

과제구분	지역농업 기술개발	Code : LS0201	수행구분	전반기	연구기간	'00 ~ '02(완결)
연구과제명	강원우위 신화종 칼라 개발 연구			연구책임자	정병찬	
세부과제명	주요병해 방제체계 확립					
연구원별임무						
구분	소속	성명	담당임무			
세부과제책임자	환경농업연구과	이재홍	연구과제 총괄수행			
공동연구자	"	김성일				
	"	정태성				
	원예연구과	노희선	생육조사 협조			
색인용어	유색칼라, 무름병, 약제저항성					

Abstract

This study was conducted to establish control methods of principal disease in Calla plants. As a result of disease investigation in Calla, five kinds of disease occurred during growth period, and soft rot disease appeared most severely. So experiments were mostly carried out on soft rot disease. 170 soft rot pathogens were isolated from diseased Callas for three years from 2000 to 2002. Identification of soft rot isolates was carried out by classical methods of Nishiyama etc. and a new method by PCR Ribotyping of Myoung etc. In the result of identification by classical methods, it was divided into three groups, and only group 'I' was identified to *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. In the result of identification by PCR Ribotyping, all of tested isolates were appeared to *E. carotovora* group. Soft rot disease was examined continuously from the middle part of July to the middle part of September, and especially it was appeared severely from the first part of August to the last part of August. In pathogenicity test of soft rot isolates by temperature, soft rot occurred between 20°C and 35°C, and most severely at 30°C. In the test of chemical resistance of soft rot isolates, resistance in oxolinic acid did not appear, but in streptomycin sulfate 24 isolates appeared to resistance. In the test of soft rot resistance of 36 cultivars of Calla, all of tested cultivars were infected with soft rot, but Z. 'Mango', Z. 'Pot of Gold' and Z. 'Hazel Marie' were infected with it slightly. In chemical control of soft rot, Oxolinic Acid WP. was most effective treatment, but disease rates of Dazomet and Ethoprophos treatment were higher than that of control.

1. 서 언

칼라는 천남성과에 속하고 아프리카가 원산지이며 절화 및 분화로 이용되는 구근식물이다. 우리나라에서는 주로 흰색인 칠드시아나종을 도입하여 남부지방의 하우스내에서 대량으로 재배되고 있고 있다. 유색칼라는 10여 년 전부터 국내에 도입되어 재배가 시도되고 있고 최근 여름철 기온이 낮은 강원도 고령지 일부에서 유색칼라를 재배하고 있으며 점점 재배면적이 늘어나고 있으나 여름철 고온기의 무름병 때문에 여러 지역에서 시행착오를 거듭해왔다.

국내에서 이루어지고 있는 칼라에 대한 연구는 주로 재배방법이나 조직배양, 품종의 선발이나 육종 등에 국한되어 있으며, 무름병 등 각종 병해에 의한 유색칼라보다는 백색칼라 위주로 연구되어 왔다(김 등, 2001., 김 등 1993., 고 등, 1996.). 그리고 칼라재배에 있어서 중요한 문제인 바이러스병, 무름병 등 칼라병해에 대한 지금까지 국내에서 연구는 무름병 피해경감을 위한 상자재배기술 개발 등을 제외하고는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 유색칼라에서 어떤 병이 얼마만큼 발생하는지를 정확히 파악하여 병방제의 기초자료로 이용하고, 피해가 심한 병해에 대해서는 발생생태 구명 및 방제기술 개발 등에 의한 종합적인 방제체계를 확립하고자 실시하였다. 특히 칼라에서 가장 피해가 큰 병해인 무름병에 대해서 무름병균의 분리동정, 무름병의 발생소장 조사 및 발생온도의 구명, 저항성 품종 선발 그리고 실제적인 방제를 위해 무름병 분리균에 대한 약제내성검정 및 효과적인 방제약제의 선발 등에 대한 시험을 집중적으로 수행하였다.

II. 연구사

칼라에 발생하는 병해는 바이러스병, 무름병, 탄저병, 잿빛곰팡이병, 역병, 균핵병 등 여러 병해가 피해를 일으키고 이중 무름병의 피해가 가장 심하다는 보고가 있다. 그러나 국내에서 칼라 병해에 대한 자료는 외국의 자료를 인용한 문헌만 있고 실제적인 연구보고는 거의 없다.

국내에서 무름병에 관한 연구는 감자, 양파, 배추 등 주요작물에 한정되어 발생예찰, 병원균 분류동정 및 방제기술 연구가 이루어져 왔고, 치커리 등 소규모 재배작물에서는 무름병 발생보고만 되어있다(최 등, 1987., 최 등, 1989., 임, 1995.). 무름병 동정에 있어서는 後藤·瀧川(1984), 西山(1978) 등에 의한 고전적인 방법(後藤 등, 1984., Robert, 1979.)과 최근 명 등에 의한 PCR Ribotyping을 이용한 동정방법이 보고되어 있다(Kwon 등, 2000.). 고령지시험장 이 등에 의하면 고령지에서 감자, 배추 재배지 토성에 따른 무름병 발생은 사양토에 비해 양토, 식양토가 많았으며 과습할 경우 발생이 많았다고 하였다. 그리고 무름병균의 병원성 관련 유전자의 클로닝에 대한 연구보고가 있다(김 등, 1993.).

일본 나라농시고원분장의 今村 등의 보고에 의하면 칼라의 무름병 방제를 위한 구근소독제로서 베노밀·치우람제나 스트렙토마이신제를 처리하였을 경우 효과가 확실하지 않았고, 또한 비가림하우스에서 재배시 노지재배보다 연부병 발생이 심했으며, 클로로피크린제 등에 의한 토양소독시 무름병 방제에 효과가 있다고 하였다(今村, 1998.). 그리고 생육기 무름병 방제에서는 아그리마이신 500배액 처리가 가장 방제효과가 좋고 구근의 수량도 많았다고 하였다(今村, 1999.).

III. 재료 및 방법

1. 칼라병해 종류조사

칼라 전생육기간에 걸쳐 발생하는 모든 병해의 종류 및 피해정도, 발생시기 등을 조사하였다. 병원균의 분리는 진균병해의 경우 WA 배지를 이용하였고 세균 병해의 가능성이 있는 경우에는 NA배지를 이용하였다. 단 무름병의 경우 변법도리가루스키배지를 이용하였다.

2. 무름병균 분리 및 동정

가. 무름병균의 분리

무름병균의 분리는 칼라의 무름병 이병부위를 채취하여 병원균의 밀도를 높이기 위하여 먼저 감자절편에 접종한 다음 24시간 후 선택배지인 변법도리가루스키배지에 스트리킹한 다음 황색을 띠는 콜로니를 선택하여 NA배지에서 단포자분리를 3회 실시하였다. 이후 감자에 재접종하여 부패능을 확인하고 PPGA배지를 이용하여 칼라 줄기에서의 병원성을 확인한 다음 15% 글리세롤 현탁액에 이식하여 -40℃ 초저온 냉동고에 보관하였다(그림 1).

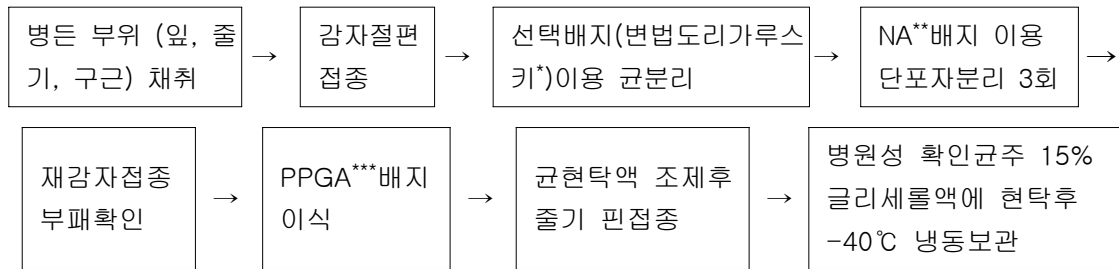


그림 1. 칼라 무름병균 분리과정

* 변법도리가루스키배지 : 증류수 1L, Beef extract 10g, Peptone 10g, NaCl 5g, Lactose 10g, 0.1% Crystal Violet 수용액 5ml, 0.2% BTB 알칼리 용액 40ml, Agar 18g, pH 7.0-7.2로 조정후 100℃ 30분, 3회 간헐살균

** NA배지 : 증류수 1L, Nutrient agar 23g

*** PPGA배지 : 감자 200g 즙액 1L, Peptone 5g, Glucose 5g, Na₂HPO₄·12H₂O 3g, KH₂PO₄ 0.5g, NaCl 3g, Agar 18g, pH 7.0으로 조정

나. 칼라무름병균의 동정

(1) 後藤·瀧川(1984), 西山(1978) 등에 의한 고전적인 방법

2000년 분리한 86균주중 대표균주 19균주를 대상으로 하였고, 대조균주로서는 *Erwinia carotovora* subsp. *betavasculorum*, *E. c.* subsp. *carotovora*, *E. c.* subsp. *atrosepticum*, *E. c.* subsp. *wasabiae*, *E. chrysanthemi*, *E. odoriferum* 등 6균주를 이용하여 그람반응 등 50항목을 조사하였다.

(가) 그람반응

3% KOH의 한방울을 슬라이드글라스위에 놓고 이것에 yeast extract-peptone agar에서 24시간 배양한 균체를 백금으로 취해서 혼합한 후 점성을 조하였다. 균체가 응집해 점질을 띠고 백금으로 들어올렸을 때 실처럼 들어올리면 그람음성균, 균체가 균일하게 분산하고

액질도 수성그대로일 경우 그람양성균으로 판정하였다.

(나) 탄소화합물의 분해와 이용

당의 산화·발효시험(OF 시험)으로서 분리세균이 발효적 대사경로를 갖는지 혹은 산화적 대사경로를 가지는지를 판별하기 위해 실시하였고, Hugh 등의 OF배지(peptone 2g, NaCl 5g, K_2HPO_4 0.3g, BTB 0.03g, Glucose 10g, Agar 3g, 증류수 1,000ml, pH 6.8)를 이용하였다. 배지는 고압살균후 급냉해 용존하는 공기를 빼낸뒤 이용하였고, 1균주에 2개 시험관 고층배지에 침적중후 그중 한 시험관에는 멸균유동파라핀을 약 1cm의 두께로 덮은뒤 28℃에서 배양, 48시간 후에 조사하였다. 판정은 유동파라핀을 층층으로 하지 않은 개방시험관만이 세균의 생육과 배지의 황변(산의 생성)이 보여지는 경우는 산화형(O형)이고 또 개방, 폐쇄 양시험관에 생육과 황변이 보여지는 경우는 발효형(또는 산화·발효형; F형)으로 판정하였다.

당의 분해능은 세균이 유일한 탄소원으로 분해·이용하는 당의 종류를 조사하는 시험으로서 배지는 Ayer's($NH_4H_2PO_4$ 1g, KCl 0.2g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.2g, BTB 0.03g, Agar 15g, 증류수 1,000ml, pH 6.8)를 이용하였다. 배지조제시 adonitol 등 26종의 기질을 각각 1% 농도로 첨가하고 시험관에 사면으로 분주한 다음 균을 접종한 후 28℃ 항온기에서 배양하였고 5일간격으로 배지의 색변화를 3회 조사하였다. 판정은 15일후 세균의 증식이 보여지는 것 중에서 시험관내 배지가 황변한 것(산의 생성)을 양성으로 하였다.

유기산의 분해능 시험은 citrate 등 5종을 대상으로 당류와 같은 방법으로 조사하였고, 판정은 당류의 분해시험에 준해서 관찰하고 배지가 분명히 청변한 것을 양성으로 하였다.

(다) 아세토인 생성

포도당을 분해해서 아세토인을 생성하는지 여부를 조사하는 시험이다. 배지(peptone 5g, K_2HPO_4 5g, Glucose 5g, 증류수 1,000ml, pH 7.0) 조제후 5ml씩 시험관에 분주 후 멸균한다. 상기배지에 5일간 배양한 후 배지 1ml를 별도의 시험관에 넣고 이것에 α -나프톨액(α -나프톨 5g을 에탄올 100ml에 용해) 0.6ml와 KOH액(KOH 40g을 증류수 100ml에 용해) 0.2ml를 첨가한후 잘 진탕한 뒤 사면으로 놓은 후 정치하였고 15~60분 후에 배지가 짙은 빨강색으로 된 경우를 양성으로 판정하였다.

(라) 메틸레드 시험

아세토인 시험과 같은 조성의 배지를 이용하고 포도당의 분해산물에 의해서 강산성(pH 4.2)이 되는지 어떤지를 조사하는 시험이다. 아세토인 시험이 끝난후 남은 배지에 5~6 방울의 메틸레드시액(메틸레드 0.01g을 30ml의 95% 에탄올에 용해)을 첨가한 뒤 배지가 적변하는 것을 양성, 황~등색의 것을 음성으로 판정하였다.

(마) 초산염의 환원성

초산염을 환원해서 아초산 또는 암모니아를 생성하는지 여부를 조사하는 시험이다. 배지(Beef extract 5g, Peptone 10g, KNO_3 1g, 증류수 1,000ml, pH 6.8) 조제, 시험관에 5ml씩 분주, 고압살균 후 균을 접종 28℃ 5일간 배양 후 시액 A(α -나프틸아민 0.5g, 30% 초산 100ml) 및 B(설파닐산 0.3g, 30% 초산 100ml)를 각각 1ml씩 첨가하고 30분간 정치시킨 후 조사하였다. 단 KNO_3 를 첨가하지 않은 배지를 대조로서 이용하였다. 판정은 배지가 붉게 변하는 것을 양성으로 하였다.

(바) 젤라틴 액화시험

고분자인 젤라틴의 분해를 점성의 저하로서 조사하는 시험이다. 배지(Beef extract 5g,

Peptone 10g, 젤라틴 120~200g, 증류수 1,000ml, pH 6.8)를 조제하여 시험관에 5ml씩 분주, 고압살균하였고 균의 접종은 20℃이하의 고체상태에서 침점종하고 20℃ 6주간 배양 후 관찰하였다. 판정은 세균의 증식과 함께 젤라틴층의 액화가 일어나는 것을 양성으로 하였다.

(사) 황화수소의 생산

이 시험은 세균의 황화수소 생산능을 조사하는 것으로서 황화수소가 금속염과 반응하면 황화물로 되고 이것을 정색반응에 따라 검출하는 것이다. 배지(Beef extract 5g, Peptone 10g, 증류수 1,000ml, pH 6.8 시험관에 5ml씩 분주 후 고압살균)에 세균을 이식하고 연당지(약 5×50mm로 절단한 거름종이를 10% 초산염수용액(2N NaOH에서 중화)에 침지 고압살균 뒤 정온기내에서 건조)를 시험관 마개와 같이 끼워 넣은 다음 종이 중앙을 향하게 하여 28℃ 항온기에서 배양하였고 배양 14일 후 연당지가 흑변하는 것을 양성으로 판정한다.

(아) Phenylalanine deaminase 시험

세균이 Phenylalanine deaminase에 의해 Phenylalanine을 산화적으로 탈 아미노화하고 phenylpyruvic acid와 암모니아의 생성유무를 조사하는 시험으로서 Ewing의 Phenylalanine 한천배지(Yeast extract 3g, DL-phenylalanine 2g, Na₂HPO₄ 1g, NaCl 5g, Agar 12g, 증류수 1,000ml, pH 7.3)를 이용하였다. 배지를 사면으로 하고 대량의 균체를 도말해서 24시간 배양한 뒤 염화제이철(FeCl₃)의 10% 수용액을 0.2ml 떨어뜨리고 사면부분이 농록색으로 변색된 것을 양성으로 하였다.

(자) Indole의 생성

본시험은 세균이 트립토판을 분해하고 유리의 인돌을 생성하는지 여부를 조사하는 시험으로서 펩톤배지(Peptone 10g, 증류수 1,000ml, pH 6.8)를 이용하였다. 배지에 2일간 배양한 뒤 Kovacs 시액(파라-디메칠아미노벤즈알데히드 5g을 50℃로 가온한 n-아밀알콜 75ml에 용해하고 냉각후 질은 염산 25ml 첨가)을 1ml 가하고 잘 흔든 뒤 정치하였고 상부의 시액층이 적색으로 되는 것을 양성, 황색을 음성으로 판정하였다.

(차) Tween 80의 분해

이 시험은 Siella의 배지(Peptone 10g, NaCl 5g, CaCl₂·2H₂O 0.1g, Agar 20g, 증류수 1,000ml, pH 7.0)를 이용하였고 고압살균 후 별도로 멸균한 Tween 80의 10% 수용액 100ml를 첨가해서 페트리접시에 흐르게 하면서 평판하였다. 이것에 화선배양으로 7일간 배양 후 집락주위에 불투명한 백색띠를 생성하는 것을 양성으로 하였다.

(카) 레시티나제

세균이 레시티나제를 이용 인지질인 레시틴(포스파티딜 콜린)을 가수분해해서 지방산을 생산하는지를 조사하는 시험이고, 배지(Beef extract 5g, Peptone 10g, NaCl 2.5g, Agar 15g, 증류수 1,000ml, pH 7.0) 고압살균한 뒤 50℃까지 냉각하고 난황액(무균적으로 취한 난황 50ml에 멸균한 0.85% NaCl 수용액 50ml 첨가) 100ml를 가해서 잘 혼합한 뒤 평판하고 세균을 화선배양으로 1주간 배양하였다. 생육한 집락의 주변에 백탁을 생성하는 것을 양성으로 판정하였다.

(타) Catalase

세균이 Catalase를 이용 직접 H₂O₂를 산소와 물로 분해하는 지를 조사하는 시험으로서 Beef extract:Peptone Agar 사면배지에 24시간 배양한 세균을 백금으로 슬라이드글라스 위에 조금 찍어 놓고 이 위에 3% 과산화수소수를 1방울 떨어뜨린 후 다량의 기포가 연속적으로 발생하는 것을 양성으로 판정하였다.

(파) Oxydase

이 시험은 시토크롬 C의 유무를 시토크롬 옥시다제의 유무에 의해 검정하는 것으로서 Beef extract-Peptone Agar 사면배지에 24시간 배양한 균체를 백금으로 취해서 1% 테트라 메틸 파라페닐렌디아민염산염 수용액을 스며들게 한 여과지에 놓은 뒤 10초 이내에 균체가 짙은 청자색으로 착색하는 것을 양성으로 판정하였다.

(하) 성장요구성 시험

이 시험은 세균이 성장소를 요구하는지 여부를 조사하는 것으로서 배지((NH₄)₂HPO₄ 0.5g, K₂HPO₄ 0.4g, MgSO₄·7H₂O 0.05g, NaCl 0.1g, FeCl₃ 0.01g, Glucose 1g, 증류수 1,000ml) 조제후 이 배지를 둘로 나누어 한쪽에는 yeast extract를 0.3%의 농도로 첨가하고 2주간 배양하였다. 어느 배지에서도 생육이 인정되어지는 것을 성장소 비요구성, yeast extract를 첨가한 배지에서만 생육하는 것을 성장소요구성으로 판정하였다.

(2) PCR Ribotyping에 의한 간이동정

PCR ribotyping은 세균의 *rnm* 오페론중 16S rRNA와 23S rRNA 유전자 사이의 spacer gene 을 증폭하여 나타나는 핵형에 따라 세균의 종 또는 스트레인을 비교하는 유전자 분석방법이다 (그림 3). 여기서는 2001년도 분리한 53균주중 대표균주 16주를 선발하여 시험을 수행하였고 대조균주로서 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, *Erwinia chrysanthemi*를 이용하였다.

과정은 대략적으로 PCR 현탁액의 준비, PCR, 전기영동 등으로 이루어졌고 대략 6시간 소요되었다(그림 2). 현탁액의 준비는 시험균주의 균총을 수집한뒤 살균수가 포함된 에펜 돌프튜브에 넣고 볼텍스믹서로 섞은후 12,000rpm에서 10분간 원심분리하고 상등액을 조심스럽게 제거한뒤 침전물에 다시 살균수 0.5ml를 첨가하고 볼텍스 믹서를 이용 현탁하였다. 에펜도르프튜브에 적정액의 살균수를 넣고 Buffer, dNTP, BSA 및 *Taq* DNA Polimerase를 첨가하여 PCR 혼합액을 준비, PCR 튜브에 49 μ 씩 분주하였다. 다시 여기에 2종의 프라이머 495F, 23r 및 균 현탁액 1 μ 를 넣고 표 1에서와 같이 35회 증폭하였다. 전기영동은 1.2% agarose gel을 이용해 실시하였고 염색은 EtBr을 이용하였다(표 1).

rnm operon

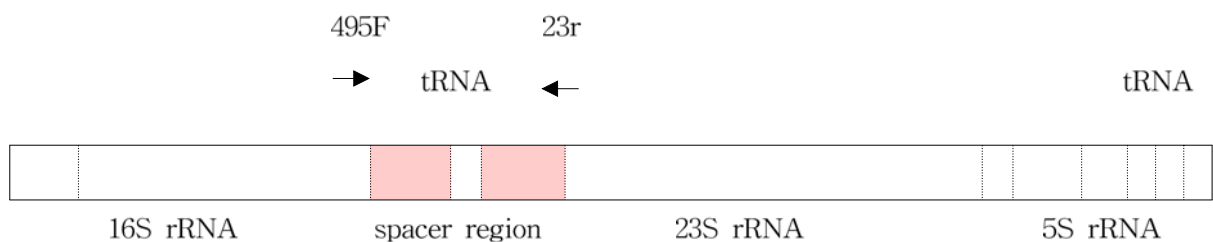


그림 2. 무름병 동정을 위한 PCR 과정에 있어서의 유전자 증폭영역

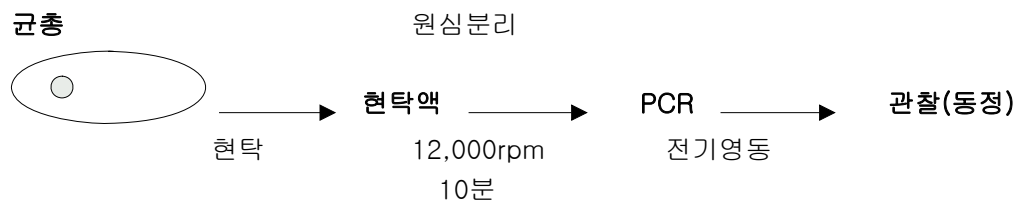


그림 3. PCR-ribotyping을 이용한 세균 동정 과정

표 1. PCR 및 전기영동 조건

세균농도(OD ₆₀₀)	0.05 - 2.0	
Primer	495F : 5'-AGTCGTAACAAGGTAGCCGT- 3'	
	23r : 5'-GTGCCAAGGCATCCAG- 3'	
PCR 혼합액	완충액 : 100mM TrisHCl (pH8.3)50mM KCl	94℃ : 4분
	MgCl ₂ : 0.15mM	94℃ : 1분 35회 반복
	dNTP : 0.2mM	58℃ : 1분
	Taq효소 : 2units	72℃ : 3분
	프라이머 : 20pmol	72℃ : 10분
	BSA : 0.01g	전기영동 Seakem GTG 1.2%, 1:40

3. 칼라무름병 발생소장조사

칼라에 피해가 가장 심한 무름병의 발생시기 및 피해정도를 조사하기 위해 실시하였고, '오렌지엘리트'와 '블랙매직'을 7월 중순에서 9월 상순까지 10일 간격으로 조사하였다. 재배는 비가림하우스내에서 토경재배와 상자재배로 나뉘어 실시하였고 파종시기는 6월 중순부터 7월 하순까지 5회에 걸쳐 순기별로 파종하였다.

4. 무름병 발생온도 구명

무름병 발생에 미치는 온도의 영향을 구명하기 위해 실시하였고 시험품종으로 Black Magic을 이용하였고 처리온도는 5℃에서 35℃까지 5℃간격 7처리로 하였다. 시험균주는 균주특성, 분리 부위 및 시기 등을 고려하여 분리번호 15, 18, 77, 83, 2-1-2 등 5주를 선택하여 시험하였다. 대상균주를 우선 PPGA 배지에 이식하여 2일간 배양후 살균수에 현탁하여 접종원으로 이용하였고 줄기채취후 20cm로 절단하여 중앙부에 무름병균 현탁액 핀점 종하고 2일후의 병반길이를 조사하였다.

5. 무름병 분리균 억제내성 검정

이 시험은 무름병 분리균이 현재 시판되고 있는 무름병 방제약제에 대해 내성이 있는지를 조사하기 위해 실시하였고, 2000 및 2001년에 분리한 모든 균주를 대상으로 스트렙토마이신설페이트, 옥쏘리닉에시드 등 2가지 약제에 대해 내성유무를 조사하였다.

항생물질감수성검정배지(Beef extract 5g, Peptone 10g, NaCl 2.5g, Glucose 10g, Agar 15g, 증류수 1L, pH 7.0으로 조정)를 조제후 9cm 페트리접시에 분주하였고, 균현탁액은 살균수 조제후 병원균 밀도 10^7 /ml 정도 되도록 현탁하여 이용하였다. 페트리접시당 균현탁액 0.3ml를 넣고 구슬을 이용하여 고르게 펼친 다음 항생제디스크(스트렙토마이신설 페이트 : 10MCG, 옥쏘리닉에시드 2MCG)를 배지 위에 올려놓고 28℃에 3일간 배양 후 항생제디스크 주변에 나타나는 억제밴드를 관찰하였다. 억제밴드가 나타나면 감수성, 억제밴드가 없고 균이 항생제디스크를 덮으며 자라면 내성으로 판정하였다.

6. 칼라 품종별 무름병 저항성 검정

‘크로마텔라’ 등 36품종을 대상으로 무름병에 대한 저항성을 검정하였다. 시험에 이용한 균주는 2000년도에 분리한 균주중 병원성이 약했던 15, 병원성이 중정도인 77, 병원성이 강한 84 등 3균주를 이용하였다. 무름병 발생온도구명 시험과 마찬가지로 균주를 PPGA배지에서 2일간 배양한 다음 살균수에 현탁한 후 점종원으로 이용하였다. 품종별로 줄기를 채취하여 20cm로 절단 후 중앙부에 무름병균 현탁액을 핀점종한 다음 28℃에서 배양하여 48시간 경과후 무름병의 진전정도를 조사하였다.

7. 무름병 방제약제 선발

무름병 방제약제를 선발하기 위한 시험으로서 대상품종은 블랙매직을 이용하여 2001년도와 2002년도 2회에 걸쳐서 수행하였고 2001년도에는 토양소독제인 다조메입제 처리와 일반약제 경엽살포 등의 복합처리에 의한 방제효과를 조사하였고 2002년도에는 토양살충제인 메토프립제 처리와 일반약제 경엽살포 등의 복합처리에 의한 방제효과를 검토하였다(표 2, 표 3). 시험구배치는 난괴법 3반복으로 하였고 발병조사는 마지막 약제처리 10일 후 발병주율로 하였다.

표 2. 2001년도 칼라무름병 약제방제

처리 번호	약제 및 처리방법
1	무처리
2	다조메입제 30kg/10a 정식전 토양처리
3	옥쏘리닉에시드수화제 1,000배액 발병초부터 10일간격 3회처리
4	농용신수화제 1,000배액 발병초부터 10일간격 3회처리
5	다조메입제 30kg/10a 정식전 토양처리 + 옥쏘리닉에시드수화제 1,000배액 발병초부터 10일간격 3회처리

※ 정식 : 6/18, 약제처리 : 7/25, 8/3, 8/8, (다조메입제 5/24), 조사 : 8. 20

표 3. 2002년 칼라무름병 약제방제

처리 번호	약제 및 처리방법
1	무처리
2	옥소리닉에시드수화제 1,000배액 발병초부터 10일간격 3회처리
3	농용신쿠퍼수화제 1,000배액 발병초부터 10일간격 3회처리
4	에토프입제 6kg/10a 정식전 토양전면훈화 + 옥소리닉에시드 1,000배액 발병초부터 10일간격 3회처리
5	에토프입제 6kg/10a 정식전 토양전면훈화

※ 정식 : 6/12, 약제처리 : 7/30, 8/9, 8/11 (에토프입제 6/11), 조사 : 8/30

IV. 결과 및 고찰

1. 칼라병해 종류조사

칼라에 발생하는 병해로서 바이러스병 등 5종이 조사되었다(표 4). 이중 무름병의 피해가 6월부터 9월에 걸쳐 가장 심했고 다음으로 바이러스병과 잎마름 증상이 8월부터 9월 사이에 발생이 많았다. 잣빛곰팡이병은 이른봄 온실내 화분에서 재배되고 있는 식물체로부터 조사되었고 발생은 미미하였다. 탄저병은 8월 비가림하우스에서 조사되어졌고 잣빛곰팡이병과 마찬가지로 피해는 그다지 심하지 않았다. 잎마름 증상은 생육후기에 관리가 잘 이루어지지 않아서 발생하는 것으로 생각되고 관리만 잘해주면 피해가 크지 않을 것으로 생각된다. 조사된 병해의 병징 및 병원균의 모습은 그림 4와 같고 아직 재배초기라 역병과 같은 병해는 조사되지 않았지만 앞으로 계속적으로 병해의 발생추이를 조사할 필요가 있다고 판단된다.

표 4. 칼라에 발생하는 병해종류

병 해 명	병 균 명	발병정도 (0~9)	발생시기	비 고
바이러스병	-	1~3	8~9월	비가림하우스
무름병	<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>	1~9	6~9월	"
잣빛곰팡이병	<i>Botrytis cinera</i>	1	4~5월	온실
잎마름증	<i>Alternaria</i> sp. <i>Cladosporium</i> sp.	1~3	8~9월	비가림하우스
탄저병	<i>Glomerella cingulata</i>	1	8월	비가림하우스

2. 무름병균 분리 및 분리균주 동정

가. 무름병균 분리

칼라에서 무름병균 분리는 3년 동안 변법도리가루스키배지를 이용하여 분리하였다. 처음에는 변법 CVP배지를 이용하여 분리하였으나 배지조제가 어렵고 또한 분리빈도가 낮아 변법도리가루스키배지로 대체하였다. 균의 분리는 시기별, 품종별, 분리부위별로 나누어 실시하였고 분리시 균의 밀도를 높이기 위해 식물체로부터 직접 분리하지 않고 먼저 감자절편에 접종한 다음 부패한 절편으로부터 균을 분리하였다.



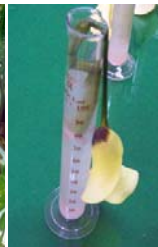
바이러스병



탄저병



무름병



잿빛곰팡이병(*Botrytis cinera*)



앞마름증상(*Alternaria* sp.)

그림 4. 칼라에 발생하는 병해의 병징 및 병원균 모습

2000년도에는 ‘베스트골드’ 등 9품종에서 83주를 분리하였고 2001년도에는 ‘블랙아이뷰티’ 등 9품종에서 53주를 분리하였으며 2002년도에는 ‘블랙매직’ 등 4품종에서 31주를 분리 총 15품종에서 170주를 분리하였다(표 5). 품종별로는 가장 많이 재배되는 품종인 ‘블랙매직’에서 64주를 분리하였고, 다음으로 ‘스트로베리레드’ 21주, ‘크리스탈그로우’ 19주, ‘블랙아이뷰티’ 및 ‘포트어브골드’ 18주 순으로 분리하였다. 분리한 균주는 15% 글리세롤에 현탁한 후 -40℃ 초저온냉동고에서 보관하였으며 균의 동정, 생리생태구명 및 방제시험에 이용하였다.

표 5. 칼라 무름병균 분리내역

품종명	분리균주수			계
	2000 !	2001 !	2002 !	
베스트골드	4	-	-	4
블랙아이뷰티	15	3	-	18
블랙매직	19	37	8	64
크리스탈그로우	-	-	19	19
플로렉스골드	3	2	-	5
그린고테스	-	2	-	2
골든썬	-	-	3	3
이노센스	-	1	-	1
네놀리	-	4	-	4
오렌지엘리트	2	-	1	3
퍼시픽핑크	4	-	-	4
포트어브골드	17	1	-	18
센세이션	1	1	-	2
스트로베리레드	21	-	-	21
품종불명	-	2	-	2
계	86	53	31	170

나. 무름병 분리균주 동정

(1) 後藤·瀧川(1984), 西山(1978) 등에 의한 고전적인 방법

2000년 분리균 86균주중 대표균주 19균주에 대해서 後藤·瀧川, 西山 등의 방법을 이용해 동정시험을 수행하였다.

조사항목으로서 감자부패능 등 50 항목을 조사하였고 시험균 모두 감자에서 부패를 일으켰고 칼라에서 병원성을 나타냈으며, 그람반응에서는 그람음성으로 나타났고 OF시험에서는 조건적 혐기성균으로 나타났다. 또한 황화수소 및 인돌을 생성하였고 Tween 80의 가수분해는 음성으로 나타났으며, 효소반응실험에서 Urease, Phenylalanine deaminase 및 Oxydase는 음성, Catalase는 양성으로 나타났다. 이와같은 특성으로 미루어 볼 때 전형적인 *Erwinia*속의 특성과 일치하여 분리한 모든 균에 대해 *Erwinia*속균으로 동정하였다.

조사결과 공시균 사이에서 약간의 차이는 있지만 표 6과 같이 세가지 그룹으로 분리되었다. 여기서 그룹 I만이 대조균 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*와 거의 모든 특성이 일치하여 *E. carotovora* subsp. *carotovora*로 동정하였고, 그룹 II와 III은 대조균으로 이용한 6종중 어

표 6. 계속

구 분	칼라분리균주			대 조 균 주*					
	I (n=11)	II (n=1)	III (n=7)	ECB	ECC	ECA	ECW	EC	EO
Acid from									
Adonitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Amylose	-	w	-	-	-	-	-	-	-
Arabinose	-	w	-	-	-	-	-	-	-
Cellobiose	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Dextrin	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Dulcitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fructose	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Galactose	+	-	-	+	+	+	+	+	+
Glycerin	+	+	-	+	+	+	+	+	+
myo-Inositol	+	-	-	+	+	+	+	+	+
Inulin	-	w	w3/-4	-	-	-	-	-	-
Lactose	+	+	-	-	+	+	-	-	+
Maltose	-	+	-	+	-	+	-	-	+
Mannitol	+	-	-	+	+	+	+	+	+
Mannose	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Melibiose	+6/-5	+	-	-	+	+	-	+	+
Melezitose	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Palatinose	-	+	-	+	-	+	-	-	+
Raffinose	+	+	-	+	+	+	-	+	+
Ribose	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Saccharose	+	-	-	+	+	+	+	+	+
Salicin	+	-	-	+	+	+	+	+	+
Sorbitol	-	+	-	-	-	-	-	-	+
Sucrose	+	+	-	+	+	+	+	+	+
Trehalose	+	+	-	-	+	+	+	-	+
Xylose	+	+	-	+	+	+	+	-	+

* ECB : *Erwinia carotovora* subsp. *betavasculorum*, ECC : *E. c.* subsp. *carotovora*,
 ECA : *E. c.* subsp. *atrosepticum*, ECW : *E. c.* subsp. *wasabiae*, EC : *E.*
chrysanthemi, EO : *E. odoriferum*



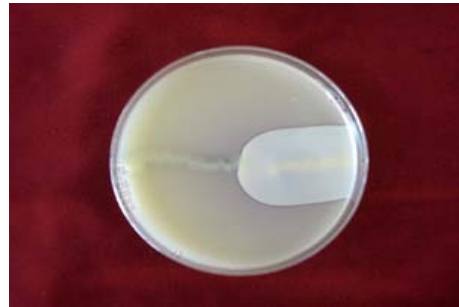
무름병균(전자현미경)



감자부패능



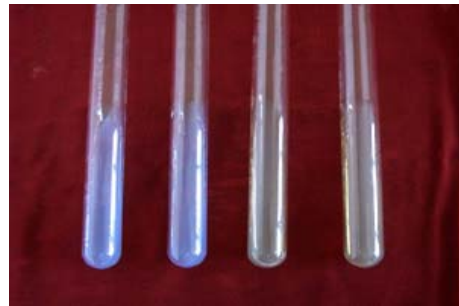
병원성검정(좌:건전, 우:발병)



Lecithinase(좌:음성, 우:양성)



당의 분해(좌:양성, 우:음성)



유기산 이용(좌:양성, 우:음성)

그림 5. 고전적인 방법에 의한 병원균 동정결과 모습

(2) PCR Ribotyping에 의한 칼라무름병 분리균 동정결과

PCR Ribotyping에 의한 동정은 세균의 *rm* 오페론중 16S RNA와 23S RNA 유전자 사이의 spacer gene을 증폭하여 나타나는 핵형에 따라 세균의 종 또는 strain을 비교하는 유전자 분석방법으로서 본 시험에서는 2000년도에 분리했던 53균주중 대표균주 16주를 선발하여 시험하였다.

PCR 과정 후 전기영동 결과(그림 6) 시험균주의 밴드형태가 2가지로 나타났다. 분리균 9번과 10번은 대조균주 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*와 동일한 분자량이 550, 590bp의 밴드형태를 나타냈고 나머지는 520, 590bp의 밴드형태를 나타냈다. 11 및 41번 균주는 밴드형태가 나타나지 않았는데 이것은 PCR 과정중 유전자의 증폭이 일어나지 않은 결과에 기인한 것이고, 원인으로서 접종원 조제시 균의 사멸 등의 문제가 있었거나 아니면 균배양액을 PCR 튜브에 넣을 때 매우 미량이기 때문에 첨가되지 않았을 수도 있다고 생각된다. 명 등에 의하면 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*균은 550, 590bp 또는 520,

590bp의 밴드형태를 나타낸다고 한다. 따라서 시험균주 모두 *Erwinia carotovora*로 동정하였고 subspecies까지의 동정은 이 PCR Ribotyping만으로는 어렵다고 생각된다. 하지만 이 방법은 균의 동정까지 불과 6시간정도 밖에 걸리지 않고 정확도 또한 높기 때문에 세균의 빠른 검정이 요구될 때 매우 유용하다고 생각된다.



그림 6. 칼라 무름병 분리균의 PCR Ribotyping 결과
Ecc : *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, Ec : *Erwinia chrysanthemi*

3. 칼라무름병 발생소장조사

칼라에서 가장 피해가 큰 병해는 무름병으로서 이 시험에서는 무름병의 시기별 발생조사를 하였다. 재배는 비가림하우스내에서 상자재배와 토경재배로 나누어 실시하였고 파종은 6월 중순부터 7월 하순까지 순기별로 하였으며, 품종은 '오레지엘리트'와 '블랙매직'을 공시하였다.

무름병 발생에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 온도와 습도이고 본시험은 비가림하우스내에서 이루어졌기 때문에 온도가 무름병 발생에 가장 큰 영향을 미쳤을 것이라고 생각된다. 대관령 지역에서 최고, 최저 및 평균 기온을 조사한 결과 7월 상순부터 8월 하순까지는 그다지 온도의 변화가 없었고 9월 상순경에 온도가 떨어졌다가 다시 완만해지는 결과가 나타났다(그림 7).

무름병은 7월 중부터 9월 중순까지 조사기간 내내 발생하였고 구근이 발아하기 시작하는 7월 중순부터 발생하기 시작하여 8월 상순부터 하순까지 발생이 가장 심했고 9월에 접어들면서 무름병 발생도 줄어들었다(표 7, 8).

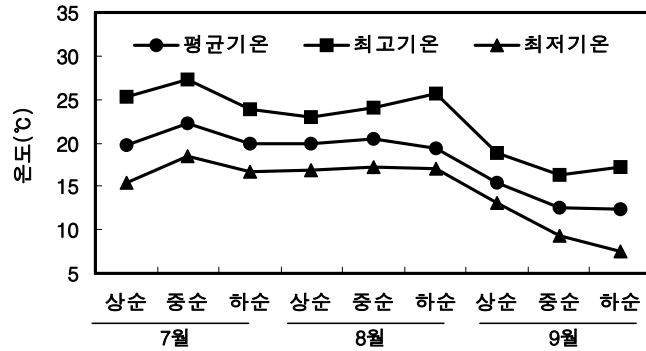


그림 7. 2000년도 대관령지역의 최고, 최저, 평균기온

표 7. 상자재배에서 품종별, 파종시기별 무름병 발생소장 조사결과

품종 및 파종기	7/14	7/21	7/27	8/9	8/17	8/29	9/18	
오렌지엘리트	6월 중순	15.0	36.7 (3.3)	30.0 (8.3)	56.7 (26.7)	51.7 (33.3)	63.3 (40.0)	75.0 (46.7)
	6월 하순	3.3	6.7	15.0 (3.3)	36.7 (18.3)	38.3 (25.0)	50.0 (31.7)	61.7 (45.0)
	7월 상순	-	-	-	26.7 (8.3)	30.0 (8.3)	65.0 (33.3)	78.3 (56.7)
	7월 중순	-	-	-	1.7	3.3	10.0 (1.7)	30.0 (5.0)
	7월 하순	-	-	-	-	1.7	11.7 (3.3)	41.7 (10.0)
	6월 중순	-	-	-	18.3 (6.7)	26.7 (11.7)	40.0 (16.7)	56.7 (36.7)
블랙매직	6월 하순	-	-	-	1.7	8.3	16.7 (3.3)	28.3 (11.7)
	7월 상순	-	-	-	-	-	3.3 (1.7)	15.0 (5.0)
	7월 중순	-	-	-	-	-	1.7	11.7 (1.7)
	7월 하순	-	-	-	-	-	-	-

재배방법별 무름병 발생은 상자재배가 토경재배보다 피해가 훨씬 심한 것으로 나타나 처음에 예상했던 결과와 오히려 반대로 나타났다. 상자재배에서는 상자별로 분리되어 있기 때문에 병원균의 유입이나 이동이 차단되기 때문에 피해 또한 경감될 것이라고 생각했으나 원인을 분석한 결과 상자재배가 토경재배보다 생육에 좋은 조건이었고 10일 정도 빨리 발아해서 가장 더운 시기인 8월에 생육이 이루어졌기 때문으로 생각된다.

파종시기별로 보면 6월 중순에 파종했을 때 무름병 피해가 가장 심했는데 이것도 마찬가지로 일찍 파종하면 빨리 발아해서 무름병이 발생하기 쉬운 고온기에 생육하였기 때문으로 생각된다. 품종별로 살펴보면 '오렌지엘리트'가 '블랙매직'보다 일주일 정도 일찍 발아하였고 무름병 발생 또한 조금 높게 나타났다. 품종별로 발아에 차이가 있었던 것은 휴면타파와 관련이 있거나 구근의 크기에 차이가 있었을 것으로 생각된다.

표 8. 토경재배에서 품종별, 파종시기별 무름병 발생소장 조사결과

품종 및 파종기	7/14	7/21	7/27	8/9	8/17	8/29	9/18	
오렌지 엘리트	6월 중순	-	-	-	-	1.7	3.3 (3.3)	
	6월 하순	-	-	-	-	1.7	6.7	
	7월 상순	-	-	-	3.3	5.0	11.7 (3.3)	15.0 (5.0)
	7월 중순	-	-	-	-	1.7	1.7	3.3 (1.7)
	7월 하순	-	-	-	-	-	3.3	3.3 (3.3)
	6월 중순	-	-	-	-	-	3.3	3.3 (3.3)
블랙매직	6월 하순	-	-	-	-	1.7	1.7 (1.7)	
	7월 상순	-	-	-	-	8.3 (1.7)	10.0 (1.7)	
	7월 중순	-	-	-	-	-	3.3	
	7월 하순	-	-	-	-	-	-	
	7월 하순	-	-	-	-	-	-	

※ 발병주율(%) : 고사주율 포함 ()는 고사주율(%)

무름병은 7, 8월 고온기에 피해가 가장 심하게 나타나고 온도가 낮은 고랭지라도 최고기온이 25℃ 내외로서 무름병 발생에 호조건이 된다. 특히 비가림하우스 재배에서는 온도가 더 높을 것이라고 생각되고 이 시기에 재배를 위해서는 차광막 설치 등 온도를 낮추기 위한 여러 가지 방법이 필요하다고 생각된다.

4. 무름병 발생온도 구명

무름병 발생에는 온도가 가장 큰 영향을 미치고, 여기서는 무름병 분리균을 이용해서 온도별로 무름병 발생정도를 조사하였다(표 9).

조사결과 15℃까지 무름병은 발생하지 않았고 20℃에서 35℃까지 발생하였으며 30℃에서 무름병 발생이 가장 심하게 나타났다. 균주별로도 차이가 있었고 분리균 77번의 경우 가장 넓은 범위에서 가장 높은 병원성을 나타냈으며 20℃에서도 발병을 일으켰다. 또한 분리균 15번은 35℃에서 분리균 18번은 30℃에서 모두 약한 병원성을 나타냈고 분리균 83번과 2-1-2번은 25℃부터 35℃ 사이에서 병원성을 나타냈고 30℃에서 가장 높은 병원성을 나타냈다.

무름병 발생은 30℃ 전후에서 가장 심하고 15℃ 이하에서는 발생하지 않으며 비교적 낮은 온도인 20℃에서는 병원균에 따라 발생할 수 있다는 결과를 얻었다. 따라서 무름병의 피해를 줄이기 위해서는 20℃이하의 비교적 저온에서의 재배가 필요하다고 판단되어진다.

표 9. 온도별 무름병 발생정도

균주번호	온도							
	5℃	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	35℃	
15	-	-	-	-	-	-	+	
18	-	-	-	-	-	+	-	
77	-	-	-	+	++	+++	+++	
83	-	-	-	-	++	+++	++	
2-1-2	-	-	-	-	+	+++	+	

- : 발병 무, + : 소발병, ++ : 중간 발병, +++ : 발병 심

5. 무름병 분리균 억제저항성 검정

무름병이 발생한 포장에서 약제를 살포하여도 방제효과가 미미하거나 전혀 없는 경우가 있다. 이것은 병원균이 약제에 대해 내성이 생겼을 가능성이 높고 본시험에서는 무름병 분리균주가 국내에서 가장 많이 사용되고 있는 두가지 성분의 약제에 대해 내성이 있는지를 검정하였다.

옥소리닉에시드에서는 대상균주 131주 모두 감수성을 나타냈고, 스트렙토마이신 설페이트에서는 2000년 분리균 24주가 내성, 55주가 감수성으로 나타났으며 2001년 분리균은 모두 감수성이었다. 억제밴드에 있어서는 옥소리닉에시드가 2MCG로 스트렙토마이신 설페이트 10MCG보다 낮은 농도의 항생제 디스크를 사용했음에도 불구하고 훨씬 더 넓은 억제밴드를 나타냈다(그림 8, 표 10).

무름병 방제를 위해 약제를 살포할 경우 스트렙토마이신 계열을 연용하면 약제에 대한 내성균의 출현을 야기시킬 가능성이 높다. 옥소리닉에시드도 마찬가지로 본 시험에서는 내성균의 출현이 없었지만 내성균 출현에 대한 가능성을 배제할 수 없다고 생각된다. 따라서 약제살포시에는 두가지 성분의 약제를 교호로 살포하는 것이 병방제 효과를 높일 수 있고 내성균의 출현도 억제할 수 있다고 생각된다.



(좌) OA, (우) SM 모두 감수성



(좌) OA 감수성, (우) SM 내성

그림 8. 무름병 분리균의 억제내성검정 결과 모습

(OA : 옥소리닉에시드, SM : 스트렙토마이신 설페이트)

표 10. 칼라무름병 분리균 억제내성검정 결과

분리년도	검정 균주수	SM*		OA**		비고
		저항성	감수성	저항성	감수성	
'00	79	24	55	0	79	
'01	52	0	52	0	52	
계	131	24	107	0	131	

* 스트렙토마이신 설페이트 10MCG, ** 옥쏘리닉에시드 2MCG

6. 칼라 품종별 무름병 저항성 검정

무름병 방제에 있어서 가장 좋은 방법이라면 저항성 계통을 이용하는 것이다. 따라서 본 시험에서는 여러지역에서 수집한 '크로마텔라' 등 36 품종 및 계통에 대해서 무름병에 대한 저항성이 있는지 여부를 조사하였다.

시험품종 절반정도가 15번 균주에 대해서는 발병하지 않았고 77번과 84번 균주에 대해서는 모두 발병하였다. 따라서 무름병에 대해 완전히 저항성인 품종은 없는 것으로 나타났고, '망고', '포트어브골드', '하젤마리' 등 3품종이 무름병에 약간 저항성이 있는 것으로 나타났다(표 11). 하지만 본 시험은 포장에서 직접 실시한 것이 아니고 줄기를 채취하여 실험실에서 접종시험을 수행한 것이기 때문에 포장상태 하에서는 다른 결과를 나타낼 수도 있다고 생각된다.

결과적으로 칼라에서 무름병에 강한 저항성 품종이 없는 것으로 나타났기 때문에 무름병 방제를 위해서는 무름병균의 유입을 차단하거나 병원균은 상처를 통해 침입하기 때문에 식물체가 상처를 입지 않도록 하는 것이 중요하다.

표 11. 무름병 분리균 접종 품종별 무름병 발생정도

품 종 명	무름병 발생정도*			품 종 명	무름병 발생정도		
	15	77	84		15	77	84
크로마텔라	+	++	+++	핑크오팔	-	+++	+++
스트로베리레드	-	++	++	트레저	-	+++	++
핑크퍼수에이션	-	+++	+++	인트리그	++	+++	+++
화이트	++	+++	+++	포트어브골드	-	++	+
크리스탈그로우	-	+++	+++	브라이달브러쉬	-	+++	+++
오크레	-	+++	+++	골든썬	-	+++	+++
하비스트문	+	+++	+++	블랙아이뷰티	+	+++	+++
마제스틱레드	-	+++	+++	센세이션	-	++	++
오로라	+	+++	+++	블랙매직	+	++	+++
도미니크	+	+++	+++	하젤마리	-	+	++
햇썬	++	+++	+++	베스트골드	+	++	+++
네놀이	+	+++	+++	골든어페어	-	++	+++
버터스카치	+	+++	+++	퍼시픽핑크	++	+++	+++
골든너겟	++	+++	+++	이노센스	-	+++	+++
인스피레이션	++	+++	+++	카메오	-	+	+++
망고	-	+	++	치안티	+	+++	+++
썬그로우	-	++	+++	플로렉스골드	-	++	++
라벤더페이트	+	++	+++	엘마로	-	+++	+++

* : - 무발병, + 0~5cm 발병, ++ 5.1~10cm 발병, +++ 10cm 이상 발병

7. 무름병 방제약제 선발

본 시험은 무름병에 효과적인 약제를 선발하기 위해 2001년과 2002년 2회에 걸쳐 실시되었다. 2001년도에는 고랭지인 대관령에서 토양소독제인 다조메입제와 일반 무름병 등록 약제의 복합처리효과를 검토하였고 2002년도에는 평지인 춘천에서 토양살충제인 에토프입제와 일반 무름병 등록 약제의 복합처리 효과를 검토하였다.

2001년도 약제방제효과 시험 결과, 옥소리닉에시드수화제의 처리가 발병주율 0%로 가장 낮게 나타났고, 농용신수화제는 4.2%로서 무처리 5%와 별차이가 없었으며, 다조메입제로 토양소독을 한 처리구에서는 11.5%로 무처리보다 오히려 더 높은 발병율을 나타냈다(표 12). 다조메입제의 토양소독처리가 무처리에 비해 발병율이 높게 나타났던 것은 완전한 무균상태하에 병원균의 유입시 토양내 미생물에 의한 경쟁이나 길항력이 없어서 병원균의 생육이 조장되었기 때문으로 생각된다. 이 시험에서는 무처리의 발병율이 5%로 낮게 나타났는데 이 결과로 약제의 방제효과를 검토하기에는 무리가 있다고 생각된다.

표 12. 약제처리별 칼라 무름병 발병주율(2001년)

처리 번호	처 리 약 제	발병주율(%)			
		I	II	III	평균
1	무처리	9.1	5.0	5.9	5.0
2	다조메입제	5.9	28.6	0	11.5
3	옥소리닉에시드수화제	0	0	0	0
4	농용신수화제	0	0	12.5	4.2
5	다조메입제+옥소리닉에시드수화제	5.0	5.9	14.3	8.4

2002년도 약제방제효과시험에서는 2001년도와 마찬가지로 옥소리닉에시드수화제의 처리가 방제가 62.6%로 가장 높게 나타났고 농용신수화제가 46.0%로 옥소리닉에시드수화제보다 조금 낮게 나타났다. 토양살충제인 에토프입제의 처리도 발병주율이 24.3%로 다조메입제의 처리에서처럼 무처리 18.2%보다 높게 나타났다. 에토프입제와 옥소리닉에시드수화제의 복합처리도 발병주율 9.1%로 옥소리닉에시드수화제 단독처리 6.0%에 비해 다소 높게 나타났으며 기대했던 것과 반대의 결과가 나온 원인에 대해서는 구명중에 있다(표 13).

표 13. 약제처리별 칼라 무름병 방제효과(2002년)

처리 번호	처 리 약 제	발병주율(%)				방제가
		I	II	III	평균	
1	무처리	15.9	11.4	27.3	18.20	-
2	옥소리닉에시드수화제	6.8	4.5	6.8	6.03	62.6
3	농용신수화제	4.5	9.1	15.9	9.83	46.0
4	에토프입제+옥소리닉에시드수화제	9.1	6.8	11.4	9.10	50.0
5	에토프입제	20.5	18.2	34.1	24.27	-

토양소독제인 다조메입제와 에토프입제의 처리효과가 전혀 없게 나타난 것은 시험구의

면적이 처리구당 10평방미터 내외로 좁았기 때문에 관수작업을 통한 병원균의 유입 등 기타 외부요인의 영향을 많이 받았을 가능성이 있고 시험구 면적을 100평방미터 이상으로 늘린다면 다음 두가지 약제처리에 의한 방제효과가 분명히 나타날 것으로 생각된다.

무름병 방제에 약제를 처리함에 있어서 방제효과는 60% 내외로 낮은 편이고 그에 따라서는 방제효과가 전혀 없게 나타날 수도 있다고 생각된다. 무름병을 약제에만 의존해서 방제하기는 힘들고, 약제처리와 더불어 재배조건 특히 온도와 습도조절에 주의를 할 필요가 있다.

V. 적 요

1. 칼라병해 종류조사

칼라에 발생하는 병해로서 바이러스병 등 5종이 조사되었고 무름병의 발생이 가장 심했다.

2. 무름병균 분리 및 분리균주 동정

가. 무름병균은 ‘블랙매직’ 등 15품종에서 2000년부터 2002년까지 3년간 170주를 분리하였다.

나. 2000년 분리균주 86주중 19균주를 선발하여 後藤·瀧川(1984), 西山(1978)의 방법에 의해 동정한 결과 3개의 그룹으로 나뉘었으며 그룹 1만이 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*로 동정되었고 나머지 두 그룹은 추후 동정예정

다. 2001년 분리균 53주중 대표적인 16균주를 선발하여 Ribotyping 시험결과 두가지 밴드형태를 나타냈고 모두 *Erwinia carotovora*균의 형태로 나타났다.

3. 칼라무름병 발생소장조사

무름병의 발생은 7월 중순부터 발생하기 시작하여 8월 말까지 심하게 발병하다가 점점 줄어들면서 9월 중순 이후 더 이상의 진전은 없었다.

4. 무름병 발생온도 구명

대표균주 5주를 선발하여 온도별 병원성을 검정한 결과 20℃이상에서 병이 발생하였고 30℃에서 가장 높았으며 시험균주 중에서는 77번이 가장 넓은 온도 범위에서 병원성을 나타냈다.

5. 무름병 분리균 약제저항성 검정

2000년 및 2001년 분리균 131균주에 대한 저항성검정 결과 옥소리닉에시드에서는 모두 감수성으로 나타났고 스트렙토마이신설페이트에서는 2000년 분리균중 24주가 저항성으로 나타났으며 나머지는 모두 감수성이었다.

6. 칼라 품종별 무름병 저항성 검정

칼라 품종별 저항성 검정 시험에서는 모든 품종에서 발병하였으나 이중 ‘망고’, ‘포트어브골드’, ‘하젤마리’ 등 3품종이 약하게 발병하였다.

7. 무름병 방제약제 선발

가. 2001년도 시험에서는 약제처리중 옥소리닉에시드수화제가 발병주율 0%로서 가장 좋았고 다조

메입제에 의한 토양소독은 오히려 무처리보다 발병주율이 높았는데 그것은 토양내 길항미생물까지 사멸시킴으로써 병원균 침입에 대한 대항능력을 상실해버렸기 때문으로 생각된다.

- 나. 2002년도 시험에서는 2001년도와 마찬가지로 옥소리닉에시드수화제가 방제가 62.6%로 가장 효과가 좋았고 정식전 토양살충제의 처리는 무름병발생에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

VI. 인용문헌

- 최재을, 박종성, 인무성, 안병창. 1987. *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*에 의한 구약감자 무름병. 한국식물병리학회지. 3(3):236-238.
- 최재을, 한광섭, 유승헌. 1989. 당근무름병을 일으키는 병원세균의 동정. 한국식물병리학회지. 5(4):349-353.
- 後藤正夫, 瀧川雄一. 1984. 植物病院細菌同定のための細菌學的性質の調べかた(2). 植物防疫 38(9):385-389.
- 後藤正夫, 瀧川雄一. 1984. 植物病院細菌同定のための細菌學的性質の調べかた(3). 植物防疫 38(9):433-437.
- 後藤正夫, 瀧川雄一. 1984. 植物病院細菌同定のための細菌學的性質の調べかた(4). 植物防疫 38(9):479-484.
- 今村有里. 1998. 田地カラーの安定生産技術. (2) 田地カラーの軟腐病發生防止對策. 奈良農試 高原分場 平成10年1月 376-377.
- 今村有里. 1999 田地カラーの安定生産技術. (4) 軟腐病發生防止對策. 奈良農試 高原分場 平成11年2月 428-429.
- 김홍재, 김선국, 나택상. 2001. 유색칼라 구근 크기별 적정용기 크기구명시험. 전남농업기술원 2000년도 시험보고서 p 422-424.
- 김영철, 송동업, 조백호, 김기청. 1993. 무름병균 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*에서 병원성 관련 DNA의 클로닝. 한국식물병리학회지. 9(3):213-217.
- 고정애, 김영선, 윤종선. 1996. 칼라(*Zantedeschia aethiopica* spp.)의 약배양에 의한 배발생 및 식물체 재분화. 한국원예학회지. 37(3):468-474.
- Kwon, S. W., Myung, I. S., Go, S. J. 2000. Detection of *Pectobacterium chrysanthemi* using specific PCR primers desined from the 16S-23S rRNA intergenic spacer region. *Korean J. Plant Patho.* 16(5):252-256.
- 임춘근. 1995. *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*에 의한 치커리 세균성 무름병. 한국식물병리학회지. 11(2) 116-119.
- 남춘우. 2000. 고랭지 칼라 절화 및 구근생산기술 개발. 고령지시험장 1999년 시험보고서 p 401-401.
- Robert S. Dikey. 1979. *Erwinia chrysanthemi*: A comparative study of phenotypic properties of strains from several hosts and other *Erwinia* species. *Phytopathology* 69(4):324-329.