

GOVP1200623366

최 종  
연구보고서

T0015698

고추 역병 · 바이러스병 복합저항성  
신품종 육성

Breeding Varieties Resistant to Phytophthora Blight and  
Viral Diseases in Pepper (*Capsicum annuum*)

연구기관

경북대학교

농림부

## 제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “고추 역병·바이러스병 복합저항성 신품종 육성” 과제의 최종  
보고서로 제출합니다.

2006 년 7 월 15 일

주관연구기관명 : 경북대학교

총괄연구책임자 : 김 병 수

세부연구책임자 : 이 용 수

연 구 원 : 권 태 룡

연 구 원 : 이 문 중

연 구 원 : 장 길 수

협동연구기관명 : 영남대학교

협동연구책임자 : 장 무 응

# 요 약 문

## I. 제 목

고추 역병·바이러스병 복합저항성 신품종 육성

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

제한된 경지면적과 대체 소득작물의 부재 때문에 연작을 주로하고 있는 국내 고추 재배지에서는 역병을 비롯한 토양전염성 병의 발생으로 매년 많은 피해를 입고 있다. 이에 효과적으로 대처하기 위해서 저항성 품종의 개발이 요구되고 있다.

또한 최근 시설재배가 늘어남에 따라 저항성 대목에 접목하여 재배하는 면적이 늘어나고 있어서 토양전염성 병인 풋마름병과 역병에 복합저항성을 갖춘 대목품종의 개발이 필요하다.

그러나 어떤 품종이든 농가에 재배되기 위해서는 품질과 주요 바이러스병에 저항성을 갖추지 않으면 안 된다.

따라서 본 연구에서는 역병과 주요 바이러스병에 저항성을 갖춘 계통과 대목용으로 활용할 풋마름-역병 복합저항성 계통을 육성하고자 하였으며, 바이러스병의 육종기반을 확립하기 위하여 주요 바이러스병 저항성 재료를 검색하였다.

여러 가지 유용 형질을 고루 갖춘 품종을 육성하기 위해서는 일대잡종을 육성하는 것이 능률적이기 때문에 이를 위해 본 연구에서는 일대잡종 생산에 필수적인 세포질 웅성불임계 (Cytoplasmic male sterile line, CMS)와 핵유전형 웅성불임계 (Genic male sterile line, GMS)에 역병 저항성을 도입한 계통 혹은 집단을 육성하고자 하였다.

또한 역병 저항성으로 육성한 CMS와 GMS에 풋마름병-역병 복합저항성 계통을 교배하여 작성한 교배조합의 풋마름병과 역병에 대한 저항성을 온실에서 검정하고, 여기서 선발된 유망 교배조합의 실용화를 위하여 지역적응성 검정을 실시하였다.

국내 고추에 발생하는 바이러스를 분리 동정하고, 육종가의 바이러스병 저항성 육종 능력을 지원하였으며, 약독바이러스를 선발하여 바이러스병 저항성 방제 방안을 다원화 하는 것이 필요하다.

### III. 연구개발 내용 및 범위

선행연구와 본 연구기간 동안에 여러 가지 교배조합에서 유래한 육성집단에서 역병-바이러스병 복합저항성 계통을 선발하였으며, 고도의 풋마름병-역병 복합저항성 계통을 선발하여 대목품종의 한쪽 친으로 활용할 수 있게 되었다.

국내 고추에 주로 발생하는 *Pepper mild mottle virus* (PMMoV), *Cucumber mosaic virus* (CMV) 및 *Pepper mottle virus* (PepMoV)에 저항성을 다양한 재료에서 검색한 결과 *Capsicum chinense* 등 근연종은 물론 국내 재배종인 *C. annuum*에 속하는 재료에서도 고도의 저항성을 갖춘 유전자원을 찾을 수 있었다.

역병 저항성으로 육성한 CMS와 GMS를 이용하여 우선 대목으로 활용할 수 있는 조합을 작성하여 경남 밀양 상동과 경북 상주 화북의 농가에서 지역적응성 검정을 실시하여 유망한 결과를 얻었으며, 유망조합의 실용화를 준비하고 있다.

국내 고추에 발생하는 바이러스병을 분리 동정하였으며, 면역혈청을 이용한 진단 기술, RT-PCR을 이용한 바이러스 검정 기술을 개발하여 육종가 집단에 교육하고, 바이러스병 방제기술의 다원화를 위하여 약독바이러스 선발을 시도하였다.

### IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

본 연구는 역병, 풋마름병, 바이러스병 등에 복합저항성인 신품종을 육성하는 과제이며, 본 연구에서 이미 실용화가 가능한 연구가 달성되었으므로, 앞으로 이를 정비 향상시켜 상품화할 수 있는 연구비 지원을 건의합니다.

## SUMMARY

### Breeding Varieties Resistant to Phytophthora Blight and Viral Diseases in Pepper(*Capsicum annuum*)

Monoculture and continuous cropping is widely practiced in cultivation of pepper in Korea due to limited land area and lack of alternative cash crops. As a result, pepper industry faces severe crop loss from soil-borne diseases including Phytophthora blight (*Phytophthora capsici*) almost every year. Development of resistant cultivars is ever demanded to effectively cope with the soil-borne diseases, also for environment-friendly production.

With the recent increase in greenhouse crop, growing pepper grafted on resistant root stocks is increasing. Therefore, development of root stocks with resistance to both bacterial wilt (*Ralstonia solanacearum*) and Phytophthora root rot is also highly demanded.

Any cultivars should have acceptable quality and certain level of resistance to viral diseases to stand in farmer's fields.

In this study, therefore, lines with multiple resistance to Phytophthora blight and viral diseases were selected from various breeding populations. In addition, lines with high level of resistance to both bacterial wilt and Phytophthora blight were selected to be used in hybrids for rootstocks.

For building up the basis for breeding virus-resistant cultivars, resistance was searched in wide range of genetic resources. As a result, highly resistant materials to *pepper mottle virus* (PMMoV), *cucumber mosaic virus* (CMV), and *pepper mottle virus* (PepMoV) were found in *C. annuum* as well as in other species of genus *Capsicum* including *C. chinense*.

Hybrid cultivars are widely used in Korea and seeds of the hybrid cultivars are economically produced by manipulation of cytoplasmic (CMS) and genic male sterility (GMS). Therefore, CMS and GMS lines with resistance to *P. capsici* and viral diseases were developed.

In addition, crosses were made between the CMS and GMS lines and the lines bred for resistance to both bacterial wilt and Phytophthora root rot. A few promising combinations of them were tested for adaptability in farmer's fields and the best two combinations were selected.

In order to support pepper breeders, viral diseases of pepper were surveyed, the causal viruses were purified and identified. Diagnosis procedures and kits including anti-serum and RT-PCR techniques were developed and transferred to plant breeders. Mild strains of CMV were selected and tested for applicability to diversify the control measures.

# CONTENTS

Chapter 1. Summary of the project .....	9
Section 1. Purpose of the research .....	9
Section 2. Need and scope of the research .....	9
Chapter 2. Current domestic and overseas status of research and development in the area .....	10
Section 1. Domestic research and development .....	10
1. Breeding for resistance to bacterial wilt and Phytophthora blight .....	10
2. Breeding for resistance to viral diseases .....	10
3. Selection and use of mild strain for control of viral diseases .....	11
Section 2. Overseas research and development .....	11
1. Breeding for resistance to bacterial wilt and Phytophthora blight .....	11
2. Breeding for resistance to viral diseases .....	11
3. Selection and use of mild strain for control of viral diseases .....	12
Chapter 3. Research conducted and the results .....	13
Section 1. Breeding cultivars with resistance to Phytophthora blight and viral diseases .....	13
1. Breeding lines with multiple resistance to major diseases .....	13
2. Search for resistance to viral diseases .....	42
Section 2. Breeding F <sub>1</sub> hybrids with resistance to major diseases .....	72
1. Breeding cytoplasmic male sterile lines .....	72
2. Breeding genic male sterile lines .....	72
3. Making F <sub>1</sub> hybrids and testing their performance .....	75
Section 3. Pure isolation and identification of viruses infecting pepper and selection of mild strains .....	81
1. Methods used .....	81
2. Research conducted and the results .....	83
Chapter 4. Achievement of the research goal and contribution to the research field .....	118

Section 1. Achievement of the research goal .....	118
Section 2. Contribution to the research field .....	118
Chapter 5. Plans to use and apply the research results .....	119
Chapter 6. Overseas academic informations obtained during the project .....	120
Chapter 7. References .....	121



## 목 차

제1장 연구개발과제의 개요 .....	9
제1절 연구개발의 목적 .....	9
제2절 연구의 필요성 및 범위 등 .....	9
제2장 국내외 기술개발 현황 .....	10
제1절 국내 기술개발 현황 .....	10
1. 역병-뫼마름병 저항성 품종육종 기술 .....	10
2. 바이러스 저항성 품종 육종 기술 .....	10
3. 약독바이러스의 개발과 이용 .....	11
제2절 국외 기술개발 현황 .....	11
1. 역병-뫼마름병 저항성 품종육종 기술 .....	11
2. 바이러스 저항성 품종 육종 기술 .....	11
3. 약독바이러스의 개발과 이용 .....	12
제3장 연구 개발 수행 내용 및 결과 .....	13
제1절 역병-바이러스병 복합저항성 품종 육성 .....	13
1. 고추 주요 병 복합저항성 계통 육성 .....	13
2. 고추 바이러스병 저항성 재료 검색 .....	42
제2절 주요 병 복합저항성 일대잡종 육성 .....	72
1. 세포질웅성불임계의 육성 .....	72
2. 핵유전형 웅성불임계의 육성 .....	72
3. 교배조합의 작성과 지역적응성 검정 .....	75
제3절 고추에 발생하는 바이러스의 분리 동정과 약독 바이러스 선발 .....	81
1. 연구수행 방법 .....	81
2. 연구수행 내용 및 결과 .....	83
제4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....	118
제1절 목표의 달성도 .....	118
제2절 관련분야에의 기여도 .....	118
제5장 연구개발결과의 활용계획 .....	119
제6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	120
제7장 참고문헌 .....	121

## 제 1 장 연구개발과제의 개요

### 제1절 연구개발의 목적

고추 역병은 연작지에서 해마다 발생하여 많은 피해를 내는 주요 병이다. 이 병에 대한 저항성 품종을 육성하기 위하여 다년간 연구하여 왔으나, 육성품종이 농가에 재배되기 위해서는 수량과 품질이 우수해야 함은 물론 바이러스 저항성을 갖추는 것이 필수적임을 인식하고 본 연구는 다음과 같은 목적으로 수행하였다.

1. 육성중인 역병 저항성 계통에 바이러스 저항성을 더하여 역병-바이러스병 복합 저항성 계통 육성
2. 바이러스 저항성 재료의 검색
3. 고추에 발생하는 바이러스의 동정과 약독바이러스 선발
4. 주요 병 복합저항성 일대잡종 육성

### 제2절 연구의 필요성 및 범위 등.

1. 고추 역병은 약제에 의한 방제는 한계가 있으며, 경종적 방법과 저항성 품종을 함께 이용하는 종합적 접근이 필요하다.
2. 바이러스병은 농가에서 할 수 있는 방제 수단이 매우 제한되어 있기 때문에 이의 방제는 사실상 육종가의 몫이다.
3. 바이러스병 저항성 연구를 위해서는 바이러스 전문가와 공동연구가 필수적이다.
4. 연구기간인 3년에 수량성과 품질을 갖춘 신품종을 육성하는 것은 매우 힘들기 때문에 실용성 있는 품종의 육성은 역병과 풋마름병(청고)에 복합저항성을 갖춘 대목용 일대잡종 품종을 육성하는데 주력하였다.
5. 저항성 품종을 육성하기 위해서는 국내 고추에 발생하는 바이러스병의 종류를 파악하고, 이를 순수 분리하는 것이 필요하였다.
6. 저항성 품종을 육성하기 위해서는 시간이 걸리므로 약독바이러스를 선발하여 이를 실용화하면 단기간에 방제효과를 거둘 수 있고, 방제방법을 다원화할 수 있으므로 이를 시도하였다.

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

### 제1절 국내 기술개발 현황

#### 1. 역병-풋마름병 저항성 품종육종 기술

고추 역병은 일단 발생하면 방제가 어렵고, 피해가 매우 커서 국내외적으로 많은 육종적 노력을 기울여 왔으나 (황과 김, 222; 황 등, 2002; 김, 1986, 1988; 김과 황 등, 2002; 김과 손, 1992; 김 등, 1996) 상업용 품종이 시판되기 시작한 것은 2005년도이다. 그러나 역병에 저항성인 품종들은 모두 풋마름병에 이병성이어서 풋마름병이 발생하게 되면 또다시 큰 피해를 입게 되는 경우가 많이 보완 노력이 필요한 실정이다. 저항성 품종의 개발과 함께 병원균의 대응적 진화에도 대응해야 할 것으로 보인다. 역병 저항성이 먼저 실용화된 저항성 대목의 경우에 저항성 수준이 낮은 대목 품종이나 풋마름병 저항성을 갖추지 못한 품종은 농가에 큰 피해를 주고 민원의 대상이 되기도 하는 실정이다.

고추 역병에 대하여는 저항성 재료의 검색과 유전 육종에 관한 연구가 수행되었으나 풋마름병에 대한 연구는 매우 제한되어 있는 상황이다(Kim 등, 1998, 임과 김, 1994). 그러나 지구의 온난화와 시설재배가 늘어남에 풋마름병의 발생은 계속 증가할 것으로 예상된다.

#### 2. 바이러스 저항성 품종 육종 기술

국내에서는 고추에 발생하는 바이러스병의 분류 동정(Choi 등, 1989, 2002a, 2002b, 2002c; 강 등, 1973; 김과 최, 2001; 김 등, 1990a, 1990b; 김과 이, 1993; Kim 등, 2002; Lee 등, 2002a, 2002b, 임 등, 1991), 방제 (최 등, 1995; Lim 등, 1997; Sung 등, 2002)에 관한 연구보고는 있으나 고추의 바이러스병 저항성과 관련해서는 강과 최(1976)의 TMV에 대한 고추 품종 저항성 연구 이외에는 학술적으로 보고된 자료는 매우 적은 실정이다. 그러나 상업용 품종의 개발과 판매를 업으로 하고 있는 종묘회사에서는 그 동안 꾸준한 연구개발로 실용적인 측면에서 높은 기술수준에 도달한 것으로 보인다. 최근 식물병리학에서도 바이러스병학이 발달함에 따라 바이러스병 전문가와 육종가의 협력은 저항성 육종에 큰 힘이 되고 있다.

바이러스 발생양상도 재배환경의 변화와 함께 달라지는 것으로 나타나고 있다. 1990년대초의 조사에서는 TMV와 CMV가 주종을 이루고 있었으나 (김과 이, 1993; 김과 최, 2001, Kim 등, 1990a, 199b, 1990c) 최근에는 CMV가 제일 많고 *Pepper*

*mottle virus*(PepMoV), *Pepper mild mottle virus*(PMMoV), *Broad bean wilt virus* II (BBWV II), *Tobacco mild green mosaic virus* (TMGMV) 등도 많으나 TMV는 발생이 적은 것으로 보고되고 있다 (Choi 등, 2002a, 2002b, 2002c, Lee 등, 2002a, 2002b). 또한 신품종의 보급에 따라 새로운 바이러스 계통이 출현하고, 최근까지 국내에 발생이 적었던 *Broad bean wilt virus* (BBWV)가 줄기 괴저 증상을 일으킨다는 것을 보고하였으며(Lee 등, 2000; 박, 2004), 최근까지 국내에 발생이 보고된 적이 없으며 총채벌레에 의해 전염되는 *Tomato spotted wilt virus* (TSWV)의 발생이 보고되어 앞으로 꾸준한 육종 노력이 필요하다 (조등, 2005; Kim 등, 2004). 또한 파프리카에 Potato virus Y의 발생도 보고되었다 (Choi 등, 2005).

상업용 품종을 민간종묘회사에서 담당하게 되면서 저항성 재료와 육종에 관한 학술 논문이 매우 적은 것은 아쉬운 실정이다.

### 3. 약독바이러스의 개발과 이용

약독바이러스를 이용한 재배식물의 면역성 향상에 의한 바이러스병의 방제 기술은 오래 동안 이야기 되어 왔으나 아직까지 국내에서 실용화된 예는 없는 실정이다.

## 제2절 국외 기술개발 현황

### 1. 역병-꽃마름병 저항성 품종육종 기술

고추 역병은 세계적으로도 주요 병으로서 각국에서는 저항성 품종개발에 많은 노력을 기울이고 있다. 이 병에 대한 저항성 재료로는 PI201234, AC2258, CM334가 주로 사용되고 있으며(Alcantara와 Bosland, 1994; Bosland와 Lindsey, 1991; Gil Ortega 등, 1990, 1991, 1992, 1995), 저항성의 유전, 분자마크를 이용한 유전자 지도 작성, 분자표지를 이용한 선발, 순환선발에 의한 저항성 수준의 유지와 육종에 대한 연구가 활발하다(Lefebvre 등, 2004a, 2004b; Palloix 등, 2004).

### 2. 바이러스 저항성 품종 육종 기술

해외에서는 오래전에 이미 고추에 발생하는 바이러스의 분리 동정 (Berkeley, 1947; Brunt와 Kenten, 1972; Lockhart와 Fisher, 1974; Makkouk과 Gumpf, 1976; Murphy, 2002; Purcifil 등, 1975; Zitter, 1973), 방제 (Cohen과 Marco, 1973; Green과 Kim, 1991), 저항성 재료와 유전분석 연구(Cook, 1960, 1963)를 수행하여 근래에

는 신품종에는 보유 바이러스 저항성 유전자를 표시해 주고 있다. 아시아채소연구개발센터(AVRDC)의 경우도 바이러스 종류별 저항성 재료를 분류해 놓은 상태이다 (Green과 Kim, 1994).

최근에는 저항성 유전재료 및 유전자의 검색, 분자표지 개발, 유전자의 지도상 표기 (mapping) 등이 활발하게 진행되고 있다. 국내 고추에 발생하는 주요 바이러스별로 검토하고자 한다.

Tobamovirus에 속하는 *Pepper mild mottle virus* (PMMoV)의 경우 저항성 유전자는  $L^1$ ,  $L^2$ ,  $L^3$ ,  $L^4$ 가 보고되어 있으며, 이에 대응하는 strain은 P<sub>0</sub>, P<sub>1</sub>, P<sub>1,2</sub>, P<sub>1,2,3</sub>로 분류하고 있다(Greenleaf, 1986; Watterson, 1993). 저항성 유전자의 작용 기작 (Cruz 등, 1997; Tsuda 등, 1998), 새로운 저항성 유전자의 검색 (Sawada 등, 2004), 저항성 유전자와 바이러스 strain 간의 상호작용 (Toyoda, 2004; Velasco 등, 2002), 저항성 유전자의 분자표지 (Sugita 등, 2004) 등을 볼 수 있다.

국내 고추에서는 *Cucumber mosaic virus* (CMV)의 발생과 피해가 많은 것으로 보고되고 있는데 (박, 2004), CMV에는 인도 고추에서 발견된 Perennial이 저항성 재료로 보고되었고, 이를 이용한 저항성 육종 (Lapidot 등, 1997), QTL mapping (Chaim 등, 2001; Caranta 등, 1997a), 새로운 저항성 유전자의 검색 (Grube 등, 2000b; Suzuki 등, 2003) 등의 연구가 진행되고 있다.

Potyvirus에 속하는 *Pepper mottle virus*(PepMoV)에는 PI159236과 PI152225, CM334 등에서 우성 혹은 열성 저항성 유전자를 찾았으며, 우성유전자는 Pvr1부터 시작하는 번호를 붙이고, 열성유전자는 pvr1부터 시작하는 번호를 붙이고 있으며, 이들 저항성 유전자의 염색체상의 위치 등을 토마토와 비교 정리하고 있다 (Caranta 등, 1997b; Grube 등, 2000a; Guerini와 Murphy, 1999; Murphy 등, 1998; Rodriguez-Alvarado 등, 2002).

### 3. 약독바이러스의 개발과 이용

일본에서는 CMV-약독 바이러스를 이용하여 실용화 수준에 이른 것으로 보인다 (Sayama 등, 2002; Natsuaki 세미나 자료).

## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 제1절 역병·바이러스병 복합저항성 품종 육성

#### 1. 고추 주요 병 복합저항성 계통 육성

가. 2003-2004년도

##### 1) 연구방법

##### 가) 역병·바이러스병 복합저항성 계통 육성

시험계통의 종자는 TKS-2 상토를 채운 128구 육묘트레이에 파종하여 30℃ 유지되는 습실상(Dew chamber)에서 3일간 최아시킨 다음 온실로 옮겨 받아시켰다. 파종 후 약 30일경에 다시 TKS-2 상토를 채운 32구 트레이로 옮겨 심은 다음 활착하면 역병균을 접종하여 저항성을 검정하였다. 역병균은 미리 호박과실에 접종하여 4-5일 후 호박과실의 표면에 형성된 유주자낭을 긁어모아 접종원으로 사용하였다. 접종원의 밀도는  $5 \times 10^4$  유주자낭/ml 내외로 하였다. 접종 후 25일후에 최종 조사를 하였으며, 발병도는 주상부와 지하부로 나누어 조사하였다. 즉 지상부는 1=병징이 보이지 않는 것; 2=줄기 밑동에 병반이 있으나 살고 있는 것; 3=시들고 있는 것; 4=말라 죽은 것으로 하였으며, 뿌리의 발병도는 식물체를 트레이서 뽑아 보았을 때 뿌리의 갈변 정도에 따라 1=뿌리 썩음이 보이지 않는 것; 2=약간 내지 약 25% 뿌리 썩음; 3=약 50%, 4=약 75%; 5=뿌리가 다 썩은 것으로 평가하였다.

2003년도에는 F<sub>3</sub>세대를 선발하였는데, 온실에서 역병에 대한 저항성을 검정하고 선발된 개체를 일단 경북대학교 구내의 외딴 포장에 재식하여 재배하면서 바이러스병징이 있는 개체를 도태하는 방법으로 바이러스에 대한 저항성 개체선발을 행하였다. 재식이랑에는 방충망을 씌워 타가수정을 방지하여 F<sub>4</sub> 종자를 채종하였다.

2004년도에는 F<sub>4</sub>세대의 검정과 선발을 실시하였다. 2003년도와 같은 방법으로 역병에 대한 저항성을 검정하였으며, 선발된 개체는 전년도와 같이 포장에 재식하였으며, 그 위에 하우스골조를 세우고 방충망을 씌워 타가수분을 방지하였다.

##### 나) 역병·풋마름병 복합저항성 계통 육성

앞서 기술한 바와 같이 128구 트레이에 파종하여 약 1개월 후 묘를 뽑아 그 뿌리를 풋마름병원세균 (*Ralstonia solanacearum*) 현탁액에 1분간 침지하였다가 32구 트레이로 옮겨 심었다. 약 2주일 후 풋마름병 발병도를 조사한 다음 역병을 접종하였다. 2003년도에는 경북 청도에서 분리 보존한 풋마름병원균을 사용하였다. 2003년도

의 경우 풋마름병 발생이 충분하지 않았으나, 이후 풋마름병 발병도는 그림 1-1과 같은 기준으로 평가하였다. 즉, 1=병징이 보이지 않는 것; 2=1잎 정도 시드는 것; 3=경엽의 약 1/2정도; 4=경엽의 약 3/4; 5=주 전체가 시드는 것.

역병 접종 20일후에 지상부에 보이는 병징에 따라 위와 같이 1-4등급으로 등급을 매기고 (그림 1-2), 이어 트레이로부터 뽑아 뿌리썩음에 의한 갈변 정도를 보고 1-5 등급으로 기록하였다. 발병도에 따라 선발된 개체는 포장에 심고 그 위에 방충망을 씌워 타가수분을 방지하였다. 포장에 심은 후에도 바이러스나 역병에 걸리는 개체는 도태하고 살아남은 개체로부터 채종하였다.

2004년도에는 같은 방법으로 F<sub>4</sub>세대의 검정과 선발을 실시하여 포장에 재식하였다. 2004년도에는 밀양시 단장면에서 채집한 풋마름병균을 접종에 사용하였다. 풋마름병 조사 후 역병균을 접종하여 풋마름병과 역병에 복합저항성인 개체를 선발하여 경북대 구내의 격리포장에 재식하였다.



그림 1-1. 풋마름병의 침지접종 및 발병도 조사 기준. 1=병징이 보이지 않는 것; 2=1  
 앞 정도 시드는 것; 3=경엽의 약 1/2정도; 4=경엽의 약 3/4; 5=주 전체가 시드는 것.



그림 1-2. 고추 역병 발병도 조사기준. 좌: 줄기(지상부)의 발병도 조사기준-좌로부터 1, 2, 3, 4; 뿌리 발병도 조사기준, 1-5.



## 2) 연구결과

### 가) 역병·바이러스병 복합저항성 품종 육성

2002년도에 원예연구소에서 육성한 '신흥고추'의 유지계(Om 등, 1985)에 역병 저항성의 CM334를 교배하여 육성한 계통 중에 선발번호 43-8-2와 103-1-1이 바이러스에 강한 것으로 관찰되어 칠성초에 CM334를 교배하여 여교잡법으로 역병 저항성을 도입한 2-39-2-3을 교배하였다 (Hwang과 Kim, 2002; Kim과 Hwang, 2002). 2003년도에는 이 조합의 F<sub>3</sub>세대에 대하여 역병을 접종하여 살아남는 개체를 격리포장에 재배하여 바이러스에 심하게 걸리는 개체는 도태하면서 F<sub>4</sub>종자를 채종하였다. F<sub>3</sub>세대의 역병 저항성 검정결과는 Table 1-1과 같다. 육성계통들은 역병에 매우 강하였으며 착과성도 우수하였다. 그러나 43-8-2의 영향을 받아 과실이 작은 문제점이 있었다. 그래서 선발개체에 다시 2-39-2-3 (칠복1호)을 교배하여 F<sub>1</sub> 종자를 확보하였다.

2004년도에는 43-8-2 × 2-39-2-3 조합의 F<sub>4</sub>, 그 BC<sub>1</sub> 등에 역병을 접종하여 계통 선발을 실시하여 선발개체를 격리포장에 재식하였으며, 앞으로 원예적 특성을 조사하였다. 역병 저항성 검정결과는 표 1-2와 같다.

이들 육성계통들은 역병에 저항성이었다. 그러나 43-8-2는 CMV에 저항성이었으며, PMMoV에 HR 저항성 유전자는 없는 것으로 확인되었다. 따라서 앞으로 활용하기 위해서는 PMMoV 저항성을 도입하거나 저항성을 보유한 친과 교배하여 PMMoV 저항성을 보강하는 것이 필요할 것으로 생각된다.

수비초에 역병 저항성을 도입하여 육성한 계통 19-1-3-7-1에 바이러스 저항성의 KC406을 교배하여 육성한 계통에 다시 19-1-3-7-1을 교배한 조합의 F<sub>1</sub>을 2003년도에 재배하여 F<sub>2</sub> 종자를 채종하였으며, 그 F<sub>2</sub> 검정결과는 Table 1-2에 있다 (그림 1-3). 바이러스 검정에서 19-1-3-7-1은 PMMoV에 HR 저항성 유전자를 가지고 있으나 CMV에 매우 약한 것으로 나타났으며, KC406은 CMV에는 강한 편이나 PMMoV에 저항성 유전자는 가지고 있지 않은 것으로 나타났다. 따라서 앞으로는 유묘에 PMMoV와 CMV를 접종하여 저항성을 확인한 다음 역병을 접종하여 복합저항성 개체를 선발하여야 할 것이다.



그림 1-3. 수비초에 PI201234의 역병 저항성을 도입하여 육성한 19-1-3-7-1에 바이러스 저항성의 KC406을 교배하여 육성한 F8계통에 다시 19-1-3-7-1을 교배하여 얻은 F<sub>1</sub>식물의 착과성과 과형

표 1-1. 역병·바이러스 복합저항성 계통 선발용 F<sub>3</sub> 세대의 역병 저항성 (2003)

03BN	03청고, 역병 복합저항성 계통 선발	N	Stem rot <sup>z</sup>	Root rot <sup>y</sup>
03B201	F <sub>3</sub> {43-8-2 × 2-39-2-3}-2B	16	1.0 a <sup>x</sup>	1.0 a <sup>x</sup>
03B202	F <sub>3</sub> {43-8-2 × 2-39-2-3}-3B	16	1.0 a	1.0 a
03B203	F <sub>3</sub> {43-8-2 × 2-39-2-3}-4B	16	1.0 a	1.0 a
03B204	F <sub>3</sub> {103-1-1 × 2-39-2-3}-1B	16	1.0 a	1.0 a
03B205	F <sub>3</sub> {103-1-1 × 2-39-2-3}-2B	16	1.0 a	1.0 a
03B206	F <sub>3</sub> {103-1-1 × 2-39-2-3}-3B	16	1.0 a	1.0 a
03B207	F <sub>3</sub> {103-1-1 × 2-39-2-3}-4B	16	1.0 a	1.0 a
03B208	F <sub>3</sub> {103-1-1 × KC358-2-3}-1B	16	1.0 a	1.0 a
03B209	F <sub>3</sub> {103-1-1 × KC358-2-3}-2B	16	1.0 a	1.0 a
03B210	F <sub>3</sub> {103-1-1 × KC358-2-3}-3B	16	1.0 a	1.0 a
03B211	F <sub>3</sub> {103-1-1 × KC358-2-3}-4B	16	1.0 a	1.0 a
03B212	43-8-2-1	16	1.0 a	1.0 a
03B214	KC 358-2-3-1-2	16	1.0 a	1.4 b
03B215	금당	32	4.9 b	4.9 c

<sup>z</sup>1=No symptom observed; 2=necrotic lesion on stem but still surviving; 3=wilting; 4=dried and dead.

<sup>y</sup>1=No root rot observed; 2=trace to about 25% root rot; 3=about 50% root rot; 4=about 75% root rot; 5=complete root rot.

<sup>x</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test,  $P \leq 0.05$ .

표 1-2. 역병 · 바이러스 복합저항성 계통 선발용 F<sub>3</sub> 세대의 역병 저항성 (2004)

04BN	계통내역	BRANCH (3/25/04)	Stem rot <sup>z</sup> (4/13/04)	Root rot <sup>y</sup> (4/13/04)		
04B201	(F <sub>4</sub> {43-8-2 × 2-39-2-3}-2-12-2-12) *03F001 (칠복1호)	0.4	a-c	1.0	a <sup>x</sup>	1.1 ab <sup>x</sup>
04B202	(F <sub>4</sub> {43-8-2 × 2-39-2-3}-2-12-2-12) *03F002(칠복1호))	1.0	d-i	1.0	a	1.0 ab
04B203	(F <sub>4</sub> {43-8-2 × 2-39-2-3}-4-5-4-5) *03F001 (칠복1호))	0.1	ab	1.0	a	1.4 a-d
04B204	F <sub>4</sub> {43-8-2 × 2-39-2-3}-2-12-2-12	0.3	ab	1.1	a	2.1 f
04B205	F <sub>4</sub> {43-8-2 × 2-39-2-3}-3-10-3-10	0.4	a-c	1.8	d	3.8 g
04B206	F <sub>4</sub> {43-8-2 × 2-39-2-3}-4-5-4-5	0.9	c-h	1.0	a	1.3 a-c
04B207	F <sub>4</sub> {103-1-1 × 2-39-2-3}-2-1-2-1	1.6	i-m	1.0	a	1.4 a-d
04B208	F <sub>4</sub> {103-1-1 × KC358-2-3}-1-1,2B	1.8	k-m	1.0	a	1.4 a-d
04B209	F <sub>4</sub> {103-1-1 × KC358-2-3}-1-10	0.5	a-d	1.0	a	1.5 b-d
04B210	F <sub>4</sub> {103-1-1 × KC358-2-3}-1-13	1.7	j-m	1.0	a	1.0 a
04B211	F <sub>4</sub> {103-1-1 × KC358-2-3}-1-8	0.1	a	1.0	a	1.7 c-e
04B212	F <sub>4</sub> {103-1-1 × KC358-2-3}-2-12	0.9	c-g	1.0	a	1.2 ab
04B213	F <sub>4</sub> {103-1-1 × KC358-2-3}-3-2	0.1	ab	1.1	a	1.4 a-d
04B214	F <sub>2</sub> (KC 358-2-3-1-1×1-31-1-1-5-9)	0.4	a-d	1.1	a	1.9 ef
04B215	F <sub>2</sub> (KC 358-2-3-1-1×1-31-1-1-5-9)	0.2	ab	1.3	bc	1.6 c-e
04B216	F <sub>2</sub> (KC 358-2-3-1-1×1-31-1-1-5-9)	0.5	a-d	1.2	a-d	1.3 a-c
04B217	F <sub>2</sub> (KC 358-2-3-1-2×2-91-9-1-5-9)	1.6	mn	1.0	a	1.1 ab
04B218	F <sub>2</sub> (KC 358-2-3-1-2×2-91-9-1-5-9)	0.2	ab	1.1	a	1.4 a-c
04B219	F <sub>2</sub> (19-1-3-7-1 ×F <sub>7</sub> (19-1-2-3-1×KC406-1)2-7-4-11}	1.4	f-l	1.0	a	1.3 a-c
04B220	F <sub>2</sub> (19-1-3-7-1 ×F <sub>7</sub> (19-1-2-3-1× KC 406-1)2-7-4-11}	1.2	f-k	1.0	a	1.5 b-d
04B221	F <sub>2</sub> (19-1-3-7-1 ×F <sub>7</sub> (19-1-2-3-1× KC 406-1)2-7-4-11}	2.1	m	1.0	a	1.7 c-e
04B222	F <sub>2</sub> (19-1-3-7-1 ×F <sub>7</sub> (19-1-2-3-1× KC 406-1)2-7-4-11}	1.9	lm	1.0	a	1.3 a-c
04B223	칠복1	0.6	b-f	1.0	a	1.4 a-d
04B224	43-8-2-1-1○	1.1	d-j	1.0	a	1.8 d-f
04B225	43-8-2-1-3○	1.2	f-k	1.0	a	1.3 a-c

표 1-2 (계속). 역병·바이러스 복합저항성 계통 선발용 F3 세대의 역병 저항성 (2004)

04BN	계통내역	BRANCH (3/25/04)		Stem rot <sup>z</sup> (4/13/04)		Root rot <sup>y</sup> (4/13/04)	
04B226	43-8-2-3-1○	1.5	g-m	1.0	a	1.4	a-d
04B227	KC 358-2-3-1-1-2 ○	0.8	b-f	1.0	a	1.7	c-e
04B228	103-1-1-6-4 B	3.0	n	1.0	c	2.1	f
04B229	금당	0.2	ab	4.0	e	5.0	h
04B230	금탑	0.0	a	4.0	e	5.0	h

<sup>z</sup>1=No symptom observed; 2=necrotic lesion on stem but still surviving; 3=wilting; 4=dried and dead.

<sup>y</sup>1=No root rot observed; 2=trace to about 25% root rot; 3=about 50% root rot; 4=about 75% root rot; 5=complete root rot.

<sup>x</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test,  $P \leq 0.05$ .

## 2) 역병·꽃마름병 복합저항성 품종육성

Table 1-3에서 03B054부터 03B060까지는 칠성초에 AC2258 혹은 CM334의 저항성을 여교잡법으로 도입한 계통과 칠성초에 MC4(KC350)의 꽃마름병 저항성을 도입하여 육성한 계통간의 교잡으로 육성한 집단이고, 03B061부터 03B070까지는 같은 방법으로 수비초에 역병 저항성과 꽃마름병 저항성을 도입한 계통간의 교배로부터 육성된 집단이다. 2002년도에 F<sub>2</sub>의 역병·꽃마름병 복합저항성 선발을 거쳐 2003년도에는 F<sub>3</sub>세대의 꽃마름병과 역병에 대한 저항성을 검정하였다. 그러나 꽃마름병 발생이 매우 불량하여 역병에 대한 저항성만 검정하였다. 그 결과 역병에 살아남는 개체를 선발할 수 있었다. 선발개체를 격리포장에 재배한 결과 바이러스에 심하게 걸리고 포장 적응성이 매우 낮았다. 그래서 포장적응력이 떨어지는 개체는 도태하고 살아남은 개체에서 F<sub>4</sub>를 채종하였다.

2004년도에는 경남 밀양의 단장면에서 분리한 신선한 꽃마름병균과 강력한 역병균주를 차례로 접종하여 복합저항성을 검정하였다. 그 결과는 표 1-4와 같다. 육성계통들은 꽃마름병과 역병의 발병도가 이병성 대조품종 보다는 낮으나 전반적으로 높게 나왔다. 그러나 그 중에 살아남는 개체를 선발하여 격리포장에 재식하였다. 포장 적응성에 선발과 도태를 하고 다음 세대의 종자를 채종하였다.

표 1-3. 풋마름, 역병 복합저항성 육성용 교배조합의 F<sub>3</sub> 세대 검정 및 선발(2003)

03BN	03청고, 역병 복합저항성 계통 선발	N	Stem rot <sup>z</sup>	Root rot <sup>y</sup>
03B054	F <sub>3</sub> {1-15-1-U2×BC <sub>1</sub> F <sub>5</sub> (칠성초-1×KC350-2)}-3B	16	1.0 a <sup>x</sup>	1.0 a <sup>x</sup>
03B055	F <sub>3</sub> {1-39-1-U1×BC <sub>1</sub> F <sub>5</sub> (칠성초-1×KC350-2)}-1B	16	1.0 a	1.0 a
03B056	F <sub>3</sub> {1-39-1-U1×BC <sub>1</sub> F <sub>5</sub> (칠성초-1×KC350-2)}-4B	16	1.0 a	1.0 a
03B057	F <sub>3</sub> {1-39-1-U2×BC <sub>1</sub> F <sub>5</sub> (칠성초-1×KC350-2)}-4B	16	1.0 a	1.1 a
03B058	F <sub>3</sub> {1-45-1-U2×BC <sub>1</sub> F <sub>5</sub> (칠성초-1×KC350-2)}-1B	16	1.1 a	1.4 ab
03B059	F <sub>3</sub> {1-45-1-U2×BC <sub>1</sub> F <sub>5</sub> (칠성초-1×KC350-2)}-2B	16	1.0 a	1.1 a
03B060	F <sub>3</sub> {2-75-1-U1×BC <sub>1</sub> F <sub>5</sub> (칠성초-1×KC350-2)}-1B	16	1.0 a	1.0 a
03B061	F <sub>3</sub> {3-8-2-U1×BC <sub>1</sub> F <sub>5</sub> (수비초×KC350-2)}-1B	16	1.0 a	1.0 a
03B062	F <sub>3</sub> {3-8-2-U2×BC <sub>1</sub> F <sub>5</sub> (수비초×KC350-2)}-1B	16	1.3 b	1.4 ab
03B063	F <sub>3</sub> {3-8-2-U2×BC <sub>1</sub> F <sub>5</sub> (수비초×KC350-2)}-2B	16	1.1 a	1.4 ab
03B064	F <sub>3</sub> {3-8-2-U2×BC <sub>1</sub> F <sub>5</sub> (수비초×KC350-2)}-3B	16	1.0 a	1.0 a
03B065	F <sub>3</sub> {3-8-2-U2×BC <sub>1</sub> F <sub>5</sub> (수비초×KC350-2)}-4B	16	1.0 a	1.0 a
03B066	F <sub>3</sub> {3-56-2-U1×BC <sub>1</sub> F <sub>5</sub> (수비초×KC350-2)}-1B	16	1.7 c	2.4 c
03B067	F <sub>3</sub> {3-56-2-U1×BC <sub>1</sub> F <sub>5</sub> (수비초×KC350-2)}-2B	16	1.1 a	1.6 b
03B068	F <sub>3</sub> {3-56-2-U1×BC <sub>1</sub> F <sub>5</sub> (수비초×KC350-2)}-4B	16	1.0 a	1.1 ab
03B069	F <sub>3</sub> {3-56-2-U2×BC <sub>1</sub> F <sub>5</sub> (수비초×KC350-2)}-1B	16	1.0 a	1.1 ab
03B070	F <sub>3</sub> {3-56-2-U2×BC <sub>1</sub> F <sub>5</sub> (수비초×KC350-2)}-2B	16	1.0 a	1.0 a
03B071	가타구루마	16	1.0 a	1.0 a
03B072	탄탄	16	1.0 a	1.0 a
03B073	금당	16	3.3 c	4.3 d
03B074	녹광	16	3.1 c	4.4 d

<sup>z</sup>1=No symptom observed; 2=necrotic lesion on stem but still surviving; 3=wilting; 4=dried and dead.

<sup>y</sup>1=No root rot observed; 2=trace to about 25% root rot; 3=about 50% root rot; 4=about 75% root rot; 5=complete root rot.

<sup>x</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test,  $P \leq 0.05$ .

표 1-4. 역병·꽃마름병 복합저항성 지역 재래종 육성 계통의 꽃마름병과 역병 발병도 (2004)

04BN	계통내역	Branch (3/25/04)		꽃마름병 <sup>z</sup> (3/23/04)		Stem rot (4/12/04)		Root rot (4/12/04)	
04B027	F <sub>4</sub> {1-15-1-U2×BC1F <sub>5</sub> (칠성초-1×KC350-2)}-3-1	0.2	a-c	1.0	a <sup>x</sup>	1.3	ab	3.0	c-e
04B028	F <sub>4</sub> {1-39-1-U1×BC1F <sub>5</sub> (칠성초-1×KC350-2)}-4-6	1.1	fg	1.6	cd	1.6	b	1.6	fg
04B029	F <sub>4</sub> {1-39-1-U2×BC1F <sub>5</sub> (칠성초-1×KC350-2)}-4-1	0.2	a-c	1.4	a-d	1.3	ab	2.3	b
04B030	F <sub>4</sub> {1-39-1-U2×BC1F <sub>5</sub> (칠성초-1×KC350-2)}-4B	0.1	ab	1.4	a-d	1.3	ab	3.8	ef
04B031	F <sub>4</sub> {3-8-2-U2×BC1F <sub>5</sub> (수비초×KC350-2)}-2-10	0.2	a-c	1.1	ab	2.4	d	2.5	g
04B032	F <sub>4</sub> {3-8-2-U2×BC1F <sub>5</sub> (수비초×KC350-2)}-2-11	0.4	a-d	1.1	a-c	1.2	ab	3.3	ef
04B033	F <sub>4</sub> {3-8-2-U2×BC1F <sub>5</sub> (수비초×KC350-2)}-2-12	0.6	c-e	1.3	a-d	2.5	d	2.2	g
04B034	F <sub>4</sub> {3-8-2-U2×BC1F <sub>5</sub> (수비초×KC350-2)}-2-1	0.3	a-d	1.3	a-d	1.3	ab	3.4	c-f
04B035	F <sub>4</sub> {3-8-2-U2×BC1F <sub>5</sub> (수비초×KC350-2)}-3-3	0.1	ab	1.6	cd	2.6	d	2.3	g
04B036	F <sub>4</sub> {3-8-2-U2×BC1F <sub>5</sub> (수비초×KC350-2)}-4-4	0.2	a-c	1.5	b-d	2.0	c	2.8	d-f
04B037	F <sub>4</sub> {3-8-2-U2×BC1F <sub>5</sub> (수비초×KC350-2)}-4-7	0.2	ab	1.5	b-d	2.3	cd	2.1	ef
04B038	F <sub>4</sub> {3-56-2-U1×BC1F <sub>5</sub> (수비초×KC350-2)}-2-1	0.3	a-d	1.2	a-c	1.5	b	1.5	b-d
04B039	F <sub>4</sub> {3-56-2-U1×BC1F <sub>5</sub> (수비초×KC350-2)}-2-3	0.5	b-e	1.3	a-d	1.3	ab	5.0	b-d
04B040	KC200-2-1	2.1	jk	1.4	a-d	4.0	e	5.0	i
04B041	KC200-5-2	2.0	jk	1.7	d	4.0	e	5.0	i
04B042	KC 202-2-1 ○	1.6	hi	1.5	b-d	4.0	e	5.0	i
04B043	KC 202-2-4 ○	1.3	gh	1.4	a-d	4.0	e	5.0	i
04B044	칠성초-B1○	0.6	de	-	-	4.0	e	5.0	i
04B045	칠성초-B2○	0.8	ef	1.6	cd	4.0	e	5.0	h
04B046	칠복1	1.9	ij	2.1	e	1.3	ab	1.0	bc
04B047	KC350	2.1	jk	1.0	ab	4.0	e	5.0	h
04B048	KC 358-2-3-1-1-2○	2.0	jk	1.4	a-d	1.0	ab	1.0	a
04B049	탄탄1	2.4	k	1.1	ab	1.0	ab	1.0	a
04B050	탄탄2	1.8	ij	1.6	cd	1.2	ab	1.1	a

<sup>z</sup>Bacterial wilt index: 1=no visible symptoms, 2=one to less than half of the leaves drooping, 3=about half of the leaves wilting, 4=nearly all of the leaves wilting, 5=the whole plant wilting or dead.

<sup>y</sup>Mean separation within column by Duncan's multiple range test at P=0.05.



3) 역병 · *Stemphylium* 점무늬병 복합저항성 품종육성

2003년도에는 ‘칠성초’에 점무늬병 저항성 재료, KC220(봉화재래) 혹은 KC319를 교배하여 육성한 BC<sub>1</sub>F<sub>3</sub>에 역병 저항성으로 육성한 2-39-2-3(칠복1호)를 교배한 조합의 F<sub>3</sub>세대를 검정하였다. 일단 역병에 대한 저항성을 조사하고, 살아남은 개체에 *Stemphylium solani*와 *S. lycopersici*를 접종하여 점무늬병에 심하게 걸리는 개체를 도태하고 F<sub>4</sub> 종자를 채종하였다. F<sub>3</sub>세대의 역병 저항성 검정 결과는 표 1-5와 같다.

2004년도에도 같은 방법으로 역병을 먼저 접종하여 선발하였다. 역병 발병도는 표 1-6과 같다. 육성계통들은 비록 이병성 대조품종보다는 발병이 적었으나 전반적으로 발병이 많았다.

표 1-5. 역병 · 점무늬병 복합저항성 계통의 역병 발병도 (2003)

03BN	03청고, 역병 복합저항성 계통 선발	N	Stem rot <sup>z</sup>	Root rot <sup>y</sup>
03B101	F <sub>3</sub> {BC <sub>1</sub> F <sub>3</sub> {(칠성초×KC220)×칠성초-1}-2-3-6 ×2-39-2-3}-1B	16	1.1 a <sup>x</sup>	1.4 ab <sup>x</sup>
03B102	F <sub>3</sub> {BC <sub>1</sub> F <sub>3</sub> {(칠성초×KC220)×칠성초-1}-2-3-6 ×2-39-2-3}-2B	16	1.0 a	1.1 ab
03B103	F <sub>3</sub> {BC <sub>1</sub> F <sub>3</sub> {(칠성초×KC220)×칠성초-1}-2-3-6 ×2-39-2-3}-3B	16	1.1 a	1.0 a
03B104	F <sub>3</sub> {BC <sub>1</sub> F <sub>3</sub> {(칠성초×KC220)×칠성초-1}-2-3-6 ×2-39-2-3}-4B	16	1.0 a	1.0 a
03B105	F <sub>3</sub> {BC <sub>1</sub> F <sub>3</sub> {(수비초×KC220-1)×수비초-1}-9-1-10 ×2-39-2-3}-1B	16	1.2 a	1.3 ab
03B106	F <sub>3</sub> {BC <sub>1</sub> F <sub>3</sub> {(수비초×KC220-1)×수비초-1}-9-1-10 ×2-39-2-3}-2B	16	1.0 a	1.2 ab
03B107	F <sub>3</sub> {BC <sub>1</sub> F <sub>3</sub> {(수비초×KC220-1)×수비초-1}-9-1-10 ×2-39-2-3}-3B	16	1.0 a	1.0 a
03B108	F <sub>3</sub> {BC <sub>1</sub> F <sub>3</sub> {(수비초×KC220-1)×수비초-1}-9-1-10 ×2-39-2-3}-4B	16	1.0 a	1.0 a
03B109	F <sub>3</sub> {BC <sub>1</sub> F <sub>3</sub> {(수비초×KC319-1)×수비초-1}-2-2-7 ×2-39-2-3}-1B	16	1.0 a	1.1 ab
03B110	F <sub>3</sub> {BC <sub>1</sub> F <sub>3</sub> {(수비초×KC319-1)×수비초-1}-2-2-7 ×2-39-2-3}-3B	16	1.2 a	1.4 ab
03B111	F <sub>3</sub> {BC <sub>1</sub> F <sub>3</sub> {(수비초×KC319-1)×수비초-1}-2-2-7 ×2-39-2-3}-4B	16	1.0 a	1.3 ab
03B112	F <sub>3</sub> {BC <sub>1</sub> F <sub>3</sub> {(수비초×KC319-1)×수비초-1}-9-1-5 ×2-39-2-3}-1B	16	1.0 a	1.1 ab
03B113	F <sub>3</sub> {BC <sub>1</sub> F <sub>3</sub> {(수비초×KC319-1)×수비초-1}-9-1-5 ×2-39-2-3}-2B	16	1.0 a	1.2 ab
03B114	F <sub>3</sub> {BC <sub>1</sub> F <sub>3</sub> {(수비초 ×KC319-1)×수비초-1}-9-1-5 ×2-39-2-3}-3B	16	1.1 a	1.1 ab
03B115	F <sub>3</sub> {BC <sub>1</sub> F <sub>3</sub> {(수비초×KC319-1)×수비초-1}-9-1-5 ×2-39-2-3}-4B	16	1.3 a	1.5 b
03B116	2-39-2-3-U1B(칠복1호)	32	1.0 a	1.0 a
03B117	KC 220-1-6-2	32	3.5 c	4.6 d
03B118	32012-4-4(수비초)	32	4.0 d	5.0 d
03B119	KC202-5-3(수비초)	32	1.8 b	3.1 c

<sup>z</sup>1=No symptom observed; 2=necrotic lesion on stem but still surviving; 3=wilting; 4=dried and dead.

<sup>y</sup>1=No root rot observed; 2=trace to about 25% root rot; 3=about 50% root rot; 4=about 75% root rot;

5=complete root rot.

<sup>x</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test,  $P \leq 0.05$ .

표 1-6. 역병 · 점무늬병 복합저항성 육성계통의 역병 발병도 (2004)

04BN	계통내역	Branch (3/25/04)	Stem rot <sup>z</sup> (4/13/04)	Root rot <sup>y</sup> (4/13/04)
04B101	F <sub>4</sub> {BC <sub>1</sub> F <sub>3</sub> {(칠성초 ×KC220)×칠성초-1} -2-3-6 ×2-39-2-3}-3B	0.5 bc	1.0 a <sup>x</sup>	1.7 ab <sup>x</sup>
04B102	F <sub>4</sub> {BC <sub>1</sub> F <sub>3</sub> {(칠성초 ×KC220)×칠성초-1} -2-3-6 ×2-39-2-3}-4B	0.4 bc	1.6 c	3.2 d
04B103	F <sub>4</sub> {BC <sub>1</sub> F <sub>3</sub> {(수비초 ×KC220-1)×수비초-1} -9-1-10 ×2-39-2-3}-1B	0.4 bc	1.3 b	2.6 c
04B104	F <sub>4</sub> {BC <sub>1</sub> F <sub>3</sub> {(수비초 ×KC220-1)×수비초-1} -9-1-10 ×2-39-2-3}-2B	0.3 bc	1.0 a	1.6 ab
04B105	F <sub>4</sub> {BC <sub>1</sub> F <sub>3</sub> {(수비초 ×KC319-1)×수비초-1} -2-2-7 ×2-39-2-3}-4B	0.6 bc	1.3 b	2.0 b
04B106	F <sub>4</sub> {BC <sub>1</sub> F <sub>3</sub> {(수비초 ×KC319-1)×수비초-1} -9-1-5 ×2-39-2-3}-1B	0.6 c	1.0 a	1.7 ab
04B107	F <sub>4</sub> {BC <sub>1</sub> F <sub>3</sub> {(수비초 ×KC319-1)×수비초-1} -9-1-5 ×2-39-2-3}-2B	0.0 a	1.0 a	1.5 a
04B108	F <sub>4</sub> {BC <sub>1</sub> F <sub>3</sub> {(수비초 ×KC319-1)×수비초-1} -9-1-5 ×2-39-2-3}-3B	0.4 bc	1.0 a	1.8 ab
04B136	금당	1.5 d	4.0 d	5.0 e
04B137	금탑	0.3 ab	4.0 d	5.0 e

<sup>z</sup>1=No symptom observed; 2=necrotic lesion on stem but still surviving; 3=wilting; 4=dried and dead.

<sup>y</sup>1=No root rot observed; 2=trace to about 25% root rot; 3=about 50% root rot; 4=about 75% root rot; 5=complete root rot.

<sup>x</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test,  $P \leq 0.05$ .

나. 2005년도

역병과 풋마름병 저항성 선발은 2003-2004년도와 비슷하므로 재료 및 방법과 결과를 함께 논하고자 한다.

1) 역병-바이러스 복합저항성 계통 육성

2003-2004년도의 실험에서 선발된 역병-풋마름, 역병-바이러스 복합저항성 육성계통 중 포장에서 바이러스 발생이 적고 착과성이 우수한 개체로부터 채종한 계통을 과종하되 CMV 검정용과 PMMoV-역병 저항성 검정용으로 나누어 과종하였다. CMV 검정용은 영남대학교에서 제공하는 CMV를 접종하여 저항성을 평가한 다음 망실에 정식하여 계속 발병을 관찰하였다. PMMoV-역병 저항성 검정용은 PMMoV 저항성을 검정한 다음 역병을 접종하여 두 가지 병에 대한 저항성을 평가하였다. 온실에서의 저항성 검정결과는 표 1-7과 같다.

육성계통들은 많은 계통들이 CMV에 모자이크 병반을 형성하고, PMMoV에는 이 병성을 나타내는 계통이 많았다. 그러나 시판 교배종들은 대부분 CMV 발병도 적고 PMMoV P0에 과민형을 나타내는 계통이 많았다.

망실포장에서는 정식 이후에는 바이러스 병징이 더욱 잘 나타났다. 육성계통들은 2004년도에 일차 선발된 계통들이지만 대부분이 매우 심하게 발병하여 대부분은 도태하고 아주 일부만 남겨 채종하였다 (그림 1-4). 선발된 계통들은 표 1-7의 제일 오른쪽 열에 \*로 표시하였다.

2) 대목용 역병-풋마름병 복합저항성 계통 육성

2004년도까지 농림부지원 과제로 수행한 대목용 역병-풋마름병 복합저항성 계통을 2005년에 다시 평가와 선발을 실시하였다. 관행에 따라 128구 트레이에 과종하여 약 1개월 된 묘를 뽑아 세균현탁액에 담갔다 32구트레이로 옮겨 심은 다음 약 2주일 후 발병도를 조사한 다음 역병을 접종하였다. 결과는 표 1-8과 같다.

온실에서 선발된 계통은 망실에 재식하여 계속 관찰하면서 풋마름병 혹은 역병에 죽는 것은 자연 도태되었다. 또한 바이러스에 걸리는 개체는 도태하였다. 병에 대한 저항성과 착과성 등 원예적 형질을 고려하여 유망계통을 선발하였다. 유망계통은 표 1-8의 오른쪽 열에 표시된 바와 같다. 육성계통들은 높은 풋마름병과 역병에 높은 저항성 수준을 나타내었다. 대목용으로 시판되는 일부 품종도 역병에 걸려 죽는 것이 관찰되었다(그림 1-5).

표 1-7. 역병-꽃마름, 역병-점무늬병 복합저항성 육성계통의 CMV, PMMoV 및 역병 발병도 (2005)

2005BN	Line	제1차	제2차	상위엽	PMMoV	역병	역병	포장
		(3/30) CMV	(4/4) 발병율	조사 (5/3)	P0 HR%	출기 발병도	뿌리 발병도	관찰 유망
05B001	F5{1-15-1-U2×BC1F5(철성초-1×KC350-2)}-3-1-4	72.7	70.0	27.0	88	0.0	0.0	
05B002	F5{1-39-1-U2×BC1F5(철성초-1×KC350-2)}-4-1-4	18.2	0.0	10.0	63	1.0	1.3	*
05B003	F5{1-39-1-U2×BC1F5(철성초-1×KC350-2)}-4-1-4	0.0	0.0	20.0	100	1.0	1.2	*
05B004	F5{1-39-1-U2×BC1F5(철성초-1×KC350-2)}-4-1-6	0.0	0.0	40.0	100	1.0	2.4	
05B005	F5{1-39-1-U2×BC1F5(철성초-1×KC350-2)}-4B-3	0.0	50.0	20.0	100	1.0	1.3	
05B006	F5{1-39-1-U2×BC1F5(철성초-1×KC350-2)}-4B-6	33.3	44.4	30.0	100	1.0	2.0	*
05B007	F5{3-8-2-U2×BC1F5(수비초×KC350-2)}-2-11-4	33.3	44.4	22.0	25	0.0	0.0	*
05B008	F5{3-8-2-U2×BC1F5(수비초×KC350-2)}-2-12-1	0.0	54.5	91.0	0	0.0	0.0	
05B009	F5{3-8-2-U2×BC1F5(수비초×KC350-2)}-2-12-3	0.0	16.7	43.0	0	1.0	4.0	
05B010	F5{3-56-2-U1×BC1F5(수비초×KC350-2)}-2-1-2	8.3	8.3	50.0	25	1.0	3.1	
05B011	F5{3-56-2-U1×BC1F5(수비초×KC350-2)}-2-1-6	0.0	9.1	0.0	38	1.5	2.5	
05B012	F5{3-56-2-U1×BC1F5(수비초×KC350-2)}-2-1-8	8.3	8.3	25.0	100	1.0	2.6	
05B013	F5{3-56-2-U1×BC1F5(수비초×KC350-2)}-2-3-2	33.3	75.0	75.0	0	1.0	2.8	
05B014	F5{3-56-2-U1×BC1F5(수비초×KC350-2)}-2-3-6	36.4	45.5	73.0	38	1.0	3.0	
05B015	KC200-2-1-B	12.5	25.0	20.0	0	4.0	5.0	
05B016	KC 202-2-1-3		0.0		0	4.0	5.0	
05B017	철복1호-B	0.0	10.0	9.0	88	1.0	1.0	
05B018	KC350-B	0.0	25.0	33.0	0	4.0	5.0	
05B019	KC 358-2-3-1-1-2○-3B	33.3	41.7	0.0	0	1.0	1.5	
05B020	KC 358-2-3-1-1-2○-4B	0.0	0.0	8.0	25	1.0	1.0	
05B021	F5{BC1F3(철성초 ×KC220)×2-39-2-3}-3B-1B	0.0	0.0	0.0	86	1.0	1.1	
05B022	F5{BC1F3(철성초 ×KC220)×2-39-2-3}-3B-2B	8.3	16.7	0.0	100	1.0	1.0	
05B023	F5{BC1F3(철성초 ×KC220)×2-39-2-3}-3B-3B	0.0	12.5	0.0	100	1.0	1.0	
05B024	F5{BC1F3(철성초 ×KC220)×2-39-2-3}-3B-4B	x	0.0		100	1.0	1.5	
05B025	F5{BC1F3(철성초 ×KC220) ×2-39-2-3}-4B-2B	66.7	33.3	0.0	100	1.4	2.9	
05B026	F5{BC1F3(철성초 ×KC220)×2-39-2-3}-4B-3B	50.0	25.0	0.0	88	1.0	2.0	
05B027	F5{BC1F3(수비초 ×KC220-1)×2-39-2-3}-1B-B	42.9	33.3	50.0	100	0.0	0.0	
05B028	F5{BC1F3(수비초 ×KC220-1)×2-39-2-3}-2B-2B	75.0	58.3	42.0	50	1.0	1.0	*
05B029	F5{BC1F3(수비초 ×KC220-1)×2-39-2-3}-2B-4B	100.0	0.0	100.0	0	1.0	2.0	
05B030	F5{BC1F3(수비초 ×KC319-1)×2-39-2-3}-4B-B	16.7	8.3	25.0	50	1.0	1.1	
05B031	F5{BC1F3(수비초 ×KC319-1)×2-39-2-3}-2B-B	33.3	33.3	17.0	75	1.0	1.0	
05B032	F5{BC1F3(수비초 ×KC319-1)×2-39-2-3}-3B-3B	80.0	70.0	70.0	0	1.0	1.3	
05B033	F5{BC1F3(수비초 ×KC319-1)×2-39-2-3}-3B-4B	27.3	54.5	27.0	13	1.0	2.0	
05B034	KC 220-1-2-2-1-B	77.8	80.0	0.0	0	4.0	5.0	
05B035	KC 220-1-5-3-4-B	80.0	60.0	10.0	0	4.0	5.0	
05B036	KC 220-1-6-4-3-B	55.6	55.6	33.0	0	4.0	5.0	
05B037	KC319-1-2-3-B	25.0	16.7	25.0	100	4.0	5.0	
05B038	KC319-1-3-3-B	66.7	66.7	75.0	25	2.5	2.5	
05B039	KC319-1-3-4-B	75.0	75.0	92.0	0	4.0	5.0	

표 1-7(계속). 역병-꽃마름, 역병-점무늬병 복합저항성 육성계통의 CMV, PMMoV 및 역병 발병도 (2005)

2005BN	Line	제1차	제2차	상위엽	PMMoV	역병	역병	포장
		(3/30) CMV	(4/4) 발병율	조사 (5/3)	P0 HR%	줄기 발병도	뿌리 발병도	관찰 유망
05B040	KC43-3B-B	0.0	0.0	9.0	0	2.9	3.9	
05B041	KC47-1B-B	0.0	0.0	13.0	0	3.3	4.6	
05B042	KC200-2-1-B	0.0	0.0	0.0	100	4.0	5.0	
05B043	(F4{43-8-2 × 2-39-2-3}-2-12-2-12) *03F001 (침복1호)	0.0	25.0	0.0	100	1.0	1.0	
05B044	(F4{43-8-2 × 2-39-2-3}-2-12-2-12) *03F002(침복1호)	14.3	12.5	25.0	88	1.0	1.0	
05B045	(F4{43-8-2 × 2-39-2-3}-4-5-4-5) *03F001 (침복1호)	8.3	41.7	8.0	25	1.0	1.1	
05B046	F5{103-1-1 × 2-39-2-3}-2-1-2-1-1	16.7	16.7	17.0	0	1.0	1.0	
05B047	F5{103-1-1 × 2-39-2-3}-2-1-2-1-4B	22.2	22.2	44.0	0	1.0	1.2	
05B048	F5{103-1-1 × 2-39-2-3}-2-1-2-1-6B	8.3	25.0	50.0	63	1.0	1.1	
05B049	F5{103-1-1 × KC358-2-3}-1-10-3B	54.5	63.6	9.0	0	1.0	1.3	
05B050	F5{103-1-1 × KC358-2-3}-1-10-5B	88.9	77.8	56.0	0	1.0	1.0	
05B051	F5{103-1-1 × KC358-2-3}-1-13-1B	66.7	75.0	0.0	13	1.0	1.3	
05B052	F5{103-1-1 × KC358-2-3}-1-13-4B	8.3	25.0	17.0	63	1.0	1.0	*
05B053	F5{103-1-1 × KC358-2-3}-1-13-5B	50.0	66.7	8.0	0	1.0	1.0	*
05B054	F5{103-1-1 × KC358-2-3}-3-2-1B	16.7	16.7	8.0	38	1.0	1.0	
05B055	F5{103-1-1 × KC358-2-3}-3-2-3B	27.3	50.0	36.0	63			
05B056	F5(KC 358-2-3-1-1×1-31-1-1-5-9)-1B	27.3	66.7	45.0	100	1.0	1.4	
05B057	F5(KC 358-2-3-1-1×1-31-1-1-5-9)-6B	41.7	41.7	27.0	38	1.3	1.5	
05B058	F5(KC 358-2-3-1-1×1-31-1-1-5-9)-8B	16.7	25.0	8.0	100	1.3	1.8	**
05B059	F5(KC 358-2-3-1-2×2-91-9-1-5-9)-1B	0.0	20.0	0.0	100	1.6	2.9	
05B060	F5(KC 358-2-3-1-2×2-91-9-1-5-9)-4B	0.0	8.3	17.0	88	1.0	1.3	
05B061	F3{19-1-3-7-1 × F <sub>7</sub> (19-1-2-3-1 × KC 406-1)2-7-4-11}-1B	0.0	14.3	0.0	20	1.0	1.0	
05B062	F3{19-1-3-7-1 × F <sub>7</sub> (19-1-2-3-1 × KC 406-1)2-7-4-11}-2B	16.7	41.7	25.0	100	1.0	1.5	*
05B063	F3{19-1-3-7-1 × F <sub>7</sub> (19-1-2-3-1 × KC 406-1)2-7-4-11}-3B	33.3	50.0	8.0	50	1.0	1.4	
05B064	F3{19-1-3-7-1 × F <sub>7</sub> (19-1-2-3-1 × KC 406-1)2-7-4-11}-5B	27.3	54.5	42.0	100	1.0	1.0	
05B065	F3{19-1-3-7-1 × F <sub>7</sub> (19-1-2-3-1 × KC 406-1)2-7-4-11}-1B	50.0	50.0	10.0	33	1.0	1.0	
05B066	F3{19-1-3-7-1 × F <sub>7</sub> (19-1-2-3-1 × KC 406-1)2-7-4-11}-2B	33.3	41.7	17.0	50	1.0	1.0	
05B067	F3{19-1-3-7-1 × F <sub>7</sub> (19-1-2-3-1 × KC 406-1)2-7-4-11}-4B	0.0	16.7	33.0	83	1.0	1.0	
05B068	F3{19-1-3-7-1 × F <sub>7</sub> (19-1-2-3-1 × KC 406-1)2-7-4-11}-8B	44.4	55.6	11.0	71	1.0	1.0	
05B069	KC268A1	50.0	75.0	57.0	63	1.0	1.4	
05B070	KC268A2	50.0	75.0	0.0	88	1.0	1.4	
05B071	KC268-1-1-4-4-1B	41.7	83.3	8.0	0	1.0	1.0	
05B072	KC268-1-1-4-4-2B	x	0.0		0	0.0	0.0	
05B073	CSA/2-39-2-3-4-2-1*1	33.3	88.9	0.0	33	1.0	1.2	
05B074	CSA/2-39-2-3-4-2-1*1	41.7	36.4	64.0	88	1.0	1.4	
05B075	CSA/2-39-2-3-4-2-1*1	50.0	50.0	17.0	100	1.0	1.3	
05B076	CSA/2-39-2-3-4-2-1*1	25.0	50.0	50.0	67	1.0	1.0	
05B077	2-39-2-3-4-1-3 ○	41.7	66.7	67.0	88	1.0	1.0	
05B078	2-39-2-3-4-2-1 ○	27.3	45.5	67.0	88	1.0	1.0	
05B079	2-39-2-3-4-3-3 ○	33.3	33.3	42.0	50	1.0	1.0	

표 1-7 (계속). 역병-꽃마름, 역병-점무늬병 복합저항성 육성계통의 CMV, PMMoV 및 역병 발병도 (2005)

2005BN	Line	제1차 (3/30) CMV	제2차 (4/4) 발병율	상위엽 조사 (5/3)	PMMoV P0 HR%	역병 줄기 발병도	역병 뿌리 발병도	포장 관찰 유량
05B080	2-39-2-3-4-4-1 ○	50.0	50.0	57.0	100	1.0	1.0	
05B081	대찬	0.0	0.0	17.0	88	2.3	3.0	
05B082	이조	0.0	9.1	0.0	25	4.0	5.0	
05B083	큰살림	0.0	0.0	17.0	100	3.3	4.3	
05B084	참마니	0.0	0.0	8.0	88	4.0	5.0	
05B085	PR 강자	25.0	25.0	58.0	25	1.0	2.1	
05B086	PR 다따	0.0	0.0	33.0	50	1.0	1.5	
05B087	금당	0.0	0.0	8.0	75	4.0	5.0	
05B088	대장부	0.0	0.0	0.0	75	4.0	5.0	
05B089	독야청청	0.0	0.0	0.0	100	1.0	1.0	
05B090	천하통일	0.0	0.0	8.0	100	4.0	5.0	
05B091	상도	0.0	0.0	0.0	100	4.0	5.0	
05B092	역강홍청군	8.3	33.3	17.0	100	1.4	2.4	
05B093	전성	0.0	0.0	0.0	88	2.4	3.9	
05B094	적도	0.0	0.0	0.0	50	1.0	2.4	
05B095	통일	0.0	0.0	0.0	29	1.8	3.3	
05B096	PR 380	0.0	0.0	8.0	50	2.0	4.3	
05B097	홍심이	0.0	0.0	0.0	75	3.4	4.9	



그림 1-4. 2005B군의 CMV 저항성 선발. 이병성 식물에 나타나는 모자이크 병징과 건강한 잎 (상), 심한 모자이크병징을 나타내는 개체 및 계통의 도태, 선발 개체의 착과 상태(하).



표 1-8. 대목용 역병-꽃마름 복합 저항성 육성계통의 꽃마름병과 역병에 대한 저항성과 선발

2005BN	내역	자엽수 평균	청고 평균	역병 줄기	역병 뿌리	유망 계통
05A001	F <sub>7</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-5-4-4-2	0.8	1.0	1.0	1.1	*
05A002	F <sub>7</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-5-4-4-4	2.4	1.0	1.1	1.4	*
05A003	F <sub>7</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-5-4-4-5	0.1	1.1	1.0	1.1	*
05A004	F <sub>7</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-5-4-4-6	0.4	1.0	1.0	1.4	*
05A005	KC 350-2-2-1-3-1	0.1	1.1	1.3	2.7	*
05A006	KC 350-2-2-1-3-2	0.3	1.3	1.3	2.5	*
05A007	KC 350-2-2-1-3-3	0.1	1.3	1.8	2.7	
05A008	KC 350-2-2-1-3-4	0.2	1.8	2.4	3.6	
05A009	KC 350-2-2-1-3-5	0.1	1.6	2.5	3.8	
05A010	KC 350-2-2-1-3-6	0.1	1.1	2.2	3.4	
05A011	NWTC F3	0.5	1.3	2.1	2.9	
05A012	NWTC F3	0.6	1.0	2.4	3.0	
05A013	NWTC F3	2.6	1.2	1.2	2.3	
05A014	NWTC F3	0.8	1.4	3.7	4.9	
05A015	NWTC F3	0.6	1.3	1.9	2.8	
05A016	NWTC F3	1.1	2.8	3.6	4.4	
05A017	NWTC F3	0.5	1.7	2.0	2.4	
05A018	NWTC F3	1.4	2.6	2.9	3.6	
05A019	BC <sub>1</sub> F <sub>9</sub> {(19-1-3-7-1-1×KC350-2)× 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-1-5-3-1	0.3	1.1	2.1	2.9	
05A020	BC <sub>1</sub> F <sub>9</sub> {(19-1-3-7-1-1×KC350-2)× 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-1-5-3-2	0.0	1.0	1.2	1.6	
05A021	BC <sub>1</sub> F <sub>9</sub> {(19-1-3-7-1-1×KC350-2)× 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-1-5-3-3	0.1	1.1	1.4	1.9	*
05A022	BC <sub>1</sub> F <sub>9</sub> {(19-1-3-7-1-1×KC350-2)× 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-1-5-3-5	0.0	1.0	1.2	1.6	
05A023	BC <sub>1</sub> F <sub>9</sub> {(19-1-3-7-1-1×KC350-2)× 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-1-5-3-6	0.0	1.2	2.1	2.8	
05A024	F5{F4(KC353-3×CM334)-4-1×124-5-2}-1-2-1	0.3	1.1	1.3	1.4	
05A025	F5{F4(KC353-3×CM334)-4-1×124-5-2}-1-2-4	0.8	1.1	1.2	1.7	
05A026	F5{F4(KC353-3×CM334)-4-1×124-5-2}-1-4-2	0.1	1.3	2.2	2.9	
05A027	F5{F4(KC353-3×CM334)-4-10×124-5-3}-2-5-2	2.5	1.1	1.1	2.7	
05A028	F5{F4(KC353-3×CM334)-4-10×124-5-3}-2-5-3	1.7	1.2	1.4	3.2	
05A029	F5{F4(KC353-3×CM334)-4-10×124-5-3}-2-5-6	4.1	1.2	1.6	2.8	
05A030	F5{43-8-2 ×F4(CM334×KC353-3)-7-4}-1B-4	1.4	1.2	1.3	1.8	*
05A031	F5{43-8-2 ×F4(CM334×KC353-3)-7-4}-1B-5	1.1	1.1	1.1	1.6	
05A032	F5{43-8-2 ×F4(CM334×KC353-3)-7-4}-1B-6	0.8	1.5	1.3	2.3	
05A033	F5{KC358-2-3-1 × KC350-2-9}-4-3-1	1.3	1.1	1.3	2.1	*
05A034	F5{KC358-2-3-1 × KC350-2-9}-4-3-2	0.0	1.0	1.7	2.3	
05A035	F5{KC358-2-3-1 × KC350-2-9}-4-3-3	0.7	1.0	1.3	2.6	*
05A036	F5{KC358-2-3-1 × KC350-2-9}-4-3-4	0.8	1.0	1.7	2.9	
05A037	F5{KC358-2-3-1 × KC350-2-9}-4-3-6	1.6	1.0	1.4	2.6	*
05A038	F3(KC 350-2-4-1×{F <sub>3</sub> (④×③)-1}-1)-2	0.1	1.0	2.0	3.4	
05A039	F3(KC 350-2-4-1×{F <sub>3</sub> (④×③)-1}-1)-4	0.4	1.4	1.5	2.7	
05A040	F3(KC 350-2-4-1×{F <sub>3</sub> (④×③)-1}-1)-7	1.3	1.1	1.7	3.3	
05A041	F3(KC 350-2-4-1×{F <sub>3</sub> (④×③)-1}-1)-8	1.2	1.1	2.1	3.1	

표 1-8 (계속). 대목용 역병-꽃마름 복합 저항성 육성계통의 꽃마름병과 역병에 대한 저항성과 선발

2005BN	내역	자엽수 평균	칭고 평균	역병 줄기	역병 뿌리	유망 계통
05A042	F3(KC 350-2-4-3 × {F <sub>3</sub> (④ × ③)-1}-1)-2	0.2	1.2	1.6	2.1	*
05A043	F3(KC 350-2-4-1 × { F <sub>3</sub> (④ × ③)-2}-5)-3	0.6	1.0	1.8	2.8	
05A044	F3(KC 350-2-4-1 × { F <sub>3</sub> (④ × ③)-2}-5)-4	0.2	1.1	2.1	3.2	
05A045	F3(KC 350-2-4-1 × { F <sub>3</sub> (④ × ③)-2}-5)-2	0.5	1.0	1.1	2.3	
05A046	F3(KC 350-2-4-1 × { F <sub>3</sub> (④ × ③)-2}-5)-4	1.2	1.0	1.7	2.8	
05A047	F3(KC 350-2-4-1 × { F <sub>3</sub> (④ × ③)-2}-5)-8	1.1	1.3	1.4	2.1	
05A048	AC2258-1 B	0.1	1.5	2.4	3.8	
05A049	SCM334-1 B	8.4	1.2	1.0	1.3	
05A050	NHRI PR1-1B	0.2	1.3	2.0	2.8	
05A051	NHRI PR2-2	0.4	1.9	1.6	2.1	V-극약
05A052	19-1-3-7-1-1-2-1-5-1	1.4	2.2	2.1	3.1	
05A053	KC 358-2-3-1-1-1 B-1	0.6	1.4	1.3	3.1	
05A054	KC 358-2-3-1-1-1 B-2	0.3	1.6	1.4	3.0	
05A055	KC 358-2-3-1-1-1 B-3	0.8	1.0	1.1	3.0	
05A056	KC 358-2-3-1-1-1 B-4	0.4	1.0	1.2	3.0	
05A057	KC 358-2-3-1-1-2 -1	0.3	1.5	2.4	4.1	
05A058	KC 358-2-3-1-1-2 -2	0.3	1.4	2.2	4.0	
05A059	KC 358-2-3-1-1-2 -3	0.6	1.5	1.5	2.3	
05A060	KC 358-2-3-1-1-5-2	0.8	1.0	1.3	1.9	추과
05A061	KC 358-2-3-1-1-5-3	0.6	1.0	1.0	2.5	
05A062	KC 358-2-3-1-1-5-4	0.1	1.1	1.1	2.8	
05A063	KC 358-2-3-1-1-5-5	0.4	1.0	1.2	2.7	
05A064	18-1-9-3-2-2	0.0	1.9	3.2	4.7	
05A065	18-1-9-3-2-3	0.0	1.5	3.3	4.5	
05A066	18-1-9-3-2-4	0.0	1.4	3.7	4.8	
05A067	L155-1	0.0	2.9	4.0	5.0	
05A068	KC268A+KC268-1-1-4-4-B	0.0	2.4	4.0	5.0	
05A069	KC268A+KC268-1-1-3-2-1-1	0.0	1.3	3.7	5.0	
05A070	KC268-1-1-4-4-1B	0.0	1.4	3.7	4.8	
05A071	KC268-1-1-4-4-2B	0.0	1.4	3.1	4.0	
05A159	탄탄	1.1	1.3	1.6	2.2	
05A160	PR-Power	1.6	1.1	1.6	2.2	
05A161	R-Safe	0.0	2.8	4.0	5.0	
05A162	코네시안햇	1.4	1.0	4.0	5.0	



그림 1-5. 대목용 풋마름-역병 복합저항성 육성계통(좌)과 일부 시판 대목품종(우). 시판 대목 품종 중 일부는 2005-6년 겨울 경남 밀양에서 역병에 많이 걸려 농가의 원성을 사기도 하였다.

다. 2006년도

1) 역병-바이러스 복합저항성 계통 육성

2005년도에 CMV를 접종하여 포장에서 재식하였을 때 모자이크 병반이 형성되지 않거나 경미한 모자이크 병반이 형성되어 회복된 계통들의 후대에 대하여 PMMoV P0와 역병에 대한 저항성을 검정한 결과는 표 1-9와 같다.

선발계통 중 육성번호로 06B001-06B005 계통은 PMMoV P0에는 저항성을 나타내나 역병에 대한 저항성은 낮은 편이어서 대책이 요망된다. 이는 육성계통 상호간의 교배와 이후 순환선발법을 생각할 수 있다.

이들 선발계통들은 F<sub>5</sub> 세대이지만 이미 상당부분 고정된 것으로 보인다. 이는 2005년도의 선발모본 (그림 1-4 하우)과 2006년도의 계통의 과실을 비교해 보면 거의 같은 것으로 알 수 있었다(그림 1-6좌).

국내에는 PMMoV P<sub>0</sub>와 P<sub>1,2</sub> 계통이 분포하는 것으로 보고되고 있으며, 특히 하우스팻고추의 경우 P<sub>1,2</sub> 분포비율이 높은 것으로 보고되고 있지만 (최 등, 2004), 이에 저항성을 주관하는 L<sup>3</sup> 유전자를 도입한 적이 없기 때문에 육성계통 중에 저항성을 기대할 수는 없는 실정이다. P<sub>1,2</sub>에는 PI152225 등 *Capsicum chinense*에 속하는 다수의 PI 계통들이 과민반응형 저항성을 나타내는 것으로 보고되었으며 (Greenleaf, 1986; Watterson, 1993), 이에 대한 저항성 유전자는 L<sup>3</sup>로 불리고 있다. 국내외 일부 품종들은 이 유전자 혹은 P<sub>1,2,3</sub>에 저항성을 제공하는 L<sup>4</sup>도 도입된 것으로 알려지고 있다. 그러나 HR 저항성 유전자는 새로운 레이스에 쉽게 무력화되는 문제가 있어서 포장선발로 회복력이 강한 계통을 선발하여 육종에 이용하는 방안도 생각할 수 있다. 이의 가능성은 이미 관찰되고 있는 상황이기도 하다 (그림 1-6우).

온실 검정에서 병에 강하였던 계통이나 그 어느 계통도 포장에 심어 심한 바이러스 감염 증세를 보이는 것은 도태한다.

현재 상태에서 그대로 신품종으로 활용할만한 계통은 없으나 일대잡종의 한쪽 친으로 활용을 생각할 수 있는 것은 육성번호로 06B002와 06B019이다. 06B014와 06B015는 PMMoV에 HR은 아니나 CMV에 강하며, PMMoV 접종에서도 회복하여 일대잡종의 한쪽친으로 활용이 가능할 것이다. 다만 과실이 작은 문제가 있어서 적절한 친과 용도를 찾아 일대잡종을 만들 수 있을 것이다(그림 1-7).

표 1-9. 주요 병 복합저항성 육성계통의 PMMoV 및 역병에 대한 저항성

2006BN	내역	PMMoV PO	역병 줄기	역병 뿌리	유망 계통
06B001	F5{1-39-1-U2×BC1F5(칠성초-1×KC350-2)}-4-1-4-5B	HR	1.9	3.2	*
06B002	F5{1-39-1-U2×BC1F5(칠성초-1×KC350-2)}-4-1-4-6B	HR	2.0	2.8	
06B003	F5{1-39-1-U2×BC1F5(칠성초-1×KC350-2)}-4-1-4-1B	HR	1.4	2.3	*
06B004	F5{1-39-1-U2×BC1F5(칠성초-1×KC350-2)}-4B-6-3B	HR	2.9	4.0	
06B005	F5{1-39-1-U2×BC1F5(칠성초-1×KC350-2)}-4B-6-3B	HR	2.9	3.9	
06B006	F5{3-8-2-U2×BC1F5(수비초×KC350-2)}-2-11-4-2B	S	2.6	3.8	
06B007	F5{3-8-2-U2×BC1F5(수비초×KC350-2)}-2-11-4-3B	S	2.9	4.2	
06B008	F5{3-8-2-U2×BC1F5(수비초×KC350-2)}-2-11-4-5B	S	3.8	4.8	
06B009	F5{3-8-2-U2×BC1F5(수비초×KC350-2)}-2-12-3-2B	M	2.1	3.8	
06B010	F5{3-8-2-U2×BC1F5(수비초×KC350-2)}-2-12-3-3B	M	2.5	3.9	
06B011	F5{3-8-2-U2×BC1F5(수비초×KC350-2)}-2-12-3-4B	M	2.1	3.3	
06B012	F5{BC1F3{(칠성초 ×KC220)×칠성초-1}-2-3-6 ×2-39-2-3}-4-2-1B	M	2.8	4.0	
06B013	F5{BC1F3{(수비초 ×KC220-1)×수비초-1}-9-1-10 ×2-39-2-3}-2-2-	M	1.2	1.6	*
06B014	F5{103-1-1 ×KC358-2-3}-1-13-4-3B	M	1.0	1.5	
06B015	F5{103-1-1 ×KC358-2-3}-1-13-5-3B	M	1.0	1.2	*
06B016	F5{KC 358-2-3-1-1×1-31-1-1-5-9}-8-1B	HR	1.6	1.8	
06B017	F5{KC 358-2-3-1-1×1-31-1-1-5-9}-8-4B	S	1.1	1.6	*
06B018	F5{KC 358-2-3-1-1×1-31-1-1-5-9}-8-5B	S	2.8	3.7	
06B019	F3{19-1-3-7-1 ×F <sub>7</sub> {19-1-2-3-1× KC 406-1}2-7-4-11}-2-2B	S	1.0	1.2	*
06B020	F3{19-1-3-7-1 ×F <sub>7</sub> {19-1-2-3-1× KC 406-1}2-7-4-11}-1-1B	M	1.0	1.2	
06B021	F3{19-1-3-7-1 ×F <sub>7</sub> {19-1-2-3-1× KC 406-1}2-7-4-11}-1-1B	M	1.0	1.5	
06B022	F3{19-1-3-7-1 ×F <sub>7</sub> {19-1-2-3-1× KC 406-1}2-7-4-11}-1-3B	M	1.2	1.7	
06B023	독야청청	HR	1.1	1.8	
06B024	대장부	HR	4.0	5.0	
06B025	역강홍장군	HR	1.0	2.9	
06B026	참마니	HR	4.0	5.0	
06B027	홍심이	HR	4.0	5.0	
06B028	천하통일	HR	4.0	5.0	
06B029	왕대박	HR	4.0	5.0	



그림 1-6. 육성번호 06B002의 과실 (좌), 선대인 05B002(그림 1-4하우)와 매우 비슷하다. 06B019의 과실(우), PMMoV P0에 비과민형이지만 모자이크 병징을 떨치고 있어 깨끗해지며, 매끈한 과실을 맺는다. 이 계통의 수비초, 역병 저항성 계통 PI201234, 바이러스에 강한 KC406의 피가 들어간 계통이다.



그림 1-7. 유망계통 06B015의 착과상태(좌), CMV와 역병에 강하나 과실이 작은 문제가 있다. PMMoV 접종 식물에 나타나는 모자이크 병징(우).

## 2) 대목용 역병-꽃마름병 복합저항성 계통 육성

꽃마름-역병 복합저항성 선발용 육성계통의 2006년도 검정결과는 표 1-10과 같다. 공시계통 중 06A101부터 06A115까지의 계통들이 발병도가 낮아 유망하였는데, 이 계통들은 시작이 같은 계통들이나 계통에 따라 발병도가 조금씩 차이가 있었으며, 그 중 우수한 계통에서도 우수한 개체를 선발하여 다음 세대 종자를 채종하고 있다. 이들 계통들은 과실의 크기는 비교적 큰 편이나 건과품질은 기대할 수 없는 실정이어서 우선 대목용으로 활용하고, 대과성과 저항성을 건과품질이 우수한 계통과 교배하여 새로운 계통을 육성하는 작업을 계속하고 있다.

다음으로 우수한 계통군은 06A127부터 130까지의 계통들인데 꽃마름-역병 복합저항성이 높게 평가되어 우선 대목용으로 활용하고, 건과품질이 06A101-115 계통보다 우수하여 건고추 육성용으로 활용될 수 있을 것으로 보인다(그림 1-8).

그 외에 눈에 띄는 계통은 06A131부터 137까지의 계통들이다. 이들은 CM334 등의 고도 역병 저항성 계통이 교배에 들어가지 않았으나 비교적 높은 복합저항성을 나타내며 착과성이 우수하여 유망하게 평가되었다(그림 1-8).

06A116부터 06A126까지는 MC4(Kim 등, 1998)와 19-1-3-7-1 (김 등, 1996)의 자연교잡 식물로부터 분리 고정된 계통들로 꽃마름병과 역병에 저항성 수준은 다소 낮으나 건과품질이 양호하여 일대잡종의 교배친으로 활용을 검토하고 있다(그림 1-8).

또 한 가지 눈에 띄는 것은 대목용으로 널리 이용되고 있는 ‘탄탄’과 ‘피알파워’가 꽃마름병에 상대적으로 약하여 꽃마름-역병 복합저항성은 낮게 평가되었다는 점이다. 이점은 현장에서 이미 현실로 나타나고 있다 (제3절 참조).

표 1-10. 꽃마름-역병 복합저항성 계통육성을 위한 2006년도 선발

2006BN	내역	꽃마름 (3/11)		청고-역병 접종 (3/29)		역병만 접종 (3/29)		선발
		줄기	뿌리	줄기	뿌리	줄기	뿌리	
06A101	F <sub>7</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-5-4-4-2-1B	1.0	1.0	1.1				*
06A102	F <sub>7</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-5-4-4-2-2B	1.0	1.8	2.1				
06A103	F <sub>7</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-5-4-4-2-3B	1.0	1.0	1.1				*
06A104	F <sub>7</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-5-4-4-2-4B	1.1	1.4	1.9				
06A105	F <sub>7</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-5-4-4-4-1B	1.0	1.0	1.1				
06A106	F <sub>7</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-5-4-4-4-3B	1.0	1.0	1.0				*
06A107	F <sub>7</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-5-4-4-4-4B	1.1	1.4	1.5				
06A108	F <sub>7</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-5-4-4-5-1B	1.0	1.0	1.0				
06A109	F <sub>7</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-5-4-4-5-2B	1.0	1.0	1.1				
06A110	F <sub>7</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-5-4-4-5-3B	1.0	1.0	1.0				*
06A111	F <sub>7</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-5-4-4-5-4B	1.0	1.0	1.0				
06A112	F <sub>7</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-5-4-4-6-1B	1.0	1.0	1.1				
06A113	F <sub>7</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-5-4-4-6-2○	1.0	1.3	1.3				
06A114	F <sub>7</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-5-4-4-6-3B	1.3	1.4	1.8				
06A115	F <sub>7</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-5-4-4-6-4B	1.0	1.0	1.0				*
06A116	KC 350-2-2-1-3-1○-1B	1.4	1.8	2.6				
06A117	KC 350-2-2-1-3-1○-2B	1.1	1.4	3.3				
06A118	KC 350-2-2-1-3-1○-3B	1.0	1.8	3.3				
06A119	KC 350-2-2-1-3-2-3B	1.3	1.4	2.8				
06A120	KC 350-2-2-1-3-2-2B	1.0	1.8	2.8				
06A121	KC 350-2-2-1-3-2-3B	1.4	2.3	3.1				*
06A122	KC 350-2-2-1-3-2-4B	1.1	1.8	2.5				*
06A123	KC 350-2-2-1-3-3-1B	1.3	2.0	2.3				*
06A124	KC 350-2-2-1-3-3-2B	1.3	2.8	3.5				
06A125	KC 350-2-2-1-3-3-3B	1.0	1.3	2.4				
06A126	KC 350-2-2-1-3-3-4B	1.0	2.9	4.3				
06A127	F5{43-8-2 ×F4(CM334×KC353-3)-7-4}-1B-4-1B	1.1	1.0	1.4				*
06A128	F5{43-8-2 ×F4(CM334×KC353-3)-7-4}-1B-4-2B	1.0	1.0	1.1				*
06A129	F5{43-8-2 ×F4(CM334×KC353-3)-7-4}-1B-4-3B	1.0	1.0	1.1				*
06A130	F5{43-8-2 ×F4(CM334×KC353-3)-7-4}-1B-4-4B	1.0	1.0	1.0				*
06A131	F5{KC358-2-3-1 × KC350-2-9}-4-3-1-1B	1.0	1.0	1.1				*
06A132	F5{KC358-2-3-1 × KC350-2-9}-4-3-3-2B	1.0	2.0	2.4				*
06A133	F5{KC358-2-3-1 × KC350-2-9}-4-3-3-3B	1.5	2.5	3.1				
06A134	F5{KC358-2-3-1 × KC350-2-9}-4-3-3-4B	1.1	2.4	3.1				
06A135	F5{KC358-2-3-1 × KC350-2-9}-4-3-6-2B	1.0	1.9	2.1				
06A136	F5{KC358-2-3-1 × KC350-2-9}-4-3-6-3B	1.5	2.8	3.1				*
06A137	F5{KC358-2-3-1 × KC350-2-9}-4-3-6-4B	1.0	2.4	2.5				
06A138	F3(KC350-2-4-3 ×{F <sub>3</sub> (④×③)-1}-1)-2-1B	1.3	2.1	2.5				
06A139	F3(KC350-2-4-3 ×{F <sub>3</sub> (④×③)-1}-1)-2-2B	1.1	2.0	2.5				
06A140	F3(KC350-2-4-3 ×{F <sub>3</sub> (④×③)-1}-1)-2-3B	1.5	2.5	3.0				
06A141	F3(KC350-2-4-3 ×{F <sub>3</sub> (④×③)-1}-1)-2-4B	1.0	1.0	1.3				*
06A142	KC268-1-1-4-4-2B	2.6	3.8	4.9				
06A143	KC268-1-1-4-4-1B	1.5	3.3	4.5				



표 1-10(계속). 풋마름-역병 복합저항성 계통육성을 위한 2006년도 선발

2006BN	내역	풋마름	청고-역병 접종		역병만 접종		선발
		(3/11)	(3/29)		(3/29)		
			줄기	뿌리	줄기	뿌리	
06A144	SCM334-1 B-2B	2.0	2.5	3.0			*
06A145	KC 358-2-3-1-1-1 B-4○-1B	2.0	2.0	2.4			*
06A146	KC 358-2-3-1-1-1 B-4○-2B	2.0	2.6	3.3			x
06A147	KC 358-2-3-1-1-1 B-4○-3B	1.0	1.8	2.3			*
06A148	KC 358-2-3-1-1-1 B-4○-4B	2.5	2.5	3.3			x
06A149	KC 358-2-3-1-1-5○-3○-1B	2.5	2.6	3.4			x
06A150	KC 358-2-3-1-1-5○-3○-3B	1.4	2.1	3.1			x
06A151	KC 358-2-3-1-1-5○-3○-4B	1.5	2.3	2.5			x
06A152	KC 358-2-3-1-1-5○-3○-B	1.1	2.3	2.6			x
06A154	KC268-1-1-4-4-1B	2.0	4.0	5.0			
06A155	KC268-1-1-4-4-2B	3.6	4.0	5.0			
06A180	탄탄	3.1	3.6	4.8	1.0	1.3	
06A181	피알파워	2.1	3.5	4.6	1.0	1.8	
06A182	녹광	1.3	4.0	5.0	4.0	5.0	
06A183	청양	2.0	4.0	5.0	4.0	5.0	
06A184	파리	1.6	4.0	5.0	4.0	5.0	
06A185	천하통일	3.1	4.0	5.0	4.0	5.0	
06A186	독야칭칭	3.6	3.6	4.8	1.4	2.4	
06A187	역강홍장군	4.9	4.0	5.0	1.9	3.3	



06A106



06A127



06A123



06A131

그림 1-8. 풋마름-역병 복합저항성 계통의 과실.

## 2. 고추 바이러스병 저항성 재료 검색

가. 2003-4년도

### 1) 연구방법

바이러스 전문가들의 연구결과에 의하면 국내 고추에는 CMV의 피해가 가장 크고 Tobamovirus 군에서는 Pepper Mild Mottle Virus (PMMoV)가 가장 많은 것으로 보고되었다. 그래서 주요 육성계통과 재료에 대하여 PMMoV와 CMV에 대한 저항성을 검정하였다.

제1차로 원예연구소에서 육성한 '신홍'고추의 웅성불임유지계에 역병 저항성의 CM334를 교배하여 역병과 바이러스에 강한 방향으로 선발하여 CMS 유지계와 회복계로 육성한 계통들 (Hwang과 Kim, 2002), 바이러스에 저항성으로 관찰된 재료, 저항성으로 도입된 재료에 대하여 2종 바이러스에 대한 저항성 검정을 실시하였다.

제2군은 이용수 육성계통과 대목용으로 육성한 풋마름-역병 복합저항성 육성계통 등에 대하여 2종 바이러스 저항성을 검정하였다.

제3군은 영양고추시험장 보유계통 200여점에 대하여 같은 2종 바이러스에 대한 저항성을 검정하였다.

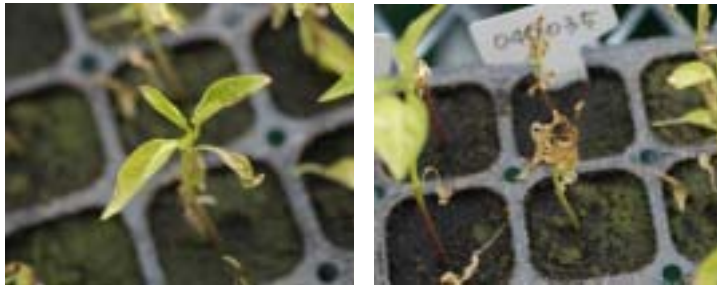
바이러스 접종원은 협동연구기관에서 순화하여 담배에 증식한 것을 접종에 사용하였으며 접종은 카보란담과 함께 자엽에 문질러 주는 방법으로 접종하였다. PMMoV는 접종 72-96시간에 과민형반응을 조사하였으며, 접종 2주일후에는 PMMoV와 CMV 식물의 발병도를 1-5등급으로 메겨 조사하였다 (그림 1-9, 10, 11).



그림 1-9. 바이러스 접종과 감염성 확인, 순화 바이러스를 인산완충액에 마쇄하여 카보란담과 함께 면봉으로 문질러 접종하고, CMV는 명아주에 접종하여 과민형반응을 확인한다. PMMoV의 경우 저항성 개체는 접종 후 72정도 경과하면 과민형 반응을 나타내어 4-5일 지나면 떨어지게 된다.



1) 병징이 보이지 않는다.    2) 경엽의 황화와 생육 지연    3) 모자이크 병징

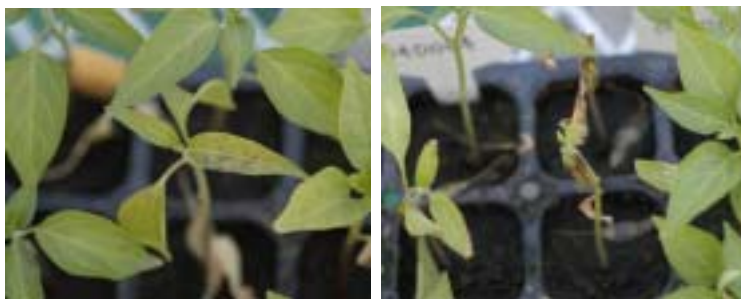


4) 모자이크병징과 함께 낙엽 5) 죽어가는 개체

그림 1-10. PMMoV의 양적 조사기준, 접종 2주일후의 발병도 조사 기준



1) 병징이 보이지 않는다. 2) 잎의 황화와 생육 지연 3) 엽맥이 퇴색하는 모자이크



4) 괴저상 병반과 함께 낙엽 5) 괴저와 함께 낙엽하며 죽는다.

그림 1-11. CMV 발병도, 접종 2주일 후 조사

## 2) 연구결과

### 가) 경북대학교

우선 그동안 포장에서 바이러스에 강한 것으로 관찰된 육성계통 및 재료에 대하여 국내에 발생과 피해가 가장 많은 PMMoV와 CMV에 대한 저항성을 검정하였다. 그 결과를 보면 (표 1-11) '신흥'의 B-line과 역병 저항성의 CM334를 교배하여 역병과 바이러스에 강한 방향으로 선발한 94BS계통 들(Hwang과 Kim, 2002) 중에 PMMoV와 CMV에 동시에 강한 계통이 발견되었다. 129-1-2-4-1 (94BS5-3-4-2-1-2-4-1)의 경우 PMMoV에 HR(Hypersensitive reaction)이며 CMV에도 가장 발병도가 낮았으며, 역병에도 강도 높게 선발된 계통이며, 세포질웅성불임과 관련하여 회복계(NRfrf)이어서 교배 혹은 육종모본으로 매우 유망하게 생각되었다. 128-1-3-4-5 (94BS5-3-4-1-1-3-4-5)은 역병 저항성으로 선발되었으며, 세포질웅성 불임 유지계(Nrfrf)이어서 역병·바이러스 복합저항성 유지계 혹은 육종모본으로 가치가 높게 평가되었다. 43-8-2-1-2(94BS71-1-2-3-8-2-1-2)의 경우는 포장 재배에서 매우 바이러스에 강한 것으로 관찰되었는데 이것은 PMMoV에 HR 저항성은 없으나 CMV에 매우 강하게 나타났다. 이들 계통의 PMMoV에 대한 HR 저항성은 CM334에서 온 것으로 보인다. CM334는 HR반응에서 분리중인 것으로 관찰되었다. 따라서 이의 고정이나 필요한 상황이다 또 한 가지 흥미로운 것은 1987년도에 의성군 옥산에서 찾은 칼미초에 바이러스 저항성이 많이 있다는 점이다. 칼미초에서 계통을 분리하였는데 다수가 PMMoV P0에 저항성이며 CMV에도 저항성으로 나타났고 일부는 CMV에만 저항성으로 나타났다. 이러한 현상은 포장관찰결과와 대체로 잘 일치하는 결과이다. 함께 공시한 시판 교배종들은 대부분 PMMoV에 HR 저항성을 가지고 있는 것으로 나타났다.

이용수의 육성계통, 도입재료 등의 190여점의 바이러스 저항성 검정결과는 표 1-12와 같다. 여기에서도 PMMoV에 HR이며 CMV에 감염이 잘 되지 않는 계통이 다수 발견되었다.

온실에서 발병도 조사를 마친 계통 중, PMMoV에 HR인 계통들과 CMV를 접종한 전 계통을 망실 포장에 정식하여 발병을 계속 관찰하면서 원예적 형질과 종자 증식 및 계통선발을 실시하였다. 함께 공시한 시판 교배종들은 모두 PMMoV에 저항성이었으며, CMV에도 강한 것이 많았다. 정식 초기에는 망을 치지 않아 주변의 잡초 등으로부터 자연감염이 많이 일어난 것으로 보여, 표본을 채취하여 영남대에 검정을 의뢰한 결과 PMMoV는 매우 일부에서만 나타나고, CMV, PepMoV, BBWV가 단독

혹은 복합 감염되어 있는 것으로 확인되었다.

이러한 혼합 감염상태에서 발병이 적은 계통은 육성번호(BN)로 보아 04 D009, 04D016, 04D020, 04D065, 05H030, 04H055, 04H056이 우수하였다.

#### 나) 영양고추시험장

영양고추시험장에서도 200여점의 유전자원에 대하여 2종 바이러스에 대한 저항성 검정을 실시하였다. 그 간추린 결과는 표 9와 같다. 여기에서도 PMMoV P0에는 다수의 HR 저항성인 계통을 찾을 수 있었으나 CMV에서는 찾을 수 없었다.

PMMoV(TMV) 집중결과는 과민반응(HR)을 나타내었다 (표 1-13). 과민반응을 나타내는 계통 중 발병정도를 1.0이하를 기준으로 페루 등 지역에서 수집한 유전자원 YP041051 등 10계통, 단고추에서 11계통, 경북대에서 분양받은 유전자원 YPV04003 1계통, 재래종에서 YP432002 등 13계통 등 35계통을 선발하였다. 대비종으로 바이러스 이병성을 나타내는 YP041102와 YP041105계통은 발병정도가 3.9-4.1로 엽맥이 퇴색하는 모자이크가 발생되었거나 괴저반점이 발생되어 낙엽현상이 나타났다. 시판종인 한반도와 금당은 발병정도가 1.0으로 저항성을 보였다.

CMV집중결과는 과민반응(HR)을 나타내는 계통은 없었다. 비과민반응을 나타내는 계통은 잎에 병징이 보이지 않은 1.0이하의 발병정도를 기준으로 페루 등 유전자원 수집계통에서 YP041097 등 12계통, 경북대학교에서 분양받은 YPV04014 등 2계통, 단고추 YP031031 등 4계통, 재래종 YP0431004계통 3계통 등 21계통을 선발하였다. 시판종인 한반도와 금당은 발병정도가 각각 2.4, 2.8로 잎의 황화와 생육지연 현상을 나타내었다.



표 1-11. 바이러스에 강한 것으로 관찰된 육성계통의 PMMoV와 CMV 저항성

04BN	KC 등	Line	PMMoV HR/N (3/17)	PMMoV (4/2/04)	CMV (4/2/04)
04D055	129-1-2-4-1	94BS5-3-4-2-1-2-4-1	12/12	1.0 <sup>z</sup>	1.1 <sup>z</sup>
04D076	KC944	P1684	12/12	1.0	1.1
04D056	129-1-2-4-6	94BS5-3-4-2-1-2-4-6	12/12	1.0	1.2
04D057	129-8-1-6-2	94BS5-3-4-2-8-1-6-2	11/12	1.0	1.2
04D098	대장부	신젠타	9/12	1.0	1.2
04D043	128-1-3-4-5	94BS5-3-4-1-1-3-4-5	11/11	1.0	1.3
04D008	칼미초-11		11/11	1.0	1.5
04D042	128-1-3-4-1	94BS5-3-4-1-1-3-4-1	12/12	1.0	1.5
04D061	청도 18-1-9-3-2		12/12	1.0	1.5
04D044	칠성초-B3-4		12/12	1.0	1.7
04D100	경상	농우	13/13	1.0	1.8
04D023	KC 817-오렌지1		2/4	1.0	2.0
04D024	KC 817-2		1/4	1.0	2.0
04D027	KC 817-3-1		5/5	1.0	2.0
04D063	19-1-3-7-1-1-2-1-5		6/6	1.0	2.2
04D099	영양맛	농우	11/11	1.0	2.2
04D075	KC943	P167	12/12	1.0	2.3
04D026	KC 817-3		10/10	1.0	2.3
04D025	KC 817-2-갈2		4/4	1.0	2.5
04D031	KC802-7	chi 39/1053-1	11/11	1.0	3.1
04D030	KC742-1	chi 10/1012-1	7/7	1.0	3.4
04D087	KC955	PBC362	1/1	1.0	
04D049	52-8-3-3-2	94BS59-2-4-4-8-3-3-2	10/12	1.1	1.5
04D006	칼미초-8		12/12	1.2	1.5
04D074	KC942	PI257284	6/6	1.2	2.2
04D007	칼미초-10		9/12	1.3	1.1
04D004	칼미초-5		9/12	1.3	1.5
04D050	52-8-3-3-4	94BS59-2-4-4-8-3-3-4	9/12	1.3	1.2
04D001	칼미초-1		10/12	1.3	1.9
04D022	KC 817-1-1		4/6	1.4	2.0
04D002	칼미초-1		9/12	1.5	1.0
04D010	칼미초-14		8/12	1.6	1.0

표 1-11 (계속). 바이러스에 강한 것으로 관찰된 육성계통의 PMMoV와 CMV 저항성

04D011	칼미초-15		0/12	1.6	1.0
04D005	칼미초-6		9/12	1.6	1.3
04D037	80-5-4-2-1 B	94BS68-3-3-4-5-4-2-1 B	0/12	1.7	1.0
04D003	칼미초-2		0/8	1.7	1.0
04D095	KC963	PI159236	3/4	1.8	2.0
04D009	칼미초-13		0/12	1.8	1.1
04D033	SCM334△		2/12	1.8	1.8
04D039	80-5-4-2-3	94BS68-3-3-4-5-4-2-3	0/12	1.9	1.5
04D048	43-8-2-3-1	94BS71-1-2-3-8-2-3-1	0/10	2.0	1.2
04D038	80-5-4-2-2 B	94BS68-3-3-4-5-4-2-2 B	0/12	2.0	1.3
04D052	80-6-2-3-2	94BS68-3-3-4-6-2-3-2	0/12	2.1	1.8
04D059	KC 358-2-3-1-1-2	KC 358-2-3-1-1-2	0/11	2.1	1.0
04D065	KC897	Kathmandu-2	0/12	2.2	1.0
04D066	03G076-1	원연 Phytophthora 1	0/12	2.2	1.5
04D020	KC422-1		1/9	2.2	1.0
04D053	80-6-2-3-4	94BS68-3-3-4-6-2-3-4	0/11	2.3	1.4
04D015	KC406-2-2		0/9	2.3	2.5
04D047	43-8-2-1-2B	94BS71-1-2-3-8-2-1-2B	0/12	2.3	1.0
04D058	KC 358-2-3-1-1-1 B	KC 358-2-3-1-1-1 B	0/12	2.3	1.3
04D060	농협종묘		0/12	2.3	1.6
04D062	03F029-4	CMS-B	0/8	2.4	1.2
04D064	KC871	Huejutla-11	6/10	2.4	3.0
04D078	KC946	P2253	0/8	2.4	1.9
04D077	KC945	P2251	0/9	2.4	1.8
04D014	KC406-2-1		0/12	2.5	1.7
04D012	KC406		0/12	2.5	1.8
04D040	124-8-1-4-2 ○	94BS5-4-3-1-9-1-4-2 ○	0/12	2.5	1.3
04D051	52-8-3-4-4 ○	94BS59-2-4-4-8-3-4-4 ○	0/11	2.5	1.8
04D021	KC422-2		1/9	2.6	2.3
04D096	KC964	PI260429	5/5	2.6	2.2
04D046	KC268-1-1-4-4 ○		0/12	2.7	1.3
04D016	KC412		0/12	2.7	2.9
04D019	KC422		0/10	2.7	2.0
04D013	KC406-2		0/12	2.8	2.1
04D018	KC412-2		0/12	2.8	3.0
04D029	KC406-2-2-1-1 ○		0/11	2.8	1.3

표 1-11 (계속). 바이러스에 강한 것으로 관찰된 육성계통의 PMMoV와 CMV 저항성

04D054	103-1-1-6-4 B	94BA20-1-1-3-1-1-6-4	0/11	2.8	1.4
04D045	KC268-1-1-4-3		0/12	2.8	1.4
04D041	124-8-1-4-4	94BS5-4-3-1-9-1-4-4	0/12	2.9	1.8
04D028	KC822B		0/11	3.0	1.5
04D017	KC412-1		0/8	3.0	2.0
04D097	KC965	PI260549	3/3	3.0	2.9
04D032	KC807-1	chi 39/1056	9/9	3.0	3.4
04D086	KC954	PBC345		3.0	
04D067	03G077-4	원연 Phytophthora 2	0/11	3.9	1.5
04D036	KC319		0/12	4.2	1.6
04D035	KC319		0/12	4.7	1.9
04D034	AC2258-1		0/8	4.8	2.0

<sup>2</sup>발병도, 연구방법의 자료 참조.

Table 1-12. 이용수 육성계통 및 보존 재료 2종 바이러스에 대한 반응

04BN	Line	PMMoV HR개체 /개체수	PMMoV 발병도 (5/4)	CMV 발병도 (5/4)
04H079	L432	7/7	1.0	1.0
04H085	L440	7/7	1.0	1.0
04H095	L773	10/10	1.0	1.0
04H100	KC367(Korean Land Race)	12/12	1.0	1.0
04H103	KC370(Korean Land Race)	8/8	1.0	1.0
04H071	L408	11/11	1.0	1.1
04H041	L201	10/12	1.0	1.1
04H096	KC363(Korean Land Race)	9/9	1.0	1.1
04H056	L248	12/12	1.0	1.2
04H102	KC369(Korean Land Race)	12/12	1.0	1.2
04H080	L434	11/11	1.0	1.2
04H019	L103	4/4	1.0	1.3
04H091	L756	2/3	1.0	1.3
04H137	F <sub>6</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-4-2-6	0/12	1.0	1.3
04H086	L444	12/12	1.0	1.3
04H099	KC366(Korean Land Race)	12/12	1.0	1.3
04H084	L439	12/12	1.0	1.4
04H087	L445	12/12	1.0	1.4
04H101	KC368(Korean Land Race)	11/11	1.0	1.6
04H025	L113	12/12	1.0	1.6
04H092	L761	10/10	1.0	1.6
04H098	KC365(Korean Land Race)	4/4	1.0	1.7
04H065	L351	11/11	1.0	1.7
04H122	BC <sub>1</sub> F <sub>9</sub> {(19-1-3-7-1-1×KC350-2)× 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-1-5-3	12/12	1.0	1.8
04H097	KC364(Korean Land Race)	11/11	1.0	1.8
04H104	KC371(Korean Land Race)	12/12	1.0	1.9
04H121	청도 18-1-9-3-2-2	12/12	1.0	1.9
04H126	F <sub>6</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-6-3-3○	0/12	1.0	2.2
04H141	KC200-2-1-1	12/12	1.1	1.5
04H024	L111	12/12	1.1	1.8
04H001	L3	11/11	1.1	1.0
04H078	L426	11/11	1.1	1.5
04H042	L202	6/6	1.1	1.5
04H061	L306	9/9	1.1	1.9

Table 1-12(계속). 이용수 육성계통 및 보존 재료 2종 바이러스에 대한 반응

04BN	Line	PMMoV HR개체	PMMoV 발병도	CMV 발병도
04H003	L15	12/12	1.2	1.2
04H118	KC 202-2-4 ○	0/12	1.2	1.5
04H055	L244	11/11	1.2	1.0
04H094	L772	11/11	1.2	1.0
04H010	L45	10/10	1.2	1.1
04H022	L108	11/11	1.2	1.3
04H012	L51	12/12	1.3	1.1
04H058	L280	12/12	1.3	1.5
04H013	L54	10/10	1.3	1.4
04H142	칠성초	11/12	1.3	1.2
04H140	농우시교 F2	6/8	1.3	1.5
04H089	L478	9/12	1.3	1.9
04H120	2-39-2-3-4 B	12/12	1.3	2.2
04H038	L184	12/12	1.3	2.5
04H028	L121	4/9	1.4	1.4
04H048	L216	10/10	1.4	1.2
04H035	L171	10/12	1.4	1.2
04H117	03P019-8	0/12	1.4	1.4
04H002	L12	11/11	1.5	1.2
04H018	L102	11/11	1.5	1.0
04H072	L410	12/12	1.5	1.0
04H135	F <sub>6</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-4-2-1	0/12	1.5	1.1
04H053	L239	8/12	1.5	1.2
04H125	F <sub>6</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-6-3-1	0/12	1.5	1.2
04H090	L479	7/11	1.5	1.2
04H034	L168	9/10	1.5	1.8
04H023	L109	11/11	1.6	1.8
04H030	L155	6/8	1.6	1.5
04H032	L159	6/11	1.6	1.0
04H021	L107	9/9	1.7	1.1
04H031	L156	8/9	1.7	1.1
04H026	L117	0/9	1.7	1.2
04H138	F <sub>6</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-4-3-4	0/12	1.7	1.5
04H020	L105	7/7	1.7	1.5
04H033	L163	4/8	1.7	1.4
04H074	L413	8/12	1.8	1.7
04H062	L309	9/9	1.8	2.4

Table 1-12(계속). 이용수 육성계통 및 보존 재료 2종 바이러스에 대한 반응

04BN	Line	PMMoV HR개체	PMMoV 발병도	CMV 발병도
04H136	F <sub>6</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-4-2-4	0/11	1.8	1.5
04H111	KC393(Akashi-Piman)	1/10	1.9	1.8
04H127	KC 350-2-4-3-4	0/12	1.9	1.3
04H051	L234	9/9	2.0	1.2
04H083	L438	7/12	2.0	2.7
04H124	F <sub>6</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-5-4-4	0/12	2.1	1.9
04H107	KC389(Aomorijairai)	4/9	2.1	1.2
04H040	L199	6/6	2.1	1.2
04H059	L291	0/12	2.2	1.1
04H106	KC388(Naramurazaki)	2/7	2.2	1.8
04H027	L119	5/12	2.2	1.9
04H112	KC394(Sapporo-Oonagananvan)	10/10	2.2	2.1
04H139	F <sub>3</sub> (②×③)-1-4-2○	0/12	2.3	1.3
04H029	L153	0/12	2.3	1.8
04H119	03P020-4B	0/12	2.4	1.3
04H064	L336	0/11	2.4	1.0
04H063	L312	0/8	2.4	2.0
04H046	L209	0/10	2.5	1.0
04H077	L419	0/10	2.5	1.9
04H050	L232	0/11	2.5	1.8
04H075	L415	0/12	2.6	1.0
04H113	KC395(Gengi-Nanvan)	0/9	2.6	1.7
04H109	KC391(Gumadaka)	0/11	2.6	2.3
04H004	L23	0/8	2.6	1.0
04H052	L235	0/10	2.7	1.5
04H073	L412	2/12	2.7	2.0
04H014	L59	0/8	2.7	1.2
04H108	KC390(Dochigi-Sandaka)	0/10	2.7	1.5
04H037	L181	0/12	2.8	1.3
04H005	L26	0/9	2.8	1.0
04H017	L85	0/9	2.8	1.0
04H060	L295	0/11	2.8	2.3
04H045	L207	0/4	2.9	1.0
04H070	L406	0/8	2.9	3.0
04H069	L402	0/7	2.9	1.5
04H049	L227	0/11	2.9	1.0
04H105	KC387(Yazubusa)	0/10	2.9	1.9

Table 1-12(계속). 이용수 육성계통 및 보존 재료 2종 바이러스에 대한 반응

04BN	Line	PMMoV HR개체	PMMoV 발병도	CMV 발병도
04H006	L30	0/8	3.0	1.0
04H008	L39	0/5	3.0	1.0
04H009	L42	0/12	3.0	1.0
04H093	L764	0/12	3.0	1.1
04H015	L69	0/11	3.0	1.2
04H039	L186	0/7	3.0	1.3
04H016	L83	0/11	3.0	1.3
04H068	L358	0/9	3.0	1.3
04H067	L356	0/1	3.0	1.4
04H007	L36	0/9	3.0	1.5
04H066	L354	0/12	3.0	1.5
04H044	L205	0/12	3.0	1.5
04H132	KC 350-2-2-4-2	0/11	3.0	1.7
04H123	F <sub>6</sub> (KC353-3×AC2258)-8B-5-4-2	0/12	3.0	1.8
04H114	KC396(Sandaka)	0/10	3.0	1.9
04H057	L275	0/12	3.0	2.2
04H131	KC 350-2-2-4-1	0/12	3.1	1.5
04H043	L203	0/12	3.1	1.6
04H011	L48	0/11	3.1	1.7
04H082	L436	0/10	3.1	1.4
04H036	L176	0/8	3.1	3.0
04H076	L417	0/6	3.2	1.8
04H134	KC 350-2-2-4-6	0/7	3.4	2.7
04H115	KC397(Shiogai)	0/1	3.5	1.2
04H133	KC 350-2-2-4-5	0/11	3.5	1.4
04H130	KC 350-2-2-1-6	0/12	3.7	1.3
04H129	KC 350-2-2-1-5	0/11	3.7	1.1
04H054	L242	0/12	3.8	1.5
04H128	KC 350-2-2-1-3	0/11	3.9	1.5
04H047	L213	0/12	4.1	2.2
04H143	가타구루마	1/9	4.3	1.0
04H144	탄탄	10/10	1.0	1.1
04H145	타끼대목	10/10	1.0	1.4
04H146	R-세이프	11/12	1.0	1.1
04H147	R-과워(탄탄2)	8/11	1.1	1.0
04H148	한농대목	12/12	1.0	1.3
04H149	코네시안햇	0/11	3.0	2.8

Table 1-12(계속). 이용수 육성계통 및 보존 재료 2종 바이러스에 대한 반응

04BN	Line	PMMoV HR개체	PMMoV 발병도	CMV 발병도
04H152	금답	12/12	1.0	1.0
04H155	왕대박	12/12	1.0	1.0
04H156	조향	12/12	1.0	1.0
04H157	천하통일	11/11	1.0	1.0
04H158	온세상	10/10	1.0	1.0
04H161	대장부	12/12	1.0	1.0
04H163	대장금	12/12	1.0	1.0
04H164	참조은	12/12	1.0	1.0
04H165	한반도	12/12	1.0	1.0
04H167	일품	12/12	1.0	1.0
04H150	마니따	12/12	1.0	1.2
04H151	금당	9/11	1.0	1.2
04H159	금관	11/11	1.0	1.2
04H166	금상	12/12	1.0	1.2
04H160	슈퍼비가림	11/11	1.0	1.8
04H162	영양맛	12/12	1.1	1.3
04H154	청양	0/10	2.0	1.0
04H153	서울실파리꽃고추	0/11	2.4	1.4



표 1-13. PMMoV 집중예 의한 고추의 저항성 정도 (영양고추시험장, 2004)

계통명	집중 주수	과민반응 정도			발병정도					평균	
		HR	NHR	%	1	2	3	4	5		
YP041051	12	12		100	12						1.0
YP041054	12	12		100	12						1.0
YP041056	12	12		100	12						1.0
YP041057	12	12		100	12						1.0
YP041070	12	12		100	12						1.0
YP041075	12	12		100	12						1.0
YP041076	12	12		100	12						1.0
YP041077	12	12		100	12						1.0
YP041108	12	12		100	12						1.0
YP041109	12	12		100	12						1.0
YP071207	12	12		100	12						1.0
YP081113	12	12		100	12						1.0
YP081181	12	12		100	12						1.0
YP091115-1	12	12		100	12						1.0
YP001061-1	12	12		100	12						1.0
YP001091-1	12	12		100	12						1.0
YP001092	12	12		100	12						1.0
YP021071	12	12		100	12						1.0
YP021123	12	12		100	12						1.0
YP021125	12	12		100	12						1.0
YP021136	12	12		100	12						1.0
YPV04003	6	6		100	6						1.0
YP0432002	12	12		100	12						1.0
YP0432009	12	12		100	12						1.0
YP0432040	12	12		100	12						1.0
YP0435001	12	12		100	12						1.0
YP0435002	12	12		100	12						1.0
YP0435003	12	12		100	12						1.0
YP0431002	12	12		100	12						1.0
YP0431003	12	12		100	12						1.0
YP0431004	12	12		100	12						1.0
YP0433001	12	12		100	12						1.0
YP0433002	12	12		100	12						1.0
YP0434002	12	12		100	12						1.0
YP0434003	12	12		100	12						1.0
YP041102	12		12	0.0		2	9	4			3.9
YP041105	12		12	0.0			2	7	3		4.1
한 반 도	12	12		100	12						1.0
급 당	12	12		100	12						1.0

표 1-14. CMV 집종에 의한 고추의 저항성 정도 (영양고추시험장, 2004)

계통명	접종 주수	과민반응 정도			발병정도					평균
		HR	NHR	%	1	2	3	4	5	
YP041097	12	0	12	0.0	10	2				1.2
YP041082	11	0	11	0.0	9	2				1.2
YP041051	12	0	12	0.0	9	3				1.3
YP041071	12	0	12	0.0	9	3				1.3
YP0431004	12	0	12	0.0	9	3				1.3
YP041054	12	0	12	0.0	8	4				1.3
YP041061	12	0	12	0.0	7	5				1.4
YP041093	12	0	12	0.0	7	5				1.4
YPV04014	6	0	6	0.0	3	3				1.5
YP041099	12	0	12	0.0	5	7				1.6
YP041108	12	0	12	0.0	4	8				1.7
YP031031	12	0	12	0.0		10				1.7
YP041098	12	0	12	0.0	3	9				1.8
YP041109	12	0	12	0.0	3	9				1.8
YP0432040	12	0	12	0.0	3	9				1.8
YP71075	9	0	9	0.0	2	7				1.8
YP041076	12	0	12	0.0	2	10				1.8
YP001153	12	0	12	0.0	3	8	1			1.8
YP021112	12	0	12	0.0	3	8	1			1.8
YPV04013	6	0	6	0.0	2	3	1			1.8
YP0432039	12	0	12	0.0	1	11				1.9
한 반 도	36	0	36	0.0		21	15			2.4
금 당	12	0	12	0.0		2	10			2.8

나. 2005년도

전년도에 온실 접종과 포장관찰에 근거하여 선발된 계통에 대하여 협동연구기관에서 제공하는 PMMoV, CMV, PepMoV, BBWV를 접종하여 발병을 관찰하였다. PMMoV P0에 대한 저항성은 다소 불명확한 경우도 있었으나 HR과 비 HR로 분류할 수 있었다. CMV는 접종 후 뚜렷한 모자이크 병징을 형성하는 것을 발병주로 간주하여 발병주율을 구하였다. PepMoV는 CMV 보다는 다소 감염주의 감별이 쉬웠다. BBWV는 전연 발병하지 않았다. PMMoV에 HR인 개체는 온실에서 증식하고, BBWV를 접종하였던 전 계통과 CMV와 PepMoV에 발병이 적은 계통들은 망실포장에 정식하여 계속 발병과 원예적 형질을 관찰 기록하고 종자를 증식하였다(그림 1-12).

결과는 표 1-15와 같다. 전년도의 관찰결과와 대체로 일치하였다. 유망계통은 따로 표시하였다.

05D003, 즉 칼미초 13-1은 바이러스에는 매우 강하였으나 과실이 다소 못 생긴 편이었다. 05D014는 PepMoV에 저항성으로 관찰되었으며, 멕시코에서 도입한 계통으로 독특한 과형을 띠고 있었다. 종합적으로 바이러스 저항성은 05D015, 05D032, 05D040가 우수하였다.

영양고추시험장에서 PMMoV와 CMV에 대하여 검정한 50계통 중에서 상위의 것만 간추린 결과는 각각 표 1-16, 1-17과 같다.

PMMoV(TMV)에 과민반응(HR)을 나타내는 계통은 단 50, 단 115 및 우수 0432009 등 3계통이었으며, 그 외 공시계통내에서는 과민반응(HR)과 무병징이 혼재하여 계속적으로 접종을 통하여 저항성 개체의 선발이 필요한 것으로 보인다(표 1-16). 또한 접종에서의 과민반응(HR)을 보인 3계통 중 2계통은 포장에서도 발병정도가 낮았으나, 다른 한 계통은 발병정도가 높아 접종결과와 포장에서의 발병정도는 차이가 있는 것으로 보인다. 대비종으로 ‘금당’과 ‘고은’은 발병정도가 각각 1.50, 2.13으로 생육에는 지장이 없었다.

CMV접종결과(표 1-17)는 과민반응(HR)을 나타내는 계통은 YP041061 등 7계통이었다. 비과민반응을 나타내는 계통은 잎에 병징이 보이지 않은 발병정도 1.0이 3계통이었으며, 2.0이하는 11계통이었다. 시판종인 금당과 고은은 발병정도가 각각 1.38, 2.11로 잎의 생육에는 지장이 없었다.

PMMoV(TMV) 및 CMV접종 계통의 포장 생육과 과실 특성 조사결과, PMMoV(TMV) 접종계통에서 시판종과 유사한 과장 8cm 이상, 과경 14.0mm 이상,

과중 10g 이상이 7계통이었으나, 같은 계통에서도 CMV 집종계통에서는 생육과 과 크기가 적어지는 경향이였다.

표 1-15. 2004년도의 온실 집중 및 포장관찰로 선발된 계통의 바이러스 저항성

2005BN	Breeding Line	PepMoV	PMMoV	CMV	포장발병도		유망 계통
		발병주율	HR%	발병주율	CMV	PepMoV	
05D001	칼미초-1-2B	60.0	100.0	12.5	2		
05D002	칼미초-1-4B	50.0	62.5	0.0	2		
05D003	칼미초-13-1	0.0	0.0	0.0		1	*
05D004	칼미초-13-3	0.0	0.0	0.0		1	
05D005	칼미초-15-1	12.5	0.0	87.5			
05D006	KC406-B	41.7	0.0	25.0	1		
05D007	KC406-2-2-2	16.7	0.0	37.5		2	
05D008	KC406-2-2-3	27.3	0.0	62.5			
05D009	KC412-1B	20.0	0.0	87.5			
05D010	KC412-4B	0.0	0.0	75.0	2	1	
05D011	KC422-1-B	18.2	0.0	12.5	3	2	
05D012	KC 817-2-B	45.5	50.0	12.5			
05D013	농협종묘-4B	25.0	0.0	25.0	1	1	*
05D014	KC871-B	0.0	100.0	60.0	1	1	*
05D015	KC897-1	8.3	0.0	50.0		1	
05D016	KC897-2 B	18.2	0.0	62.5			
05D017	KC897-4 B	18.2	0.0	37.5	1		
05D018	PI257284-3B	16.7	100.0	0.0	1	1	*
05D019	P167-1B	33.3	62.5	37.5	2		
05D020	P1684-2B	54.5	100.0	25.0	2		
05D021	P2251-B	54.5	0.0	12.5	1, 2		
05D022	P2253-B	14.3	0.0	12.5	4	2	
05D023	PBC345-1B	16.7	0.0	25.0	1	2	
05D024	PBC362-B	63.6	75.0	0.0	1		*
05D025	PI159236-2B	58.3	87.5	12.5		1	
05D026	PI260429-1B	0.0	50.0	0.0		2	
05D027	PI260549-1B	30.0	50.0	0.0	1		
05D028	L23-B	0.0	0.0	100.0		2	
05D029	L59-1	25.0	0.0	25.0			
05D030	L59-2	16.7	0.0	25.0	1	1	*
05D031	L113-B	75.0	0.0	0.0	1	1	*
05D032	L155-1	75.0	75.0	0.0	2	1	*
05D033	L199-1	0.0	75.0	0.0	1	1	
05D034	L202-B	0.0	85.7	40.0	2	1	
05D035	L227-B	0.0	0.0	75.0	1	1	
05D036	L232-B	25.0	0.0	87.5	1		
05D037	L234-B	0.0	100.0	0.0	1	2	
05D038	L235-B	30.0	12.5	87.5			
05D039	L244-B	0.0	100.0	0.0	1	2	

표 1-15(계속). 2004년도의 온실 접촉 및 포장관찰로 선발된 계통의 바이러스 저항성

2005BN	Breeding Line	PepMoV	PMMoV	CMV	포장발병도		유망 계통
		발병주율	HR%	발병주율	CMV	PepMoV	
05D040	L248-2	16.7	100.0	0.0	1	1	*
05D041	L351-1B	16.7	62.5	12.5		1	
05D042	L351-3B	8.3	87.5	37.5	3	1	
05D043	L415-B	33.3	33.3	50.0			
05D044	L434-B	25.0	87.5	60.0	3		
05D045	L438-B	20.0	100.0	16.7			
05D046	L439-B	22.2	50.0	33.3		1	
05D047	L440-1	36.4	100.0	37.5	1		*
05D048	L444-B	28.6	100.0	12.5	1		
05D049	L479-B	8.3	75.0	12.5	3	1	
05D050	L772-1	0.0	100.0	37.5	4	2	
05D051	L773-3B	50.0	87.5	12.5	1	1	
05D052	L773-4	16.7	100.0	50.0	2	1	
05D053	KC364	41.7	75.0	0.0			
05D054	KC364	30.0	100.0	0.0	2		
05D055	KC200	0.0	87.5	12.5	2	2	
05D056	칠성초-1	16.7	100.0	25.0	2	2	
05D057	대찬	16.7	100.0	0.0			
05D058	이조	16.7	100.0	37.5			
05D059	큰살림	16.7	100.0	50.0			
05D060	참마니	33.3	75.0	62.5			
05D061	PR 강자	16.7	75.0	62.5			
05D062	PR 다따	8.3	75.0	50.0			
05D063	금당	33.3	87.5	12.5			
05D064	대장부	41.7	100.0	12.5			
05D065	독야청청	16.7	87.5	12.5			
05D066	천하통일	8.3	100.0	0.0			
05D067	상도	50.0	37.5	37.5			
05D068	역강홍장군	16.7	100.0	25.0			
05D069	전성	50.0	100.0	0.0			
05D070	적도	66.7	50.0	0.0			
05D071	통일	25.0	75.0	25.0			
05D072	PR 380	20.0	37.5	0.0			
05D073	홍심이	16.7	62.5	0.0			



그림 1-12. 바이러스에 강하고 착과성이 좋아 유망하게 평가되었던 계통들의 과실, 위로부터 05D003, 05D013, 05D014, 05D032.

표 1-16. PMMoV 접종에 의한 고추의 저항성 정도 (2005)

정식번호	계통명	접종주수	과민반응정도			포장조사 주수	발병 정도
			HR	무병징	%		
05바38	단115	38	38	0	100.0	14	3.57
05바41	우수0432009	37	37	0	100.0	29	1.24
05바34	단50	35	35	0	100.0	11	1.18
05바24	YP041057	39	29	10	74.4	20	2.30
05바27	YP041108	33	23	10	69.7	20	1.70
05바 3	YP041061	1	0	1	0.0	1	1.00
05바12	YP041108	32	9	23	28.1	12	1.17
대비품종	금당					28	1.50
05바42	우수0432040	32	7	25	21.9	15	2.00
05바 7	YP041093-1	29	3	26	10.3	8	2.00
05바 5	YP041076	3	2	1	66.7	3	2.00
05바 2	YP041054	29	2	27	6.9	6	2.00
대비품종	고은					23	2.13

표 1-17. CMV 접종에 의한 고추의 저항성 정도 (2005)

정식번호	계통명	접종주수	과민반응정도			발병도 평균
			HR	무병징	%	
05바 1	YP041051	36	4	32	11.1	1.00
05바 7	YP041093-1	28	1	27	3.6	1.00
05바 3	YP041061	1	1	0	100.0	1.00
05바 6	YP041082	36	0	36	0.0	1.08
05바 2	YP041054	18	0	18	0.0	1.11
05바 9	YP041097	32	32	0	100.0	1.19
05바 5	YP041076	4	3	1	75.0	1.25
05바 8	YP041093-2	33	1	32	3.0	1.27
05바41	우수0432009	34	34	0	100.0	1.41
05바28	YP041109	16	5	11	31.3	1.56
05바13	우수 04013	26	0	26	0.0	1.62
05바15	043.1004	35	5	30	14.3	1.86
05바45	우수0433001	29	2	27	6.9	1.90
05바14	우수 04014	36	0	36	0.0	1.92
05바21	단121	17	2	15	11.8	1.94
05바26	YP041077	9	9	0	100.0	2.00
05바22	YP041051	36	28	8	77.8	2.00
05바17	0432040	34	5	29	14.7	2.12
대비품종	고은	19				2.11
대비품종	금당	24				1.38



다. 2006년도

2006년도에는 2004-2005년도 관찰에 근거하여 더욱 선발된 계통에 대하여 PMMoV P0, P1,2, CMV, PepMoV에 대한 저항성을 검정하였다. CMV는 발병이 다소 불균일하였으나 PMMoV와 PepMoV는 발병이 매우 균일하였다. 조사결과는 표 1-18과와 같다. PMMoV P0에는 이미 보고된 바와 같이 PI260429, PI260549, PI257284, Tabasco, PI152225 외에도 다수 계통이 과민형 반응을 나타내었다. 그러나 P1,2에는 단지 PI257284와 PI152225에서만 HR이 선명하였다. 이는 이미 보고된 결과와 일치하는 사항이다 (Greenleaf, 1986; Watterson, 1994). ‘대찬’에서도 HR이 나타났으나 늦었다. ‘대찬’은 농우종묘에서 육성한 품종으로 P1,2에 HR이었으나 포장에서는 CMV에 심하게 걸리는 것으로 나타났다.

CMV도 비교적 발병이 잘 되어 이병성 계통은 가려낼 수 있었다. 그러나 이들을 포장에 심어 계속 관찰한 결과 온실에서의 결과와 일치하지 않는 경우도 있었다. 온실과 포장 관찰 결과를 종합하여 볼 경우, 육종에 곧 바로 활용이 가능한 *C. annuum* 중에서는 06D009, 즉 칼미초가 제일 우수하고, 06D007, 06D011, 06D013이 다음으로 우수한 것으로 조사되었다. 이와 같이 CMV의 경우는 온실의 결과만으로 선발하기에는 다소 불안정한 것으로 생각된다. CMV에는 인도 고추이며 *Capsicum annuum*에서 찾은 ‘Perennial’이 저항성 재료로 많이 이용되었으며 (Grube 등, 2000a), 최근에 *C. chinense*에 속하는 BG2814-6이 CMV에 저항성으로 보고된 바 있다(Grube 등, 2000b). ‘Perennial’(06D019)은 본 연구에서도 CMV에 강한 것으로 관찰되었다. 그러나 ‘칼미초 13-1(06D009)’이 포장에서도 더 깨끗하게 남아있고, 과실도 재래종에 가까워 우선적으로 활용이 가능할 것으로 생각된다.

PepMoV는 접종이 완벽하여 06D011을 제외한 전 계통의 전개체가 발병하였다. 따라서 *C. annuum* 중에서는 06B011, 즉 KC871은 2005년도의 05D014로서 특유의 과실모양을 가지고 있다. PepMoV에는 PI159236, PI152225, CM334, Avelar, Perennial 등에서 저항성을 찾은 것으로 보고되어 있는데 (Caranta 등, 1997b; Grube 등, 2000a; Murphy 등, 1998)본 연구에서도 *C. chinense*에 속하는 PI257284와 PI152225는 PepMoV에 저항성을 나타내었다. 그러나 *C. annuum*과 *C. chinense*간의 교배는 F<sub>1</sub>이 불임이거나 눈이 없는 현상이 나타나는 등 이용에 다소 어려움이 있다. 그러한 의미에서 KC871은 매우 유용한 저항성 재료로 판단된다. 또한 PI152225가 포장에서 발병도가 크게 조사된 것은 다른 바이러스에 감염 가능성을 생각할 수 있다.

06D025와 06D026은 원예연구소에서 육성한 역병 저항성 계통이나 PMMoV, CMV 및

PepMoV에 모두 이병성이어서 바이러스병 이병성 대조품종으로 활용이 가능할 것으로 생각되었다. 경북대에서 육성한 06D024(칠복1호)는 PMMoV P0에는 HR이지만 CMV에 너무 약하여 그대로는 일대잡종의 한쪽 친으로도 사용할 수 없을 정도이다. 농가에 재배되는 고추는 제일 먼저 바이러스병과 마주치게 되며, 바이러스병의 방제는 농가의 몫이 아니라 육종가의 몫이므로 바이러스병에 강하지 않은 상태로는 시장성을 확보할 수 없는 실정이다. 대비품종으로 들어간 ‘천하통일’의 경우 노지재배 고추에 가장 발생이 많고 피해가 큰 CMV 집중구에서 깨끗한 상태로 남아있어 우수성이 입증되었다.

영양고추시험장에서 검정한 50계통 중에서 PMMoV에 대한 저항성 검정 결과 과민형을 나타내고 발병도가 낮은 계통들만 뽑은 자료는 표 1-19와 1-20과 같다.

PMMoV(TMV) 집중결과(표 1-19), YP041071 등 7계통이 과민반응(HR)을 나타내었다. 전년도에 비해 계통 내 과민반응을 나타내는 개체 높아지는 경향을 보였다. 시판품종인 ‘고은’은 과민반응을 보였으며, ‘금당’은 36.8% 과민반응을 나타내었다.

CMV집중결과(표 1020), 잎에 병징이 보이지 않거나 경미한 병징을 나타내는 1.0~2.0정도의 발병을 나타내는 계통이 YP041051 등 34계통으로 집중 선발에 의해 저항성 정도가 높아졌음을 알 수 있었다.

표 1-18. 선발 바이러스 저항성 유망계통의 3종 바이러스에 대한 저항성

2006BN	KC 등	PMMoV		CMV		PepMoV	
		P0	P1,2	온실	노지 (7/15)	온실	노지 (7/15)
06D001	KC406	M, Y		2.0	4.2	1.9	2.8
06D002	KC897	M, Y		1.1	2.3	1.6	4.8
06D003	KC964(PI260429)	HR		1.0	2.7	3.0	2.0
06D004	KC965(PI260549)	HR		5.0	4.0	2.0	3.7
06D005	KC1137	M		1.0	3.5	2.0	4.5
06D006	KC1146	HR		1.3	2.8	3.0	4.7
06D007*	KC1151	HR		1.0	1.5	4.0	1.0
06D008	KC1199	M, HR		1.6	4.8	4.0	3.2
06D009*	KC205(칼미초)	M		1.0	1.0	3.0	5.0
06D010	KC1219	M		1.1	2.3	3.0	3.5
06D011*	KC871	M, Y		1.3	1.2	1.0	1.0
06D012	KC942(PI257284)	HR	HR	1.5	3.0	1.0	1.8
06D013*	KC955(PBC362)	H		1.0	1.7	2.0	4.7
06D014	KC1177	H		1.0	2.3	2.0	4.5
06D015	KC967	H		2.4	5.0	3.0	5.0
06D016	KC1209	M		3.0	4.5	3.0	5.0
06D017	KC1210	HR		4.0	5.0	3.0	5.0
06D018	KC1211(Tabasco)	HR		1.3	5.0	1.0	4.0
06D019	KC1212(Perennial)	H		1.0	2.3	1.0	5.0
06D020	KC1213(BG2814)	H		3.0	5.0	1.0	5.0
06D021	KC1214(PI152225)	HR	HR	1.0	5.0	1.0	5.0
06D022	KC1215	M		1.0	3.3	3.0	4.5
06D023	94BS71-1-2-3-8	M		1.0	4.7	2.0	1.2
06D024	Chilbok No. 1	HR		2.5	5.0	3.0	3.3
06D025	KC936	M		2.0	4.7	5.0	4.7
06D026	KC937	M		1.5	3.3	4.1	5.0
06D027	대찬(농우)	HR	HR	1.3	4.7	3.0	4.0
06D028	천하통일(세미니스)	HR		1.1	1.5	3.0	4.7
06D029	전성(코레군)	HR		1.0	2.0	3.0	2.0

PMMoV H=healthy; M=mosaic  
 HR=hypersensitive reaction  
 Y=yellowing



그림 1-13. *Pepper Mild Mottle Virus* (PMMoV)에 대한 반응, 과민형반응 (06D021=PI152225, 상좌)과 이병성 반응(06D025). 과민형은 접촉엽에 HR반응을 나타내고 그 잎만 떨어지면 무병상태로 남는다. 그러나 이병성 식물은 모자이크 병반, 성장점에서부터 시작된 황화가 전체로 퍼지며, 줄기 괴저가 나타난다.



그림 14. *Cucumber mosaic virus* (CMV) 감염 증세 (상)와 접종 후 포장에 심은 이병성과 저항성 계통의 경엽 (하). 모자이크와 줄기괴저를 나타내는 이병성 식물(06D026) (하좌)와 깨끗한 상태의 저항성 식물 (06D009)(하우).



그림 15. *Pepper mottle virus* (PepMoV)에 이병성 병징(상), 중 정도 저항성 식물의 온실 (중좌) 및 포장에서의 병징(중우), 저항성의 06D011(KC871)과 06D012 (PI257284) (하).

표 1-19. PMMoV 접종에 의한 고추의 저항성 정도 (2006)

정식번호	계통명	접종주수	과민반응정도(5/16)		
			HR	무병징	%
06바 44	우수0433001	73	73	0	100.0
06바 39	우수0432002	96	96	0	100.0
06바 25	YP041070	84	84	0	100.0
06바 4	YP041071	10	10	0	100.0
06바 5	YP041076	9	9	0	100.0
06바 30	단26	17	17	0	100.0
고은	대비품종	102	102	0	100.0
06바 29	단16	91	91	0	100.0
06바 34	단85	56	54	2	96.4
06바 17	0432040	79	76	3	96.2
06바 38	우수04003	77	73	4	94.8
06바 35	단103	84	79	5	94.0
06바 40	우수0432009	63	58	5	92.1
06바 16	0432039	8	7	1	87.5
06바 19	단54	89	71	18	79.8
06바 8	YP041093-2	67	53	14	79.1
06바 43	우수0431004	74	57	17	77.0
06바 26	YP041108	87	66	21	75.9
06바 41	우수0432040	24	18	6	75.0

표 1-20. CMV 접종에 의한 고추의 저항성 정도

정식번호	계통명	접종주수	평균 발병도 (5/18)
06바 29	단16	84	1.02
06바 45	우수0433002	16	1.06
06바 11	YP041099	94	1.07
06바 14	우수 04014	68	1.09
06바 13	우수 04013	30	1.13
06바 34	단85	85	1.16
06바 15	0431004	98	1.17
06바 6	YP041082	57	1.18
06바 18	단1	69	1.19
06바 10	YP041098	76	1.21
대비품종	한반도	98	1.21
06바 36	단104	75	1.24
06바 1	YP041051	31	1.26
06바 31	단48	35	1.29
06바 20	단97	96	1.29
06바 25	YP041070	97	1.31
06바 32	단42	84	1.33
06바 5	YP041076	34	1.35
06바 33	단50	95	1.35
06바 37	단115	96	1.36
06바 30	단26	25	1.40
06바 40	우수0432009	85	1.40
06바 23	YP041054	97	1.47
06바 21	단121	94	1.48
06바 41	우수0432040	65	1.49
06바 17	0432040	46	1.57
06바 22	YP041051	87	1.63
06바 24	YP041057	89	1.63
06바 2	YP041054	104	1.77
06바 16	0432039	98	1.84
06바 38	우수04003	65	1.92
06바 39	우수0432002	92	1.93
06바 42	우수0432002	99	1.97
06바 44	우수0433001	90	1.99
대비품종	고은	100	3.00



## 제2절 주요 병 복합저항성 일대잡종 육성

### 1. 세포질웅성불임계의 육성

일대잡종의 실용화에 필수적인 웅성불임계를 육성하기 위하여 2005년도에는 역병 저항성으로 육성 중인 세포질웅성불임계와 핵유전형 웅성불임계의 선발을 실시하였다.

2004년도에 세포질웅성불임으로 육성한 칠성초A(*Srff*)에 역병 저항성으로 육성한 유지계(*Nrff*)(Hwang과 Kim, 2002)를 여교잡하는 동시에 일부 풋마름병-역병 복합 저항성 육성계통을 교배하여 대목으로 활용을 검토하고자 그 F<sub>1</sub>의 풋마름병과 역병 저항성을 검정하였다 (표 2-1).

육성계통들은 그동안 역병 저항성만 도입한 상태인데 풋마름병을 먼저 접종하고 역병을 접종하였기 때문에 풋마름병에 먼저 걸린 개체가 많았다. 전체적으로 보아 CM334를 부계로 하는 조합 (05A102, 05A112), 원예연구소 육성 역병 저항성 계통 (NHRI PR)을 부계로 하는 조합 (05A114, 05A124) 및 풋마름병-역병 복합저항성으로 육성한 F6(KC353-3×AC2258)-8B-5-4-4를 부계로 하는 조합 (05A129)가 복합저항성에서 우수하였다. 또한 원예연구소 육성 역병 저항성 계통은 CMS 유지계로 보인다.

세포질웅성불임계 육성계통은 불임계와 유지계를 하우스에 정식하여 계속 여교잡을 실시하였다.

### 2. 핵유전형 웅성불임계의 육성

1996년도부터 핵유전형 웅성불임계에 AC2258과 CM334를 교배하여 선발해 왔으며, 2005년도에는 이들의 PMMoV P0에 대한 저항성과 역병에 대한 저항성을 검정하였다 (표 2-2).

육성번호로 05C101-05C109 계통들이 GMS계통인데, 이 중 PMMoV P0에 HR 저항성인 05C102, 05C102, 05C105를 선발하여 증식하였다. 대목용으로 우선 활용하려 하였기 때문에 밀양 무안에서 수집 분리한 병원성이 매우 강한 균을 사용하였더니 육성계통과 CM334나 AC2258 등 저항성 재료를 제외한 시판품종들은 모두 역병에 발병하였다. 역병 저항성으로 출시된 '역강홍장군', 'PR다따', 'PR강자' 등도 모두 역병에 걸려 죽었다. 다시 한번 병원균의 병원성 변이를 생각하게 하였으며, 육종에서도 원예적 형질과 저항성을 조합하는 것이 어렵고 시간이 걸리는 것으로 사료된다.

표 2-1. 세포질응성불임계에 역병 저항성 도입을 위한 여교배 등의 풋마름병, 역병 저항성

2005BN	2004BN	내역	자엽수 평균	청고 평균	역병 줄기	역병 뿌리	임성
05A101	(칠성A*80-5-4-2)	x AC2258	0.6	2.5	2.8	3.9	MF
05A102	(칠성A*80-5-4-2)	x CM334	5.3	1.3	1.8	2.1	MF
05A103	(칠성A*80-5-4-2)	양강1호	0.4	1.8	2.4	3.5	MF
05A104	(칠성A*80-5-4-2)	2-39-2-3-U1B	0.9	1.6	2.9	4.2	MS
05A105	(칠성A*80-5-4-2)	NHRI PR1	0.8	1.5	2.3	2.9	MS
05A106	(칠성A*80-5-4-2)	NHRI PR2	1.0	1.8	2.1	3.1	MS
05A107	(칠성A*80-5-4-2)	19-1-3-7-1-1-2-1 ○	0.2	1.8	2.1	3.2	MF
05A108	(칠성A*80-5-4-2)	KC 358-2-3-1-1○	1.2	1.3	1.5	2.3	MF
05A109	(칠성A*80-5-4-2)	KC 358-2-3-1-2○	1.2	1.6	1.9	2.6	MF
05A110	(칠성A*80-5-4-2)	18-1-9-3-2	0.9	2.0	2.1	3.1	MF
05A111	(칠성A*124-8-1-4)	x AC 2258	0.4	1.5	1.8	2.4	MF
05A112	(칠성A*124-8-1-4)	x CM334	4.2	1.4	1.6	1.9	MF
05A113	(칠성A*124-8-1-4)	양강1호	0.7	1.4	1.7	2.9	MF
05A114	(칠성A*124-8-1-4)	NHRI PR1	0.9	1.1	1.0	1.9	MS
05A115	(칠성A*124-8-1-4)	NHRI PR2	0.1	1.7	2.1	3.7	MS
05A116	(칠성A*124-8-1-4)	19-1-3-7-1-1-2-1 ○	1.0	2.3	2.4	3.1	MF
05A117	(칠성A*124-8-1-4)	KC 358-2-3-1-1○	0.9	2.1	2.1	3.2	MF
05A118	(칠성A*124-8-1-4)	KC 358-2-3-1-2○	0.6	2.0	2.4	3.9	MF
05A119	(칠성A*124-8-1-4)	청도 18-1-9-3-2	0.6	1.3	1.8	2.8	MF
05A120	(칠성A*KC268)	x AC 2258	0.0	2.9	2.7	3.7	MF
05A121	(칠성A*KC268)	양강1호	0.0	1.2	2.1	3.9	MF
05A122	(칠성A*KC268)	2-39-2-3-U1B	0.0	1.5	2.5	3.7	MS
05A123	(칠성A*KC268)	NHRI PR1	0.1	1.6	2.2	3.1	MS
05A124	(칠성A*KC268)	NHRI PR2	0.5	1.3	1.6	1.8	MS
05A125	(칠성A*KC268)	19-1-3-7-1-1-2-1 ○	0.0	2.4	2.3	3.3	MF
05A126	(칠성A*KC268)	KC 358-2-3-1-1○	0.0	1.8	2.3	3.1	MF
05A127	(칠성A*KC268)	KC 358-2-3-1-2○	0.2	1.0	1.7	2.7	MF
05A128	(칠성A*KC268)	18-1-9-3-2	0.0	1.0	1.7	2.6	MF
05A129	(칠성A*KC268)	F6(KC353-3×AC2258)-8B-5-4-4	0.4	1.0	1.3	1.5	MF
05A159	대목대조품종	탄탄	1.1	1.3	1.6	2.2	
05A160	대목대조품종	PR-Power	1.6	1.1	1.6	2.2	
05A161	대목대조품종	R-Safe	0.0	2.8	4.0	5.0	
05A162	대목대조품종	코네시안햇	1.4	1.0	4.0	5.0	
05A163	풋고추대조품종	녹광	0.1	1.6	4.0	5.0	

파종 2005. 1. 22  
 청고접종 2005. 3. 5, 발병조사 2005. 3. 21  
 1=무병; 2=경엽 1/4; 3=1/2; 4=3/4; 5=전체 시들  
 역병접종 2005. 3. 23, 발병조사 2005. 4. 7  
 줄기 1=무병; 2=줄기 밑동에 병반; 3=시들음; 4=죽음  
 뿌리 1=무병; 2=약간-25%; 3=50%; 4=75%, 5=100%

표 2-2. 역병 저항성으로 육성중인 핵유전형 응성불임계통의 역병과 PMMoV 저항성

2005BN	품종 및 계통 내역	역병		청고	PMMoV P0		PMMoV 발병도
		줄기	뿌리	평균	HR%	S%	
05C101	(GMS×CM334)A-2×(GMS×CM334)B-12	1.0	1.6		12		1.5
05C102	(GMS×CM334)A-12×(GMS×CM334)B-12	1.1	1.3		12		1.0
05C103	(GMS×AC2258)A-1×(GMS×CM334)B-1	1.0	1.0			.	2.0
05C104	(GMS×AC2258)A-1×(GMS×CM334)B-7					.	
05C105	(GMS×CM334)A-1×(GMS×AC2258)B-1	1.0	1.3		9		1.0
05C106	(GMS×CM334)A-3×(GMS×AC2258)B-5	1.0	1.0			12	1.8
05C107	(GMS×CM334)A-3×(GMS×AC2258)B-5	1.0	1.1			12	2.0
05C108	(GMS×CM334)A-9×(GMS×AC2258)B-7						
05C109	(GMS×AC2258)A-1×(GMS×AC2258)B-1	1.0	1.2			12	2.0
05C110	(GMS×AC2258)A-4×(GMS×AC2258)B-2	1.1	1.5			12	1.9
05C111	SCM334	1.0	1.0	1.0		12	2.0
05C112	AC2258-1	1.0	1.0	2.9		12	3.0
05C113	KC350-3-3-1B	4.0	5.0	1.0		12	4.0
05C114	KC351-2-2-1B	4.0	5.0	1.0		.	4.0
05C115	KC126-2-1B	4.0	5.0	1.0		12	5.0
05C116	KC126-4-1B	4.0	5.0	1.0		12	5.0
05C117	역강홍장군	3.0	5.0	1.8	24		1.6
05C118	홍심이	4.0	5.0	1.1	12	12	2.1
05C119	상도	4.0	5.0	1.8	18	4	1.8
05C120	전성	4.0	5.0	1.4	21		3.0
05C121	통일	4.0	5.0	1.5	20		2.3
05C122	PR380	4.0	5.0	1.0	24		2.3
05C123	적도	4.0	5.0	1.0	24		2.1
05C124	금당 (이병성 대조품종)	4.0	5.0	1.0	24		1.5
05C125	대장부	4.0	5.0	1.0	24		1.1
05C126	천하통일	4.0	5.0	2.1		24	1.0
05C127	PR 다따	4.0	5.0	1.9		23	1.0
05C128	PR 강자	4.0	5.0	1.6		23	1.7

### 3. 교배조합의 작성과 지역적응성 검정

2005년도에 역병 저항성으로 육성 중인 핵유전형 웅성불임계에 몇 가지 풋마름병-역병 복합저항성 계통을 교배하여 대목으로 활용을 검토하였다. 우선 교배조합의 풋마름병-역병 복합저항성을 검정하였다.

대목용은 풋마름-역병에 복합저항성이어야 함은 물론 자엽액에서 측지발생이 적은 것이 유리하기 때문에 자엽액 발생 측지 수를 조사하였다 (표 2-3). 조합 중에서는 05AA14, 05AA17, 05AA19, 05AA21이 우수하였다(그림 2-1). 함께 공시한 대목용 시판품종, 코네시안햇은 역병에 약하여 대목으로 사용하기에는 위험한 것으로 나타났다 (그림 1-5). 탄탄은 대체로 무난한 것으로 평가되었다. 그러나 피알파워는 풋마름병에 많이 걸리는 편이어서 풋마름병 발생지에서는 위험하다고 할 수 있다.

이들 교배조합 중 우수하다고 생각되는 조합들을 대목으로하여 접목한 식물들을 밀양시 상동면 하우스풋고추 농가와 상주시 화북면의 유기농 재배농가에 시험재배하여 지역적응성을 검정하였다.

밀양 상동은 ‘탄탄’과 ‘피알파워’를 대비 대목으로 하고 ‘녹광’을 접목하여 난괴법 3반복으로 시험하였다. 시험용 조합은 05AA15, 05AA16, 05AA17, 05AA19, 05AA21, 05AA23을 공시하였다. 협력 육묘장의 접목묘 혼합 사고로 2006년 1월에 재파종하게 되어 늦은 작형에 들어가게 되었다. 2006년 7월 현재 육성조합을 대목으로 한 구에서는 전연 발병하지 않았으며 착과상태도 양호하였다. 그러나 대비종으로 들어간 ‘피알파워’ 접목구에서 풋마름병이 발생하여 죽는 결과가 나타났다. 인접한 녹광 자근묘 구에서도 발병이 매우 적었는데, 이는 대목으로 시판되고 있는 일부품종은 일반 재배종보다 풋마름병에 약하다는 것을 말해준다 (그림 2-2).

상주 화북은 05AA15와 05AA21을 공시하고 ‘탄탄’과 ‘코네시안햇’을 대비 대목품종으로 하여 ‘한반도’를 접목하여 시험하였다. 상주 화북은 김장용 고추를 비가림하우스 재배하기 때문에 고온기에 재배하게 되어 있었다. 상주에서는 2006년 7월 현재 역병은 나오지 않고 풋마름병만 나오고 있는데 ‘탄탄’을 접목한 대비구에서 풋마름병이 많이 발생하고 있으며 (그림 2-3), ‘코네시안햇’에 접목한 구에서는 발병하지 않았다. 05AA15와 05AA2에 접목한 구에서는 풋마름병에 걸린 개체가 가끔 나타나 아직 풋마름병 저항성은 부족한 것으로 나타나 보완이 필요하다. 우선 역병 저항성으로 육성한 GMS계는 역병 저항성으로만 선발하였기 때문에 풋마름병 저항성을 갖추지 않은 상태이다. 부계로 사용한 KC350은 MC4(Kim 등, 1998)로서 풋마름병 저항성이나 한쪽 친 만으로는 부족한 것으로 보이며, 양친을 모두 풋마름병-역병 복합저항성

으로 하여야 할 것으로 생각된다.

시판 대목품종 중 탄탄은 풋마름병 저항성이 부족하며, 코네시안햇은 역병 저항성이 부족한 것으로 나타났다. 따라서 대목용 품종은 역병 저항성과 함께 풋마름병 저항성을 갖추지 않으면 경우에 따라 농가에 피해를 주게 될 위험이 있다.

대목용 조합을 온실에 재배한 결과 05AA14와 05AA21은 품질이 우수한 과실을 착생하였다(그림 2-4). 특히 05AA14는 CMS를 이용한 조합이며, 순도가 높아 노지 재배용으로도 검토해 볼 필요가 있는 것으로 사료되었다.

표 2-3. 대목용 교배조합의 풋마름병-역병 복합저항성

2005BN	교배 목록	청고, 역병 차례 접종			역병만 접종			유망
		자엽액 엽수	줄기 발병도	뿌리 발병도	자엽액 엽수	줄기 발병도	뿌리 발병도	
05AA01	05A001-4B	1.2	1.0	1.1	0.5	1.0	2.0	*
05AA02	05A002-1B	2.9	1.0	1.4	2.3	1.0	1.8	
05AA03	05A003-1B	1.3	1.0	1.1	0.5	1.0	1.3	*
05AA04	05A004-2B	2.6	1.0	1.0	3.3	1.1	1.5	*
05AA05	05A005-2B	1.4	1.0	1.5	1.5	1.4	2.3	
05AA06	05A006-1B	1.3	1.0	1.3				
05AA07	05A021-1B	0.1	1.2	1.8				
05AA08	05A030-2B	5.1	1.1	1.1				*
05AA09	05C051-3B	0.8	1.0	1.4	2.5	1.0	1.0	
05AA10	05C075-1B	0.4	1.6	2.8	0.7	1.0	1.7	
05AA11	05A068-2×05A002-1	1.6	1.0	1.7	0.9	1.0	1.6	
05AA12	05A069-4×05A004-2	0.3	1.2	2.4	0.0	1.4	1.9	
05AA13	05A069-1×05A005-1	0.6	1.1	2.5	0.3	2.2	3.2	
05AA14	KC268A×05A030-2	1.3	1.0	1.3	0.0	1.0	1.0	*
05AA15	05C101-5×05A001-1	3.8	1.0	1.3	0.3	1.0	1.0	
05AA16	05C101-6×05A004-2	4.8	1.0	1.4	2.0	1.0	1.1	
05AA17	05C105-1×05A004-2	2.1	1.0	1.6	1.6	1.0	1.3	*
05AA18	05C105-2×05A005-1	1.8	1.4	2.2	1.0	1.4	2.0	
05AA19	05C101-5×05A005-2	1.5	1.0	1.3	0.7	1.0	2.1	*
05AA20	05C102-1×05A005-2	2.2	1.0	1.4				
05AA21	05C102-3×05A005-2	2.6	1.0	1.3	1.9	1.0	1.0	**
05AA22	05C102-7×05A005-2	3.0	1.0	1.3	3.3	1.0	1.4	
05AA23	05C105-4×05A006-1	4.7	1.1	1.3	5.0	1.0	1.7	
05AA24	05C102-7X05C075-1	1.9	1.8	3.1	0.9	1.0	1.0	
05AA25	05A068-3X05C051-1	0.3	1.6	1.6	0.0	1.0	1.7	
05AA26	05A068-1X05C075-1	0.0	1.2	2.8	0.0	1.0	1.7	
05AA27	코네시안햇	1.5	1.4	4.8	0.0	1.8	5.0	
05AA28	탄탄	1.4	1.2	1.5	1.2	1.0	1.2	
05AA29	피알파워	2.3	1.0	1.9	0.0	1.4	2.0	
05AA30	녹광	0.0	4.0	5.0	0.0	4.0	5.0	
05AA31	청양	0.2	3.6	5.0	0.0	4.0	5.0	
05AA32	천하통일	0.0	3.8	5.0	0.0	4.0	5.0	



그림 2-1. 05AA14의 풋마름-역병 복합저항성(좌)와 이병성 자근묘 '청양'.  
자엽액 측지발생이 적고 풋마름-역병 복합저항성이다.



그림 2-2. 밀양 상동 지역적응 시험구. 05AA21 등 시험교배에 접목한 구에서는 발병하지 않으며, 대목용 대조품종, ‘피알과워’을 접목한 구에 발생한 풋마름병.



그림 2-3. 상주 화북의 지역적응 시험구. 시험교배 05AA15와 05AA21에 접목한 구에서도 몇 주가 발병, 앞에 보이는 구는 시판 대목품종 ‘탄탄’ 접목구에 풋마름병이 발생하여 죽은 곳에 콩을 보식하였다. 그러나 ‘코네시안햇’ 접목구에는 발병하지 않았다.





05AA14



05AA21

그림 2-4. 대목용 시험교배 조합의 과실. 대목용으로 작성한 조합이나 건과품질이 우수하여 특히 05AA14는 노지재배용으로도 검토하고자 한다.

### 제3절. 고추에 발생하는 바이러스의 분리 동정과 약독 바이러스 선발

#### 1. 연구수행 방법

현재 한국에서 보고되고 있는 고추 바이러스는 *Alfalfa mosaic virus*(AMV), *Broad bean wilt favavirus*(BBWV), *Cucumber mosaic cucumovirus*(CMV), *Pepper mottle potyvirus*(PepMoV), *Pepper mild mottle tobamovirus*(PMMoV), *Potato virus Y*(PVY), *Pepper vein chlorosis virus*(PVCV), *Pepper vein mosaic virus*, *Tobacco mosaic tobamovirus*(TMV), *Tobacco mild green mosaic virus* (TMGMV choi et al., 2002) 등으로 1990년대 초의 조사에서는 TMV와 CMV가 주종을 이루고 있었으나 (김과 이, 1993; 김과 최, 2002), 최근에는 CMV가 가장 많이 발생하는 것으로 보고되고 있다(Choi 등, 2002a, 2002b, 2002c, Lee 등, 2002a, 2002b).

이에 1차년도에는 대구, 경북을 비롯한 경상도 지방의 고추 재배지역에서 고추바이러스에 의한 피해 정도와 감염률을 조사하기 위해 고추 재배 면적 1위(농림부, 2003)에 해당하는 경북 북부지방을 중심으로 10 여 군대를 조사 및 채집지로 선정하여 고추 이병 잎을 채집하였다.

채집한 이병 잎은 1차적으로 전자현미경적 방법으로 바이러스 유무를 확인하고, 확인된 이병 잎은 고추 바이러스 입자들로부터 genomic RNAs를 추출하여 분자생물학적 방법인 RT-PCR로 CP gene을 증폭하여 각 바이러스를 동정하였다.

2차년도에는 고추에 발생하는 바이러스 중 가장 감염률이 높고 복합감염으로도 피해를 많이 주고 있는 CMV의 약독 바이러스 선별을 위해 2004년 7월 8일 대구 인근 경산 옥산외 10곳에서 약한 모자이크 증상 혹은 무병징주의 고추 샘플 20개를 채집하였고, 2004년 7월 12일에는 경상남북도 19곳에서 7월 8일 채집한 샘플과 유사한 증상을 보이는 샘플 236개를 채집하였다.

채집 샘플은 먼저 Ds-RNA Electrophoresis를 수행하여 CMV 감염 여부 및 Sat-RNA의 유무를 확인하였으며 이 실험으로 감염 여부를 확인할 수 없었던 샘플은 RI PA 및 RT-PCR을 수행하여 CMV 감염여부를 확인하였다. TEM으로 CMV 이외의 다른 바이러스와의 복합감염도 확인하였다.

채집한 고추 샘플 중 2개의 약한 증상을 보이는 바이러스를 선별하여 약독 바이러스 실험을 수행하였으며 2개의 샘플은 각각 PV3, PV4라 명명하고, PV3, PV4의 실험을

수행하였다.

먼저 PV3, PV4의 Host Range 실험을 수행하였으며 그 결과 Host에서 증상이 다르게 나옴을 확인하였고 이 결과로 PV3, PV4의 CP Gene의 상동성을 비교하기 위해 CP Gene Sequencing 실험을 수행하였다.

3차년도에는 2차년도에 CMV의 약독 바이러스 선별을 위해 채집한 2004년 7월 8일 대구 인근 경산 옥산외 10곳에서 약한 모자이크 증상 혹은 무병징주의 고추 샘플 20개, 2004년 7월 12일에는 경상남북도 19곳에서 7월 8일 채집한 샘플과 유사한 증상을 보이는 샘플 236개의 감염률을 RT-PCR을 이용하여 조사하였다. Multiplex RT-PCR를 이용하여 한번의 RT-PCR을 수행으로 CMV, BBWV, PepMoV, PMMoV의 검정할 수 있었다.

2차년도에 약한 바이러스를 선별하여 명명한 PV3, PV4의 차이점을 찾고자 RNA 2와 RNA3의 Full Sequencing을 수행하였다.

바이러스를 경제적이거나, 효율적인 방법으로 진단하기 위한 한 방법으로 혈청학적 진단 체계를 확립하는 것이 필요하며, 바이러스의 대량 증식과 정제, 그리고 이를 항원으로 한 항혈청을 생산하는 일이 수행되어야 한다.

CMV, BBWV, PepMoV, PMMoV의 증식은 바이러스의 특정 기주식물에 즙액 접종하여 지속적으로 키우며 수거하였다. 이어 CMV의 특성에 따른 정제 방법에 따라 정제하여 항원으로 사용하였으며, 정제된 항원을 약 1.5 kg 정도의 실험용 토끼에 면역증강제와 함께 두 달간(토끼 적응기간 제외) 일 주 간격으로 주사한 후 면역 반응을 시험하고, 높은 역가를 나타낼 때 대량 채혈하여 항혈청을 확보하고, 이 항혈청의 IgG를 분리하여 바이러스 대량 검정에 이용되는 RIPA(Rapid immunofilter paper assay)와 ELISA(Enzyme linked immunosorbent assay)에 사용한다. RIPA 와 ELISA는 항원·항체 면역반응을 이용한 진단방법으로 항혈청이 대량 생산되면 RT-PCR 등 분자적 방법 보다 훨씬 경제적이거나 효율적으로 바이러스를 진단할 수 있다.

2. 연구수행 내용 및 결과

가. 고추 바이러스의 피해 상황

< 고추밭의 피해 사진 >



CMV감염증상



CMV+PepMoV 복합감염 증상



CMV+BBWV+PepMoV 복합감염 증상



CMV+PepMoV 복합감염 증상

< 주요 바이러스의 단독 감염 증상 >



CMV-P 감염 증상  
( mosaic , malformation )



CMV-Y 감염 증상  
( mosaic , yellowing )



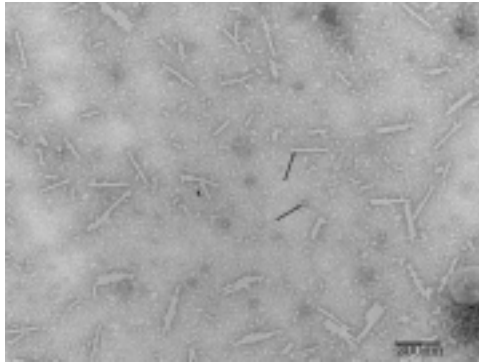
PepMoV 감염 증상  
( mottle )



PMMoV 감염 증상  
( necrotic spot )

나. 고추에 발생하는 주요 바이러스 동정

1) 전자현미경적 방법



Spherical particles(CMV, BBWV)  
Rod-shaped particles(PMMoV)



Filamentous particles(PepMoV)

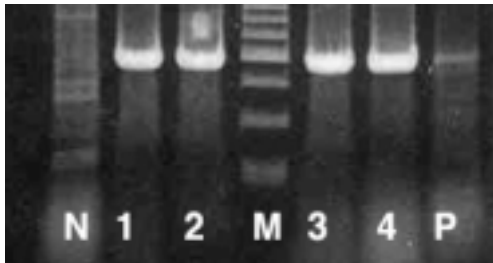
2) 분자생물학적 방법

2-1) RT-PCR 및 전기영동

Table. 1. Oligonucleotide primers used for RT-PCR

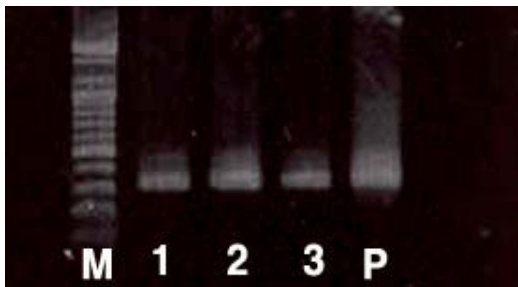
Virus	Oligonucleotide primers		Sequence
	Forward	Reverse	
CMV	Forward	YAS YTT TDR GGT TCA ATT CC	
	Reverse	GAC TGA CCA TTT TAG CCG	
BBWV	Forward	GTB TCD AGT GCT YTD GAA GG	
	Reverse	TDG WDC CAT CVA GIC KCA TT	
PepMoV	Forward	AAG ATC AGA CAC TTG GA	
	Reverse	CAA GCA RGG TAT GCA TGT	

- CMV 감염 결과 확인



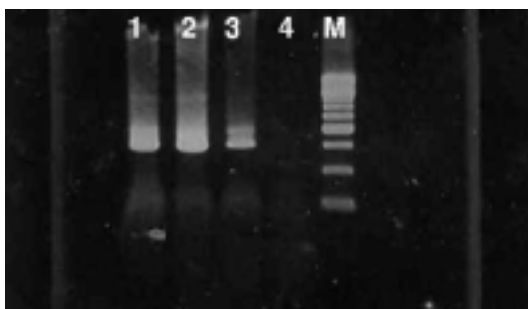
N : 건전한 고춧잎  
 1-4 : CMV 증상으로 보이는 고추 잎  
 M : 250 bp Marker  
 P : CMV 감염 고추 잎  
 ⇒ Product size: 약 960 bp

- BBWV 감염 결과 확인



M : 100 bp Marker  
 1~3 : 고추 이병 잎  
 P : BBWV 감염 잎  
 ⇒ Product size: 약 320bp

- PepMoV 감염 결과 확인



M : 250 bp  
 1~3 : 고추 이병 잎  
 4 : 건전 잎  
 ⇒ Product size: 약 750 bp

※ 상기의 방법으로 바이러스를 동정하였다.

## 2-2) CMV CP gene cloning

RT-PCR의 반응산물을 Purificatin kit(Qiagen)으로 정제하여, GEM-T easy vector system II(Promega)으로 ligation 후 cloning하여, Sequencing하여 현재 CP gene 분석 중이다.

## 다. 고추 바이러스 감염률 조사

### 1) 조사지역

1차년도에는 대구, 경산, 칠곡, 영천, 하양, 청도, 의성, 안동, 영양, 거제도 옥산, 거제읍, 진주의 12군데 고추 재배지를 조사지역으로 선정하여 총 108 시료의 고추 이병 잎을 채집 하였다.

2차년도에는 경상남도의 함안, 함양, 산청, 하동, 창녕과 경상북도의 청도, 의성, 안동, 청송의 고추 재배지를 조사지역으로 선정하여 총 231 시료의 고추 이병 잎을 채집 하였다.

### 2) 바이러스 감염률

1차적으로 전자현미경적 방법으로 바이러스 입자의 유무를 확인한 후, RT-PCR 및 전기영동의 분자적 방법으로 보다 정확하게 바이러스를 동정하여 조사하였다.

#### <1차년도 바이러스 감염률 조사>

- Total : 108 samples
- CMV : 46 samples (복합감염 포함) 42.5%
- PepMoV : 24 samples (복합감염 포함) 22.2%
- BBWV : 23s amples (복합감염 포함) 21.2%
- Tobamovirus : 14 samples (복합감염 포함) 12.9%
- Not detected samples : 38 samples

※ 단독 감염보다 주로 두 세 종류의 바이러스와 복합 감염되어 있어 그 피해 정도가 심각하였다.




<3차년도 바이러스 감염률 조사>

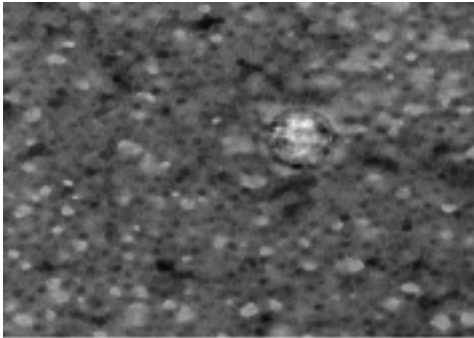
province	Area	No. samples	CMV	BBWV2	PepMoV	PMMoV
Gyeongnam	Haman	34	20(1)	14	18	1
	Hamyang	18	9(4)	5	4	0
	Sancheong	4	4	2	0	2
	Hadong	17	8	13	1	5
	Changnyeong	6	0	3	0	0
	Subtotal	79	41	37	23	8
	Average(%)		51.9(6.3)	46.8	29.1	10.1
Gyeongbuk	Cheongdo	13	10(4)	7	2	0
	Uiseong	102	48(4)	64	32	13
	Andong	28	14	2	0	8
	Cheongsong	9	0	0	0	0
	Subtotal	152	72	73	34	21
	Average(%)		47.4(5.3)	48	22.4	13.8
Total		231	113	110	57	29
Average(%)			48.9	47.6	24.7	12.6


라. 주요바이러스 정제 및 항혈청 제작

가장 높은 감염률을 보이는 CMV를 담배에 즙액 집중 방법으로 대량 증식하여 Takanami, Y (1981), 박 등(1990)의 방법으로 정제하여 순수한 바이러스를 항원으로 확보하고, 이어 토끼에 주사하여 약 1달간의 항혈청 제작기간을 거쳐 채혈 후 -70℃ 에 냉동 보관중이며, 항혈청의 IgG를 분리 정제하여 CMV 진단 Kit인 RIPA를 제작하였다.

일자	항혈청 제작 과정
2004. 02. 05	* 1.5kg female 토끼 적응시작 일주일 간격으로 주사 예정
2004. 03. 22 ~ 2004. 04. 05	* 1차 주사 (근육 주사) , 2차 주사 (근육 주사) Antigen(CMV) : 700 $\mu$ l(0.5mg/ml) Freund's complete adjuvant : 700 $\mu$ l total : 1.4 주사ml 
2004. 04. 06 ~ 2004. 04. 13	* 3차 주사 (근육 주사) , 4차 주사 (근육 주사) Antigen(CMV) : 700 $\mu$ l Freund's incomplete adjuvant : 700 $\mu$ l total : 1.4ml 주사
2004. 04. 20	* 5차 주사 (근육 주사) , Antigen(CMV) : 원액 주사
2004. 04. 27	* 6차 주사 (근육 주사) , Antigen(CMV) : 원액 주사
2004. 04. 30	* 채혈 후 ELISA로 역가 테스트
2004. 05. 06	* 채혈 후 항혈청 -70 $^{\circ}$ C 보관
2004. 05. ~	* CMV RIPA Kit제작 단계

CMV 항혈청의 부족으로 다시 항혈청 제작 (2004.6-2004.8)

일 자	CMV 항혈청 제작 과정
2004. 06. 02	<p>CMV Purify (paprika) - 150g            : Saline에 현탁하여 보관            (Mossop et al. 1976)</p> 
2004. 06. 15	<p>토끼 2마리에 6월 15일부터 1주일 간격으로 주사            * 1차 주사 (근육 주사) , 2차 주사 (근육 주사)            Antigen(CMV) : 700<math>\mu</math>l (0.5mg/ml)            Freund's complete adjuvant : 700<math>\mu</math>l            total : 1.4 주사ml            * 3차 주사 (근육 주사) , 4차 주사 (근육 주사)            Antigen(CMV) : 700<math>\mu</math>l            Freund's incomplete adjuvant : 700<math>\mu</math>l            total : 1.4ml 주사            * 5차 주사 (근육 주사) ,            Antigen(CMV) : 원액 주사</p>
2004. 07. 04	<p>Pre ELISA Test ( 혈액 1ml씩 채취후 Centrifuge )            : 1/30000까지 결과 나옴            = Boost injection 1ml</p>

2004. 07. 23	혈액 채취
2004. 07. 24	6000rpm으로 항혈청 분리 : -70°C =Total 24ml 보관
2004. 07. 29	ELISA Test - 1/30000확인 
2004. 08. 05	RIPA IgG 분리 : 항혈청 1ml 사용
2004. 08. 06	OD 측정하여 -20°C 보관
2004. 08. 07	RIPA Test 1/400까지 band 확인 : Sample-고추 Mild Strain도 band 확인

PepMoV를 담배에 대량 증식하여 Purcifull et al. (1975)의 방법으로 정제하여 순수한 바이러스를 항원으로 확보하고, -70°C에서 보관중이다.



마. 약독 바이러스 선별

1) 조사지역

( 대구 근교 )

채집지	1
경산 옥산	1
청도 각북 오산2리	2
가창댐	5
남산3리	1
반곡(주)대동	3
월드컵 경기장	2
오관구 앞	1
반곡 연못	1
반곡 2리	1
상대운천	1
청도 각북 삼평리	2
Total	20

( 경상남북도 일대 )

채집지	샘플수	채집지	샘플수
장지면	19	안평 용천동 입구	32
서상면 대남리	11	단촌 망호2리	8
서상면 옥산리	10	단촌 구계리	3
산청군 칠정리	4	고운사 입구	34
하동군 옥중면 두양리	16	의성 단촌고개	11
함안 축양리	8	길안 목계서원	16
함안 축암리	7	길안 송사2리	12
각북 삼평1리	7	청송 현저면 모계리	9
화향산 입구	8	풍각 안산1리	6
안계 비안면	15	Total	236

2) 병징

무병징 혹은 약한 모자이크 증상을 보이고 약간의 축엽증상도 보임



경산 옥산



가창댐



남산3리



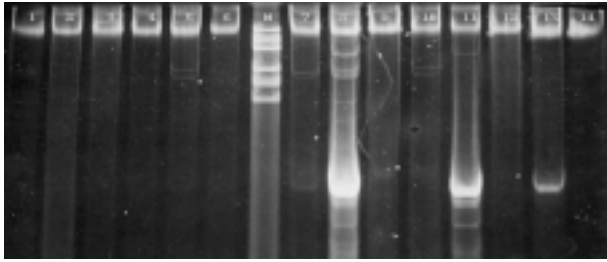
반곡



월드컵 경기장

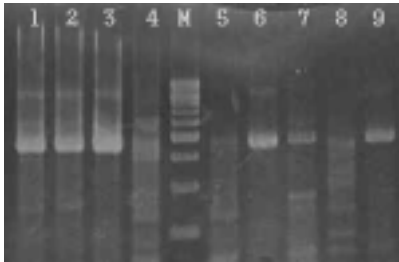
### 3) CMV 감염 여부 확인

#### 가. Ds-RNA Electrophoresis



1-13 : 채집 고추 sample, M : RDV, 13 : PC (고추)  
⇒sat-RNA 2개 확인

#### 나. RT-PCR



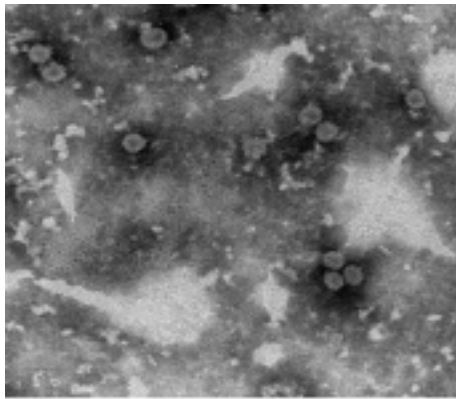
1-7 : 이병엽, M : 250bp marker, 8 : NC(고추), 9 : PC (CMV-P)  
\* PCR Product size - 960bp  
PCR 결과 1, 2, 3, 6, 7번 Sampl에서 CMV를 확인하였음



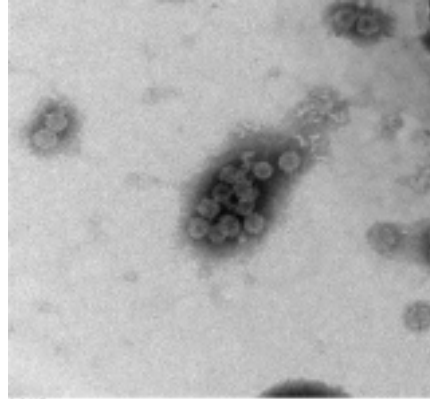
4) 바이러스 감염률 ( 무병징 또는 약한 모자이크 증상을 보이는 이병엽의 CMV 감염률)

채집 샘플수(Total)	감염 샘플수	감염율(%)
256	107	41.79

5) PV3, PV4의 전자현미경 사진



PV3






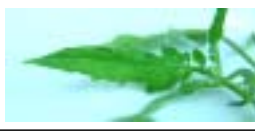

PV4







6) PV3, PV4의 Host Range 실험

[ PV3, PV4 실험 ]

\* PV3, PV4 : Host range 조사

Susceptibility and symptom expression of selected indicator plants and pepper breeding lines to CMV.

Host species and cultivar names	Susceptibility and symptom expression in plants inoculated with virus isolate			
	PV3		PV4	
<i>C. quinoa</i>	-/-		-/-	
<i>C. amaranticolor</i>	-/-		-/-	
<i>Cucurbita pepo</i> 호박	-/-		-/-	
<i>Datura stramonium</i> 독말풀	-/-		-/-	
<i>Gomphrena globosa</i> 천일홍	NS/NS		NS/M	
<i>Lycopersicon esculentum</i> 토마토	-/CMV 증상 M	CMV 확인했음 	-/CMV 증상 M	증상이 PV3보다 약함 
<i>N. benthamiana</i>	-/-		-/-	
<i>N. tabacum</i>	-/-		-/SM	
<i>Tetragonia expansa</i> 번행초	-/-		-/-	

Host species and cultivar names	PV3	PV4
<i>C. amaranticolor</i>	-/-	-/-
<i>Cucumis sativus</i> (백다다기 오이)	 M/SM	 M/SM
<i>Cucumis sativus</i> (겨울살이 청장오이)	 M/M	 M/M
<i>N. glutinosa</i>	-/-	 -/SM
<i>Xanthi nc</i>	-/-	 -/SM

[ Inoculated leaves/upper leaves. NL: necrotic local, M: mosaic, mM: mild mosaic, SM: severe mosaic, CS: systemic chlorotic spot, L: local lesion, NS: necrotic spot, RS: ringspot, N: symptomless, -: no reaction ]

7) PV3, PV4의 부촌과 청양에서의 증상



부촌 PV4



부촌 PV3



청양 PV4



청양 PV3



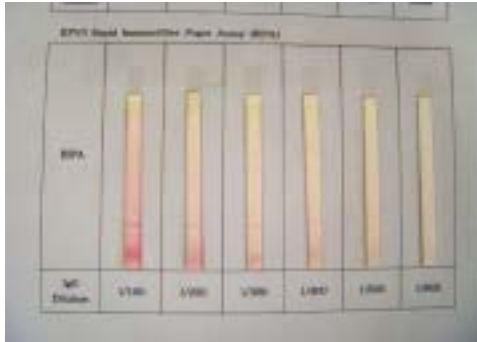
Control 청양



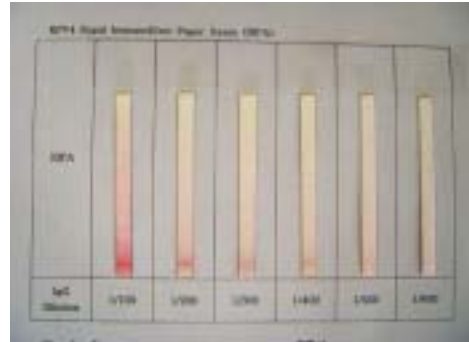
Control 부촌

부촌(TMV 저항성 품종)에서는 국부감염 증상을 보였으나  
청양(TMV 비저항성 품종)에서는 약한 모자이크 증상이 전신감염으로 나타났다.

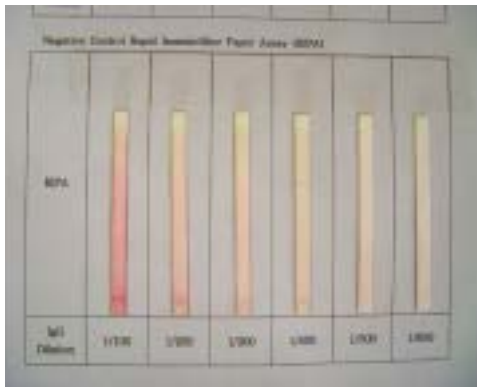
8) PV3, PV4의 RIPA 검정 결과



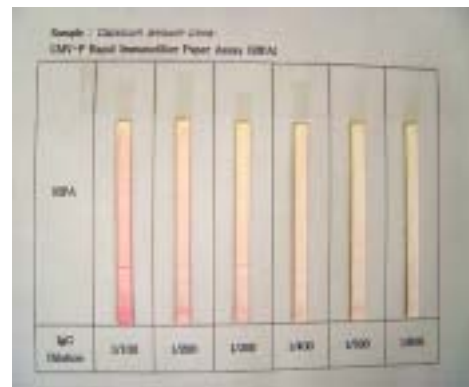
PV3



PV4



NC (Negative Control)



CMV-P (Virulent)

\* Negative Control에서는 Band가 나오지 않고 CMV-P에서는 Band가 관찰되어 항혈청 제작이 순수하게 되었다고 사료되며 앞으로 고추에 CMV 감염 여부를 쉽게 확인할 수 있을 것으로 보인다. 또 이 RIPA로 PV3, PV4 도 확인 할 수 있었다.

9) PV3, PV4의 CP Gene의 상동성 비교

**CMV CP gene cloning**

RT-PCR의 반응산물을 Purificatin kit(Qiagen)으로 정제하여, GEM-T easy vector system II(Promega)으로 ligation 후 cloning하여, Sequencing하여 CP gene 분석

**PV3 CP Gene**

ATGGACAAATCTGAATCAACCGGTGCTGGTCGTAACCGTCGACGTCGTCCGC  
GTCGTGGTTCCCGCTCCGCCCCCTCCTCCGCGGATGCCAACTTTAGAGTCTTG  
TCGCAGCAGCTTTCGCGACTTAACAAGACGTTGTCAGCCGGTCGTCCAATA  
TTAACCAACCAACCTTTGTAGGGAGTGAGCGTTGTAAACCTGGGTACACGT  
TCACATCTATTACCCTAAAGCCACCAAAAATAGACCGCGGGTCTTATTATG  
GTAAAAGGTTGTTATTACCTGATTCAGTCACGGAATATGATAAGAACTTG  
TTTCGCGCATTCAAATTCGAGTTAATCCTTTGCCGAAATTTGATTCTACCG  
TGTGGGTGACAGTCCGTAAAGTTCCTGCCTCCTCGGACTTATCCGTTGCCGC  
CATCTCTGCTATGTTTGCGGACGGAGCCTCACCGTACTGGTTTATCAGTAT  
GCTGCATCTGGAGTTCAAGCTAACAACAACTGTTGTATGATCTTTCGGCG  
ATGCGCGCTGATATAGGCGACATGAGAAAGTACGCCGTCCTCGTGTACTCAA  
AAGACGATGCACTCGAGACGGACGAGCTGGTACTTCATGTTGACGTCGAGCA  
CCAACGCATTCCCACGTCTGGGGTGCTCCCAGTCTGA

MDKSESTGAGRNRRRRPRRGRSAPSSADANFRVLSQQLSRLNKTLAAGRP  
TINHPTFVGSERCKPGYTFTSITLKPPKIDRGSYYGKRLLLPDSVTEYDKKL  
VSRIQIRVNPLPKFDSTVWVTVRKVPASSDLSVAAISAMFADGASPVLVYQ  
YAASGVQANNKLLYDLSAMRADIGDMRKYAVLVYSKDDALETDELVLHV  
DVEHQRIPTSGVLPV

**PV4 CP Gene**

ATGGACAAATCTGAATCAACCGGTGCTGGTCGTAACCGTCGACGTCGTCCGC  
GTCGTGGTTCCCGCTCCGCCCCCTCCTCCGCGGATGCCAACTTTAGAGTCTTG  
TCGCAGCAGCTTTCGCGACTTAACAAGACGTTGTCAGCCGGTCGTCCAATA  
TTAACCAACCAACCTTTGTAGGGAGTGAGCGTTGTAAACCTGGGTACACGT  
TCACATCTATTACCCTAAAGCCACCAAAAATAGACCGCAGGGTCTTATTAT  
GGTAAAAGGTTGTTATTACCTGATTCAGTCACGGAATATGATAAGAACTT  
GTTTCGCGCATTCAAATTCGAGTTAATCCTTTGCCGAAATTTGATTCTACC  
GTGTGGGTGACAGTCCGTAAAGTTCCTGCCTCCTCGGACTTATCCGTTGCCG  
CCATCTCTGCTATGTTTGCGGACGGAGCCTCACCGTACTGGTTTATCAGTA  
TGCTGCATCTGGAGTTCAAGCTAACAACAACTGTTGTATGATCTTTCGGC  
GATGCGCGCTGATATAGGCGACATGAGAAAGTACGCCGTCCTCGTGTACTCA  
AAAGACGATGCACTCGAGACGGACGAGCTGGTACTTCATGTTGACGTCGAGC  
ACCAACGCATTCCCACGTCTGGGGTGCTCCCAGTCTGA

MDKSESTGAGRNRRRRPRRGRSAPSSADANFRVLSQQLSRLNKTL SAGRP  
TINHPTFVGSERCKPGYTFTSITLKPKIDRGSYYGKRLLLPDSVTEYDKKL  
VSRIQIRVNPLPKFDSTVWVTVRKVPASSDLSVA AISAMFADGASPVLVYQ  
YAASGVQANNKLLYDLSAMRADIGDMRKYAVLVYSKDDALETDELVLHV  
DVEHQRIPTSGVLPV

⇒PV3,= PV4 CP gene =100%  
Align 결과 group I A 에 속함

#### 10) PV3, PV4의 RNA2, RNA3의 상동성 비교

##### PV3의 RNA2

GTTTTATTTACAAGAGCGTACGGTTCAACCCCTGCCTCCTCTGTAAAACTCC  
CTAGACTTTTAAAACCTTCTTTCTAGTATCTTTTCTATGGCTTCCCCGCCCC  
CGCATTCTCACTAGCCAATCTTTTGAACGGTAGTTATGGTGTGCGACTCCC  
GAGGATGTGGAACGTTTGCGATCTGAGCAACGTGAAGAGGCTGCTGCGGCT  
TGTCGTAATTACAGGCCCTACCCGCTGTGGATGTCAGCGAGAGTGTACAG  
AGGACGCGCATTCCCTCCGAACCTCTGACGGAGCTCCCGCTGAGGCGGTGTC  
TGATGAGTTTGTAACCTTATGGTGCTGAAGATTACCTTGAAAAATCTGATGA  
TGAGCTCCTTGTCGCTTTTGAACGATGGTCAAACCCATGCGTATCGGACAA  
CTATGGTGCCCCGCGTTAATAAATGTTCTTTTATTTCAGCATTGCTATG  
GCCAGAGCTTTGTTGTTGGCACCTAGAACATCCCACCGAACCATGAAGTGTT  
TTGAAGACCTGGTCGCGGCTATTTACACTAAATCCGATTTCTATTACGATG  
AAGAGTGTGAAGCCGACGATGTTACAGATAAATATCTCGTCTCGCGATGTAC  
CCGTTATTCTTTTCGAACCGTGGTCCCGAACGTCTGGATTTCGAACCGCCGCC  
CATTTGTGAAGCGTGCACATGATCATGTACCAGTGCCCGTGTTCGATTT  
CAATGCCTTAAAGAAAACGTGCGCTGAGAGGACCTTCGCTGAT  
GATTATGTTATTGAAGGTTTAGATGGTGTGTTGATAATGCGACTCTGTTG  
TCGAATTTGGGTCCATTTTGGTACCCGTGAAATGTCAATATGAAAAATGC  
CCAACACCAACCCTCGCGATTCCCTCCGGATTTAAACCGTGCTACTGATCGTG  
TTGATATTAATTTGGTTCAATCCATTTGTGACTCGACTCTGCCACTCATA  
GTAATTACGACGATTCTTTTTCATCAAGTGTTCGTCGAAAGTGTGATTACT  
CTATAGATCTGGATCATGTTAGACTTCGCCAGTCTGATCTTATTGCAAAAA  
TTCCAGATTCAGGGCATATGATACCGGTTCTGAACACCGGGAGCGGTCACAA  
GAGAGTAGGTACAACGAAGGAGGTTCTTACAGCAATCAAGAAACGTAATGC  
TGACGTTCCAGAGCTAGGTGATTCCGTTAACCTGTCTAGATTGAGTAAAGC  
TGTGGCTGAGAGATTCTTCATTTCTATCATCAATGGTAACTCTCTAGCATC  
CAGTAACTTTGTCAATGTCGTTAGTAATTTCCACGATTACATGGAAAAAGTG  
GAAGTCTCAGGTCTTTCTTATGATGATCTTCCAGATCTTCCAGCTGAGAA  
TTTGACGTTTTTATGATCACATGATAAAATCTGACGTGAAACCTGTAGTGAG  
CGACACACTCAATATCGACAGACCGGTTCCAGCTACTATAACGTATCATAA  
GAAAAGTATAACCTCCCAGTTCTCACCGTTATTACAGCGCTATTCGAGCGC  
TTCCAGAGATGCCTTCGAGAACGTATTAATCTTCCCTGTTGGTAAGATTTCA  
TCCCTTGAGATGGCAGGATTTGATGTCAAAAACAAGCACTGCCTCGAGATT  
GATTTATCCAAGTTTGATAAATCTCAGGGTGAATTTCACTTGCTAATTCAG  
GAACATATTTGAAATGGTCTAGGATGTCCAGCTCCGATAACCAAGTGGTGG  
TGTGATTTCCACCGATTCTCTTACATCAGAGATCGTAGAGCTGGTGTGGT  
ATGCCTATTAGTTTCCAGAGACGAACTGGTGTGATGCATTCACTTATTTTGGC

AATACCATTTGTCACACTATGGCTGAGTTTGCCTGGTGTATGACACCGACCAA  
TTCGAAAAGCTTTTTATTCTCAGGCGATGACTCTCTAGGATTTTCACTGCTT  
CCCCCTGTTGGTGATCCGAGTAAATTCACAACCTCTTTTCAACATGGAAGCT  
AAGGTGATGGAACCTGCAGTACCATATATTTGTTTCGAAGTTCTTACTCTCT  
GACGAGTTTCGGTAACACATTTTCCGTTCCAGATCCATTGCGCGAGGTTTCAGC  
GGTTAGGCACGAAGAAGATTCCCTATTCTGACAATGATGAATTCTTGTGTTG  
CTCACTTCATGAGTTTGTGTTGATCGATTGAAGTTTTTGGACCGAATGTCTC  
AGTCGTGTATCGATCAACTTTTCGATTTTCTTCAATTGAAATACAAGAAGT  
CTGGGGAAGAGGCTGCTTTAATGTTAGGCGCCTTTAAGAAATATACCGCTA  
ATTTTCAGTCCACAAAAGAACTCTATTATTCAGATCGTCGTCAGTGCGAAT  
TGATCAATTTCGTTTTGTAGTACAGAGTTCAGAGTTGAGCGTGTAATTTCCA  
ATAAACAGCGAAAGAAATATGGAATTGAACGTAGGTGCAATGACAAACGTC  
GAACTCCAGCTGGCTCACATGTTGGAGGCGAAGAAGCGGAGACGAAGGTCTC  
ACAAGCAGAATCGACGGGAACGAGGTCACAAAAGTCCCAGCGAGAGAGCGCG  
TTCAAATCTCAGACTATTCCGCTTCTTCCGTTCTATCAAGTAGATGGTTC  
GAACTGACAGGGTTCGAGCCGCCATGTGAACGTGGCGGAGTTACCCGAGCCT  
GAGGCCTCTCGTTTTAGAGTTATCGGCGGAAGATCATGATTTTGACGATA  
GATTGGTTTCGCCGTAACGAATGGGCGGAAGGTGCTTTCTGAAACCTCCCCT  
TCCGCATCTCCCTCCGGTTTTCTGTGGCGGAGCTGAGTTGGCAGTATTGCT  
ATAAAGTGTCTGAAGTCACTAAACACATTTGTGGTGAACGGGTTGTCCATCC  
AGCTTACGGCTAAAATGGTCAGTCGTAGAGAAATCTACGCCAGCGGACTTA  
CAAGTCTCTGAGGCACCTTTGAAACCATCTCCTAGGTTTTCTTCGGAAGGACT  
CCGGTCCGTGTACTTCTAGCACACGTGCTAGTTTTAGGGTAACGGGTGCC  
CCCCTTTTCGTGGGCGCTCCAAAAGGAGACCA

MASPAPAFSLANLLNGSYGVDTPEDVERLRSEQREEAAAACRNYRPLPAV  
DVSESVTEDAHLRDPGAPAEAVSDEFVTTGAEDYLEKSDDELLVFETMVK  
PMRIGQLWCAFNKCSFISSIAMARLLLAPRTSHRTMKCFDLVAAIYTKSDF  
YYDECEADDVQINISSRDPGYSFEPWSRTSGFEPPICEACDMIMYQCPFDN  
ALKKTCAERTFDDYVIEGLDGVVDNALLSNLGPFLVPVKCQEKCPPTLAI  
PPDLNATDRVDINLVQSICDTLPHSNYDDSFHQVVESADYSIDLHVRLQ  
SDLIAKIPDSGHMIPVLNTGSGHKRVGTTKVLTAIKKRNAVPELDSVNL  
RLSKAVAERFISYINGNSLASSNFNVVSNFHDYMEKWKSGLSYDDLPLH  
AENLFYDHMIKSDVKPVVSTLNIDRPVPAITITYHKSITSQFSPLFTALFRFQ  
RCLRERILPVGKISSLEMAGFDVKNKHLEIDLKFDKSGEFLLIQEHLNGL  
GCPAITKWWCDFHRFSYIRRRAGVGMPIFQRRDAFTYFGNTIVTMAEA  
WCYDTDQFEKLLFSDDSLGFSLLPPVGDPKFTTLFNMEAKVMEPVYICSK  
FLLSDEFGTFSVPDPLREVQRLGKKIPYSDNDEFLLFAHMSFVDRLKFLDRM  
SQCIDQLSIFFELKYKKGEEAALMLGAFKKYTNFQSYKELYSDRRQELIN  
SFCSTEFVRVNSNKQRKKYGIERRCDKRRTPAGSHVGGEEETKVSQAEST  
GTRSQKSQRESAFKSQTIPLPTVLSRWFGTDRVEPPCERGGVTRA\*

## PV4의 RNA2

GTTTTATTTACAAGAGCGTACGGTTCAACCCCTGCCTCCTCTGTA AAAACTCC  
CTAGACTTTTAAAACCTTCTTTCTAGTATCTTTTCTATGGCTTCCCCGCC  
CGCATTCTCACTAGCCAATCTTTTGAACGGTAGTTATGGTGTGACACTCCC  
GAGGATGTGGAACGTTTTCGATCTGAGCAACGTGAAGAGGCTGCTGCGGCT  
TGTCGTAATTACAGGCCCTACCCGCTGTGGATGTCAGCGAGAGTGTACAG  
AGGACGCGCATTCCCTCCGAACCTCCTGACGGAGCTCCCGCTGAGGCGGTGTC  
TGATGAGTTTGTAACTTATGGTGCTGAAGATTACCTTGAAAAATCTGATGA



TGAGCTCCTTGTCGCTTTTGGAGACGATGGTCAAACCCATGCGTATCGGACAA  
CTATGGTGCCCCGCGTTTAAATAAATGTTCTTTTATTTCCAGCATTGCTATG  
GCCAGAGCTTTGTTGTTGGCACCTAGAACATCCCACCGAACCATGAAGTGTT  
TTGAAGACCTGGTCGCGGCTATTTACACTAAATCCGATTTCTATTACGATG  
AAGAGTGTGAAGCCGACGATGTTTCAGATAAATATCTCGTCTCGCGATGTAC  
CCGGTTATTCTTTCGAACCGTGGTCCCGAACGTCTGGATTTCGAACCGCCGCC  
CATTTGTGAAGCGTGCGACATGATCATGTACCAGTGCCCGTGTTTCGATTT  
CAATGCCTTAAAGAAAACGTGCGCTGAGAGGACCTTCGCTGATGATTATGT  
TATTGAAGGTTTAGATGGTGGTGGTGGATAAATGCGACTCTGTTGTCGAATTT  
GGGTCCATTTTTGGTACCCGTGAAAATGTCAATATGAAAAATGCCAACACC  
AACCTCGCGATTCCCTCCGGATTTAAACCGTGCTACTGATCGTGTGATATT  
AATTTGGTTCAATCCATTTGTGACTCGACTCTGCCACTCATAGTAATTAC  
GACGATTCCTTTTCATCAAGTGTTCGTCGAAAAGTGCTGATTACTCTATAGAT  
CTGGATCATGTTAGACTTCGCCAGTCTGATCTTATTGCAAAAATTCAGAT  
TCAGGGCATATGATACCGGTTCTGAACACCGGGAGCGGTCACAAGAGAGTA  
GGTACAACGAAGGAGGTTCTTACAGCAATCAAGAAACGTAATGCTGACGTT  
CCAGAGCTAGGTGATTCCGTTAACCTGTCTAGATTGAGTAAAGCTGTGGCT  
GAGAGATTCTTCATTTCTATCATCAATGGTAACTCTCTAGCATCCAGTAAC  
TTTGTCAATGTCGTTAGTAATTTCCACGATTACATGGAAAAGTGGAAGTCC  
TCAGGCTTTTCTTATGATGATCTTCCAGATCTTCCAGCTGAGAAATTTGCAG  
TTTTATGATCACATGATAAAAATCTGACGTGAAACCTGTAGTGAGCGACACA  
CTCAATATCGACAGACCGGTTCCAGCTACTATAACGTATCATAAGAAAAGT  
ATAACCTCCAGTTCTCACCGTTATTCACAGCGCTATTCGAGCGCTTCCAGA  
GATGCCTTCGAGAACGTATTATTCTTCCCTGTTGGTAAGATTTTCATCCCTTG  
AGATGGCAGGATTTGATGTCAAAAACAAGCACTGCCTCGAGATTGATTTAT  
CCAAGTTTGATAAATCTCAGGGTGAATTTCACTTGCTAATTCAGGAACATA  
TTTTGAATGGTCTAGGATGTCCAGCTCCGATAACCAAGTGGTGGTGTGATT  
TCCACCGATTCTCTTACATCAGAGATCGTAGAGCTGGTGTGGTATGCCTA  
TTAGTTTCCAGAGACGAACTGGTGATGCATTCACTTATTTTGGCAATACCA  
TTGTCACTATGGCTGAGTTTGCCTGGTGTATGACACCGACCAATTCGAAA  
AGCTTTTATTCTCAGGCGATGACTCTCTAGGATTTTCACTGCTTCCCCCTGT  
TGGTGATCCGAGTAAATTCACAACCTCTTTTCAACATGGAAGCTAAGGTGAT  
GAAACCTGCAGTACCATATATTTGTTTTCGAAAGTTCTTACTCTGAGGAT  
CGGTAACACATTTTTCCGTTCCAGATCCATTGCGCGAGGTTTCAGCGGTTAGGC  
ACGAAGAAGATTCCCTATTCTGACAATGATGAATTCTTGTGTTGCTCACTTC  
ATGAGTTTTGTTGATCGATTGAAGTTTTGGGACCGAATGTCTCAGTCGTGT  
ATCGATCAACTTTCGATTTTCTTTCGAATTGAAAATACAAGAAGTCTGGGGAA  
GAGGCTGCTTTAATGTTAGGCGCCTTTAAGAAAATATACCGCTAATTTTTAG  
TCCACAAAAGAACTCTATTATTTCAGATCGTTCGTTCAGTGCGAATTGATCAAT  
TCGTTTTGTAGTACAGAGTTCAGAGTTGAGCGTGTAATTTCCAATAAACAG  
CGAAAGAAATATGGAATTGAACGTAGGTGCAATGACAAACGTCGAACTCCA  
GCTGGCTCACATGTTGGAGGCGAAGAAGCGGAGACGAAGGTCTCACAAGCAG  
AATCGACGGGAACGAGGTCACAAAAGTCCCAGCGAGAGAGCGCGTTCAAAT  
CTCAGACTATTCCGCTTCTACCGTTCTATCAAGTAGATGGTTCGGAACCTGA  
CAGGGTCGAGCCGCCATGTGAACGTGGCGGAGTTACCCGAGCCTGAGGCCTC  
TCGTTTTAGAGTTATCGGCGGAAGATCATGATTTTGGACGATACAGATTGGTT  
CGCCGGTAACGAATGGGCGGAAGGTGCTTTCTGAAACCTCCCCTTCCGCATC  
TCCCTCCGGTTTTCTGTGGCGGGAGCTGAGTTGGCAGTATTGCTATAAACTG  
TCTGAAGTCACTAAACCATTTGTGGTGAACGGGTTGTCCATCCAGCTTACG  
GCTAAAATGGTCAGTCGTAGAGAAATCTACGCCAGCGGACTTACAAGTCTC  
TGAGGCACCTTTGAAACCATCTCCTAGGTTTCTTCGGAAGGACTCCGGTCCG  
TGTACTTCCTAGCACACGCTGCTAGTTTTAGGGTAACGGGGCCCCCCTTTC  
GTGGGGCCTCCAAAAGGAGACCA

MASPAFANLLNGSYGVDPEDVERLRSEQREEAAAACRNYRPLPAV  
DVSESVTEDAHLRTPDGAPAEAVSDEFVTYGAEDYLEKSDDLELVAFET  
MVKPMRIGQLWCPAFNKCSFISSIAMARALLAPRTSHRTMKCFEDLVAAI  
YTKSDFYDDEEADDVQINISSRDVPGYSFEPWSRTSGFEPPIECEACDMI  
MYQCPCFDNALKKTCAERTFADDYVIEGLDGVVDNATLLSNLGPFLVPV  
KCQYEKCPPTLAIPDLNRATDRVDINLVQSICDSTLPTHSNYDDSFHQVF  
VESADYSIDLHVRLRQSDLIKIPDSGHMIPVLNTGSGHKRVGTTKEVLT  
AIKRNADVPELGDSVNLSRLSKAVAERFFISYINGNSLASSNFVNVVSNF  
HDYMEKWKSSGLSYDDLPLHAENLQFYDHMIKSDVKPVVSDTLNDRPV  
PATITYHKKSITSQFSPLFTALFERFQRCLRERIILPVGKISSLEMAGFDVKN  
KHCLEIDLSKFDKSQGEFHLLIQEHILNGLGCPAPITKWWCDFHRFSYIRDR  
RAGVGMPIFQRRGTDAFTYFGNTIVTMAEFAWCYDTDQFEKLLFSGDDS  
LGFSLLPPVGDPSKFTTLFNMEAKVMEPAVPYICKSFLLSDEFNGTFSVPD  
PLREVQRLGKIPYSDNDEFLEAFHMSFVDRLEKFWDRMSQSCIDQLSIFER  
LKYKSGEEAALMLGAFKKYTANFQSYKELYSDRRQCELINSFCSTEFR  
VERVNSNKQRKKGIERRCNDKRRTPAGSHVGGEEAETKVSQAESTGTRS  
QKSQRESAFKSQTIPLPTVLSSRWFGTDRVEPPCERGGVTRA\*

PV3의 RNA3

GTAATCTTACCAGTGTGTGTGTGCGTGTGTGTGTGTGTCGAGTCGTGTTGTCCG  
CACATTTGAGTCGTGTTGTCCGCACATTTTATTTTATCTTTATACAGTGTG  
TTAGATTTCCCGAGGCATGGCTCTCCAAGGTACCAGTAGGACTTTAACTCA  
ACAGTCCTCAGCGGCTACGTCTGACGATCTTCAAAAGATATTATTTAGCCC  
TGAAGCCATTAAGAAAATGGCTACTGAGTGTGACCTAGGCCGGCATCATTG  
GATGCGCGCTGATAATGCTATTTTCAGTCCGGCCCCCTCGTTCCCGAAGTAACC  
CACGGTCATATTGCTTCTTTAAATCTGGATATGATGTTGGTGAATTA  
TGCTCAAAAGGATACATGAGCGTCCCTCAGGTGTTGTGTGCTGTTACTCGA  
ACGGTTTCCACTGATGCTGAAGGGTCCCTTGAGAATTTACTTAGCTGATCTA  
GGTGACAAGGAGTTATCTCTATAGATGGGCAATGCGTTTCGTTACATAAC  
CATGATCTTCCCGCTTTGGTGTCTTCCAAACCGACGTATGACTGTCTATGG  
AAACAGTTGGGAATCGCAAGCGGTGTTTTGCTGTGCTTATCGAAAGACATG  
GTTACATTGGGTATACCGGTACCACAGCTAGCGTGTGTAGTAATTGGCAAG  
CAAGGTTTTCTTCTAAGAATAACAACACTACACTCATATCGCAGCTGGGAAGA  
CTCTAGTACTGCCTTTCAACAGATTAGCTGAGCAAACAAAACCGTCAGCTG  
TCGCTCGCCTGTTGAAGTCGCAACTGAACAACATTGAATCTTCGCAATATC  
TGTTAACGAATGTGAAGATTAATCAGAATGCGCGCAGTGAGTCCGAGGAAT  
TAAATGTTGAGAGCCCTCCCGCCGCAATCGGGAGTTCTTCCGCGTCCCGCTC  
CGAAGCCTTCAGACCGCAGGTGGTTAACGGTCTTTAGCACTTTGGTGTGCTAT  
TAGTATATAAGTATTTGTGTGTCTGTACATAATACTATATCTATAGTGTCC  
TGTGTGAGTTGATACAGTAGACATCTGTGACGCGATGCCGTGTTGAGAAGG  
GAACACATCTGGTTTTAGTAAGCCTACATCACAGTTTTGAGGTTCAATTCC  
TCTTACTCCCTGTTGAGCCCCCTACTTTCTCATGGATGCTTCTCCGCGAGAT  
TGCGTTATTGTCTACTGACTATATAGAGAGTGTGTGTGCTGTGTTTTCTCT  
TTTGTGTGCTAGAAATTGAGTCGAGTCATGGACAAATCTGAATCAACCGGTG  
CTGGTCGTAACCGTCGACGTCGTCCGCGTCGTGGTTCCCGCTCCGCCCTCC  
TCCGCGGATGCCAACTTTAGAGTCTTGTGCGCAGCAGCTTTCGCGACTTAACA  
AGACGTTGTAGCCGGTCGTCCAACCTATTAACCAACCAACCTTTGTAGGGAG  
TGAGCGTTGTAAACCTGGGTACACGTTACACATCTATTACCCTAAAGCCACCA  
AAAATAGACCGCGGTCTTATTATGGTAAAAGGTTGTTATTACCTGATTCA  
GTCACGGAATATGATAAGAACTTGTTCGCGCATTCAAATTCGAGTTAAT  
CCTTTGCCGAAATTTGATTCTACCGTGTGGGTGACAGTCCGTAAAGTTCT  
GCCTCTCGGACTTATCCGTTGCCGCCATCTCTGCTATGTTTGCGGACGGAG

CCTCACCGGTACTGGTTTATCAGTATGCTGCATCTGGAGTTCAAGCTAACA  
ACAACTGTTGTATGATCTTTCGGCGATGCGCGCTGATATAGGCGACATGA  
GAAAGTACGCCGTCTCGTGTACTCAAAGACGATGCACTCGAGACGGACGA  
GCTGGTACTTCATGTTGACGTCGAGCACCAACGCATTCCCACGTCTGGGGTG  
CTCCAGTCTGATTCCGTGTTTTCCAGAACCCTCCCTCCGATTTCTGTGGCG  
GGAGCTGAGTTGGCAGTTCTGCTATAAACTGTCTGAAGTCACTAAACATTT  
TTACGGTGAACGGGTGTCCATCCAGCTTACGGCTAAAATGGTCAGTCGTG  
GAGAAATCCACGCCAGCAGACTTACAAGTCTCTGAGGCGCCTTTGAAACCAT  
CTCCTAGGTTTCTTCGGAAGGACTTCGGTCCGTGTACTTCTAGCACAAATGTG  
CTAGTTTCAGGGTACGGGTGCCCCCCTTTCGTGGGGCCTCTAAAAGGA  
GACCA

MALQGTSRTL TQSSAATSDDLQKILFSPEAIKKMATECDLGRHHWMRAD  
NAISVRPLVPEVTHGRIASFFKSGYDVGELCSKGYMSVPQVLCVTRTVST  
DAEGSLRIYLADLGDKELSPIDGQCVSLHNHDLPALVSFQPTYDCPMETVG  
NRKRCFAV VIERHGYIGYTGTASVCSNWQARFSSKNNNYTHIAAGKTLV  
LPFNRLAEQTKPSAVARLLKSQLNNISSQYLLTNVKINQNARSESEELNVE  
SPPAAIGSSASRSEAFRPQVVNGL\*  
MDKSESTGAGRNRRRRPRRGRSAPSSADANFRVLSQQLSRLNKTLSAGRP  
TINHPTFVGSERCKPGYTFTSITLKPPKIDRGSYYGKRLLLLPDSVTEYDKKL  
VSRIQIRVNPLPKFDSTVWVTVRKPVPASSDLSVA AISAMFADGASPVLVYQ  
YAASGVQANNKLLYDLSAMRADIGDMRKYAVLVYSKDDALETDELVLHV  
DVEHQRIPTFGVLPV\*

#### PV4의 RNA3

GTAATCTTACCACTGTGTGTGTGCGTGTGTGTGTGTGTCGAGTCGTGTTGTCCG  
CACATTTGAGTCGTGTTGTCCGCACATTTTATTTTATCTTTATAACAGTGTG  
TTAGATTTCCCGAGGCATGGCTCTCCAAGTACCAGTAGGACTTTAACTCA  
ACAGTCTCAGCGGTACGTCTGACGATCTCAAAGATATTATTTTAGCC  
TGAAGCCATTAAGAAAATGGCTACTGAGTGTGACCTAGGCCGGCATCATTG  
GATGCGCGCTGATAATGCTATTTTACGTCGCGCCCTCGTTCCCGAAGTAACC  
CACGGTCATATTGCTTCCCTTCTTTAAATCTGGATATGATGTTGGTGAATTA  
TGCTCAAAGGATACATGAGCGTCCCTCAGGTGTTGTGTGCTGTTACTCGA  
ACGGTTTCCACTGATGTGAAGGGTCCCTTGAGAATTTACTTAGCTGATCTA  
GGTGACAAGGAGTTATCTCCTATAGATGGGCAATGCGTTTCGTTACATAAC  
CATGATCTTCCCGCTTTGGTGTCTTCCAACCGACGTATGACTGTCTTATGG  
AAACAGTTGGGAATCGCAAGCGGTGTTTTGCTGTGCTTATCGAAAGACATG  
GTTACATTGGGTATACCGGTACCACAGCTAGCGTGTGTAGTAATTGGCAAG  
CAAGGTTTTCTTCTAAGAATAACAACACTACACTCATATCGCAGCTGGGAAGA  
CTCTAGTACTGCCTTTCAACAGATTAGCTGAGCAAACAAAACCGTCATCGC  
AATATCTGTTAACGAATGTGAAGATTAATCAGAATGCGCGCAGTGAGTCCG  
AGGAATTAATGTTGAGAGCCCTCCCGCCGAATCGGGAGTTCTTCCGCGTC  
CCGCTCCGAAGCCTTCAGACCGCAGGTGGTTAACGGTCTTTAGCACTTTGGT  
GCGTATTAGTATATAAGTATTTGTGTGTCTGTACATAATACTATATCTAT  
AGTGTCTGTGTGAGTTGATACAGTAGACATCTGTGACGCGATGCCGTGTT  
GAGAAGGGAACACATCTGGTTTTAGTAAGCCTACATCACAGTTTTGAGGTT  
CAATTCCTCTTACTCCCTGTTGAGCCCTTACTTTCTCATGGATGCTTCTCC  
GCGAGATTGCGTTATTGTCTACTGACTATATAGAGAGTGTGTGTGCTGTGT  
TTTCTCTTTTGTGTGCTAGAAATTGAGTCGAGTCATGGACAAATCTGAATCA  
ACCGGTGCTGGTCGTAACCGTCGACGTCGTCCGCGTCGTGGTTCCCGCTCCGC  
CCCCTCCTCCGCGGATGCCAACTTTAGAGTCTTGTGCGCAGCAGCTTTCCGCA

CTTAACAAGACGTTGTCAGCCGGTCGTCCAACCTATTAACCACCCAACCTTTG  
TAGGGAGTGAGCGTTGTAAACCTGGGTACACGTTACATCTATTACCCTAA  
AGCCACAAAAATAGACCCGGGTCTTATTATGGTAAAAGGTTGTTATTAC  
CTGATTCAGTCACGGAATATGATAAGAACTTGTTCGCGCATTCAAATTC  
GAGTTAATCCTTTGCCGAAATTTGATTCTACCGTGTGGGTGACAGTCCGTA  
AAGTTCCTGCCTCCTCGGACTTATCCGTTGCCGCCATCTCTGCTATGTTTGC  
GGACGGAGCCTCACCGGTAAGTGTATGATCTTTCGGCGATGCGCGCTGATATAGGC  
GACATGAGAAAAGTACGCCGTCTCGTGTACTCAAAGACGATGCACTCGAG  
ACGGACGAGCTGGTACTTTCATGTTGACGTCGAGCACCAACGCATTCCCACGT  
CTGGGGTGCTCCAGTCTGATTCCGTGTTTTCCAGAACCCTCCCTCCGATTT  
CTGTGGCGGGAGCTGAGTTGGCAGTTCTGCTATAAACTGTCTGAAGTCACT  
AAACATTTTTTACGGTGAACGGGTTGTCCATCCAGCTTACGGCTAAAATGGT  
CAGTCGTGGAGAAATCCACGCCAGCAGACTTACAAGTCTCTGAGGCGCCTTT  
GAAACCATCTCCTAGGTTTCTTCGGAAGGACTTCGGTCCGTGTACTTCTAGC  
ACAATGTGCTAGTTTCAGGGTACGGGTGCCCCCCCCACTTTCGTGGGGGCCTC  
TAAAAGGAGACCA

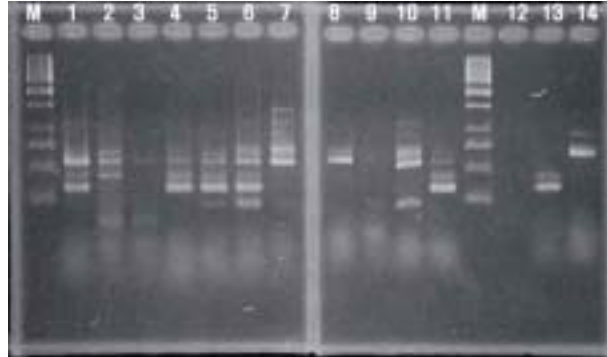
MALQGTSRTL TQSSAATSDDLQKILFSPEAIKKMATECDLGRHHWMRAD  
NAISVRPLVPEVTHGRIASFFKSGYDVGELCSKGYMSVPQVLCAVTRTVST  
DAEGLSRIYLADLGDKELSPIDGQCVSLHNHDLPALVSFQPTYDCPMETVG  
NRKRCFAV VIERHGYIGYTGTASVCSNWQARFSSKNNNYTHIAAGKTLV  
LPFNRLAEQTKPSAVARLLKSQLNNIESSQYLLTNVKINQNARSESEELNVE  
SPPAAIGSSASRSEAFRPQVVNGL\*  
MDKSESTGAGRNRRRRPRRGRSRSAPSSADANFRVLSQQLSRLNKTLSAGRP  
TINHPTFVGSERCKPGYTFTSITLKPPKIDRGSYYGKRLLLPDSVTEYDKKL  
VSRIQIRVNPLPKFDSTVWVTVRKVPASSDLSVA AISAMFADGASPVLVYQ  
YAASGVQANNKLLYDLSAMRADIGDMRKYAVLVYSKDDALETDELVLHV  
DVEHQRIPTFGVLPV\*

**바. Multiplex RT-PCR**

고추에 발생하는 바이러스들인 CMV, BBWV, PepMoV, PMMoV들을 한번에 진단할 수 있는 Multiplex RT-PCR을 이용하여 바이러스 검정 시간을 단축시켰다.

Table. 1. Oligonucleotide primers used for Multiplex RT-PCR

virus	Oligonucleotide primers	sequence
CMV	forward	5'-CGC AGG TGG TTA ACG GT-3'
	reverse	5'-CCA CAC GGT AGA ATC AAA T-3'
BBWV	forward	5'-GTT GGT GCG ATG TCA GG-3'
	reverse	5'-GCT AGG TCC AGG CAA ATT GTA-3'
PepMoV	forward	5'-GAA TAC AAA CCA AGC CAA GT-3'
	reverse	5'-TAT CGT GGC ATG TAT GGT TCT TG-3'
PMMoV	forward	5'-ATT GGG CAG AAC TCG GAG TCA TCG G-3'
	reverse	5'-CAG CTT CCC TTC CTT ATT CA-3'



M : 250bp

product size : CMV - 697bp

BBWV - 579bp

PMMoV - 501bp

PepMoV - 338bp

1. 합천 ① - CMV, BBWV, PMMoV, PepMoV
2. 합천 ② - CMV, BBWV, PMMoV
3. 하동 옥종 ① - BBWV
4. 하동 옥종 ② - CMV, BBWV, PMMoV, PepMoV
5. 합천 ③ - CMV, BBWV, PMMoV, PepMoV
6. 하동 옥종 ③ - CMV, BBWV, PMMoV, PepMoV
7. 하동 옥종 ④ - CMV, BBWV
8. 하동 옥종 ⑤ - CMV, BBWV
9. 하동 옥종 ⑥ - none
10. 하동 옥종 ⑦ - CMV, BBWV
11. 하동 옥종 ⑧ - CMV, BBWV, PMMoV, PepMoV

#### 사. 과제수행 중 연구 활동

< 주관 연구기관인 경북대학교와 영양 고추 시험장과의 연구 활동 >

- 1) 2003. 09. 06 - 영양 고추시험장

고추 과제 평가 회의

고추 바이러스 병징에 관한 세미나

영양 고추 시험장 내 시료 채취 및 주변 잡초, 토양 채취

[시료 채취 결과]

주변 잡초, 토양에서 바이러스 검출 안됨

시험장내 0321106, 0322106, 0334101, 수비1-01, 수비1-02, 수비4-01, 우수  
03007에 바이러스 감염 확인 (CMV, 및 BBWV , PepMoV 복합감염)

## 2) 2003. 10. 28 - 영양 고추시험장

영양 고추 시험장 내 육종 우수 품종에 대한 바이러스 접종 및 즙액 접종방법 실습

바이러스 종류 - 강독 CMV , 약독 CMV, PepMoV, PMMoV

바이러스 접종 품종 - CMV 강독 : 우수 03016

- CMV 약독 : 우수 03017

- PepMoV : 우수 03012 , 05005

- PMMoV : 우수 03012 , 03001, 03010, 03004



## 3) 2003. 11. 11 - 영양 고추 시험장

고추시험장 육종 우수 품종에 대한 바이러스 접종 결과 평가

[ 결과 ]

- 1] PepMoV 접종 품종 : 품종에 100% 병징 나타남  
병징 잎에 대한 전자현미경으로 확인한 결과 약 700nm의  
사상형 입자 확인
- 2] PMMoV 접종 품종 : 바이러스에 감수성 품종과 저항성 품종으로 확인  
감수성 품종 - 접종 잎에 퇴록 반점 증상, 상업에 모자이크 증상  
전자현미경으로 확인 결과 약 300nm 막대형 입자  
확인 낙엽 현상이 일어나지 않음  
저항성 품종 - 접종 잎에 괴저 반점 증상과 함께 모두 낙엽  
상업에 무병징, 전신감염 되지 않았음 ⇒ PMMoV  
에 저항성이 있는 것으로 확인

3] CMV 접종 결과 RT-PCR로 확인

#### 4) 과제 공동 연구 수행을 위한 Workshop 개최

[ 식물바이러스 진단법에 대한 Workshop ]

실험 내용

- 1) 전자현미경을 이용한 바이러스 입자관찰
- 2) RIPA(Rapid immunocapture filter paper assay)
- 3) RT-PCR(Reverse transcription Polymerase chain reaction)
- 4) Ds-RNA extraction 및 전기영동

대상 : 경북 대학교 농업생명과학대학 원예학과 김병수 교수 연구실

경북 영양 고추 시험장

경북농업진흥원

그 외 관련 연구실

기간 : 2003년 12월 12일 10:00 ~ 12월 13일 17: 00(2일간)

장소 : 영남대학교 이과대학 생물학과 미생물학 연구실 제 3과학관 216호실

시료 : PepMoV(*Pepper mottle potyvirus*),

PMMoV(*Pepper mild mosaic tobamovirus*),

CMV(*Cucumber mosaic cucumovirus*)

[결과]

경북대학교 김병수 교수 외 22명 참가하여 Workshop을 원활히 수행

5) 2003년 한국식물병리학회 추계 학술 발표회 포스터 발표

[ 발표 내용 ]

A simple method for detection of CMV viral RNAs and satellite RNAs in Korean hot pepper.

6) 2004. 01. 28 - 연구 협의회

일시: 2004년 1월 28일 (수) 15:00 (오후 3시)

장소: 과제 주관 연구기관-경북대학교 농업생명과학대학 1호관 328호

준비: 1. 각 과제책임자는 기 수행결과 및 2004년도 수행예정 연구내용에 대하여 10분내외의 발표준비

참석대상: 과제책임자, 연구원, 연구보조원 전원

7) 2004. 03. 13 - 경북대학교 , 영양 고추 시험장

경북대학교 온실 - 바이러스 저항성 검정을 위한 접종

CMV : 800주 , PMMoV : 800주

영양 고추 시험장 - 바이러스 저항성 검정을 위해 바이러스 분양

8) 2004. 04. 19 - 경북대학교

경북대학교 온실 - 바이러스 저항성 검정을 위한 접종

CMV : 1600주 , PMMoV : 1600주

9) 2004. 07. 09 - 농업기술연구소 세미나 개최

제 목: Control of virus diseases of plants by attenuated strains

일 시: 2004년 7월 9일(금) 오후 3:00-5:00

장 소: 농대 1호관 354호

연사 및 내용:



Dr. Haruki Sayama (Nippon Del Monte Corporation)

Attenuated strain of Cucumber mosaic virus

Dr. Tonohide Natsuaki(Utsunomiya Universtity)

Attenuated strain of Potyviruses

Cryptoviruses

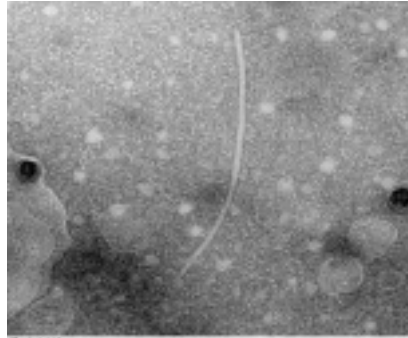
(2003 농림기술개발과제, “고추 역병.바이러스병 복합저항성 신품종 육성” 관련  
세미나)

10) 2004. 08. 14

경대 고추 샘플 바이러스 감염여부 TEM 및 RT-PCR로 검정



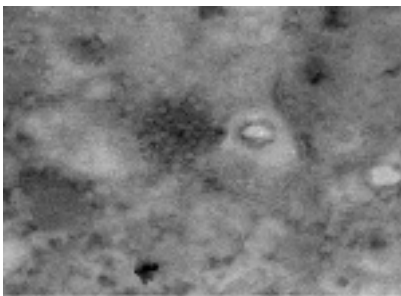
1) 증상



1M가-2 : PepMoV + CMV



8M가-6 : PepMoV

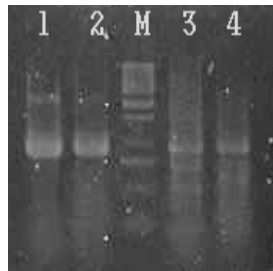


04B127-2 : BBWV

## 2) RT-PCR 및 전기영동

Table1 Oligonucleotide primers used for RT-PCR

Virus	Oligonucleotide primers	Sequence
CMV	Forward	YAS YTT TDR GGT TCA ATT CC
	Reverse	GAC TGA CCA TTT TAG CCG
BBWV	Forward	GTB TCD AGT GCT YTD GAA GG
	Reverse	TDG WDC CAT CVA GIC KCA TT
PepMoV	Forward	AAG ATC AGA CAC TTG GA
	Reverse	CAA GCA RGG TAT GCA TGT



1 : PC (CMV-P), 2-3 : CMV로 의심되는 고추 이병엽, M : 250bp marker

### 11) 2004. 09. 01

영양 고추 시험장

고추 품종별 바이러스 병징 확인



수비초 강독 A



수비초 강독 C



수비초 약독 A



수비초 약독 C



한반도 강독 B



한반도 약독 B



CMV YP041098



CMV YP041099



PMMoV 단 42



PMMoV YP041075

## 12) 2005. 02. 07 - 연구 협의회

일시 : 2004년 2월 7일 월요일

장소 : 과제 주관 연구기관 - 경북대학교 농업생명과학대학 1호관 328호

준비 : 각 과제책임자는 기 수행결과 및 2004년도 연구수행 결과내용에  
대하여 10분내외의 발표 준비

참석대상 : 과제책임자, 연구원, 연구보조원 전원, 경북 영양 고추 시험장

13) 2005. 02. 18 - 2005. 02. 22

경북대학교 RT-PCR 기술 이전 교육

14) 2005. 02. 25

경북대학교 바이러스 항원 제공 및 접종  
-바이러스 저항성 검정을 위한 접종  
CMV , PMMoV , BBWV : 약 1600주

15) 과제 공동 연구 수행을 위한 Workshop 개최

[ 고추에서 발생하는 바이러스들을 진단하기 위한 Multiplex RT-PCR ]

실험 내용

- 1) total RNA isolation
- 2) multiplex RT-PCR
- 3) 전기영동

대상 : 경북 대학교 농업생명과학대학 원예학과 김병수 교수 연구실  
경북 영양 고추 시험장  
대구가톨릭대학교 자연대학 생명공학과 유순남 교수 연구실

기간 : 2006년 1월 26일 09:30 ~ 18: 30

장소 : 영남대학교 이과대학 생물학과 미생물학 연구실 제 3과학관 201호실

시료 : 복합 감염된 sample

(CMV + PepMoV +PMMoV + BBWV, CMV + BBWV +PMMoV)

[결과]

경북대학교 김병수 교수 대학원생 외 8명 참가하여 Workshop을 원활히 수행



통을 교배하여 대목으로 유망한 조합을 찾아 지역적응성 검정을 거쳐 상품화를 준비하고 있다.

5. 국내 고추에 발생하는 바이러스병을 분류 동정하고, 면역혈청, RT-PCR 등을 이용한 진단방법과 자재를 개발하였으며, 육종가를 기술 지원하였다.
6. 역병-바이러스병 복합저항성 계통 육성, 풋마름-역병 복합저항성 계통 육성, 대목으로 활용할 수 있는 CMS 및 GMS 계통 선발, 이를 이용한 교배조합의 작성과 지역 적응성 검정으로 상품성이 기대되는 유망조합의 선발, 국내 발생 고추 바이러스의 분류 동정과 진단기술 개발은 당초의 목표를 충분히 달성한 것으로 자체 평가된다.

## 제2절 관련분야에의 기여도

1. 풋마름-역병 복합저항성 대목품종이 이용할 만한 계통을 다수 육성하고, 유망조합을 찾아 실용화에 접근하여 이를 상품화할 경우 농가의 생산 안정에 기여할 수 있다.
2. PMMoV, CMV, PepMoV에 각각 저항성 재료를 찾아 국내 연구자들과 공유할 수 있어서 국내 바이러스저항성 품종 육종 기술발전에 일조할 수 있게 되었다.
3. 고추에 발생하는 바이러스를 분류동정하고 육종가들에게 기술을 전수하여 바이러스병 저항성 품종 육종기술 향상에 기여하였다.

## 제5장 연구개발결과의 활용계획

1. 역병-바이러스병 복합저항성으로 육성한 계통들 농가재배용 일대잡종으로 육성하기 위해서는 추가 연구가 필요하다.
2. 풋마름-역병 복합저항성 육성계통은 대목용 일대잡종 품종의 양친으로 활용이 가능하며, 계속 보완을 위한 연구도 필요하다.
3. 찾아 놓은 바이러스병 저항성 재료는 육종재료, 유전연구, 분자마크 연구 등에 소재로 활용될 수 있다.
4. 풋마름-역병 복합저항성 대목용 교배조합은 시험보급을 거쳐 사업화가 가능하다. 따라서 추가 정비 연구를 거쳐 신품종보호출원과 함께 품종권의 실시를 하고자 한다.



## 제6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

고추 역병, 풋마름병, 바이러스 병 저항성 품종 육성과 관련하여 해외에서는 바이러스 저항성 재료의 검색, 유전분석 및 지도작성, 토마토 등 동일 속 내의 다른 작물 간의 동위성 등에 관한 연구가 활발하고, 이러한 연구를 함에 있어서 유전적으로 순수한 계통을 얻기 위하여 약배양으로 얻어진 반수체를 염색체 배가하여 얻은 Doubled Haploid (DH) 계통을 이용하는 경우가 많았다.

품종 육종과 산업화와 관련해서는 화란의 종묘회사를 볼 수 있었다. 2004년도에 방문한 적이 있는 De Ruiter 종묘회사의 경우 고추와 가지만 전문으로 육성하여 세계시장에 판매하고 있었다. 우리도 이와 같이 한 가지 작물 혹은 제한된 작물에 집중하는 전문 육종가 및 회사의 지원이 필요하다고 생각되었다.

## 제7장 참고문헌

강광윤. 최정일. 1976. Tobacco mosaic virus에 대한 고추 품종의 저항성에 관한 연구. 한원지 17:61-68.

강광윤. 최정일. 나용준. 1973. 우리나라에 발생하는 고추 바이러스 분리동정. 한원지 13:35-43.

김정수. 김상규. 이순형. 이민용. 1990. 고추 엽맥퇴락 및 줄기괴저 병징을 일으키는 고추 엽맥퇴락 바이러스. 한국식물병리학회지 6: 376-381.

김정수. 김상규. 최국선. 이민용. 1990. 고추 바이러스병의 발생과 병징 발현. 한국식물병리학회지 6: 125-132.

김정수. 이금희. 1993. 고추 바이러스병의 발생, 전염과 방제. 한국고추연구회지 2:12-40.

김정수. 최국선. 2001. 고추에 발생하는 바이러스의 종류와 그 특성 (총설). 한국고추연구회지 7:23-48.

박지혜. 2004. 고추에 발생하는 *Cucumber mosaic virus*에 관한 연구. 영남대학교 석사학위논문. 70pp.

임경환. 정봉구. 윤진영. S.K. Green. 1991. ELISA test를 이용한 우리나라 고추 바이러스의 종류와 분포에 관한 조사. 한식병지 7:252-256.

조점덕. 김정수. 김진영. 김재현. 이신호. 최국선. 김현란. 정봉남. 2005. 채소류의 토마토 반점 위조 바이러스 발생과 병징 (I). 식물병연구 11:213-216.

최국선. 김재현. 김정수. 김현란. 2004. 풋고추 수경재배에서 발생하는 tobamovirus의 특성. 식물병연구 10:194-197.

최장경. 박영섭. 김정옥. 박은경. 1989. 고추에서 분리한 담배 모자이크 바이러스의 생물적 특성. 한국식물병리학회지 5: 331-336.

최장경, 홍은주, 이재열, 장무웅. 1995. 담배 모자이크 바이러스 고추계통(TMV-P)의 외피단백질 유전자를 도입한 형질전환 담배의 TMV-P에 대한 반응. 한국식물병리학회 11:374-379.

Alcantara, T.P. and P.W. Bosland. 1994. An inexpensive disease screening technique for foliar blight of chile pepper seedlings. HortScience 29:1182-1183.

Berkeley, G. H. (1947). A strain of alfalfa mosaic virus on pepper in Ontario. Phytopathology 37, 781.

Bosland, P.W. and D.L. Lindsey. 1991. A seedling screen for Phytophthora root rot of pepper, *Capsicum annuum*. Plant Disease 75:1048-1050.

Brunt, A. A. and Kenten, R. H. 1972. *Pepper Veinal mottle virus*. No. 104 in Descriptions of plant viruses. Commonw. Mycol. Inst.,

Caranta, C., A. Pallox, V. Lefebvre and A.M. Daubeze. 1997a. QTLs for a component of partial resistance to *cucumber mosaic virus* in pepper: restriction of virus installation in host-cells. Theor. Appl. Genet. 94:431-438.

Caranta, C., V. Lefebvre and A. Pallox. 1997b. Polygenic resistance of pepper to potyviruses consists of a combination of isolate-specific and broad-spectrum quantitative trait loci. MPMI 7:872-878.

Chaim, A.B., R.C. Grube, M. Lapidot and M. Jahn. 2001. Identification of quantitative trait loci associated with resistance to *cucumber mosaic virus* in *Capsicum annuum*. Theor. Appl. Genet. 102:1213-1220.

Choi, G. S., Kim, J. H., Ryu, K. H., Choi, J. K., Chae, S. Y., Kim, H. R., Chung, B. N., Kim, J. S. and Choi, Y. M. 2002a. First report of *Tobacco mild green mosaic virus* infecting pepper in Korea. Plant Pathol. J. 18: 323-327.

Choi, G. S., Kim, J. H., Ryu, K. H., Choi, J. K., Chae, S. Y., Kim, H. R., Chung, B. N., Kim, J. S. and Choi, Y. M. 2002b. Occurrence of viruses infecting pepper in Korea. Plant Pathol. J. 18: 380.

Choi, H.S., J.W. Park, S.H. Lee, J.U. Cheon, J.K. Choi, and Y. Takanami. 2002c. Virulence differentiation of Potato virus Y groups occurring Solanaceae crops. *Plant Pathol. J.* 18: 374.

Choi, H.S., S.J. Ko, M.K. Kim, J.W. Park, S.H. Lee, K.H. Kim, H.K. Were, J.K. Choi and Y. Takanami. 2005. Characteristics of *Potato virus Y* isolated from Paprika in Korea. *Plant Pathol. J.* 21:349-354.

Choi, J. K., Park, Y. S., Kim, J. O. Park, E. K. 1989. Biological characterization of a strain of *Tobacco mosaic virus* isolated from red pepper. *Korean J. plant Pathol.* 5: 3 31-336.

Cohen, S.. and Marco, S. 1973. Reducing the spread of aphid transmitted viruses in peppers by trapping the aphids on sticky yellow polyethylene sheets. *Phytopathology* 63: 1207-1209.

Cook, A. A. 1960. Genetics of resistance in *Capsicum annuum* to two virus diseases. *Phytopathology* 50:364-367.

Cook, A. A. 1963. Genetic response in pepper to three strains of *potato virus Y*. *Phytopathology* 53: 720-722.

Cook, A.A. 1960. Genetics of resistance in *Capsicum annuum* to two virus diseases. *Phytopathology* 50:364-367.

Cruz, A. de la, F. L. Lopez, J.R. Diaz-Ruiz, A.I. Sanz, C. Vaquero, M.T. Serra and I. Garcia-Luque. 1997. The coat protein is required for the elicitation of the Capsicum L2 gene-mediated resistance against the tobamovirus. *MPMI* 10:107-113.

Gil Ortega, R., C. Palazon Espanol and J. Cuartero Zueco. 1990. Genetics of resistance to *Phytophthora capsici* in the Mexican pepper 'Line 29'. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 20:117-122.

Gil Ortega, R., C. Palazon Espanol and J. Cuartero Zueco. 1991. Genetic of resistance to *Phytophthora capsici* in the pepper line 'SCM-334'. Plant Breeding 107:50-55.

Gil Ortega, R., C. Palazon Espanol and J. Cuartero Zueco. 1992. Genetic relationships among four pepper genotypes resistant to *Phytophthora capsici*. Plant Breeding 108:118-125.

Gil Ortega, R., C. Palazon Espanol. and J. Cuartero Zueco. 1995. Interactions in the pepper-*Phytophthora capsici* system. Plant Breeding 114:74-77.

Green, S.K. and J.S. Kim. 1991. Characteristics and control of viruses infecting peppers: a literature review. AVRDC Technical Bulletin No. 18, 60p.

Green, S.K. and J.S. Kim. 1994. Sources of resistance to viruses of pepper (*Capsicum* spp.): a catalog. AVRDC Technical Bulletin No. 20, 70p.

Greenleaf, W.H. 1986. Pepper breeding. In: Bassett, M.J. 1984. Breeding vegetable crops. AVI, Westport, Connecticut, p67-134.

Grube, R.C., J.R. Blauth, M.S. Arnedo, A.C. Caranta and M.K. Jahn. 2000. Identification and comparative mapping of a dominant potyvirus resistance gene cluster in *Capsicum*. Theor. Appl. Genet. 101:852-859.

Grube, R.C., Y. Zhang, J.F. Murphy, F. Loaiza-Figueroa, V.K. Lackney, R. Provvidenti, and M.K. Jahn. 2000. New sources of resistance to *cucumber mosaic virus* in *Capsicum frutescens*. Plant Dis. 84:885-891.

Guerini, M.N. and J.F. Murphy. 1999. Resistance of *Capsicum annuum* 'Avelar' to pepper mottle potyvirus and alleviation of this resistance by co-infection with cucumber mosaic cucumovirus are associated with virus movement. J. Gen. Virology 80:2785-2792.

Hwang, H.S. and B.S. Kim. 2002. Breeding maintainer and restorer lines of cytoplasmic male sterility resistant to *Phytophthora capsici* in *Capsicum* pepper.

J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43:143-150.

Hwang, H.S., B.D. Kim and B.S. Kim. 2002. Nuclear genotype for cytoplasmic male sterility of BC5 selections developed for incorporation of resistance to *Phytophthora capsici* into 'Chilseongcho', a land race of pepper in Youngyang. Kor. J. Hort. Sci. Tech. 20:209-212.

Kim, B.S. 1986. Resistance to *Phytophthora* root rot in introduced peppers (*Capsicum* spp.). J. Kor. Soc. Hort. Sci. 27:11-14.

Kim, B.S. 1988. Characteristics of bacterial spot resistant lines and *Phytophthora* blight resistant lines of *Capsicum* pepper. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 29:247-252.

Kim, B.S. and H.S. Hwang. 2002. Introduction of resistance to *Phytophthora capsici* into 'Chilseongcho', a local pepper cultivar in Youngyang, using backcross method. Kor. J. Hort. Sci. & Technol. 20:77-80.

Kim, B.S. and E.Y. Shon. 1992. Testing early generations of crosses for incorporation of resistance to *Phytophthora* blight into Korean local cultivars of pepper. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 33:312-317.

Kim, B.S., J.D. Cheung, Y.S. Cha, and H.S. Hwang. 1998. Resistance to bacterial wilt of introduced peppers. Korean J. Plant Pathol. 14:217-219.

Kim, B.S., Y.S. Lim, and J.S. Kim. 1996. Selection and fixation in generations after backcross of the crosses for incorporation of resistance to *Phytophthora capsici* into Korean land races of pepper. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37:5-11.

Kim, J. H., Choi, G. S. and Choi, J. K. 2002. Characterization of *Cucumber mosaic virus* subgroup II isolated from paprika in Korea. Plant Pathol. J. 18: 6-11.

Kim, J.H., G.S. Choi, J.S. Kim and J.K. Choi. 2004. Characterization of tomato spotted wilt virus from Paprika in Korea. Plant Pathol. J. 20:297-301.

- Kim, J.S., S.K. Kim, G.S. Choi and M.W. Lee. 1990a. Virus disease incidence and symptom appearance in red pepper. *Korean J. plant Pathol.* 6: 125–132.
- Kim, J.S., S.K. Kim, S.H. Lee and M.W. Lee. 1990b. A pepper vein chlorosis virus causing stem necrosis and vein chlorosis on red pepper in Korea. *Korean J. Plant Pathol.* 6:376–381.
- Kim, J. S., S.K. Kim, G.S. Choi and M.W. Lee. 1990c. Virus disease incidence and symptom appearance in red pepper. *Korean J. plant Pathol.* 6: 125–132.
- Lapidot, M., R. Ben-Joseph, S. Ben-Harush, M. Pilowsky, S. Cohen and C. Shifriss. 1997. Tolerance to *cucumber mosaic virus* in pepper: Development of advanced breeding lines and evaluation of virus level. *Plant Dis.* 81:185–188.
- Lee, S. H., Kim, S. M., Choi, H. S., Park, J. W., Jin, T. S. and Lee, K. W. 2002a. Pepper mild mottle virus is a major Tobamovirus on pepper in Korea. *Plant Pathol. J.* 18: 381.
- Lee, S. H., Kim, S. M., Shin, D. B. and Lee, K. W. 2002b. Occurrence of *Tobacco mild green mosaic virus* on pepper in Korea. *Plant Pathol. J.* 18: 381.
- Lee, U., J.S. Hong, J.K. Choi, K.C. Kim, Y.S. Kim, I.S. Curtis, H.G. Nam, and P.O. Lim. 2000. Broad bean wilt virus causes necrotic symptoms and generates defective RNAs in *Capsicum annuum*. *Phytopathology* 90:1390–1395.
- Lefebvre, V., J. Bonnet, C. Boudet, M. Hedont, P. Gignoret, T. Phaly, A. Blattes, S. Danan and A. Palloix. 2004a. Fine mapping of a quantitative resistance locus to *Phytophthora* spp. and development of NIL-QTLs in pepper. Proceedings of the XIIth EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant, Ma7 17–19, 2004. Noordwijkerhout, The Netherlands. p161–166.
- Lefebvre, V., A. Thabuis, B. Servin, A.M. Daubeze, P. Gignoret, F. Hospital, A. Palloix. 2004b. Results of three cycles of marker-assisted backcross in pepper for resistance QTLs to *Phytophthora capsici*. Proceedings of the XIIth EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant, Ma7 17–19, 2004.

Noordwijkerhout, The Netherlands. p73-78.

Lim, P.O., J.S. Ryu, H. Lee, U. Lee, Y.S. Park, J.M. Kwak, J.K. Choi and H.G. Nam. 1997. Resistance to Tobamoviruses in transgenic tobacco plants expressing the coat protein gene of Pepper mild mottle virus (Korean isolate). *Mol Cells. J.* 30(7):313-319.

Lockhart, B. E. and Fischer, H. V.1974. Serious losses caused by Potato virus Y infection in peppers in Morocco. *Plant Dis. R, eptr.* 58: 141-143.

Makkouk, K. M., and Gumpf, D. J. 1976 Characterization of Potato virus Y strains isolated from pepper. *Phytopathology.* 66:576-581.

Moury, B., A. Palloix, K. Gebre Selassie and G. Marchoux. 1997. Hypersensitive resistance to tomato spotted wilt virus in three *Capsicum chinense* accessions is controlled by a single gene and is overcome by virulent strains. *Euphytica* 94:45-52.

Murphy, J. F. 2002. The relationship between *Pepper mottle virus* source leaf and spread of infection through the stem of *Capsicum* sp. *Arch Virol.* 147: 1789-97.

Murphy, J.F., J.R. Blauth, K.D. Livingstone, V.K. Lackney, and M.K. Jahn. 1998. Genetic mapping of the pvr1 locus in *Capsicum* spp. and evidence that distinct potyvirus resistance loci control responses that differ at the whole plant and cellular levels. *MPMI* 10:943-951.

Om, Y.H., K.S. Choi and C.H. Lee. 1985. A new hybrid 'Sinhong-go-chu' in pepper. *Res. Rept. RDA (Hort)* 27:88-90.

Palloix, A., G. Bernard, A. Thabuis, A.M. Daubeze, T. Phaly, P. Signoret and V. Lefebvre. 2004. Performance of phenotypic selection for a polygenic trait: QTL conservation and loss across the cycles of selection of pepper for resistance to *Phytophthora capsici*. Proceedings of the XIIth EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant, Ma7 17-19, 2004. Noordwijkerhout, The



Netherlands. p66-72.

Purcifull, D. E., Zitter, T. A. and Hiebert, E. 1975. Morphology, host range and serological relationships of *Pepper mottle virus*. *Phytopathology* 65: 559-562.

Rodriguez-Alvarado, G., S. Fernandez-Pavia, R. Creamer and C. Liddell. 2002. *Pepper mottle virus* causing disease in chile peppers in southern New Mexico. *Plant Dis.* 86:603-605.

Sawada, H., S. Takeuchi, H. Hamada, A. Kiba, M. Matsumoto and Y. Hikichi. 2004. A new tobamovirus-resistance gene, L1a, of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 73:552-557.

Sayama, H. and Atarashi, H., Sung, J. H., Park, J. H., Shin, H. Y., Chang, M. U. 2002. Adverse effect of two Japanese attenuated *Cucumber mosaic virus*(CMV) strains, PV1-K and PV2-K on two Korean hot pepper cultivars. *Plant Pathol. J.* 18:373.

Sugita, T., K. Yamaguchi, Y. Sugimura, R. Nagata, K. Yuji, T. Kinoshita and A. Todoroki. 2004. Development of SCAR markers linked to L3 gene in *Capsicum*. *Breeding Science* 54:111-115.

Sung, J. H., Park, J. H., Shin, H. Y., Chang, M. U., Sayama, H. and Atarashi, H. 2002. Protective effect of two Japanese attenuated *Cucumber mosaic virus*(CMV) strains, PV1-K and PV2-K against a Korean virulent CMV isolate, CMV-KP in Korea hot pepper cultivars. *Plant Pathol. J.* 18: 373.

Suzuki, K., T. Kuroda, Y. Miura, J. Murai. 2003. Screening and field trials of virus resistant sources in *Capsicum* spp. *Plant Dis.* 87:779-783.

Thabuis, A., V. Lefebvre, A.M. Daubeze, P. Signoret, T. Phaly, A. Blattes, G. Nemouchi, M. Harvard, V. De Conto and A. Palloix. 2001. Marker-assisted introgression of quantitative trait loci controlling resistance to *Phytophthora capsici* Leonian originating from different accessions. Proc. of the XIth EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant, April

9-13, 2001. Antalya, Turkey. p171-175.

Tsuda, S., M. Kirita and Y. Watanabe. 1998. Characterization of a pepper mild mottle tobamovirus strain capable of overcoming the L3 gene-mediated resistance, distinct from the resistance-breaking Italian isolate. *MPMI* 11:327-331.

Velasco, L., Janssen, D., Ruiz-Garcia, L., Segundo, E., Cuadrado, I. M. 2002. The complete nucleotide sequence and development of a differential detection assay for a *pepper mild mottle virus* (PMMoV) isolate that overcomes  $L^3$  resistance in pepper. *J Virol Methods*. 106: 135-40.

Watterson, J.C. 1993. Development and breeding resistance to pepper and tomato viruses. In: Kyle, M.M. 1993. Resistance to viral diseases of vegetables. Timber Press. p80-111.

Zitter, T. A. 1973. Further Pepper virus identification and distribution studies in Florida. *Plant Dis. Repr.*57:991-994.

Zitter, T. A., and Cook, A. A.1973. Inheritance of tolerance to a Pepper virus in Florida. *Phytopathology*. 63:1211-1212.