(프라피룬 8월 31일, 사오마이 9월 12일)의 영향으로 바람에 의한 지체부, 줄기 등에 상처가 많아 무름병균이 침입하기에 용이하였고, 또한 무름병이 발병했던 포장에서 연작 재배함에 따라 토양에 병원균 서식 밀도가 높은 것이 짧은 기간 동안에 무름병 발병면적이 급격히 늘어난 원인이라고 생각된다(그림 3).

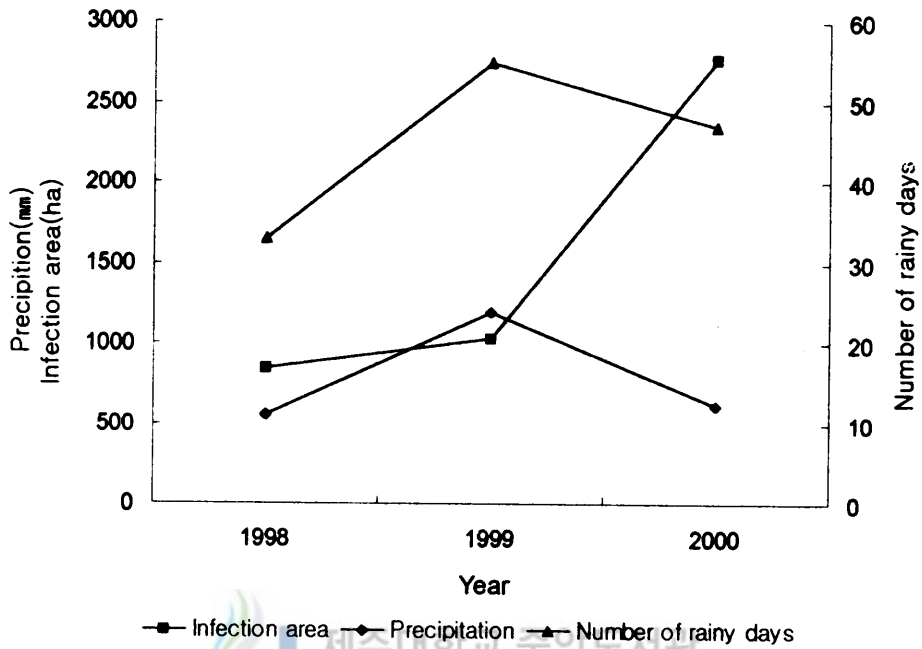


Fig 3. Potato soft rot infection area and precipitation and number of rainy days from August to October of 1998, 1999 and 2000 in Jeju

본 조사에서는 강수량이 많고 적음보다는 온도가 높고 일정량 이상의 습도가 유지되면 무름병이 발생하는 것으로 나타났으며, 특히 강수량은 적었으나 태풍의 영향을 받았던 해가 감자무름병 발병이 증가하였고, 기온이 떨어지는 10월 중순에는 발병이 적은 것으로 나타났다.

임 등(1999)은 월평균 강수량이 300mm 이상이고 평균온도가 20℃ 이상인 고온 다습한 기후에서 감자무름병 발병이 가장 심하게 나타났으며, 강수량과 감자무름병의 발병관계는 우기가 끝나고 고온 다습한 기후가 지속적으로 유지될 때 발병이 심하고 저온, 건조 조건 하에서는 발병이 억제된다고 보고한 것과 유사하였다.

1999년 9월부터 10월까지 시기별 무름병 발병면적율이 9월 13일에 22.4%, 9월 22일은 30.5%, 9월 30일에는 29.9%가 발병되었으며, 10월 15일에는 6.8%가 발생되었다(그림 4).

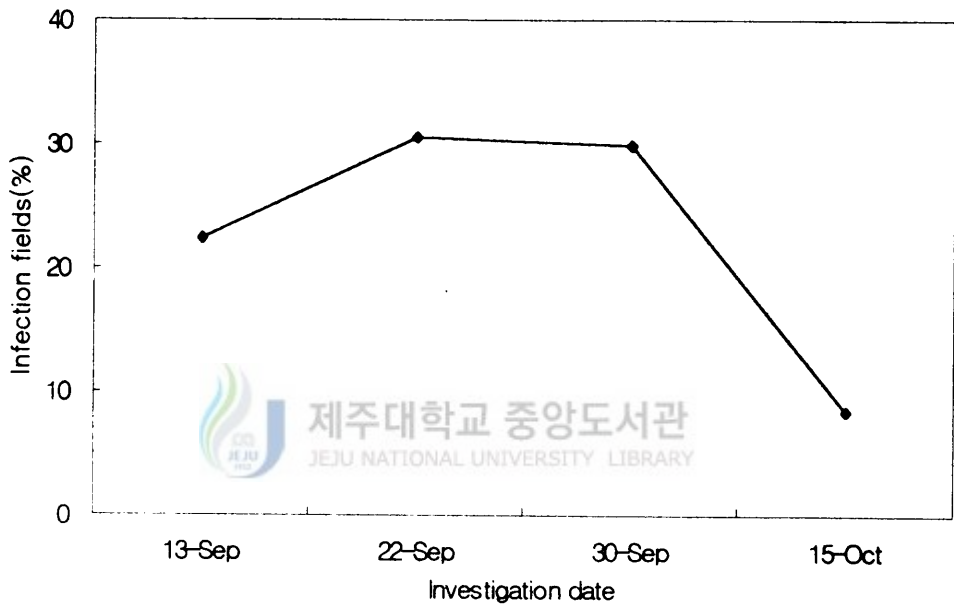


Fig 4. Occurrence of potato soft rot from 13 September to October of 1999 in Jeju

따라서 제주도 가을감자 재배지에서 무름병 발생시기는 9월 중순 이후 부터 9월 하순까지 발병이 가장 심하여 전체 발병면적이 90%이상을 차지 하였으며, 10월 중순 이후에는 발병이 줄어드는 것으로 나타났다. 이는 9 월에는 가을감자가 생육초기이면서 온도가 높고 잦은 강우에 의한 기후 조건으로 무름병 발병이 많아 졌으나 10월 중순이후에는 기온이 낮아져 발병이 감소되는 것으로 생각된다.

2. 감자무름병 약제 효과시험

가. 실내 무름병 억제 효과시험

NA배지에 무름병균을 회석한 후 streptomycin 20% WP 등 세균병 방제 농약 10종으로 무름병균의 발육 억제 시험 결과 streptomycin 20% WP 1,000배액에서는 7.0mm의 생육 저지대가 형성되었고, streptomycin sulfate + oxytetracylin 18.8% + 1.5% WP 1,500배액은 6.2mm, oxolinic acid 20% WP 1,000배액은 6.8mm가 억제되었다. kasugamycin + copper oxychloride 5.75% + 45% WP에서는 1.7mm로 생육 저지대가 낮게 형성되었으며, 그 외 농약에서는 억제효과가 없었다.

따라서 streptomycin계통과 oxolinic acid계통 농약이 다른 계통보다 무름병균 억제효과가 높게 나타났다.

또한 NA배지에 농약을 혼합하여 그 배지 위에 균을 접종한 후 생육정도를 시험한 결과는 validamycin-A 5% SL 1,000배액과 validamycin-A 15% WP 2,000배액, polyoxin B 10% WP 1,000배액은 생육이 무처리와 차이가 없이 균이 자랐으며, 그 외 농약에서는 균이 전혀 자라지 못하였다(표 2).

Table 2. Diameter of inhibition zone and growth of *E. c. carotovora* on media with 10 agricultural chemicals

Agricultural chemicals	a. i.(%) and formulation	Dilution rate	Diameter of inhibition zone(mm)	Growth
Streptomycin	20 WP	1,000	7.0 a *	-*
Streptomycin sulfate + oxytetracylin	18.8+1.5 WP	1,500	6.2 a	-
Oxolinic acid	20 WP	1,000	6.8 a	-
Kasugamycin + copper oxychloride	5.75+45 WP	1,000	1.7 b	-
Copper hydroxide	77 WP	1,000	0.0 c	-
Validamycin-A	5 SM	1,000	0.0 c	+++
Validamycin-A	15 WP	2,000	0.0 c	+++
Polyoxin B	10 WP	1,000	0.0 c	+++
Tribasic copper sulfate	15 SC	1,000	0.0 c	-
Cuprous oxide	58 WP	1,000	0.0 c	-
Control			0.0 c	+++

* DMRT(5% level)

- No growth and development + Inferior growth and development
 ++ Normal growth and development +++ Prosperous growth and development

균이 자라지 못한 7종의 농약을 적정 희석배수에서 50%와 25%로 줄인 후 위와 똑같은 방법으로 시험을 실시하였다.

적정 희석배수에서 무름병균이 자라지 않았던 7종이 농약 배지에 약량을 50%로 줄인 배지에서도 균은 자라지 않았다. 그러나 25%로 줄인 배지에서는 streptomycin 20% WP와 streptomycin sulfate + oxytetracylin 18.8% + 1.5% WP, oxolinic acid 20% WP, kasugamycin + copper oxychloride 5.75% + 45% WP 등 4종이 농약 배지에서는 균이 전혀 자라지 않았으나, 동계계통 농약인 copper hydroxide 77% WP와 tribasic copper sulfate 15% SC, cuprous oxide 58% WP에서는 균은 자랐지만 생육은 저조하였다(표 3).

Table 3. The growth of *E. c. carotovora* at two concentrations of agricultural chemicals in media

Agricultural chemicals	a. i.(%) and formulation	Dilution rate	Growth	
			50% conc.	25% conc.
Streptomycin	20 WP	1,000	-*	-
Streptomycin sulfate + oxytetracylin	18.8 + 1.5 WP	1,500	-	-
Oxolinic acid	20 WP	1,000	-	-
Kasugamycin + copper oxychloride	5.75 + 45 WP	1,000	-	-
Copper hydroxide	77 WP	1,000	-	+
Tribasic copper sulfate	15 SC	1,000	-	+
Cuprous oxide	58 WP	1,000	-	+
Control			+++	+++

* - No growth and development

+ Inferior growth and development

++ Normal growth and development

+++ Prosperous growth and development

본 시험결과는 이 등(1996)의 메론 무름병에서 항생제 감수성 시험에서 streptomycin은 12.5mm, streptomycin sulfate+oxytetracylin에서는 10.0mm의 생육 저지대가 형성하였다고 보고한 것과 유사하게 나타났다.

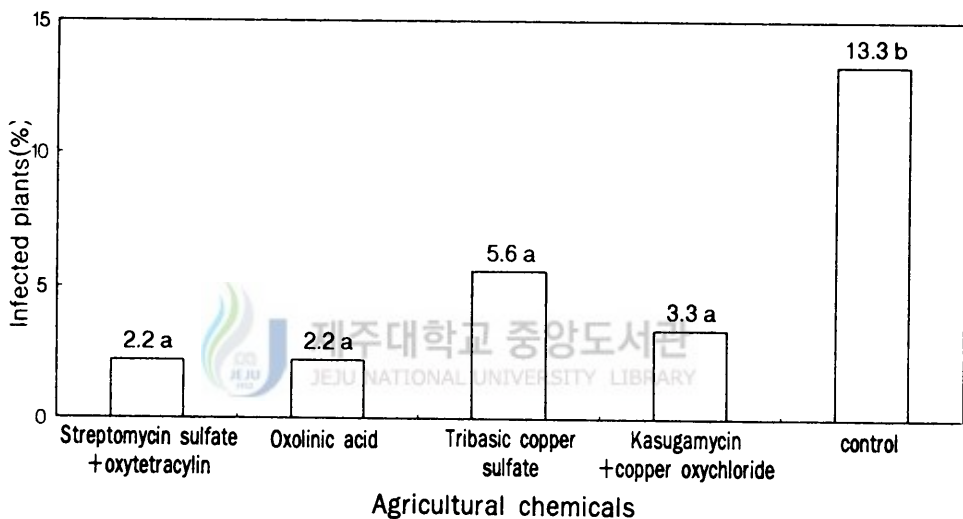
이 결과를 종합해 보면 streptomycin 20% WP와 streptomycin sulfate + oxytetracylin 18.8%+1.5% WP, oxolinic acid 20% WP, kasugamycin + copper oxychloride 5.75% + 45% WP 등 4종의 농약이 무름병균의 생장을 억제 할 수 있는 능력을 갖추었으나, 동계 계통 농약은 높은 농도에서만 효과를 나타냈으며, validamycin과 polyoxin 계통의 농약은 무름병균을 억제하는 효과가 떨어졌다.

나. 포장 농약 효과시험

(1) 포장 방제농약 효과시험

실내 무름병 방제농약 효과시험에서 무름병 억제 효과가 있는 농약중에서 계통이 서로 다른 농약 4종(streptomycin sulfate + oxytetracylin 18.8% + 1.5% WP 1,500배액, oxolinic acid 20% WP 1,000배액, kasugamycin + copper oxychloride 5.75% + 45% WP 1,000배액, tribasic copper sulfate 15% SC 1,000배액)을 선발하여 무름병 발생 전 10일 간격으로 2회 살포하고, 15일 후에 감자무름병 이병주율을 조사한 결과 무처리구가 13.3%의 이병주율을 보인 반면 streptomycin sulfate + oxytetracylin 18.8% + 1.5% WP 1,500배액과 oxolinic acid 20% WP 1,000배액 처리구에서는 2.2%, kasugamycin + copper oxychloride 5.75% + 45% WP

1,000배액 처리구에서는 3.3%, tribasic copper sulfate 15% SC 1,000배액 처리구는 5.6%의 이병주율을 나타내었다. 따라서 포장선발 시험에서도 실내 시험에서 무름병 억제효과가 있었던 4종의 농약 중에서 mycin계통과 oxolinic acid계통이 가장 효과가 좋은 것으로 나타났다(그림 5).



*DMRT(5% level)

Fig 5. Effects of agricultural chemical on the percentage of potato soft rot infected plants in a field

무처리에 대한 농약별 방제가는 streptomycin sulfate + oxytetracylin 18.8% + 1.5% WP 1,500배액과 oxolinic acid 20% WP 1,000배액은 83.3%로 높은 방제가를 보였으며, 또한 kasugamycin + copper oxychloride 5.75% + 45% WP 1,000배액은 75.0%의 방제가를 나타냈으며, tribasic copper sulfate 15% SC 1,000배액은 58.3%로 방제가가 가장 낮았다(그림 6).

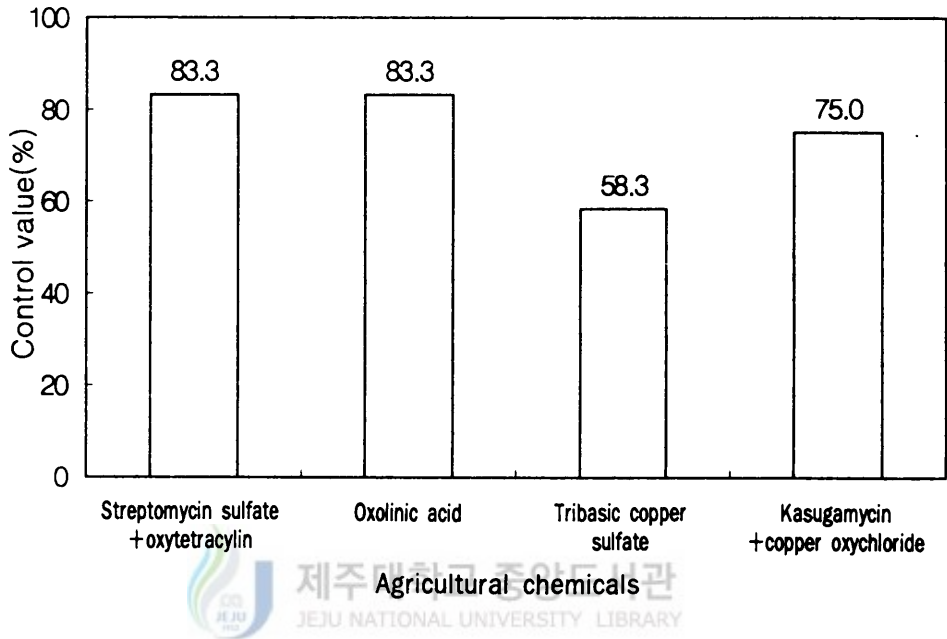


Fig 6. The control values of the agricultural chemicals on the potato soft rot in a field

이 결과로 보면 동제계통 보다는 mycin계통과 oxolinic acid계통 농약이 감자 무름병 방제가가 높게 나타났으나, 앞으로 감자무름병 방제농약 개발을 위하여 지속적인 연구가 필요하다고 생각된다.

(2) 토양소독 효과시험

Dazomet GR 30kg/10a로 1개월간 토양소독을 한 후 감자를 파종하여 9월 30일에 조사한 이병주율은 무처리구에서는 93.3%이었으나 Dazomet GR 처리구에서는 54.4%로 감자무름병에 대한 토양소독 효과는 다소 있는 것으로 나타났다(표 4).

Table 4. Soil disinfection effect on incidence of the potato soft rot in a field

Fungicide	Rate(kg/10a)	Disease incidence(%)
Dazomet GR	30	54.4 a
Control		93.3 b

IV. 적 요

제주지역 가을감자 재배포장에서 문제가 되고 있는 무름병에 대한 발생 조사 및 방제 농약을 선별하기 위한 시험 결과는 다음과 같다.

1. 제주도에서 감자무름병 발병면적과 재배면적에 대한 발병면적율은 1998년에는 각각 845ha, 20.0%였으나 1999년에는 1,053ha, 30.5%였으며 2000년에는 2,767ha, 67.6%로 계속 증가하였다.

2. 무름병은 9월중순 이후부터 9월 하순에 가장 발생이 심하였고, 10월 중순이후 발생이 줄어드는 경향이었으며, 생육초기 태풍의 영향을 받았던 해가 무름병 발병이 크게 증가한 것으로 나타났다.

3. 실내에서 무름병에 대한 농약억제 시험결과 streptomycin 20% WP 1,000배액과 streptomycin sulfate + oxytetracylin 18.8% + 1.5% WP 1,500배액, oxolinic acid 20% WP 1,000배액, kasugamycin + copper oxychloride 5.75% + 45% WP 1,000배액 등 4종의 농약이 무름병에 대한 억제 효과가 있었다.

4. 포장에서 농약효과 시험결과 streptomycin sulfate + oxytetracylin 18.8% + 1.5% WP 1,500배액와 oxolinic acid 20% WP 1,000배액의 방제가가 83.3%로 가장 높아 mycin계통과 oxolinic acid계통 농약이 가을감자 무름병 방제에 효과가 큰 것으로 나타났으며, Dazomet GR에 의한 토양 소독 효과도 다소 인정되었다.

인 용 문 헌

- Agrios, G. N. 1988. Plant pathology. 3rd. pp552-558.
- 차광홍. 1992. 마늘병해의 발생과 방제대책. 식물보호연구. 호남식물보호연구회. p57.
- 조원대, 김완규, 지형진, 최홍수, 이승돈, 최용철. 1997. 채소병해 원색도감. 농촌진흥청 농업과학기술원. p447.
- 조원대, 김완규, 지형진, 최홍수, 이승돈, 김충희, 유재기, 고현관, 이승환, 최준열, 이관석. 2000. 채소 병해 진단과 방제. 채소병해충 진단과 방제. 농촌진흥청 농업과학기술원. pp15-188.
- 조용섭. 1986. 한국식물병리학회. 한국식물병해충잡초명감. p43.
- Fahy, P. C. and Persley, G. J. 1983. Plant bacterial diseases a diagnostic guide. Academic Press. pp87-101.
- 한국식물병리학회. 1998. 한국식물병명목록 제3판.
- 홍순영, 송정흠, 진석천, 강상훈, 임성언, 현승원, 정순경. 1998. 제주도 주요 농작물 병해정밀조사. 농작물병해충조사사업보고서. 농업과학기술원. pp207-213.
- 홍순영. 1998. 감자더텅이병을 일으키는 *Streptomyces* spp.의 동정 및 방제. 제주대학교. 석사학위논문. p3.
- Hooker. W. J. 1990. Compendium of potato diseases. APS Press. p27. 제주도농업기술원. 2000. 제주감자산업 활성화 방안. p59.
- 神山功. 1962. タバコ空洞病は起因よる吊り腐れの抗生物質たよる防除. 北日本病害蟲研究會報. 13:155-156.

- 강희완, 고승주, 권순우. 1998. PCR 다형성 밴드 유래 DNA probe에 의한 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* 특이적 검출. 한국식물병리학회지. 14(2) : 164-170.
- 강여규. 1996. Sterptomycin 내성 담배줄기속썩음병균 방제약제 선발. 담배연구논문집. p188.
- 김정화, 이영근, 박은경. 1981. 적심부위 항생제처리에 의한 담배공동병 2차감염 억제효과. 담배연구논문집. 한국담배인삼연초연구소. pp106-108.
- 김석만. 2000. 최근 주요작물 재배면적 변화와 앞으로의 전망과 과제. 새로운 제주농업. 45(12):29~32.
- 김영희, 현승원, 임성언, 홍순영, 진석천, 송정흡, 강상훈. 1998. 감자병해충 원색도감. 제주도농업기술원. p58.
- 後臈正夫. 1990. 植物細菌病學概論. 養賢堂. pp230-233.
- 이영근, 김경희. 1996. *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*에 의한 메론 세균성 무름병. 한국식물병리학회지. 12(1):116-120.
- 임춘근, 신관용, 박덕환, 원선영, 서상태, 김덕규, 함영일, 김점순. 1999. 감자세균병의 종합적방제대책 개발. 농촌진흥청. p57.
- Lelliott, R. A. and Dickey, R. S. 1984. Bergey's manual of systemi bacteriology(Vol. 1), ed. by N. R. Krieg and J. G. Holt. pp469-476.
- 농약공업협회. 2000. 농약사용지침서.
- 奥浦正弘, 村野入富. 1960. ヒトマシソによる乾腐病の防除. 葉たはこ研究. 23:84-86.
- 박덕환. 1997. 대관령 원예작물에 발생하는 세균성 무름병에 관한 연구. 강원대학교. 석사학위논문. p3.
- 박덕환, 김준섭, 이흥구, 함영일, 임춘근. 1999. *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica*에 의한 감자 흑각병. 식물병과 농업. 5(1):64-66

- Persley, D. M. and Stirling, G. R. 1982. Diseases of vegetable crops. Department of Primary Industries Queensland. p10.
- 魚住哲郎, 千葉信一, 佐藤彦. 1965. 空胴病菌たよるきの下葉の腐れた對する ストレプトマイシソ劑本畑散布の効果. 葉たばこ研究. 39:84-87.
- Schroth N. W. and Hildebrand, D. C. 1998. *Erwinia* plant pathogenic bacteria. APS Press. 2:37-59.
- Smith, C. and Bartz, J. A. 1990. Variation in pathogenicity and aggressiveness of stains of *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* isolated from different hosts. *Plant Dis.* 74 : 505-509.
- Winslow, C. E. A., J. Broadhurst, R. E., Buchanan, C., Krmwiede, Jr., Rogers, L. A. and Smith, G. H. The families and genera of the bacteria. *J. Bacteriol.* 2 : 505-566.
- 윤채혁. 1996. 농약총람. 도서출판한림.

감사의 글

이 논문이 완성되기까지 여러 가지로 부족한 저에게 아낌없는 격려와 밤늦게까지 지도하여 주신 강영길 교수님, 아울러 바쁘신 중에도 논문심사에 깊은 관심과 많은 조언을 아끼지 않으신 권오균 교수님, 김한림 교수님, 그리고 늘 가까이에서 항상 조언과 깊은 가르침을 주신 박양문 교수님, 오현도 교수님, 조남기 교수님, 고영우 교수님, 송창길 교수님께 깊은 감사를 드립니다.

또한 본 논문을 무사히 마칠 수 있도록 많은 조언과 격려를 아끼지 않고 물심양면으로 도와 주신 제주도농업기술원 홍순영 연구사님께 고마움의 뜻을 전하며, 그리고 학업을 원만하게 마칠 수 있도록 배려를 아끼지 않으신 국립식물검역소제주지소 강병철 소장님, 강익범 과장님과 동료 직원님들께 감사 드립니다.

오늘이 있기까지 곁에서 늘 지켜주시는 아버님, 어머님, 장인, 장모님 그리고 항상 부족한 나에게 사랑으로 감싸주는 동생, 처남, 처제들과 친지 여러분들에게도 고마운 말씀을 전합니다.

그 동안 보살핌이 부족함에도 건강하고 착하게 성장 해준 선영, 봉진과 나에게 진실한 사랑으로 의욕과 용기를 주며 나보다 더 나를 사랑하여 주는 사랑하는 아내 이은숙에게 이 논문을 드립니다.