

최 중
연구보고서

고추 풋마름병 · 역병 복합저항성
대목품종 개발

Breeding Root Stocks Resistant to Bacterial Wilt and
Phytophthora Root Rot in Pepper (*Capsicum annuum*)

연구기관

경북대학교

농림부

고 추 폿마름병·역병 복합저항성 대목품종 개발 농림부

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “고추 풋마름병·역병 복합저항성 대목품종 개발” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2004년 8월 14 일

주관연구기관명 : 경북대학교

총괄연구책임자 : 김 병 수

연 구 원 : 채 윤 석

연 구 원 : 전 강 석

요 약 문

I. 제 목

고추 풋마름병·역병 복합저항성 대목품종 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구목적

하우스풋고추는 2003년도 기준으로 5,648 ha, 4,517억원에 이르고 있다. 품종은 일반풋고추, ‘청양’, ‘파리’, ‘피만’ 고추가 재배되고 있다. 그동안 풋고추 재배농가에서는 제한된 면적에 연작을 계속하면서 역병의 발생이 증가하여 많은 피해를 입어 왔다. 그러다 1985년도에 부산원예시험장에서 접목에 의한 역병의 방제방안을 제시하였고 1990년도 후반에 들면서 육묘산업의 발전과 함께 접목재배가 늘어나게 되었다. 그러나 대목품종은 매우 한정되어 있었으며, 그나마 풋마름병에는 저항성을 갖추지 않아 풋마름병이 발생할 경우 큰 피해로 이어질 수 있는 위험을 안고 있었다. 이에 본 연구에서는 **풋마름병과 역병에 복합저항성인 대목품종을 육성**하는 것을 목적으로 하였다.

2. 연구의 필요성

하우스풋고추는 농가의 고소득 작물로서 남부지방의 많은 농가의 생계수단이 되고 있다. 그러나 풋마름병과 역병은 일단 발생할 경우 식물체를 말라죽게 하여 실농에 이르게 하는 무서운 병이다. 따라서 농가에서는 역병의 경우 일단 발생이 관찰되면 방제약제를 줄기 밑동과 뿌리 부근에 부어주는 방법으로 방제하여 많은 노력이 들고 환경 문제마저 유발하는 상태였다. 또한 본 과제의 시작 당시에는 대목품종은 일본에서 수입되는 종자가 많이 사용되고 있었으며, 그마저 풋마름병에 매우 약하여 풋마름병에 의한 피해의 위험성을 안고 있었다. 따라서 본 연구의 필요성은

1) **풋고추 재배 농가의 생산성 안정**

2) **방제노력과 농약대 절감에 의한 농가 수지 개선**

3) **농약의 토양관주에 의한 방제를 대체하여 환경친화적 재배 실현**

4) **수입 대목종자의 국산 대체와 국내 종묘산업의 경쟁력 강화를 위하여 필요**하였다.

III. 연구개발 내용 및 범위

1. 풋마름병, 역병 복합저항성 계통 육성

(1) 풋마름병 저항성의 KC353(PBC631 of AVRDC)와 역병 저항성의 AC2258과 CM334를 교배한 조합의 F₄에서 F₇까지 선발을 실시하여 풋마름병과 역병에 고도의 저항성으로 고정된 F₇(KC353-3 x AC2258)-8B-5-4-4을 선발하였다.

(2) 경북 영양의 재래종, '수비초'에 역병 저항성의 PI201234를 교배하여 육성한 19-1-3-7-1과 풋마름병 저항성의 KC350(MC4 of Matos 등, 1990)를 교배한 조합의 BC₁F₆에서부터 BC₁F₉까지 선발을 진행하여 풋마름병과 역병에 고도로 저항성이며 자엽액으로부터 측지 발생이 적어 대목으로서의 적합성이 높은 BC₁F₉(19-1-3-7-1-1*1 x KC350-2)3-2-1-3-3-1-5-3을 선발하였다.

(3) 2002년도에 풋마름병 저항성 재료, KC350(MC)에서 풋마름병과 역병에 복합 저항성이며 19-1-3-7-1의 모양을 띤 개체들이 다수 발견되어 2002년 이전에 자연교잡으로 인한 분리로 보고 선발과정을 진행하여 유망계통, KC350-2-2-1-3을 얻었다. 이 계통은 풋마름병과 역병에 복합저항성이며 착과성이 매우 우수하고 과실의 모양이 수려하여 대목품종은 물론 노지재배용 품종의 교배모본으로도 활용이 가능할 것으로 기대되었다.

2. 육성계통의 접목친화성 및 대목 접합성 검증

매년 유망 육성계통을 주요 풋고추 품종에 접목하여 측지발생을 중심으로 한 접목묘의 생육, 농가포장에서의 수량 등을 조사하였다.

3. 하우스 풋고추 재배환경 조사

하우스 풋고추용 대목품종을 육성하는데 필요한 요건을 찾기 위하여 하우스풋고추의 무가운 재배를 중심으로 하우스내의 기온과 지온, 토양 산도와 염도 등, 그리고 선충 밀도를 조사하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

1) 풋마름병, 역병 복합저항성 육성 계통

KC353(풋마름병 저항성) x AC2258(역병 저항성) 조합의 F₇의 1계통 (F₇(KC353-3 x AC2258)-8B-5-4-4), 수비초 x PI201234(역병 저항성) 조합의 BC₁F₈ 선발계통인 19-1-3-7-1 x KC350(풋마름병 저항성) 조합의 BC₁F₉의 1계통 (BC₁F₉(19-1-3-7-1-1*1 x KC350-2)3-2-1-3-3-1-5-3), 그리고 KC350에

19-1-3-7-1이 자연교잡된 것으로 추정되는 1계통 (KC350-2-2-1-3)을 가장 유망한 풋마름병, 역병 복합 저항성 계통으로 선발하였다.

2) 육성계통의 접목친화성 및 대목 접합성 검정

접목은 합접을 하였으며 육성계통들은 접수와 활착에는 전혀 문제가 없었다. 그러나 자엽액으로부터 측지가 많이 나오는 결점이 발견되었다. 측지가 많이 발생하면 육묘 및 재배과정에 이를 제거하는 노력이 요구되고, 또 측지가 자라게 될 경우 접수의 생육을 약화시켜 수량의 감소로 이어질 염려가 있다.

3) 하우스 풋고추 재배환경 조사

보은 위주의 무가온 풋고추 재배 하우스의 온도는 최저기온 5℃ 부근, 최저 기온 12℃까지 내려가 이 수준 혹은 이보다 다소 낮은 수준에서 뿌리의 생육이 좋아 접수의 생육을 지원할 수 있는 대목품종의 선발이 필요하다는 것을 알 수 있었다. 하우스풋고추 재배포장은 일부 염도가 높은 곳이 있어 EC값이 최고 5.0이상이 되는 농가도 있었다. 따라서 풋고추 대목용 품종은 염류에 얼마의 내성을 갖추는 것이 필요하였다. 경남 남지 등 오이와 고추를 돌려 재배하는 지역에서는 뿌리혹선충의 밀도가 높게 나와 피해의 사정, 저항성 재료의 선발과 육성 등의 노력이 필요할 것으로 생각되었다.

2. 활용에 대한 건의

본 연구과제로 육성한 풋마름병, 역병 복합 저항성 계통은 일대잡종의 교배모본으로 가치가 충분히 있으며, 일대잡종으로 육성하여 저온신장성이 좋고 세력이 강하며 풋마름병과 역병에 고도의 저항성을 갖춘 대목품종을 육성할 수 있도록 계속적 연구지원이 요망된다.

SUMMARY

Growing pepper for green pods is a very important industry in Southern part of Korea, planted area of which was 5,648 ha in 2003 and economic value is over 376 million dollars in 2002. As farmers grow peppers continuously in the same soil due to limited land area, soil-borne disease problems such as bacterial wilt and Phytophthora root rot began to threaten the crops. Phytophthora root of them was the most damaging and it devastated the crop once it comes in the soil in the greenhouse. Farmers drenched chemicals once the disease was found in the greenhouse but it costed a lot of labor and chemicals but the effect was relatively low, and in addition it aroused the environmental hazard too. In this situation, development of resistant varieties was thought desirable but it could take long time to incorporate resistance to both diseases into leading varieties. In addition, almost all the varieties of green pod crop are F₁ hybrids produced by manipulation of male sterility. Therefore, incorporation of the resistances into the F₁ hybrids may take even longer than into any open pollinated varieties.

We, therefore, undertook a breeding program to breed rootstock varieties multiple resistant to bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum* and Phytophthora root rot caused by *Phytophthora capsici*. Under this project, we conducted selection for resistance to bacterial wilt and Phytophthora root rot in the F₄ to F₇ lines of crosses between a bacterial wilt resistant KC353 (PBC631 of AVRDC) and Phytophthora resistant AC2258 (the same as Line 29 of Gil Ortega) and CM334. An F₇ line, F₇(KC353-3 x AC2258)-8B-5-4-4, was selected as the leading line in resistance to bacterial wilt and Phytophthora root rot. We also conducted selection for resistance to the two soil-borne diseases to BC₁F₆ to BC₁F₉ of a cross between a Phytophthora resistant breeding line, 19-1-3-7-1, which has been bred by incorporation of resistance to Phytophthora root of PI201234 into a local cultivar, 'Subi', in Youngyang in Gyeongbu province, and a bacterial wilt resistance source, KC350 (MC of Matos et al., 1990). We selected a promising BC₁F₉ line with resistance to both bacterial wilt and Phytophthora root rot and minimum occurrence of lateral branch at cotyledonary axils, BC₁F₉(19-1-3-7-1-1*1 x KC350-2)3-2-1-3-3-1-5-3. Scion is normally grafted at about second node on main stem of rootstock. Lateral branches may come out

from the cotyledonary axils and the lateral branches are deleterious to root stocks because the branches may grow ahead the scion or may suppress the growth of the scion to reduce the yield from scion. Lateral branches may cost additional labor for removal to growers also. In the process of selection, we selected a very promising and high yielding line with resistance to bacterial wilt and Phytophthora root rot from KC350(MC4), which is originally a bacterial wilt resistance source but appeared segregating from 2002 in horticultural characters holding resistance to bacterial wilt and Phytophthora root rot, probably due to natural cross pollination with 19-1-3-7-1 around 1999 or 2000. The selected line, KC350-2-2-1-3 was bearing pretty fruits in abundance.

Every winter during the project, we tested our breeding lines for adaptability as rootstock at seedling stage and in the farmers production fields. Most breeding lines grafted well with scion varieties but many of them branched at cotyledonary axils and have scion varieties yielded about the same or a little less than commercial F₁ hybrid rootstock varieties. However, the commercial F₁ hybrids contained resistance to only Phytophthora root rot, which may face severe damage from bacterial wilt.

Environmental conditions in the greenhouses for green fruit production during winter season was investigated. Minimum air and soil temperatures in the greenhouses, where peppers are grown by insulation but without heating, was 5 and 12 °C, respectively. Therefore, root stock varieties to be developed have to endure the temperature during winter season to support growth of scion well. In soil test, a few greenhouses showed high soil salinity over EC 5.0. Therefore, rootstock varieties have to have tolerance to soil salinity to grow well in those soils. Soil nematode population was also investigated. Greenhouse soils in Namji, Changnyoung showed high frequency of high root knot nematode infestation mainly due to rotation of pepper with cucumber, which is adopted widely in the area. Therefore, incorporation of nematode resistance may become necessary once the damage by nematodes gets severe.

CONTENTS

Chapter 1. Summary of the research project	13
Chapter 2. Technical developments in Korea and abroad	14
Chapter 3. Research conducted and results obtained	15
Section 1. Breeding rootstock varieties multiple resistant to bacterial and Phytophthora root rot	15
1. Introduction	15
2. Materials and methods	16
1) Resistance sources of bacterial wilt and Phytophthora root rot	16
2) Testing for resistance to bacterial wilt and Phytophthora root rot	20
3) Counting the number of leaves occurring from cotyledonary axils	24
4) Selection in 2001	24
5) Selection in 2002	24
(1) Cross KC353 x AC2258, KC353 x CM334 (02A)	24
(2) Cross 19-1-3-7-1 x KC350 (02Q)	24
(3) Crosses for multiple resistance to bacterial wilt, Phytophthora root rot and virus diseases (02B)	24
6) Selection in 2003	25
(1) Cross KC353 x AC2258, KC353 x CM334 (03A)	25
(2) Cross 19-1-3-7-1 x KC350 (03Q)	25
(3) Crosses for multiple resistance to bacterial wilt, Phytophthora root rot and virus diseases (03B)	25
(4) Testing F ₁ 's for high yields (03X)	25
7) Selection in 2004	26
(1) Selection for multiple resistance to bacterial wilt and Phytophthora root rot	26
(2) Crosses for multiple resistance to bacterial wilt, Phytophthora root rot and virus diseases (04B)	26
(3) Evaluation of selected lines for registration for variety protection	26
3. Results and discussion	27
1) Selection in 2001	27

(1) Cross KC353 x AC2258, KC353 x CM334	27
(2) Cross 19-1-3-7-1 x KC350	27
(3) Additional crosses made	31
2) Selection in 2002	31
(1) Cross KC353 x AC2258, KC353 x CM334 (02A)	31
(2) Cross 19-1-3-7-1 x KC350 (02Q)	31
(3) Additional crosses for multiple resistance to bacterial wilt, Phytophthora root rot and viral diseases (02B)	36
3) Selection in 2003	36
(1) Cross KC353 x AC2258, KC353 x CM334 (03A)	36
(2) Cross 19-1-3-7-1 x KC350 (03Q)	41
(3) Additional crosses for multiple resistance to bacterial wilt, Phytophthora root rot and viral diseases (03B)	41
(4) Additional crosses for high yield	41
4) Selection in 2004	47
(1) Selection for multiple resistance to bacterial wilt and Phytophthora root rot (04A)	47
(2) Crosses for multiple resistance to bacterial wilt, Phytophthora root rot and virus diseases (04B)	54
(3) Evaluation of selected lines for registration for variety protection	54
4. Conclusion	62
Section 2. Testing breeding lines for adaptability as rootstocks	63
1. Introduction	63
2. Materials and methods	63
1) In winter 2001-2002	63
(1) Growth of grafted seedlings	63
(2) Resistance to Phytophthora root rot of grafted seedlings	63
(3) Yield and quality of green pods produced by grafted seedlings	64
2) In winter 2002-2003	64
(1) Growth of grafted seedlings	64
(2) Yield and quality of green pods produced by grafted seedlings	64
3) In winter 2003-2004	64
(1) Growth of grafted seedlings and yield in green pod crop	64
(2) Growth of grafted seedlings and yield in red fruit crop in the field	65

(3) Observation of root system and growth of grafted seedlings	65
3. Results and discussion	65
1) In winter 2001-2002	65
(1) Growth of grafted seedlings	65
(2) Resistance to Phytophthora root rot of grafted seedlings	67
(3) Yield and quality of green pods produced by grafted seedlings	67
2) In winter 2002-2003	67
(1) Growth of grafted seedlings	67
(2) Yield and quality of green pods produced by grafted seedlings	72
3) In winter 2003-2004	72
(1) Growth of grafted seedlings and yield in green pod crop	72
(2) Growth of grafted seedlings and yield in red fruit crop in the field	72
(3) Observation of root system and growth of grafted seedlings	74
4. Conclusion	74
Section 3. Survey of environmental factors in greenhouses for green pod crop	80
1. Introduction	80
2. Materials and methods	80
1) Temperature in the greenhouse	80
2) Soil test	80
3) Nematode population in greenhouse soil	80
3. Results and discussion	81
1) Temperature in the greenhouse	81
2) Soil test	81
3) Nematode population in greenhouse soil	81
4. Conclusion	86
Chapter 4. Degree of achievement of the research goal and contribution to the related area	87
Chapter 5. Plans to utilize the results of the research project	89
Chapter 6. Scientific informations abroad obtained during the conduction of the research project	90
Chapter 7. References	91

목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요	13
제 2 장	국내외 기술개발 현황	14
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과	15
제1절	고추 풋마름병·역병 복합저항성 대목품종 개발	15
제1항	서론	15
제2항	재료 및 방법	16
1.	풋마름병 및 역병 저항성 재료	16
2.	풋마름병 및 역병 저항성 검정	20
3.	자엽액 발생 엽수 조사	24
4.	2001년도의 선발	24
5.	2002년도의 선발	24
가.	KC353 x AC2258, KC353 x CM334 조합 (02A)	24
나.	19-1-3-7-1 x KC350 조합 (02Q)	24
다.	풋마름, 역병, 바이러스 복합저항성 육성용 교배조합 (02B)	24
6.	2003년도의 선발	25
가.	KC353 x AC2258, KC353 x CM334 조합 (03A)	25
나.	19-1-3-7-1 x KC350 조합 (03Q)	25
다.	풋마름, 역병, 바이러스 복합저항성 육성용 교배조합 (03B)	25
라.	수량성을 위한 교배의 F1 검정 (03X)	25
7.	2004년도의 선발	26
가.	풋마름병, 역병 복합저항성 대목 육성용 계통 (04A)	26
나.	풋마름, 역병, 바이러스 복합저항성 육성용 교배조합 (04B)	26
다.	신품종보호출원 자료 수집을 위한 계통평가	26
제3항	결과 및 고찰	27
1.	2001년도	27
가.	KC353 x AC2258, KC353 x CM334 조합	27
나.	19-1-3-7-1 x KC350 조합	27
다.	추가 조합 작성	31

2. 2002년도	31
가. KC353 x AC2258, KC353 x CM334 조합 (02A)	31
나. 19-1-3-7-1 x KC350 조합 (02Q)	31
다. 풋마름, 역병, 바이러스 복합저항성 육성을 위한 교배 (02B)	36
3. 2003년도	36
가. KC353 x AC2258, KC353 x CM334 조합 (03A)	36
나. 19-1-3-7-1 x KC350 조합 (03Q)	41
다. 풋마름, 역병, 바이러스 복합저항성 육성을 위한 교배 (03B)	41
라. 착과 및 수량성 향상을 위한 교배 (03X)	41
4. 2004년도	47
가. 풋마름, 역병 저항성 대목 육성용 계통 (04A)	47
나. 풋마름, 역병, 바이러스 복합저항성 육성을 위한 교배 후손 (04B)	54
다. 신품종 보호출원을 위한 선발계통의 특성 및 지역균주에 대한 반응 조사	54
제4항 결론	62
제2절 육성계통의 접목 적합성 검정	63
제1항 서론	63
제2항 재료 및 방법	63
1. 2001-2년도	63
가. 접목묘의 생육	63
나. 접목묘의 역병에 대한 저항성	64
다. 접목묘의 풋고추 수량 및 품질 조사	64
2. 2002-3년도	64
가. 접목묘의 생육	64
나. 접목묘의 풋고추 수량 및 품질조사	64
3. 2003-4년도	64
가. 하우스 풋고추 접목묘의 생육과 수량	64
나. 노지고추 접목묘의 생육과 수량	65
다. 대목 근군과 접수의 생육과 조사	65
제3항 결과 및 고찰	65
1. 2001-2년도	65

가. 접목묘의 생육	65
나. 접목묘의 역병에 대한 저항성	67
다. 접목묘의 풋고추 수량 및 품질	67
2. 2002-3년도	67
가. 접목묘의 생육	67
나. 접목묘의 풋고추 수량 및 품질 조사	72
3. 2004년도	72
가. 하우스 풋고추 접목묘의 생육과 수량	72
나. 노지고추 접목묘의 생육과 수량	72
다. 대목의 근근과 접수의 생육 조사	74
제4항 결론	74
제3절 시설풋고추 재배환경조사	80
제1항 서론	80
제2항 재료 및 방법	80
1. 시설내 환경 조사	80
2. 하우스 토양 조사	80
3. 토양 선충 밀도 조사	80
제3항 결과 및 고찰	81
1. 시설내의 온도 조사	81
2. 하우스 풋고추 재배토양 조사	81
3. 풋고추 시설재배 토양의 선충 밀도 조사	81
제4항 결론	86
제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	87
제 5 장 연구개발결과의 활용계획	89
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	90
제 7 장 참고문헌	91

제 1 장 연구개발과제의 개요

하우스풋고추는 2003년도 기준으로 5,648 ha, 4,517억원에 이르고 있으며 일반풋고추, '청양', 파리, '피만' 등의 품종이 재배되고 있다(농림부 홈페이지). 그동안 풋고추 재배농가에서는 제한된 면적에 연작을 계속하면서 역병의 발생이 증가하여 많은 피해를 입어 왔으나 1990년도 후반에 들면서 육묘산업의 발전과 함께 저항성 대목에 접목한 묘를 육묘장에서 구입하여 재배하는 것이 가능하게 되면서 접목재배에 의한 역병의 방제가 가능하게 되었다. 그러나 대목품종은 매우 한정되어 있었으며, 그나마 풋마름병에는 저항성을 갖추지 않아 풋마름병이 발생할 경우 큰 피해로 이어질 수 있는 위험을 안고 있었다. 이에 본 연구에서는 풋마름병과 역병에 복합저항성인 대목품종을 육성하는 것을 목적으로 하였다.

하우스풋고추는 농가의 고소득 작물로서 남부지방의 많은 농가의 생계수단이 되고 있다. 그러나 풋마름병과 역병은 일단 발생할 경우 식물체를 말라죽게 하여 실농에 이르게 하는 무서운 병이다. 따라서 농가에서는 역병의 경우 일단 발생이 관찰되면 방제약제를 줄기 밑동과 뿌리 부근에 부어주는 방법으로 방제하여 많은 노력이 들고 환경 문제마저 유발하는 상태였다. 또한 본 과제의 시작 당시에는 대목품종은 일본에서 수입되는 종자가 많이 사용되고 있었으며, 그마저 풋마름병에 매우 약하여 풋마름병에 의한 피해의 위험성을 안고 있었다. 따라서 (1) 풋고추 재배 농가의 생산성 안정; (2) 방제노력과 농약대 절감에 의한 농가 수지 개선; (3) 농약의 토양관주에 의한 방제를 대체하여 환경친화적 재배 실현; (4) 수입 대목종자를 대체하고 국내 종묘산업의 경쟁력을 높이는 것이 필요하였다.

이를 위하여 (1) 풋마름병 저항성의 KC353(PBC631 of AVRDC)와 역병 저항성의 AC2258과 CM334를 교배한 조합의 F₄에서 F₇까지 선발을 실시하여 풋마름병과 역병에 고도의 저항성으로 고정된 F₇(KC353-3 x AC2258)-8B-5-4-4을 선발하였다. (2) 경북 영양의 재래종, '수비초'에 역병 저항성의 PI201234를 교배하여 육성한 19-1-3-7-1(김과 손, 1992; 김 등, 1996)과 풋마름병 저항성의 KC350(MC4 of Matos 등, 1990, Kim 등, 1998)를 교배한 조합의 BC₁F₆에서부터 BC₁F₉까지 선발을 진행하여 풋마름병과 역병에 고도로 저항성이며 자엽액으로부터 측지 발생이 적어 대목으로서의 적합성이 높은 F₇(KC353-3 x AC2258)-8B-5-4-4을 선발하였다. 또한 (3) 2002년도에 풋마름병 저항성 재료, KC350(MC)에서 풋마름병과 역병에 복합저항성이며 19-1-3-7-1의 모양을 띤 개체들이 다수 발견되어 2002년 이전에 자연교잡으로 인한 분리로 보고 선발과정을 진행하여 유망계통, KC350-2-2-1-3을 얻었다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

고추의 풋마름병에 대하여는 MC4, MC5, PBC631, PI377688 등이 저항성으로 보고된 바 있으며, 이 중 MC5의 1계통은 국내에서 이용하는 CMS에 유지계이고 나머지는 모두 회복계로 밝혀졌다 (Lim과 김, 1994; Kim 등, 1998; 2004; Matos 등, 1990). Matsunaga 등 (1998)은 Mie-Midori가 풋마름병에 저항성이며 AC2258과 교배하여 F₂의 분리비를 본 결과 F₁과 F₂의 평균이 양친의 중간점에 접근하여 저항성에는 최소 2쌍이상의 유전자가 관여하는 것으로 추정하였다.

고추 역병에 대하여는 PI123469, PI201232, PI201234, AC2258 (=Line 29), CM334 등이 저항성으로 알려져 있으며(Alcantara와 Bosland, 1994; Bosland와 Lindsey, 1991; 최 등, 1985; 허 등, 1990; 황과 김, 1997; Kim, 1986, 1988; Kim 등, 2001; 이와 박, 1987) 저항성은 1-2쌍의 우성유전자 (Smith 등, 1967), 3-4쌍의 우성유전자가 관여하는 것으로 보고되어 있으나 (Gil Ortega 등, 1990, 1991, 1992; Walker와 Bosland, 1999) 최근에는 다수의 유전자에 의한 QTL(Quatitative trait loci)로 간주되고 있다 (Bartual 등, 1991, 1994; Palloix 등, 1990).

풋마름병과 역병의 방제를 위하여 접목재배를 하는 것은 경지면적이 협소하여 연작을 많이 하게 되는 일본과 국내에서 활발하며, 이를 위한 대목의 개발도 같은 경향이다. 감미종(Bell type)이 주로 재배되고 있는 일본에서는 감미종에 풋마름병과 역병 저항성을 도입하여 대목품종으로 개발하고 있다. 국내에 도입되는 일부 일본 품종이 풋마름병과 역병에 일정 수준의 저항성을 갖추고 있는 것으로 볼 수 있었다. 국내에는 최근 다수의 대목품종이 출시되고 있는 실정이나 주로 역병에 저항성을 갖추고 있으며, 풋마름병에 저항성을 가진 것은 거의 없는 실정이며, 다만 ‘탄탄’ 품종이 풋마름병에 다소 강하게 나타나고 있다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제1절 고추 풋마름병·역병 복합저항성 대목품종 개발

제1항 서론

하우스풋고추 재배에서 역병은 재배의 가장 큰 위협 요인이 되어 왔다. 돌려짓기를 할 수 있으면 좋으나 제한 토지에서 실시가 어려운 경우가 많다. 그래서 근년까지 농가에서는 역병이 발생하면 약제를 줄기 밑동과 근권에 관주하여 방제해 왔다. 이렇게 할 경우 방제 노력과 경비가 많이 들며, 환경 문제를 유발할 위험이 있어서 저항성 품종의 개발이 요망되었다. 그러나 저항성 품종의 개발은 저항성과 품질을 조합하는데 많은 시간과 노력이 드는 문제점이 있었다. 이에 보다 빠른 대안으로 저항성 대목에 접목하는 방법을 생각할 수 있었다. 하우스풋고추의 경우 개체 당 수익성이 1만원을 넘을 정도로 높기 때문에 접목을 해서라도 역병에 걸리지 않으면 도입할 수 있는 여건이 되었다. 그래서 부산원예시험장에서 1985년도에 역병 저항성 계통, AC2258을 대목으로 하여 접목재배 함으로서 하우스풋고추재배에서 역병을 효과적으로 방제할 수 있다는 것을 실험적으로 보여주었다 (최 등, 1985). 그러나 당시에는 자가육묘가 주를 이루는 시대이었기 때문에 기술적인 어려움 등으로 농가에 보급이 매우 저조하였다. 그러다가 1990년대 중반에 들어 육묘산업이 발전하면서 농가에서는 육묘장에서 접목한 묘를 사서 심을 수 있게 되면서 접목재배는 급속도로 증가하게 되었다. 이와 함께 종자회사에서도 대목용 품종을 출시하게 되었다. 그러나 대부분 역병에 대한 저항성은 갖추었으나 풋마름병(靑枯病, bacterial wilt)에 대한 저항성은 갖추지 않은 상태였다. 풋마름병은 비록 열대성 병으로 알려져 있으나 하우스풋고추 재배환경은 열대지역과 크게 다르지 않은 점을 감안하면 크게 발생하여 피해를 줄 수 있는 병이다.

본 연구에서는 그래서 역병과 풋마름병에 복합저항성인 대목품종을 육성할 목적으로 풋마름병 저항성인 KC353 (=PBC631 of AVRDC)에 역병 저항성의 AC2258 (=Line 29 of Gil Ortega 등, 1990)과 CM334를 교배하여 풋마름병·역병 복합저항

성 계통을 육성하여 대목품종으로 활용하고자 하였다.

그러나 육성과정에 이들 조합의 후손들이 바이러스에 매우 약하고 측지가 많이 발생하는 등의 문제점이 발견되어 경북 영양의 수비초에 PI201234의 역병 저항성을 도입하여 육성한 계통 19-1-3-7-1 (김과 손, 1992; 김 등, 1996)과 풋마름병 저항성의 KC350(=MC 4 of Brazil, Kim 등, 1998)을 교배하여 육성한 계통들의 선발을 포함시켰으며, 또한 바이러스 저항성을 보강하기 위한 새로운 교배조합도 작성하여 선발을 실시하였다.

제2항 재료 및 방법

1. 풋마름병 및 역병 저항성 재료

풋마름, 역병 복합저항성 계통을 육성하기 위하여 1997년도에 KC353 x AC2258과 KC353 x CM334 조합을 작성하여 풋마름, 역병 복합저항성 계통선발을 실시하였다. 1999년도에는 KC353 x AC2258조합의 F₂ 개체(②)와 KC353 x CM334 F₂ 개체(①)들의 화분을 모아 집단교배를 실시하였다 (한, 2000). 이들을 F₁(① x ②) 혹은 F₁(② x ①)로 표현하였다. 이후 계통육종법으로 복합저항성으로 선발과정을 진행하였다.

1988년도부터 경북 영양지역의 재배종, '수비초'에 PI201234를 교배하여 BC₁에서부터 고정하여 19-1-3-7-1을 육성하였다(김과 손, 1992; 김 등, 1996). 그러나 풋마름병에 너무 약하여 이에 풋마름병 저항성의 KC350을 교배하여 F₂와 BC₁에서 풋마름, 역병 복합저항성으로 선발 과정을 진행해 왔다(차, 1998). 이것은 당초의 계획에는 포함되지 않았으나 KC353 x AC2258과 KC353 x CM334 조합의 후손에서 측지가 많이 나오고 착과성이 떨어지는 문제가 있어서 본 연구에 포함시켰다.

연구 진행과정에 이상의 조합에서는 바이러스 저항성을 찾을 수가 없어서 원예연구소에서 육성한 '신흥고추'의 CMS 유지계, 태국-B에 CM334를 교배하여 바이러스와 역병 저항성으로 선발해 온 43-8-2와 124-5-2(황과 김, 2002)를 풋마름, 역병 복합저항성 계통들과 교배하여 새로운 조합을 작성하였다. 이들을 요약하면 표 1과 같다. 그리고 본 육종과정에 들어간 계통들의 과실은 그림 1, 2와 같다.

표 1. 풋마름병, 역병, 바이러스 저항성 재료로 들어간 계통들의 내역

저항성	재료	비고	
역병 저항성	AC2258	=Line 29, 측지 적으나 바이러스와 풋마름병에 약	
	CM334	멕시코의 야생종, 측지발생이 많고, 풋마름병 중약	
	16-2-2-3	칼미초 x PI201234의 BC ₁ F ₇ 계통, 풋마름병에 약	
	19-1-3-7-1	수비초 x PI201234의 BC ₁ F ₇ 계통, 풋마름병에 약	
	43-8-2	태국B x CM334의 F ₇ 계통, 바이러스에 저항성	
	124-5-2	태국B x CM334의 F ₇ 계통, 바이러스에 저항성	
	KC268	풍각재래에서 선발, 역병 중도, 풋마름병 저항성	
	KC358	인도네시아 수집중에서 선발, 역병 중도, 바이러스 강	
	풋마름병 저항성	KC353	PBC631 of AVRDC, 바이러스에 약함
		KC350	MC4, 직립성 강하나 바이러스에 중약
집단	①	KC353 x CM334의 F ₂ 의 화분집단	
	②	KC353 x AC2258의 F ₂ 의 화분집단	
	③	KC353 x CM334의 F ₃ 의 화분집단	
	④	KC353 x AC2258의 F ₃ 의 화분집단	



AC2258



CM334



19-1-3-7-1



43-8-2



KC358



KC268

그림 1. 역병 저항성 재료의 과실 모양



그림 2. 풋마름병 저항성 재료의 과실 모양

2. 풋마름병 및 역병 저항성 검정

육성집단의 풋마름, 역병 복합저항성 검정은 과종 후 약 1개월 묘에 풋마름병균을 접종한 다음 약 2주일 후에 역병을 접종하여 두 가지 병에 살아남는 개체를 선발하여 다음 세대의 종자를 채종하였다.

육성계통의 종자는 TKS-2 상토를 채운 128구 트레이에 과종하였다. 과종 약 1개월 후에 트레이에서 묘를 뽑아 풋마름병 세균현탁액에 1분간 담갔다가 다시 TKS-2 상토를 채운 32구 트레이에 심어 발병을 관찰하였다 (그림 3). 세균현탁액은 순수배양한 병원균(*Ralstonia solanacearum*)을 TZC 평판배지에 배양하여 증식한 세균을 물에 희석하여 분광광도계 470nm에서 OD 0.5정도 (10^9 cell/ml) 되는 고밀도 현탁액을 만들어 이를 다시 10배 희석하여 10^8 cell/ml 현탁액을 만들어 접종에 사용하였다. 접종후 5-7일후면 발병이 관찰되었으며, 발병은 1-5의 발병도를 매겨 조사하였다 (그림 4). 발병도는 1=병징이 관찰되지 않는 것; 2=경엽에 약간 내지 1/4정도에 시들음 등 병징이 나타나는 것; 3=경엽의 약 1/2에 병징이 나타난 것; 4=경엽의 약 3/4에 병징이 나타난 것; 5=주 전체가 시들어 말라 죽거나 죽어가고 있는 것으로 하였다.

과종 후 약 45일이 되는 때에 다시 역병을 접종하였다. 미리 호박과실에 고추 역병균(*Phytophthora capsici*)을 접종하여 5-6일후 과실표면에 형성된 유주자낭을 긁어 모아 접종원으로 사용하였다 (그림 5). 접종원의 밀도는 10^4 sporangia/ml 로 조정하였으며, 이를 각 주당 5ml씩 줄기 밑동에 부어주는 방법으로 접종하였다. 접종 후 5일 간격으로 조사하되 접종 20-25일후의 최종 조사결과를 시험성적으로 제시하였다. 역병에 대한 발병도는 지상부, 즉 줄기 밑동의 병징여부와 시들음의 정도에 따라 1-4의 발병도로 나누어 기록하고, 트레이에서 뽑아 뿌리를 관찰하여 뿌리 썩음의 정도에 따라 1-5등급으로 조사하였다 (그림 6). 즉 줄기의 발병도는 1=병징이 보이지 않는 것; 2=줄기 밑동에 조금의 병반이 있으나 살아남은 것; 3=시들고 있는 것; 4=말라죽은 것으로 하였고, 뿌리는 1=병반이 보이지 않는 것; 2=약간 내지 약 1/4의 뿌리 갈변; 3=약 1/2의 뿌리 갈변, 4=3/4의 뿌리 갈변; 5=뿌리가 모두 다 썩은 것으로 하였다. 실험진행상 풋마름병 접종과 역병 접종일 간의 간격이 짧은 경우에는 풋마름병 발병도를 조사할 수 없었으며, 풋마름병과 역병이 복합적으로 일으키는 발병량을 역병 조사기준에 의해 조사하였다.

분리집단을 제외한 대부분 계통은 계통당 25립을 과종하여 풋마름병 접종을 한 다음 32구 트레이에 16주를 옮겨 심었다.



그림 3. 128구 트레이에 파종하여 4주정도 자란 묘를 뽑아 풋마름병균 현탁액에 1분 정도 담가 접종한 다음 32구 트레이에 이식



그림 4. 풋마름병 발병도. 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.



그림 5. 고추 역병균의 포자형성 (좌)과 접종 후의 발병 모습 (우)

지상부의 발병도: 1=병징이 보이지 않는 것; 2=지제부에 병반이 보이나 시들지 않는 것; 3=지제부의 병반과 함께 시들고 있는 것; 4=말라 죽은 것.



그림 6. 지하부, 즉 뿌리의 발병도

지하부의 발병도: 1=병반이 보이지 않는 것 (좌); 3=약 50%의 뿌리 썩음; 5=뿌리가 완전히 다 썩은 것; 2와 4는 각각 1과 3, 3과 5의 중간 정도.



그림 7. 측지발생 예측을 위해 약 50일경 묘의 자엽액에서 발생하는 측엽 측지가 나오기 전에 잎이 먼저 나온다.

3. 자엽액 발생 염수 조사

자엽액에서 발생하는 측지는 접목작업에 번거로움을 주는 것은 물론 본 말에서도 측지가 자라나와 접수의 수량이 떨어지는 문제가 있어서 이의 발생을 예측하는 방법으로 파종 후 약 50일 되는 묘의 자엽액(Cotyledonary axil)에 발생하는 염수를 조사하였다 (그림 7).

4. 2001년도의 선발

KC353 x AC2258, KC353 x CM334 조합의 F₄계통과 19-1-3-7-1 x KC350 조합 등의 F₇ 및 BC₁F₆ 계통의 종자를 2001년 3월 8일 파종하여 3월 26일 풋마름병 접종 후 32구 트레이의 바란스 상토(미래농산)에 이식하였다. 풋마름병균은 경북 청도군 풍각면에서 수집, 분리한 것을 사용하였다. 4월 6일에 경북대 포장균주를 사용하여 역병을 접종하였다. 접종원의 밀도는 10⁵ sporangia/ml로 하였다. 5일 간격으로 발병 조사하되 4월 27일에 최종조사를 하고 선발하였다. 선발개체는 경북대 농장 복현동 비닐하우스에 정식하여 원예적 형질의 관찰과 함께 다음 세대의 종자를 채종하였다.

5. 2002년도의 선발

가. KC353 x AC2258, KC353 x CM334 조합 (02A)

KC353 x AC2258, KC353 x CM334 조합의 F₅ 계통 등의 종자를 2002년 1월 22일 128구의 부농상토에 파종하여 2월 18일 32구로 이식하였다. 3월 7일 풋마름병균 현탁액(10⁸cells/ml)을 각 주당 10ml 씩 관주하여 접종하고, 이어서 3월 9일 역병균 현탁액(10⁴ sporangia/ml)을 주당 5 ml씩 관주 접종하였다. 3월 30일 최종조사를 하고 4월 27일 하우스에 정식하여 이후 원예적 형질을 관찰하였다.

나. 19-1-3-7-1 x KC350 조합 (02Q)

19-1-3-7-1 x KC350 조합 등의 F₈ 및 BC₁F₇ 종자를 2004년 3월 15일 128구 트레이 파종하여 4월 12일 풋마름병 접종과 동시에 32구 트레이에 옮겨 심었다. 4월 29일 경북대 포장균주의 유주자낭 현탁액(10⁵sporangia/ml)을 접종하였다. 5월 22일 최종 조사를 하고 선발을 실시하였다.

다. 풋마름, 역병, 바이러스 복합저항성 육성용 교배조합 (02B)

2001년도에 KC353 x AC2258, KC353 x CM334 조합의 F₄ 계통들이 바이러스에

너무 심하게 감염되는 것을 보고 이를 보강하기 위하여 1994년도부터 원예연구소에서 육성한 ‘신흥고추’의 CMS 유지계, 태국-B와 CM334를 교배하여 역병 저항성이며 바이러스에 강한 방향으로 선발해 온 계통 43-8-2와 124-5-2 (황과 김, 2002)와 다수의 교배조합을 작성하였다. 2002년도 봄에는 이들 F₁ 종자를 파종하였다. 1월 22일 파종하여 2월 19일 32구 트레이로 이식하였다. 3월 11일 역병을 접종하여 저항성 검정을 한 다음 직경 30 cm의 화분의 흙에 심어 온실에서 재배하면서 F₂ 종자를 채종하였다.

전반기에 채종한 F₂종자를 8월 5일 다시 파종하여 8월 31일 풋마름병균을 접종한 다음 9월 17일 발병조사를 한 다음 9월 18일 32구 트레이로 이식하였다. 9월 28일 역병을 접종하고 10월 11일에 역병 발병 조사를 마치고 선발한 개체들을 18구 트레이의 식물세계 상토에 이식, 그대로 계속 재배하여 F₃ 종자를 채종하였다.

6. 2003년도의 선발

가. KC353 x AC2258, KC353 x CM334 조합 (03A)

KC353 x AC2258, KC353 x CM334 조합의 F₆ 등의 종자를 2월 18일 파종하여 3월 18일 32구로 이식한 다음 4월 8일 경북대 균주와 영양고추시험장 균주의 포자를 혼합하여 역병균 유주자낭 밀도가 10⁵ sporangia/ml이 되도록 하여 접종하였다. 선발 개체를 5월 6일 하우스에 정식하였다.

나. 19-1-3-7-1 x KC350 조합 (03Q)

19-1-3-7-1 x KC350 조합의 F₉ 및 BC₁F₈ 계통의 종자를 2월 18일 파종하여 3월 17일 풋마름병 접종과 동시에 32구 트레이의 TKS-2 상토로 이식하였다. 4월 8일 경북대와 영양고추시험장 균주 혼합 유주자낭懸탁액 (10⁵ sporangia/ml)으로 접종하고 5월 6일 하우스에 정식하였다.

다. 풋마름, 역병, 바이러스 복합저항성 육성용 교배조합 (03B)

풋마름, 역병, 바이러스 복합저항성 육성용 교배조합의 F₃ 종자를 2월 27일 128구 트레이의 TKS-2 상토에 파종하여 3월 29일 18구트레이로 이식한 다음 4월 29일 풋마름병과 역병을 동시에 접종하였다. 5월 28일 발병도 조사를 마치고 격리포장에 재배하였다. 정식 후 바이러스에 심하게 걸리거나 착과가 잘 되지 않는 계통 및 개체는 뽑아 도태하였다. 도태 후 U자 모양의 철 파이프를 꽂고 땅을 석회 타가수분을

방지하여 채종하였다.

라. 수량성을 위한 교배의 F₁ 검정 (03X)

2002년도에 KC350에서 착과성이 매우 우수한 개체들이 관찰되었다. 이들은 형태로 보아 원래의 KC350(MC4)와 19-1-7-3-1간에 자연교배가 일어나 2002년도에는 이 분리하고 있는 것으로 보였다. 이들 중에는 착과성이 매우 뛰어난 개체들이 있어서 이에 대목 육성계통 등을 교배하였으며, 그 F₁을 검정하였다.

7. 2004년도의 선발

가. 풋마름병, 역병 복합저항성 대목 육성용 계통 (04A)

KC353 x AC2258, KC353 x CM334 조합의 F₆ 계통, 19-1-3-7-1 x KC350 조합의 유망 BC₁F₈ 계통을 2004년 1월 17일 128구 트레이의 TKS-2 상토에 파종하여 2월 21일 풋마름병 접종과 함께 32구 트레이로 이식하였다. 풋마름병 균주는 밀양시 단장면에서 분리한 병원력이 매우 강한 균주를 사용하였다. 3월 4일 영양주곡, 밀양산내, 경북대, 대구 범어 균주의 유주자낭을 혼합액으로 접종하였다. 3월 4일 풋마름병 발병도를 조사하였으며 3월 19일 최종 발병도를 조사하였다. 선발개체를 4월 30일 하우스에 정식하였다.

나. 풋마름, 역병, 바이러스 복합저항성 육성용 교배조합 (04B)

풋마름, 역병, 바이러스 복합저항성 및 수량성을 목표로 작성한 조합에서 유도한 계통들의 중자를 2004년 2월 3일 파종하였다. 3월 10일 풋마름병 접종에 이어 32구 트레이의 TKS-2 상토로 이식하였다. 3월 23일 풋마름병 발병도를 조사하고, 3월 24일 역병균 영양고추시험장 균주의 유주자낭 현탁액으로 접종하였다. 4월 1일 자엽액에 발생하는 엽수를 조사하고, 4월 13일 역병 최종 조사를 하였다. 5월 4일 선발개체를 격리포장에 재식하였다.

다. 신품중보호출원 자료 수집을 위한 계통평가

지난 3년간의 시험결과 풋마름병, 역병 복합저항성과 측지발생을 고려할 때 대목용으로는 19-1-3-7-1 x KC350 조합의 BC₁F₉ 한 계통이 가장 우수한 것으로 평가되어 이를 포함한 몇 가지 육성계통을 파종, 육묘하여 포장에 재식한 다음 개화일수와 수량 및 과실특성을 조사하였다. 2004년 2월 25일 파종하여 3월 26일 32구 트레이에

이식하였다가 4월 29일 포장에 폭 90 cm 이랑에 포기사이 40 cm로 하여 2줄로 재식하였다. 시험구 배치는 난괴법 2반복으로 하고 각 구당 8주를 재식하였다. 이랑은 미리 점적호스를 펴고 검은 비닐을 피복하였으며, 밭고랑에는 워드스톱(삼랑ATI)을 펴서 잡초를 방제하였다. 비배관리는 원예연구소 표준 시비량(김 등, 1995)에 준하여 밑거름은 밭 장만하기 전에 넣고, 웃거름은 요소와 염화가리를 관수와 함께 공급하였다. 정식 후 개화일수를 조사하였으며, 1차 수량을 조사하고 과실의 특성을 조사 기록하였다.

육성계통의 각 지역 역병균에 대한 반응을 조사하기 위하여 대비품종을 포함한 10개 품종 및 계통을 32구 트레이에 각 품종 8주씩 심어, 경북 영양, 경북대 온실, 경기도 여주 농우바이오 육종연구소, 경남 밀양에서 수집한 균주를 각각 접종하여 병원균주와 계통 간에 발병도에 특이적 반응이 있는가를 관찰하였다. 접종은 관행과 같이 각각 호박과실에 접종하여 과실 표면에 형성된 유주자낭을 접종원으로 사용하였으며 (4월 19일), 접종원의 밀도는 대략 10^4 sporangia/ml로 조정하였다. 5월 16일에 줄기와 뿌리의 최종 발병도를 조사하였다.

제3항 결과 및 고찰

1. 2001년도

가. KC353 x AC2258, KC353 x CM334 조합

KC353 x AC2258, KC353 x CM334 조합의 F_4 계통의 풋마름병과 역병 복합 발병도 조사결과를 보면 (표 2) $F_4(AC2258 \times KC353-3)-1$ 에서 줄기와 뿌리에 발병이 관찰되지 않아 가장 우수하였고 다음으로 $F_4(CM334 \times KC353-3)-5$ 가 발병이 적었다. 그러나 이들 계통들은 포장에서 바이러스에 심하게 감염되고 착과성이 떨어지는 문제가 있었다. 바이러스 감염 정도, 착과성 등을 고려하여 그 중 우수한 개체를 남겨 다음 세대의 종자를 채종하였다.

나. 19-1-3-7-1 x KC350 조합

19-1-3-7-1 x KC350 조합의 F_7 및 BC_1F_6 계통의 발병을 보면 (표 3) $F_7(19-1-3-7-1-1 \times KC350-2)12-1-2$ 를 비롯한 다수의 계통이 풋마름병에 저항성이며 역병에도 살아남는 것을 볼 수 있었다. 그러나 이들을 포장에 재배한 결과 풋마

표 2. AC2258 x KC353, CM334 x C353 조합의 풋마름병, 역병 복합 발병도
(2001)

계통	N	Stem rot	Root rot
F ₄ (AC2258 x KC353-3)-1	32	1.0 a	1.0 a
F ₄ (CM334 x KC353-3)-5	32	1.0 a	1.2 a
F ₄ (CM334 x KC353-3)-8	32	1.1 ab	3.0 f-h
F ₄ (KC353-3 x CM334)-4	32	1.5 a-c	1.9 bc
F ₄ (KC353-3 x AC2258)-8	32	1.4 a-c	2.3 cd
F ₁ ④ x ③	32	1.5 a-c	2.3 cd
F ₄ (CM334 x KC353-3)-12	30	1.6 b-d	3.2 g-i
F ₄ (KC353-3 x CM334)-7	32	1.7 c-e	4.1 k-m
AC2258	32	1.7 c-f	2.4 c-e
F ₁ ③ x ④	32	1.7 c-f	2.6 d-f
F ₄ (CM353-3 x AC2258)-10	32	1.8 c-f	2.7 d-f
CM334	32	2.1 d-g	1.7 b
F ₄ (CM334 x KC353-3)-10	32	2.2 e-h	3.4 h-j
F ₄ (KC353-3 x AC2258)-4	32	2.2 e-h	3.4 h-j
F ₁ ③ x ④	29	2.2 f-h	2.9 e-g
F ₁ ② x ③	32	2.2 f-h	3.2 g-i
F ₂ ① x ②	32	2.5 g-i	3.6 h-k
F ₄ (KC353-3 x CM334)-2	32	2.5 g-i	3.9 j-m
F ₄ (CM334 x KC353-3)-7	32	2.2 h-f	3.4 h-j
F ₄ (KC353-3 x AC2258)-6	32	2.6 hi	3.6 i-l
F ₄ (KC353-3 x CM334)-8	32	2.6 hi	4.2 lm
F ₄ (KC353-3 x CM334)-6	32	3.0 i	4.4 mn
KC353-2	22	3.9 j	4.8 no
KC353-1	16	3.9 j	4.9 no
KC353-6	16	3.9 j	4.9 o
Geumtop	32	4.0 j	5.0 o
KC353-3 ⊗	16	4.0 j	5.0 o
KC353-5	16	4.0 j	5.0 o
Subi	32	4.0 j	5.0 o

DMR에 의한 평균분할, P≤0.05

표3. 역병, 풋마름병 복합저항성 수비초 육성 계통의 풋마름병 및 역병 발병도
(2001)

계통	N	풋마름	역병	
			줄기	뿌리
F ₇ (19-1-3-7-1-1 x KC350-2)11-1-2	32	1.0 a	1.0 a	1.4 a-e
F ₇ (16-2-2-3-2- x KC353-3)⑥-1-2	32	1.0 a	1.0 a	1.6 a-f
BC ₁ F ₆ (19-1-3-7-1-1- x KC350-2) x19-1-3-7-1-1]③-2-1-1-2	32	1.0 a	1.0 a	1.7 b-g
F ₇ (16-2-2-3-2- x KC353-3)⑥-1-1	32	1.0 a	1.0 a	1.8 c-h
F ₇ (16-2-2-3-2- x KC353-3)31-1-4	32	1.0 a	1.0 ab	1.1 a
BC ₁ F ₆ [(19-1-3-7-1-1- x KC350-2) x (19-1-3-7-1-1 x 9-1-3-7-1-1)]③-2-1-3-1	32	1.0 a	1.0 ab	1.2 ab
F ₇ (16-2-2-3-2- x KC353-3)⑥-1-3	32	1.0 a	1.0 ab	1.2 ab
F ₇ (19-2-4-5-3-2 x KC353-1)9-3-1	32	1.0 a	1.0 ab	2.2 h-j
16-2-2-3-2⊗	32	1.0 a	1.1 a-c	1.6 a-f
F ₇ (16-2-2-3-2- x KC353-3)30-1-1	32	1.0 a	1.1 a-c	1.9 d-i
F ₇ (19-2-4-5-3-2 x KC353-1)⑭-3-1	32	1.0 a	1.2 a-d	1.4 a-d
BC ₁ F ₆ [19-1-3-7-1-1- x KC350-2) x 19-1-3-7-1-1 x 9-1-3-7-1-1]③-2-1-3-6	32	1.0 a	1.2 a-e	2.0 f-i
BC ₁ F ₆ (19-1-3-7-1-1- x KC350-2) x 19-1-3-7-1-1]③-1-1-1	32	1.0 a	1.2 a-f	1.5 a-f
KC350-2	32	1.0 a	1.2 a-f	1.6 a-f
F ₇ (19-1-3-7-1-1 x KC350-2)⑫1-1	32	1.0 a	1.2 a-f	1.8 c-h
BC ₁ F ₆ (19-1-3-7-1-1- x KC350-2) x 19-1-3-7-1-1]③-2-1-3-8	26	1.0 a	1.2 a-f	1.6 a-f
F ₇ (19-2-4-5-3-2xKC353-1)⑭-3-2	32	1.0 a	1.3 a-g	1.3 a-c
BC ₁ F ₆ (19-1-3-7-1-1-xKC350-2) x19-1-3-7-1-1]③-2-1-3-2	32	1.0 a	1.3 a-h	1.9 e-i
F ₇ (16-2-2-3-2- x KC353-3)35-1-3	32	1.0 a	1.3 a-h	2.0 f-i
F ₇ (16-2-2-3-2- x KC353-2)⑥-1-1	32	1.0 a	1.3 a-h	2.0 f-i
KC353-3⊗	32	1.0 a	1.4 a-h	1.8 d-i
F ₇ (16-2-2-3-2- x KC353-3)23-1-3⊗	32	1.0 a	1.4 a-h	2.6 j-m
BC ₁ F ₆ [19-1-3-7-1-1- x KC350-2) x19-1-3-7-1-1 x 9-1-3-7-1-1]③-2-1-3-5	32	1.0 a	1.4 b-i	1.9 f-i
BC ₁ F ₆ (19-1-3-7-1-1-xKC350-2) x 19-1-3-7-1-1]③-2-1-3-3	32	1.0 a	1.5 c-i	2.2 h-j
KC353-2⊗	32	1.0 a	1.5 d-i	2.3 h-j
BC ₁ F ₆ (19-1-3-7-1-1- x KC350-2) x 19-1-3-7-1-1]③-2-1-3-7	32	1.0 a	1.5 d-i	2.3 i-k
F ₇ (16-2-2-3-2- x KC353-3)31-1-2	32	1.0 a	1.6 e-i	2.6 j-l

표 3(계속). 역병, 풋마름병 복합저항성 수비초 육성 계통의 풋마름병 및 역병 발
병도 (2001)

계통	N	풋마름	역병	
			줄기	뿌리
KC353-5	32	1.0 a	1.6 f-i	2.2 g-j
BC ₁ F ₆ [19-1-3-7-1-1- x KC350-2) x 19-1-3-7-1-1 x 9-1-3-7-1-1]③ -2-1-2⊗	32	1.8 b	1.6 g-i	2.3 i-k
BC ₁ F ₆ (19-1-3-7-1-1- x KC350-2) x 19-1-3-7-1-1]③-2-1-1-1	32	1.0 a	1.7 hi	2.2 g-i
F ₇ (16-2-2-3-2- x KC353-1)20-2-1	32	1.0 a	1.7 hi	2.2 g-i
F ₇ (16-2-2-3-2- x KC353-3)23-1-3	32	1.0 a	1.8 ij	2.8 k-m

름병과 역병에 강한 계통 중 다수가 바이러스에 심하게 걸려 일부 도태하고 남은 계통에서 채종하였다.

다. 추가 조합 작성

대목 육성을 목표로 전개한 KC353 x AC2258, KC353 x CM334 조합의 F₄ 계통들이 바이러스에 너무 약하고 착과성이 떨어지며 측지 발생이 많은 등의 문제가 발견됨에 따라 이를 보완하기 위하여 KC353 x AC2258, KC353 x CM334 조합의 F₄ 계통 중에서 착과가 잘 되는 계통에 원예연구소 육성 '신흥고추'의 CMS 유지계 태국 B와 역병 저항성의 CM334를 교배하여 역병 저항성이며 바이러스에 강한 쪽으로 선발해 온 43-8-2와 124-5-2 (황과 김, 2002)를 교배하여 F₁ 종자를 채종하였다.

2. 2002년도

가. KC353 x AC2258, KC353 x CM334 조합 (02A)

KC353 x AC2258, KC353 x CM334 조합의 F₅ 계통 등의 풋마름병 및 역병 저항성 검정 결과는 표 4와 같다. KC353 x AC2258과 KC353 x CM334 조합 F₃ 선발개체간의 집단교배의 두 F₂ 계통에서 발병이 가장 적었으며, F₅(AC2258 x KC353-3)-1-8, KC 350-2-5, F₅(CM334 x KC353-3)-5B-22, F₅(KC353-3 x AC2258)-8B-5 등의 발병이 적었다. 이때 눈에 띄는 것은 2001년도부터 KC350 즉 MC4에서 풋마름병과 역병에 저항성이 관찰되었으며, 이를 분리시킨 결과 2002년도에도 두 가지 병에 복합 저항성인 계통이 다수 관찰되었다. 이들을 선발하여 포장에 재식한 결과 원예적 형질에서도 상당한 변이를 보였으며, 많은 개체들이 착과성이 매우 우수한 것으로 관찰되었다. 경엽과 과실 모양으로 보아 영양 수비초에 PI201234의 역병 저항성을 도입하여 육성한 19-1-3-7-1(김과 손, 1992; 김 등, 1996)과 KC350 간에 자연교배가 일어난 것으로 추정되었다. 그래서 계속 계통간 비교와 개체선발을 계속하였다. KC353 x AC2258, KC353 x CM334 조합의 후손에서는 계속 바이러스에 약한 것이 관찰되었으며, 그 중 바이러스 감염이 적고 착과가 잘 되는 계통과 개체를 선발하였다.

나. 19-1-3-7-1 x KC350 조합 (02Q)

19-1-3-7-1 x KC350 조합의 F₈ 및 BC₁F₇ 계통의 풋마름병 및 역병에 대한 저항성 검정 결과를 보면 (표 5) BC₁F₇{(19-1-3-7-1-1 x KC350-2) x

표 4. 대목 육성용 교배조합의 F₅ 세대의 풋마름병, 역병 접종 후 발병도
조사결과

BN	계통	자엽액 측지수	Stem rot	Root rot
02A018	F ₂ (④ x ③)-1○	0.1	1.0 a	1.0 a
02A019	F ₂ (④ x ③)-2○	0.0	1.0 a	1.0 ab
02A013	F ₅ (AC2258 x KC353-3)-1-8	0.0	1.0 a	1.1 a-c
02A033	KC 350-2-5	0.0	1.0 a	1.1 m
02A002	F ₅ (CM334 x KC353-3)-5B-22	0.4	1.0 a	1.1 a-c
02A011	F ₅ (KC353-3 x AC2258)-8B-5○	0.7	1.0 a	1.1 a-c
02A012	F ₅ (KC353-3 x AC2258)-8B-6○	1.0	1.0 a	1.2 a-d
02A034	KC 350-2-7	0.1	1.0 a	1.3 a-e
02A036	KC 350-2-9	0.1	1.0 a	1.3 a-e
02A001	F ₅ (CM334 x KC353-3)-5B-7	0.3	1.0 a	1.3 a-e
02A029	KC 350-2-1	0.1	1.0 a	1.6 a-g
02A032	KC 350-2-4	0.6	1.0 a	1.7 c-h
02A031	KC 350-2-3	0.0	1.0 g	1.8 d-h
02A030	KC 350-2-2	0.3	1.0 a	1.9 f-i
02A016	F ₂ (③ x ④)-1	1.1	1.1 ab	1.0 ab
02A003	F ₅ (CM334xKC353-3)-7B-4○	1.7	1.1 ab	1.7 c-h
02A017	F ₂ (③ x ④)-3	0.0	1.1 a-c	1.0 ab
02A006	F ₅ (KC353-3 x CM334)-4B-1	1.1	1.2 a-c	1.4 a-f
02A022	SCM 334-포다6○	2.3	1.2 a-c	1.6 b-g
02A010	F ₅ (KC353-3 x AC2258)-8B-4	1.2	1.3 a-d	1.3 a-e
02A007	F ₅ (KC353-3 x CM334)-4B-3	1.9	1.3 a-d	1.8 e-h
02A004	F ₅ (CM334 x KC353-3)-7B-5○	3.8	1.3 a-d	2.1 g-i
02A005	F ₅ (CM334 x KC353-3)-7B-6○	3.0	1.4 a-d	1.9 f-i
02A014	F ₂ (② x ③)-1	1.5	1.4 a-d	1.3 a-e
02A009	F ₅ (KC353-3 x CM334)-4B-10	1.6	1.4 a-d	1.7 c-h
02A015	F ₂ (②x③)-7	0.9	1.5 b-d	1.8 e-h
02A035	KC 350-2-8	0.1	1.5 cd	2.7 j
02A008	F ₅ (KC353-3 x CM334)-4B-8	0.3	1.7 de	2.8 j
02A041	KC 353-5	1.3	1.9 f	2.2 hi
02A021	SCM 334-2 ○	0.3	2.0 f	2.1 g-i
02A020	SCM 334-1 ○	0.0	2.0 f	2.4 i-j
02A038	KC 353-1	0.0	2.5 f	3.9 l

표 4(계속). 대목 육성용 교배조합의 F₅ 세대의 풋마름병, 역병 집중 후 발병도 조사결과

BN	계통	자엽액 측지수	Stem rot	Root rot
02A042	KC 353-6	1.2	2.6 f	3.3 k
02A040	KC 353-3	0.0	2.9 f	4.5 m
02A039	KC 353-2	0.3	2.9 f	4.6 m
02A037	KC 351	0.3	3.6 g	4.6 m
02A024	거성	0.0	4.0 h	5.0 m
02A025	마니따	0.0	4.0 h	5.0 m
02A027	칠성초	0.0	4.0 h	5.0 m
02A028	수비초	0.0	4.0 h	5.0 m
02A026	파리	0.4	4.0 h	5.0 m

DMR에 의한 평균분할, $P \leq 0.05$

표 5. 역병.꽃마름병 복합저항성 육성계통 평가, 2002 복현하우스 다동

BN	계통	N	꽃마름병	Stem rot	Root rot
02Q014	BC ₁ F ₇ {(19-1-3-7-1-1 x KC350-2) x 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-8-2	24	1.0 a	1.0 a	1.2 a
02Q011	BC ₁ F ₇ {(19-1-3-7-1-1 x KC350-2) x 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-1	32	1.0 a	1.0 a	1.3 ab
02Q010	BC ₁ F ₇ {(19-1-3-7-1-1 x KC350-2)x 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-1-6	11	1.0 a	1.0 a	1.4 ab
02Q009	BC ₁ F ₇ {(19-1-3-7-1-1 x KC350-2) x 19-1-3-7-1-1}3-2-1-1-2-4	32	1.0 a	1.0 a	1.5 a-c
02Q015	BC ₁ F ₇ {(19-1-3-7-1-1 x KC350-2) x 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-8-4	32	1.0 a	1.0 a	1.3 a
02Q001	F ₈ (16-2-2-3-2xKC353-3)30-1-1-2	32	1.0 a	1.0 a	1.3 a
02Q012	BC ₁ F ₇ {(19-1-3-7-1-1xKC350-2)x 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-2	32	1.0 a	1.0 a	1.3 a
02Q008	BC ₁ F ₇ {(19-1-3-7-1-1 x KC350-2) x 19-1-3-7-1-1}3-2-1-1-2-2	27	1.0 a	1.0 a	1.4 ab
02Q005	F ₈ (19-1-3-7-1-1 x KC350-2)12-1-2-6	29	1.0 a	1.1 a	1.4 ab
02Q004	F ₈ (19-1-3-7-1-1 x KC350-2)12-1-2-3	32	1.1 a	1.1 a	1.6 a-c
02Q003	F ₈ (19-1-3-7-1-1 x KC350-2)12-1-2-1	32	1.1 a	1.1 ab	1.6 a-c
02Q013	BC ₁ F ₇ {(19-1-3-7-1-1 x KC350-2) x 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-3○	22	1.1 a	1.0 a	1.1 a
02Q007	BC ₁ F ₇ {(19-1-3-7-1-1 x KC350-2) x 19-1-3-7-1-1}3-1-1-1-9	26	1.1 a	1.1 a	1.4 ab
02Q002	F ₈ (19-1-3-7-1-1 x KC350-2)12-1-1-4	22	1.2 a	1.4 b	1.6 a-c
02Q006	BC ₁ F ₇ {(19-1-3-7-1-1 x KC350-2)x 19-1-3-7-1-1}3-1-1-1-5	25	1.3 a	1.2 ab	2.1 c
02Q016	16-2-2-3-2-1○	16		1.0 a	1.3 a
02Q017	16-2-2-3-2-3○	15		1.0 a	1.2 a
02Q018	19-1-3-7-1-1-1	16		1.0 a	1.1 a
02Q019	19-1-3-7-1-1-2	16		1.0 a	1.1 a
02Q020	KC350-2-1		1.0 a		
02Q022	KC350-2-3○		1.0 a		
02Q024	KC350-2-5		1.0 a		
02Q025	KC350-2-7○		1.0 a		
02Q027	KC350-2-9○		1.0 a		
02Q028	KC351		1.0 a		
02Q029	KC353-1		1.0 a		
02Q030	KC353-2 ○		1.0 a		

표 5(계속). 역병.풋마름병 복합저항성 육성계통 평가, 2002 복현하우스 다동

BN	계통	N	풋마름병	Stem rot	Root rot
02Q031	KC353-3 ○		1.0 a		
02Q032	KC353-5		1.0 a		
02Q033	KC353-6		1.0 a		
02Q021	KC350-2-2○		1.1 a		
02Q023	KC350-2-4		1.1 a		
02Q035	탄탄대목	12	1.0 a	1.0 a	1.3 ab
02Q038	02R040(SCM334)	16	1.1 a	1.1 a	1.4 ab
02Q036	가타구루마	13	1.3 a	1.1 a	1.9 cd
02Q037	02R008(AC2258)	16	2.8 b	2.3 c	2.8 d
02Q034	금당	14	5.0 c	4.0 d	5.0 e

DMR에 의한 평균분할, $P \leq 0.05$

19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-8-2 및 BC₁F₇{(19-1-3-7-1-1 x KC350-2) x 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-1 등이 풋마름병과 역병에 저항성으로 나타났으며, 하우스에 이식 이후에도 발병하지 않았다. 대비로 공시한 ‘금당’은 모두 말라 죽었으며, 역병 저항성 재료인 AC2258이 풋마름병에 매우 약한 것으로 확인되었다. 생존 개체들을 하우스에 재식하여 원예적 형질을 관찰하여 다음 대를 위하여 계통 내 개체의 선발 우선순위를 매겼다. 이때부터 디지털카메라를 사용하면서 원예적 형질을 영상으로 기록하기가 용이해졌다. KC350과 KC353 선발계통을 함께 공시하여 재배하였는데 KC350 계통에서는 변이가 관찰되어 계통의 원형 확보의 필요성을 절감하였다.

다. 풋마름, 역병, 바이러스 복합저항성 육성을 위한 교배 (02B)

2001년도에 KC353 x AC2258, KC353 x CM334 조합의 후손에서 바이러스에 매우 약한 것으로 관찰되어 바이러스 감염이 적은 43-8-2, 124-5-2 (황과 김, 2002) 등을 교배하였으며, 그 F₁을 검정한 결과는 표 6과 같다. 대부분의 교배조합들이 역병 발병도가 낮아 저항성을 나타내었다. 이것은 양친이 모두 역병에 저항성으로 육성된 계통들이기 때문에 기대한 바와 같았다. 여기서 선발된 개체들을 화분에 심어 온실에서 재배하여 F₂ 종자를 채종하였다. F₂ 종자를 곧 바로 파종하여 풋마름병과 역병을 차례로 집중하여 발병도를 조사한 결과는 표 7과 같다. 이들 계통들은 풋마름병 발병은 대부분 조금씩 발병하였으나 역병에는 대부분 저항성으로 나타났다. 이것은 역병에는 강하나 풋마름병에는 약한 43-8-2와 124-5-2가 한쪽 친으로 들어간 조합의 F₂이기 때문에 예상되는 결과였다. 풋마름병과 역병에 강한 계통에서 개체선발하여 18구 트레이에 옮겨 심어 온실에 재배하여 F₃ 종자를 채종하였다.

3. 2003년도

가. KC353 x AC2258, KC353 x CM334 조합 (03A)

KC353 x AC2258, KC353 x CM334 조합의 F₆ 등의 계통의 역병 발병도를 보면 (표 8) 대부분의 계통들이 역병 저항성에서 고정된 것으로 보였다. 그 동안 선발에 의하여 자엽액에서 나오는 측지도 많이 적어졌다. 여기서 선발된 개체들을 하우스에 재배한 결과 키만 크고 착과가 잘 안되거나 착과가 늦은 계통들이 많았다. 착과성이 떨어지는 것을 제외하고 유망한 것은 03A007(F₆(KC353-3×AC2258)-8B-5-4), 03A008(F₆(KC353-3×AC2258)-8B-6-3), 03A014(KC350-2-4-3), 03A015(KC350-2-2-1), 03A016(KC350-2-2-4),

표 6. 착과성과 바이러스 저항성 보완을 위한 교배조합 F₁의 발병도

BN	계통	자엽액 측지수	Stem rot	Root rot
02B001	F ₄ (KC353-3 x CM334)-1 x 43-8-2	1.4	1.0	1.1
02B026	KC358-2-3-1 x KC350-2-9	0.1	1.0	1.3
02B022	43-8-2 x 2-39-2-3	0.4	1.0	1.3
02B002	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-8 x 43-8-2	1.3	1.0	1.3
02B013	43-8-2 x F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-4	1.3	1.0	1.3
02B024	103-1-1 x KC358-2-3	0.1	1.0	1.3
02B008	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-10 x 124-5-3	0.3	1.0	1.5
02B025	KC350-2-9 x KC358-2-3-1	0.5	1.0	1.5
02B007	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-8 x 124-5-2	0.6	1.0	1.5
02B010	F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-6 x 43-8-2	1.1	1.0	1.5
02B011	F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-4 x 124-5-2	0.9	1.0	1.7
02B023	103-1-1 x 2-39-2-3	0.4	1.0	1.8
02B009	F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-4 x 43-8-2	1.0	1.1	1.1
02B014	43-8-2 x F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-5	1.5	1.1	1.3
02B003	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-1 x 124-5-2	0.8	1.1	1.4
02B012	43-8-2 x F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-10	1.1	1.1	1.6
02B006	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-5 x 124-5-2	0.1	1.1	1.3
02B015	43-8-2 x F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-5	1.7	1.2	1.4
02B004	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-1 x 124-5-2	0.3	1.3	1.3
02B005	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-3 x 124-5-2	0.4	1.5	1.5
02B016	124-5-2 x F ₄ (CM334 x KC353-3)-4-10	0.3	1.9	1.9
02B017	124-5-2 x F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-4	0.4	2.0	2.1
파리			4.0	5.0
수비초			4.0	5.0
마니따			4.0	5.0
거성			4.0	5.0
칠성초			4.0	5.0

표 7. 바이러스 저항성 및 착과성 보강을 위하여 작성한 교배조합의 F₂ 검정 결과
(2002 가을)

BN	F ₂ lines of cross	No	No. lateral branch	Bacterial wilt	No	Phyto-phthora stem rot	Phyto-phthora root rot
02B002-4	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-8 x 43-8-2	47	0.0	1.2 a	24	1.0 a	1.2 a-c
02B002-1	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-8 x 43-8-2	28	0.3	1.2 a	15	1.1 b	1.1 a-c
02B005-2	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-3 x 124-5-2	39	0.1	1.3 b	18	1.0 a	1.2 a-c
02B004-1	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-1 x 124-5-2	45	0.0	1.3 a-b	16	1.0 a	1.3 a-d
02B001-2	F ₄ (KC353-3 x CM334)-1 x 43-8-2	22	0.1	1.4 a-c	12	1.1 b	1.2 a-c
02B006-2	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-5 x 124-5-2	44	0.0	1.4 a-d	16	1.0 a	1.0 a
02B009-4	F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-4 x 43-8-2	49	0.0	1.4 a-e	25	1.0 a	1.2 a-c
02B007-2	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-8 x 124-5-2	43	0.0	1.4 a-e	14	1.0 b	1.9 fg
02B014-4	43-8-2 x F ₄ (CM334xKC353-3)-7-5	14	·	1.5 a-f	·	·	·
02B001-1	F ₄ (KC353-3 x CM334)-1 x 43-8-2	47	0.3	1.5 a-f	23	1.0 a	1.0 ab
02B004-4	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-1 x 124-5-2	36	0.0	1.5 a-f	12	1.0 a	1.1 ab
02B006-4	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-5 x 124-5-2	41	0.0	1.5 a-f	15	1.0 a	1.1 ab
02B013-3	43-8-2 x F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-4	49	1.4	1.5 a-f	29	1.0 a	1.1 a-c
02B009-2	F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-4 x 43-8-2	40	0.0	1.5 a-f	21	1.0 a	1.2 a-c
02B012-3	43-8-2 x F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-10	48	0.7	1.5 a-g	21	1.0 a	1.2 a-d
02B003-1	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-1 x 124-5-2	46	0.0	1.6 a-g	21	1.0 a	1.0 a
02B008-3	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-10 x 124-5-3	48	0.0	1.6 a-g	19	1.0 a	1.2 a-c
02B002-3	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-8 x 43-8-2	40	0.3	1.6 a-g	20	1.0 a	1.3 a-d
02B014-1	43-8-2 x F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-5	46	0.0	1.6 a-g	18	1.0 a	1.7 d-f
02B014-3	43-8-2 x F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-5	45	0.6	1.6 a-g	29	1.0 a	1.7 d-f
02B010-3	F ₄ (CM334xKC353-3)-7-6 x 43-8-2	45	0.0	1.6 a-g	19	1.0 a	2.2 g
02B006-3	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-5 x 124-5-2	44	0.0	1.6 a-h	14	1.0 a	1.0 a
02B009-3	F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-4 x 43-8-2	44	0.1	1.6 a-h	18	1.0 a	1.1 ab
02B004-3	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-1 x 124-5-2	28	0.2	1.6 a-h	6	1.0 a	1.8 e-g
02B009-1	F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-4 x 43-8-2	36	0.3	1.7 a-h	15	1.0 a	1.3 a-d
02B003-2	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-1 x 124-5-2	48	0.0	1.8 a-i	16	1.0 a	1.0 a
02B007-1	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-8 x 124-5-2	48	0.0	1.8 a-i	14	1.0 a	1.1 a-c
02B004-2	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-1 x 124-5-2	48	0.0	1.8 a-i	15	1.0 a	1.3 a-d
02B002-2	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-8 x 43-8-2	48	0.6	1.8 a-i	23	1.0 a	1.4 a-d
02B012-1	43-8-2 x F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-10	49	1.4	1.8 a-i	12	1.0 a	1.4 a-d
02B003-3	F ₄ (KC353-3xCM334)-4-1x124-5-2	44	0.1	1.9 a-i	21	1.0 a	1.3 a-d
02B015-3	43-8-2 x F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-5	43	1.6	1.9 a-i	18	1.0 a	1.7 d-f
02B005-4	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-3 x 124-5-2	33	0.0	1.9 b-i	11	1.0 a	1.0 a
02B013-1	43-8-2xF ₄ (CM334 x KC353-3)-7-4	49	1.5	1.9 b-i	24	1.0 a	1.0 ab
02B008-4	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-10 x 124-5-3	47	0.0	1.9 b-i	10	1.0 a	1.1 ab

표 7 (계속). 바이러스 저항성 및 착과성 보강을 위하여 작성한 교배조합의 F2
검정 결과 (2002 가을)

BN	F ₂ lines of cross	No	No. lateral branch	Bacterial wilt	No	Phyto- phthora stem rot	Phyto- phthora root rot
02B001-4	F ₄ (KC353-3 x CM334)-1 x 43-8-2	40	0.4	1.9 b-i	17	1.0 a	1.2 a-d
02B015-4	43-8-2 x F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-5	47	0.4	1.9 b-i	20	1.0 a	1.5 b-e
02B011-1	F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-4 x 124-5-2	48	0.6	1.9 b-j	20	1.0 a	1.1 ab
02B011-2	F ₄ (CM334xKC353-3)-7-4 x 124-5-2	39	0.0	2.0 b-i	11	1.0 a	1.0 a
02B005-3	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-3 x 124-5-2	42	0.0	2.0 b-j	13	1.0 a	1.2 a-c
02B013-4	43-8-2 x F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-4	44	0.3	2.0 b-k	19	1.0 a	1.3 a-d
02B015-2	43-8-2 x F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-5	45	0.0	2.0 c-k	11	1.0 a	1.3 a-d
02B014-2	43-8-2 x F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-5	42	0.1	2.0 c-k	16	1.0 a	1.4 a-d
02B006-1	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-5 x 124-5-2	38	0.2	2.1 d-l	12	1.0 a	1.3 a-d
02B012-2	43-8-2 x F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-10	37	0.3	2.1 d-l	13	1.0 a	1.4 a-d
02B007-4	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-8 x 124-5-2	47	0.0	2.1 e-l	14	1.0 a	1.1 ab
02B013-2	43-8-2 x F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-4	49	0.1	2.2 f-l	14	1.0 a	1.1 ab
02B010-2	F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-6 x 43-8-2	47	0.1	2.2 g-l	12	1.0 a	1.2 a-c
02B008-2	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-10 x 124-5-3	45	0.2	2.2 g-l	9	1.0 a	1.3 a-d
02B010-4	F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-6 x 43-8-2	47	0.1	2.3 h-m	14	1.0 a	1.3 a-d
02B010-1	F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-6 x 43-8-2	46	0.3	2.4 i-m	12	1.0 a	1.1 ab
02B015-1	43-8-2 x F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-5	28	·	2.6 j-m	·	·	·
02B007-3	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-8 x 124-5-2	46	0.0	2.6 k-m	10	1.0 a	1.3 a-d
02B008-1	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-10 x 124-5-3	47	0.6	2.7 lm	10	1.0 a	1.0 a
02B005-1	F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-3 x 124-5-2	31	·	3.6 n	·	·	·
SCM334	A source of res. to <i>P. capsici</i>	25	0.9	1.8 a-i	16	1.1 a	1.6 c-f
Kumdang	Commercial F1 hybrid cultivar	25		2.9 m	25	4.0 c	5.0 h
Kumtap	Commercial F1 hybrid cultivar	26		4.0 no	26	4.0 c	5.0 h
Tantan	Commercial rootstock cultivar	25		4.3 op	25	1.0 a	1.0 a
Gataguru ma	Commercial rootstock cultivar	25		4.8 p	25	1.0 a	1.0 a

DMR에 의한 평균분할, P≤0.05

표 8. 풋마름병, 역병 복합저항성 육성계통의 역병 발병도

BN	계통	No	자엽액 측지수	Stem rot	Root rot
03A017	F ₆ (KC353-3 x CM334)-4B-1-4	16	2.1	1.0 a	1.0 a
03A002	F ₃ (④ x ③)-2-5	16	1.0	1.0 a	1.0 a
03A012	F ₆ (CM334 x KC353-3)-5B-7-5	11	0.0	1.0 a	1.0 a
03A013	KC350-2-4-1	5	0.4	1.0 a	1.0 a
03A001	F ₃ (④ x ③)-1-6	16	0.9	1.0 a	1.0 a
03A005	KC350-2-5-4	16	0.1	1.0 a	1.1 ab
03A007	F ₆ (KC353-3 x AC2258)-8B-5-4	16	0.5	1.0 a	1.1 ab
03A003	F ₆ (AC2258 x KC353-3)-1-8-5	16	0.0	1.0 a	1.1 a
03A009	F ₆ (KC353-3 x AC2258)-8B-6-5	16	1.3	1.0 a	1.1 a
03A011	KC350-2-9-2	16	0.3	1.0 a	1.1 a
03A019	F ₆ (KC353-3 x AC2258)-8B-4-3	16	2.3	1.0 a	1.1 ab
03A018	F ₆ (KC353-3 x AC2258)-8B-4-2	16	4.7	1.0 a	1.1 a
03A010	KC350-2-9-1	16	2.0	1.0 a	1.2 ab
03A006	F ₆ (CM334 x KC353-3)-5B-22-5	16	0.9	1.0 a	1.2 ab
03A008	F ₆ (KC353-3 x AC2258)-8B-6-3	16	0.4	1.0 a	1.2 ab
03A016	KC350-2-2-4	16	0.2	1.0 a	1.2 ab
03A015	KC350-2-2-1	16	0.4	1.0 a	1.3 ab
03A020	F ₃ (② x ③)-1-4	16	7.8	1.0 a	1.3 ab
03A004	KC350-2-5-1	16	0.0	1.0 a	1.3 ab
03A014	KC350-2-4-3	12	0.3	1.2 b	1.3 ab
03A021	탄탄	16	0.2	1.0 a	1.0 a
03A022	가타구루마	16	0.0	1.0 a	1.1 a
03A023	알 세이프	16	0.0	1.0 a	1.0 a
03A024	CM334	16	12.3	1.0 a	1.0 a
03A025	AC2258	16	2.4	1.0 a	1.0 a
03A026	농우시교	16	1.2	1.0 a	1.1 a
03A027	파리	32	0.3	3.8 c	4.8 c
03A028	녹광	32	0.1	4.0 d	5.0 c
03A029	청양	32	0.5	4.0 d	5.0 c

DMR에 의한 평균 분할, P≤0.05

03A018(F₆(KC353-3×AC2258)-8B-4-2), 03A019(F₆(KC353-3×AC2258)-8B-4-3), 03A020(F₃(②×③)-1-4)만 기대를 걸만하고 나머지는 쓸 모가 보이지 않았다. 그래서 이들 계통에서 우량 개체를 선발하여 채종하였다 (그림 8).

그러나 03A014(KC350-2-4-3), 03A015(KC350-2-2-1), 03A016(KC350-2-2-4)는 아직 분리하고 있는 것이 확실하였다. 계통 내에서 바이러스 증세가 보이지 않고 착과성이 우수한 개체를 선발하였다.

나. 19-1-3-7-1 x KC350 조합 (03Q)

19-1-3-7-1 x KC350 조합의 F₉ 및 BC₁F₈ 계통의 꽃마름병 및 역병 발병도는 표 9와 같다. 이 결과에서 두드러지는 것은 F₉ 보다는 BC₁F₈ 계통들에서 자엽액에서의 측지 발생이 적고 꽃마름병과 역병에 강한 계통들이 많이 보인다는 점이다. 특히 03Q009, 즉 BC₁F₈{(19-1-3-7-1-1 x KC350-2) x 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-1-5)는 자엽액에서 발생하는 잎이 없어 측지도 발생하지 않고 꽃마름병, 역병에 고도의 저항성을 갖추고 있으며 바이러스에도 비교적 강한 것으로 관찰되었으며, 계통 내 변이도 거의 없어 고정도도 높은 것으로 나타났다 (그림 9). 절간이 길고 착과가 늦은 점이 있었으나 이 계통을 제외하고는 쓸 모가 있어 보이는 것이 없었다. 그래서 차년도에는 이 계통만을 넘기기로 하였다.

다. 꽃마름, 역병, 바이러스 복합저항성 육성을 위한 교배 (03B)

꽃마름, 역병, 바이러스 복합저항성 육성을 위하여 작성한 교배 조합들의 F₃ 세대의 꽃마름병과 역병에 대한 저항성 검정 결과는 표 10과 같다. 대부분의 계통들이 역병에는 고도의 저항성을 나타내었다. 그러나 이들을 포장에 재식하여 바이러스에 걸리는 개체들은 모두 도태하고 남은 개체로부터 다음 대의 종자를 채종하였다 (그림 9).

라. 착과 및 수량성 향상을 위한 교배 (03X)

2002년도에 착과성이 우수한 KC350계통에 꽃마름, 역병 복합저항성 육성계통 들을 교배하였으며 그 F₁의 역병에 대한 저항성을 검정하였다. 그 결과는 표 11과 같다. 거의 모든 조합이 고도의 저항성을 나타내었다. 선발개체들을 하우스의 베드에 재배하여 F₂ 종자를 채종하였다.

표 9. 풋마름, 역병 복합저항성 수비초 육성계통의 발병도

BN	Line	자엽액 엽수	Bacterial wilt	Stem rot	Root rot
03Q009	BC ₁ F ₈ {(19-1-3-7-1-1 x KC350-2) x 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-1-5 ○	0.0 a	1.1 a	1.0 a	1.0 a
03Q013	BC ₁ F ₈ {(19-1-3-7-1-1 x KC350-2)x 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-8-4-2 ○	0.0 a	1.4 ab	1.0 a	1.0 a
03Q006	BC ₁ F ₈ {(19-1-3-7-1-1 x KC350-2)x 19-1-3-7-1-1}3-1-1-1-9-5 ○	0.0 a	1.3 a	1.1 a	1.0 a
03Q010	BC ₁ F ₈ {(19-1-3-7-1-1 x KC350-2)x 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-2-4 ○	0.0 a	1.1 a	1.1 a	1.1 ab
03Q011	BC ₁ F ₈ {(19-1-3-7-1-1 x KC350-2) x 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-3-2 ○	0.0 a	1.1 a	1.1 a	1.1 a-c
03Q007	BC ₁ F ₈ {(19-1-3-7-1-1 x KC350-2) x 19-1-3-7-1-1}3-2-1-1-2-2-2 ○	0.1 a	1.3 a	1.1 a	1.3 a-c
03Q008	BC ₁ F ₈ {(19-1-3-7-1-1 x KC350-2)x 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-1-6-1 ○	0.0 a	1.1 a	1.1 a	1.0 a
03Q012	BC ₁ F ₈ {(19-1-3-7-1-1 x KC350-2)x	0.0 a	1.6 a-c	1.3 a	1.3 a-c
03Q004	F ₉ (19-1-3-7-1-1xKC350-2)12-1-2-6-4	0.4 b	1.4 ab	1.3 a	1.4 a-c
03Q003	F ₉ (19-1-3-7-1-1xKC350-2)12-1-2-3-2	0.0 a	2.4 cd	1.4 a	1.6 a-c
03Q002	F ₉ (19-1-3-7-1-1xKC350-2)12-1-2-1-3	0.0 a	1.8 a-c	1.4 a	1.3 a-c
03Q005	BC ₁ F ₈ {(19-1-3-7-1-1 x KC350-2) x 19-1-3-7-1-1}3-1-1-1-5-1○	0.0 a	1.6 a-c	1.5 a	1.8 b-d
03Q001	F ₉ (19-1-3-7-1-1xKC350-2)12-1-1-4-5	0.0 a	1.9 a-c	1.6 a	1.9 cd
03Q014	19-1-3-7-1-1-2-1 ○	0.0 a	1.7 a-c	1.6 a	1.4 a-c
03Q018	B14-2-2-2-1	0.0 a	2.4 cd	2.4 b	2.4 de
03Q015	19-1-3-7-1-1-2-3	0.0 a	3.2 d	2.6 bc	2.9 e
03Q016	19-1-3-7-1-1-2-5 ○	0.0 a	2.4 cd	3.0 c	2.8 e
03Q017	KC350-3-4 ○	0.1 a	1.0 a	4.0 d	5.0 f
03Q019	32001-2-3 ○ (KC200-2)	1.3 c	1.9 a-c	4.0 d	5.0 f
03Q020	금당	0.0 a	2.3 bc	4.0 d	5.0 f

DMR에 의한 평균분할, P≤0.05.

표 10. 꽃마름병, 역병, 바이러스 저항성 계통육성을 위한 교배조합의 F3 발병도

03BN	계통내역	N	Stem rot	Root rot
03B024	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-10 x 124-5-3}-1○	16	1.0 a	1.0 a
03B047	F ₃ {43-8-2 x F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-5}-3○	16	1.0 a	1.0 a
03B003	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-8 x 43-8-2}-1○	16	1.0 a	1.0 a
03B051	F ₃ {KC350-2-9 x KC358-2-3-1}-3○	16	1.0 a	1.0 a
03B005	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-8 x 43-8-2}-3○	16	1.0 a	1.0 a
03B006	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-8 x 43-8-2}-4○	16	1.0 a	1.0 a
03B046	F ₃ {43-8-2 x F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-5}-2○	16	1.0 a	1.0 a
03B053	F ₃ {KC358-2-3-1 x KC350-2-9}-4○	16	1.0 a	1.0 a
03B045	F ₃ {43-8-2 x F ₄ (CM334xKC353-3)-7-5}-3○	16	1.0 a	1.0 a
03B044	F ₃ {43-8-2 x F ₄ (CM334xKC353-3)-7-5}-2○	16	1.0 a	1.0 a
03B040	F ₃ {43-8-2 x F ₄ (CM334xKC353-3)-7-4}-2○	16	1.0 a	1.0 a
03B039	F ₃ {43-8-2 x F ₄ (CM334xKC353-3)-7-4}-1○	16	1.0 a	1.0 a
03B013	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-1 x 124-5-2}-3○	16	1.0 a	1.0 a
03B041	F ₃ {43-8-2 x F ₄ (CM334xKC353-3)-7-4}-3	16	1.0 a	1.0 a
03B015	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-3 x 124-5-2}-2○	16	1.0 a	1.0 a
03B016	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-3 x 124-5-2}-3○	11	1.0 a	1.0 a
03B017	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-3 x 124-5-2}-4○	16	1.0 a	1.0 a
03B050	F ₃ {KC350-2-9 x KC358-2-3-1}-2○	16	1.0 a	1.0 a
03B049	F ₃ {KC350-2-9 x KC358-2-3-1}-1○	16	1.0 a	1.0 a
03B052	F ₃ {KC358-2-3-1 x KC350-2-9}-1○	16	1.0 a	1.0 a
03B021	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-5 x 124-5-2}-4○	16	1.0 a	1.0 a
03B022	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-8 x 124-5-2}-1○	16	1.0 a	1.0 a
03B042	F ₃ {43-8-2 x F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-4}-4	16	1.0 a	1.0 a
03B048	F ₃ {43-8-2 x F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-5}-4○	16	1.0 a	1.0 a
03B038	F ₃ {43-8-2 x F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-10}-3○	16	1.0 a	1.0 a
03B037	F ₃ {43-8-2 x F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-10}-2○	16	1.0 a	1.0 a
03B036	F ₃ {F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-4 x 124-5-2}-2○	16	1.0 a	1.0 a
03B043	F ₃ {43-8-2 x F ₄ (CM334xKC353-3)-7-5}-1○	16	1.0 a	1.0 a
03B033	F ₃ {F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-6 x 43-8-2}-2○	16	1.0 a	1.0 a
03B035	F ₃ {F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-4 x 124-5-2}-1○	16	1.0 a	1.0 a
03B001	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-1 x 43-8-2}-1○	16	1.0 a	1.1 a
03B018	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-5 x 124-5-2}-1○	16	1.0 a	1.1 a
03B019	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-5 x 124-5-2}-2○	16	1.0 a	1.1 a
03B032	F ₃ {F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-6 x 43-8-2}-1○	16	1.0 a	1.1 a
03B014	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-1 x 124-5-2}-4○	16	1.0 a	1.1 a

표 10(계속). 풋마름병, 역병, 바이러스 저항성 계통육성을 위한 교배조합의 F₃
계통의 역병 저항성

03BN	계통내역	No	Stem rot	Root rot
03B012	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-1 x 124-5-2}-2○	16	1.0 a	1.1 a
03B002	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-1 x 43-8-2}-4○	16	1.0 a	1.1 a
03B031	F ₃ {F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-4 x 43-8-2}-4○	16	1.0 a	1.1 a
03B004	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-8 x 43-8-2}-2○	16	1.0 a	1.1 a
03B011	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-1 x 124-5-2}-1○	16	1.0 a	1.1 a
03B026	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-10 x 124-5-3}-3○	16	1.0 a	1.1 a
03B025	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-10 x 124-5-3}-2○	16	1.0 a	1.1 a
03B034	F ₃ {F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-6 x 43-8-2}-4○	16	1.0 a	1.2 a-c
03B010	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-1 x 124-5-2}-4○	16	1.0 a	1.2 a-c
03B009	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-1 x 124-5-2}-3○	16	1.0 a	1.2 a-c
03B007	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-1 x 124-5-2}-1○	16	1.0 a	1.2 a-c
03B027	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-10 x 124-5-3}-4○	16	1.0 a	1.2 a-c
03B008	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-1 x 124-5-2}-2○	16	1.0 a	1.3 a-d
03B020	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-5 x 124-5-2}-3○	16	1.0 a	1.3 a-d
03B028	F ₃ {F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-4 x 43-8-2}-1○	16	1.0 a	1.3 a-d
03B029	F ₃ {F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-4 x 43-8-2}-2○	16	1.0 a	1.4 b-d
03B023	F ₃ {F ₄ (KC353-3 x CM334)-4-8 x 124-5-2}-4○	16	1.0 a	1.4 b-d
03B030	F ₃ {F ₄ (CM334 x KC353-3)-7-4 x 43-8-2}-3○	16	1.0 a	1.5 cd
03B071	가타구루마	16	1.0 a	1.0 a
03B072	탈탈	16	1.0 a	1.0 a
03B073	금당	16	3.4 d	4.6 f
03B074	녹광	16	3.1 d	4.5 f
03B075	AC2258	16	1.0 a	1.0 a
03B076	CM334	16	1.0 a	1.0 a
03B077	KC350	16	1.4 c	1.6 d

DMR에 의한 평균분할, P≤0.05.



그림 8. KC353 x CM334에서 육성한 계통들은 대부분 착과성이 매우 낮거나 매우 늦었으며, 그 중에서는 03A007, 즉 F₆(KC353-3 x AC2258)-8B-5-4의 착과가 좋았다. (2003년).



그림 9. BC₁F₈(19-1-3-7-1 x KC350) 계통 중에서 풋마름병, 역병 저항성이며 바이러스 감염이 적고 착과성이 좋은 계통 (03A009) (좌)와 풋마름, 역병, 바이러스 복합저항성 계통육성 계통(04B)들의 포장 도태. (2003년)

표 11. 작과성과 낮은 측지발생을 위하여 작성한 교배조합(F₁)의 역병 저항성

육성번호	교배내역	측지	Stem rot	Root rot
03X014	KC350-2-4-1	1.9	1.0 a	1.1 ab
03X022	19-1-3-7-1-1-2-1	0.0	1.0 a	1.1 ab
03X008	19-1-3-7-1 x F ₇ (19-1-2-3-1 x KC406-1)	0.4	1.0 a	1.0 a
03X001	KC350-2-4-1 x {F ₃ (④ x ③)-1}-1	0.6	1.0 a	1.0 a
03X009	AC2258 X SCM334	1.3	1.0 a	1.0 a
03X005	KC350-2-4-1 x { F ₃ (④ x ③)-2}-5	0.4	1.0 a	1.0 a
03X002	KC350-2-4-3 x {F ₃ (④ x ③)-1}-1	0.5	1.0 a	1.0 a
03X004	KC350-2-7-2 x {F ₃ (④ x ③)-1}-4	0.1	1.0 a	1.0 a
03X012	F ₃ (④ x ③)-1-5	0.0	1.0 a	1.0 a
03X013	F ₃ (④ x ③)-2-5	0.4	1.0 a	1.0 a
03X010	SCM334 x AC2258	1.9	1.0 a	1.0 a
03X003	KC350-2-7-2 x {F ₃ (④ x ③)-1}-2	0.0	1.0 a	1.0 a
03X016	KC350-2-7-2	0.1	1.0 a	1.0 a
03X011	F ₃ (④ x ③)-1-1	0.1	1.0 a	1.0 a
03X006	KC358-2-3-1-1 x 1-31-1-1-5-9	0.0	1.0 a	1.0 a
03X024	AC2258	0.4	1.0 a	1.0 a
03X020	2-91-9-1-5-	0.0	1.0 a	1.0 a
03X028	탄탄	0.2	1.0 a	1.0 a
03X025	CM334	9.9	1.0 a	1.0 a
03X027	가타구루마	0.3	1.0 a	1.0 a
03X021	F ₇ (19-1-2-3-1 x KC 406-1)2-7-4	3.6	1.0 a	1.3 b
03X017	KC358-2-3-1-1	0.3	1.0 a	1.8 d
03X015	KC350-2-4-3	0.6	1.1 ab	1.0 a
03X007	KC358-2-3-1-2 x 2-91-9-1-5-9	0.5	1.1 ab	1.2 ab
03X019	1-31-1-1-5-	0.0	1.1 ab	1.5 c
03X018	KC358-2-3-1-2	1.7	1.1 b	1.4 c
03X023	칠성초J1-1	0.0	4.0 c	5.0 e
03X026	금당	0.0	4.0 c	5.0 e

DMR에 의한 평균분할, P≤0.05.

4. 2004년도

가. 풋마름, 역병 저항성 대목 육성용 계통 (04A)

03A군, 즉 KC353 x AC2258, KC353 x CM334에서 전개한 계통들, 03Q군, 즉 19-1-3-7-1 x KC350에서 전개한 계통들, 그리고 03X군, 즉 수량성을 위해 2002년도에 작성한 조합 등에서 전개한 계통 중에서 유망한 계통들을 모아 과중하여 풋마름병과 역병에 대한 저항성을 검정한 결과는 표 12와 같다.

F₇(KC353-3 x AC2258)-8B-5-4-4이 풋마름병과 역병에 전연 병징을 보이지 않아 가장 저항성이 강한 것으로 나타났으며, 다음으로는 BC₁F₉{(19-1-3-7-1-1 x KC350-2) x 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-1-5-3로서 2003년도부터 눈에 띈 계통이다. 이어서 KC358-2-3-1-1-2, KC268-1-1-4-4, F₇(KC353-3 x AC2258)-8B-4-2-1, KC350-2-2-1-3 등의 순으로 풋마름병과 역병의 발병이 적었다.

온실에서 선발된 계통들을 하우스포장에 정식하여 재배하면서 원예적 형질을 관찰하였다. 그러나 2004년도에는 풋마름병은 밀양시 단장면에서 분리한 병원력이 강한 균주를 사용하고, 역병은 몇 개의 균주를 혼합하여 접종하여 정식이후 기온의 상승과 함께 풋마름병 혹은 역병에 감염되어 죽는 개체가 나타나기 시작하였다 (그림 10). 그러나 유묘 검정에서 상위로 분류되었던 04A002, 즉 F₇(KC353-3 x AC2258)-8B-5-4-4, 04A033, 즉 BC₁F₉{(19-1-3-7-1-1 x KC350-2) x 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-1-5-3, 그리고 04A006, 즉 KC350-2-2-1-3에서는 감염 개체가 나타나지 않았다. 그리고 KC358-2-3-1-1-2과 KC268-1-1-4-4에서도 감염개체가 없었다. 04A002는 풋마름병과 역병에 매우 강하고 착과성도 좋은 편이었으나 배꼽썩이병이 타 계통보다 현저히 많이 나타나는 결점이 있었다 (그림 11). 그래서 그대로 품종으로 활용하기는 곤란하며 육종재료로 사용하거나 일대잡종의 모본으로 활용을 검토할 수 있을 것으로 생각되었다. 04A033은 BC₁F₉{(19-1-3-7-1-1 x KC350-2) x 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-1-5-3로서 이미 2003년도부터 측지발생이 적고 착과성이 좋으며 풋마름병과 역병에 저항성으로 관찰된 바 있으며, 2004년도에도 같은 경향으로 나타났다 (그림 12). 그래서 2004년도에 신품종 보호출원을 위한 재배 시험을 시행하였다. 04A006, 즉 KC350-2-2-1-3는 2000년도 경에 19-1-3-7-1과 자연교배된 것으로 추정되며, 이후 계속 풋마름병과 역병에 복합저항성으로 선발되어 온 계통으로 착과성이 매우 우수하며 과실이 예뻐 매우 유망하게 생각되었다. 이들 유망계통들의 계통내 우수 개체들의 과실 특성을 조사한 결과는 표 13과 같다.

표 12. 풋마름, 역병 복합 저항성 계통의 발병도 (2004 봄)

BN	계통	풋마름	역병 줄기	역병 뿌리	역병만 줄기	역병만 뿌리
04A002	F ₇ (KC353-3 x AC2258)-8B-5-4-4○	1.0 a	1.0 a	1.0 a		
04A033	BC ₁ F ₉ {(19-1-3-7-1-1 x KC350-2) x 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-1-5-3○	1.0 a	1.0 a	3.2 hi		
04A037	KC 358-2-3-1-1-2○	1.0 a	1.1 a	2.9 hi	1.0 a	2.4 d-f
04A031	KC268A x KC268-1-1-4 (CMS)	1.0 a	1.9 c-e	4.2 jk	2.1 c	3.8 g
04A032	KC268-1-1-4-4 ○	1.0 a	2.1 d-f	4.3 jk	2.9 d	4.3 g
04A013	F ₇ (KC353-3 x AC2258)-8B-4-2-1○	1.1 a	1.0 a	1.3 a-c		
04A006	KC 350-2-2-1-3○	1.1 a	1.0 a	1.4 a-d		
04A012	KC 350-2-2-4-6○	1.1 a	1.0 a	1.4 a-d		
04A017	F ₃ (②×③)-1-4-2○	1.1 a	1.0 a	1.9 c-e		
04A034	BC ₁ F ₉ {(19-1-3-7-1-1 x KC350-2)x 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-8-4-2-7○	1.1 a	1.0 a	3.1 hi		
04A014	F ₇ (KC353-3×AC2258)-8B-4-2-4○	1.1 ab	1.0 a	1.4 a-d		
04A005	KC350-2-4-3-4○	1.1 ab	1.0 a	1.4 a-d		
04A010	KC350-2-2-4-2○	1.1 ab	1.1 a	1.9 b-e		
04A015	F ₇ (KC353-3 x AC2258)-8B-4-2-6○	1.2 a-c	1.0 a	1.8 b-e		
04A007	KC 350-2-2-1-5○	1.2 a-c	1.2 ab	2.0 d-f		
04A038	KC 358-2-3-1-1-5○	1.3 a-d	1.2 ab	3.2 hi	1.0 a	3.0 f
04A016	F ₆ (KC353-3 x AC2258)-8B-4-3-4○	1.3 a-d	1.2 ab	1.9 c-e		
04A009	KC 350-2-2-4-1○	1.3 a-d	1.1 a	1.4 a-d		
04A008	KC 350-2-2-1-6○	1.3 a-d	1.4 a-c	1.6 a-d		
04A011	KC 350-2-2-4-5○	1.4 a-e	1.0 a	2.2 e-g		
04A001	F ₇ (KC353-3 x AC2258)-8B-5-4-2○	1.4 a-e	1.2 ab	2.0 d-f		
04A036	KC 358-2-3-1-1-1○	1.5 a-f	1.4 a-c	3.1 hi	1.4 ab	2.9 ef
04A004	F ₇ (KC353-3 x AC2258)-8B-6-3-3○	1.6 a-f	1.2 ab	1.3 ab		
04A030	124-8-1-4-3○	1.6 a-f	1.7 b-d	3.2 hi	1.4 ab	2.3 de
04A029	124-8-1-4-1○	1.7 a-g	1.6 a-d	2.8 hi	1.0 a	1.4 ab
04A018	농우시교 F2	1.7 a-g	1.9 c-e	2.9 hi	1.3 ab	2.5 d-f
04A019	KC200-2-1-1	1.7 a-g	4.0 h	5.0 l	4.0 e	5.0 h
04A003	F ₇ (KC353-3 x AC2258)-8B-6-3-1○	1.8 a-g	1.4 a-c	1.5 a-d		
04A020	칠성초A1	2.0 b-f	4.0 h	5.0 l	4.0 e	5.0 h
04A027	칠성초B2○	2.3 f-i	4.0 h	5.0 l	4.0 e	5.0 h
04A022	칠성초A2	2.4 g-j	4.0 h	5.0 l	4.0 e	5.0 h
04A026	칠성초B2○	2.4 g-j	4.0 h	5.0 l	4.0 e	5.0 h
04A028	(칠성A*124-8-1) x 124-8-1-4-2	2.5 g-j	2.3 ef	3.9 j	1.6 a-c	3.0 f
04A023	칠성초A2	2.8 h-k	4.0 h	5.0 l	4.0 e	5.0 h
04A021	칠성초A1	3.0 jk	4.0 h	5.0 l	4.0 e	5.0 h

표 12 (계속). 풋마름, 역병 복합 저항성 계통의 발병도 (2004 봄)

BN	계통	풋마름	역병 줄기	역병 뿌리	역병만 줄기	역병만 뿌리
04A025	철성초B1○	3.0 jk	4.0 h	5.0 l	4.0 e	5.0 h
04A035	19-1-3-7-1-1-2-1-5○	3.5 k	3.3 g	4.5 kl	1.0 a	1.5 ab
04A039	가타구루마	2.2 e-i	2.6 f	4.3 jk	1.4 ab	2.1 cd
04A040	탄탄	1.1 a	1.0 a	2.6 f-h	1.0 a	1.0 a
04A041	타끼대목	1.6 a-f	1.4 a-c	3.3 i	1.0 a	2.3 de
04A042	R-세이프	2.9 i-k	3.4 gh	4.8 kl	1.7 bc	2.3 de
04A043	R-파워(탄탄2)	2.1 d-g	1.9 c-e	2.9 hi	1.0 a	2.9 ef
04A044	한농대목	1.3 a-d	1.2 ab	2.8 g-i	1.0 a	1.6 bc
04A045	코네시안햇	1.1 ab	1.4 a-c	2.8 g-i	1.0 a	2.8 d-f
04A046	마니따	1.0 a	4.0 h	5.0 l	4.0 e	5.0 h
04A047	금당	1.9 b-g	4.0 h	5.0 l	4.0 e	5.0 h
04A048	금탑	1.5 a-f	4.0 h	5.0 l	4.0 e	5.0 h
04A049	서울실짜리풋고추	1.7 a-g	4.0 h	5.0 l	4.0 e	5.0 h
04A050	청양	1.2 a-c	4.0 h	5.0 l	4.0 e	5.0 h

DMR에 의한 평균분할, $P \leq 0.05$

표 13. 풋마름, 역병 복합저항성 육성 우수계통의 과실특성 (8/2/04)

BN	계통	과장 (cm)	과폭 (cm)	당도 (Brix)
04A002-2B	F ₇ (KC353-3 × AC2258)-8B-5-4-4	10.5	1.8	8.0
04A002-5B	F ₇ (KC353-3 × AC2258)-8B-5-4-4	11.3	2.0	7.0
04A002-6B	F ₇ (KC353-3 × AC2258)-8B-5-4-4	11.0	1.7	6.5
04A003-1B	F ₆ (KC353-3 × AC2258)-8B-6-3-1	9.7	1.6	9.0
04A003-3B	F ₇ (KC353-3 × AC2258)-8B-6-3-1	8.6	1.7	9.0
04A003-4B	F ₇ (KC353-3 × AC2258)-8B-6-3-1	8.5	1.6	7.0
04A003-6B	F ₇ (KC353-3 × AC2258)-8B-6-3-1	9.4	1.8	7.0
04A004-2B	F ₇ (KC353-3 × AC2258)-8B-6-3-3	8.1	1.6	9.0
04A006-1B	KC 350-2-2-1-3	8.5	1.5	9.0
04A006-2B	KC 350-2-2-1-3	8.4	2.0	7.0
04A006-3B	KC 350-2-2-1-3	8.7	1.5	7.0
04A006-4B	KC 350-2-2-1-3	8.8	1.9	9.0
04A006-5B	KC 350-2-2-1-3	7.0	1.8	7.0
04A032-2B	KC268-1-1-4-4	8.1	1.5	5.0
04A033-1B	BC ₁ F ₉ {(19-1-3-7-1-1 × KC350-2) × 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-1-5-3	9.0	1.8	6.0
04A033-4B	BC ₁ F ₉ {(19-1-3-7-1-1 × KC350-2) × 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-1-5-3	9.6	1.3	7.0
04A033-5B	BC ₁ F ₉ {(19-1-3-7-1-1 × KC350-2) × 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-1-5-3	9.5	1.9	7.0
04A033-6B	BC ₁ F ₉ {(19-1-3-7-1-1 × KC350-2) × 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-1-5-3	10.7	1.3	7.0
04A037-4B	KC 358-2-3-1-1-2	8.3	2.4	6.0
04A038-2	KC 358-2-3-1-1-5	8.9	2.2	6.0
04A038-4B	KC 358-2-3-1-1-5	11.6	2.4	6.0
04A038-6B	KC 358-2-3-1-1-5	9.9	2.2	6.0



그림 10. 2004년도에는 그 동안 선발된 계통에 강한 병원성을 가진 풋마름병균과 역병균을 접종하여 선발된 개체를 하우스 포장에 재배한 결과 일부 계통에서는 감염되어 말라 죽는 개체가 나타났다.



그림 11. 04A002, 즉 F₇(KC353-3 x AC2258)-8B-5-4-4의 과실, 착과성은 좋은 편이나 배꼽썩이 현상이 많이 나타난다.



그림 12. 04A033, 즉 BC₁F₉(19-1-3-7-1-1*1 x KC350-2)3-2-1-3-3-1-5-3. 상, 풋마름병에 이병성인 ‘칠성초’의 발병 상태와 그 옆의 04A033의 건강하게 살아있는 모습; 하, 착과상태와 붉은 과실.



그림 13. KC350-2-2-1-3의 과실, 이것은 19-1-3-7-1과 KC350이 자연교배된 것이
 틀림없으며, 풋마름병, 역병에 복합저항성이며, 과실이 예쁘고 착과성이 매
 우 우수하여 매우 유용하게 활용될 수 있을 것으로 평가되었다.

나. 풋마름, 역병, 바이러스 복합저항성 육성을 위한 교배 후손 (04B)

풋마름병, 역병, 바이러스병 복합 저항성 계통육성을 위하여 2001년도 이후 새로 작성한 조합들로부터 전개한 계통들의 자엽액 발생엽수, 풋마름병 및 역병 발병도는 표 14와 같다. 풋마름병과 역병에 복합저항성인 다수의 계통이 발견되었으며, 이들을 포장에 재식하여 바이러스 감염과 원예적 형질을 관찰하였다 (표 15).

풋마름병과 역병에 걸리지 않은 상위에는 04B012, 즉 $F_4\{43-8-2 \times F_4\{CM334 \times KC353-3\}-7-4\}-1B$ 와 04B015, 즉 $F_4\{KC358-2-3-1 \times KC350-2-9\}-4-3$ 가 있었는데 다행히 이들 두 계통들은 바이러스 발생이 적고 착과성이 우수하여 매우 유망하였다 (그림 14, 15). 그 외에도 육성번호 상으로 04B010, 04B017, 04B020, 04B024, 04B026 등에서 초세가 강하고 착과성이 좋은 개체들이 발견되었다. 아직 분리하고 있으므로 계속 선발하면 유용한 계통이 얻어질 수 있을 것으로 생각되었다.

다. 신품종 보호출원을 위한 선발계통의 특성 및 지역균주에 대한 반응 조사

본 과제로 육성한 풋마름병·역병 복합저항성 육성계통, $BC_1F_8\{(19-1-3-7-1-1 \times KC350-2) \times 19-1-3-7-1-1\}3-2-1-3-3-1-5-3$ 와 몇 개의 역병 저항성 육성계통의 신 품종 보호출원 자료를 얻기 위하여 ‘금당’ 품종을 대비로 하여 시험재배를 실시하였다. 주요 특성을 보면 (표 16) 개화일수가 대비품종인 ‘금당’이나 ‘칠성초’, 그리고 ‘칠성초’에 역병 저항성을 도입하여 육성한 2-39-2-3-4 (칠북1호) 보다 많아 약간 만숙성이었으나 19-1-3-7-1이나 청도 ‘풍각초’에 PI201234의 역병 저항성을 도입하여 육성한 18-1-9-3-2나 KC268 계통(풍각재래에서 선발한 역병 중도 저항성)보다는 빠르거나 비슷하였다. 수량은 초기에 CMV, Pepper Mottle Virus (PMV), Broad bean wilt virus (BBWV) 등에 걸려 수량이 낮게 나왔고 포장상태가 고르지 않아 성적은 제시하였으나 평가자료로 활용할 수는 없었다. 과실은 공시계통 중에서 작은 편이었다 (그림 12).

공시계통의 역병 4균주에 대한 발병도는 그림 16, 17과 같으며, 발병도의 균주와 계통간의 상호작용(interaction)은 표 17에 나타난 바와 같다. 병원력에 있어서는 농우바이오 농장의 균주가 가장 강한 것으로 나타났다. 줄기 밑둥과 뿌리의 발병도에 있어서 균주와 육성계통 간에 상호작용이 유의적(significant)하기는 하나 특이적 반응은 보이지 않았다 (표 17, 그림 16, 17). 뿌리 발병도의 경우 영양 일월 균주가 04M001에서는 발병도가 상대적으로 높으나 04M009(칠성초)와 04M010(왕대박)에는 낮게 나온 것 등이 통계적 유의성에 기여한 것으로 보인다.

표 14. 풋마름, 역병, 바이러스 및 수량 목표 육성계통의 풋마름 및 역병 저항성

BN	계통	자엽액 엽수	풋마름 (3/23)	역병 줄기	역병 뿌리
04B012	$F_4\{43-8-2 \times F_4(CM334 \times KC353-3)-7-4\}-1$	2.4 rs	1.0 a	1.0 a	1.0 a
04B015	$F_4\{KC358-2-3-1 \times KC350-2-9\}-4-3$	0.4 a-e	1.0 a	1.0 a	1.0 a
04B022	$F_2(KC 350-2-7-2 \times \{F_3(④ \times ③)-1\}-4)$	1.1 g-l	1.0 a	1.0 a	1.0 a
04B018	$F_2(KC 350-2-4-1 \times \{F_3(④ \times ③)-1\}-1)$	1.2 h-l	1.0 a	1.0 a	1.1 a
04B003	$F_4\{F_4(KC353-3 \times CM334)-4-1 \times 124-5-2\}-1-4$	1.2 h-l	1.0 a	1.0 a	1.2 ab
04B027	$F_4\{1-15-1-U2 \times BC_1F_5(\text{칠성초}-1 \times KC350-2)\}-3-1$	0.2 ab	1.0 a	1.3 a-c	2.1 d
04B047	KC350	2.1 q-s	1.0 a	4.0 f	5.0 i
04B013	$F_4\{43-8-2 \times F_4(CM334 \times KC353-3)-7-4\}-2-5$	2.5 s	1.0 ab	1.0 a	1.0 a
04B016	$F_4\{KC358-2-3-1 \times KC350-2-9\}-4-4$	0.6 b-f	1.0 ab	1.0 a	1.0 a
04B023	$F_2(KC 350-2-7-2 \times \{F_3(④ \times ③)-1\}-4)$	1.8 m-q	1.0 ab	1.0 a	1.0 a
04B005	$F_4\{F_4(KC353-3 \times CM334)-4-3 \times 124-5-2\}-3-4$	1.6 l-p	1.0 ab	1.0 a	1.0 a
04B019	$F_2(KC 350-2-4-3 \times \{F_3(④ \times ③)-1\}-1)$	0.8 c-h	1.0 ab	1.0 a	1.0 a
04B020	$F_2(KC 350-2-4-3 \times \{F_3(④ \times ③)-1\}-1)$	2.0 p-s	1.0 ab	1.0 a	1.0 a
04B021	$F_2(KC 350-2-7-2 \times \{F_3(④ \times ③)-1\}-2)$	0.5 a-e	1.0 ab	1.0 a	1.1 a
04B002	$F_4\{F_4(KC353-3 \times CM334)-4-1 \times 124-5-2\}-1-2$	2.2 q-s	1.0 ab	1.0 a	1.2 a
04B031	$F_4\{3-8-2-2 \times BC_1F_5(\text{수비초} \times KC350-2)\}-2-10$	0.3 a-c	1.1 ab	2.4 e	3.8 h
04B049	탄탄1호	2.5 s	1.1 ab	1.0 a	1.0 a
04B017	$F_2(KC 350-2-4-1 \times \{F_3(④ \times ③)-1\}-1)$	0.4 a-d	1.1 ab	1.0 a	1.0 a
04B026	$F_2(KC 350-2-4-1 \times \{F_3(④ \times ③)-2\}-5)$	1.2 h-l	1.1 ab	1.0 a	1.2 ab
04B025	$F_2(KC 350-2-4-1 \times \{F_3(④ \times ③)-2\}-5)$	1.5 k-o	1.1 ab	1.4 a-c	1.0 a
04B024	$F_2(KC 350-2-4-1 \times \{F_3(④ \times ③)-2\}-5)$	1.1 f-k	1.1 a-c	1.0 a	1.6 c
04B008	$F_4\{F_4(KC353-3 \times CM334)-4-8 \times 124-5-2\}-1-4$	0.0 a	1.1 a-c	1.3 a-c	1.8 c
04B011	$F_4\{F_4(KC353-3 \times CM334)-4-10 \times 124-5-3\}-4-1$	0.3 a-c	1.1 a-d	1.1 a	1.3 ab
04B010	$F_4\{F_4(KC353-3 \times CM334)-4-10 \times 124-5-3\}-2-5$	2.4 rs	1.1 a-d	1.1 a	1.2 a
04B032	$F_4\{3-8-2-2 \times BC_1F_5(\text{수비초} \times KC350-2)\}-2-11$	0.3 a-c	1.1 a-d	1.2 ab	2.5 e
04B014	$F_4\{43-8-2 \times F_4(CM334 \times KC353-3)-7-4\}-4-2$	1.8 m-q	1.1 a-d	1.0 a	1.0 a
04B009	$F_4\{F_4(KC353-3 \times CM334)-4-10 \times 124-5-3\}-2B$	1.8 m-q	1.1 a-d	1.0 a	1.2 ab
04B001	$F_4\{F_4(KC353-3 \times CM334)-4-1 \times 124-5-2\}-1-1$	1.8 m-q	1.2 a-e	1.0 a	1.3 ab
04B038	$F_4\{3-56-2-1 \times BC_1F_5(\text{수비초} \times KC350-2)\}-2-1$	0.3 a-c	1.2 a-e	1.5 bc	2.1 d

표 14 (계속). 풋마름, 역병, 바이러스 및 수량 목표 육성계통의 풋마름병 및 역병 저항성

BN	계통	자엽액 엽수	풋마름 (3/23)	역병 줄기	역병 뿌리
04B007	F ₄ {F ₄ (KC353-3×CM334)-4-3×124-5-2}-3-6	2.0 p-s	1.3 a-f	1.0 a	1.0 a
04B006	F ₄ {F ₄ (KC353-3×CM334)-4-3×124-5-2}-3-5	1.4 j-n	1.3 a-f	1.0 a	1.1 a
04B004	F ₄ {F ₄ (KC353-3×CM334)-4-3×124-5-2}-3-1	0.8 d-i	1.3 a-f	1.0 a	1.2 ab
04B039	F ₄ {3-56-2-1×BC ₁ F ₅ (수비초×KC350-2)}-2-3	0.3 a-c	1.3 a-f	1.3 ac	1.5 bc
04B033	F ₄ {3-8-2-2×BC ₁ F ₅ (수비초×KC350-2)}-2-12	0.5 a-e	1.3 a-f	2.5 e	3.3 g
04B034	F ₄ {3-8-2-2×BC ₁ F ₅ (수비초×KC350-2)}-2-1	0.5 a-e	1.3 a-f	1.3 a-c	2.2 d
04B048	KC358-2-3-1-1-2○	1.9 o-r	1.4 b-g	1.0 a	1.0 a
04B029	F ₄ {1-39-1-2×BC ₁ F ₅ (칠성초×KC350-2)}-4-1	0.2 ab	1.4 b-g	1.3 a-c	1.6 c
04B040	KC200-2-1	2.1 p-s	1.4 b-g	4.0 f	5.0 i
04B030	F ₄ {1-39-1-2×BC ₁ F ₅ (칠성초×KC350-2)}-4	0.1 ab	1.4 c-g	1.3 a-c	2.3 de
04B043	KC 202-2-4 ○	1.3 i-m	1.4 d-g	4.0 f	5.0 i
04B037	F ₄ {3-8-2-U2×BC ₁ F ₅ (수비초×KC350-2)}-4-7	0.2 ab	1.5 e-g	2.3 de	2.8 f
04B042	KC 202-2-1 ○	1.8 m-q	1.5 e-g	4.0 f	5.0 i
04B036	F ₄ {3-8-2-U2×BC ₁ F ₅ (수비초×KC350-2)}-4-4	0.3 a-c	1.5 fg	2.0 d	2.3 de
04B050	탄탄2호	1.8 m-q	1.6 fg	1.2 ab	1.1 a
04B028	F ₄ {1-39-1-1×BC ₁ F ₅ (칠성초-1×KC350-2)}-4-6	1.1 g-l	1.6 fg	1.6 c	3.0 f
04B035	F ₄ {3-8-2-2×BC ₁ F ₅ (수비초×KC350-2)}-3-3	0.0 a	1.6 fg	2.6 e	3.4 g
04B045	칠성초-B2○	0.7 b-g	1.6 fg	4.0 f	5.0 i
04B041	KC200-5-2	2.1 p-s	1.7 g	4.0 f	5.0 i
04B046	칠복1호	1.9 n-r	2.1 h	1.3 ac	1.0 a
04B044	칠성초-B1○	0.9 f-j		4.0 f	5.0 i

DMR에 의한 평균분할, P≤0.05

표 15. 풋마름, 역병, 바이러스 복합저항성 및 수량성 목표 육성계통 평가 (2004.08.21)

B.N	계통	과장 (cm)	과폭 (cm)	우선 순위	비고
04B001-1	F ₄ {F ₄ (KC353-3×CM334)-4-1×124-5-2}-1-1	6.5	1.7	2	
04B001-2		5.0	1.2	3	
04B001-3		5.5	2.0	1	
04B001-4		5.5	1.8	4	
04B001-6		4.5	2.0		
04B002-1	F ₄ {F ₄ (KC353-3×CM334)-4-1×124-5-2}-1-2	5.5	2.0	1	
04B002-2		5.3	2.2	3	
04B002-3		5.3	2.0	5	
04B002-4		4.8	2.0	2	
04B002-6		4.3	1.6	4	
04B003-2	F ₄ {F ₄ (KC353-3×CM334)-4-1×124-5-2}-1-4	5.0	2.0	1	
04B003-3		5.3	2.1		
04B003-4		4.8	2.3	3	
04B003-5		5.2	2.1		
04B003-6		5.0	2.0	2	
04B004-3	F ₄ {F ₄ (KC353-3×CM334)-4-3×124-5-2}-3-1	6.1	1.7		VR. 착과 저, 근 약
04B004-4		7.0	1.7		
04B005-2	F ₄ {F ₄ (KC353-3×CM334)-4-3×124-5-2}-3-4	7.5	1.7	1	
04B005-6		5.8	1.4	2	
04B006-2	F ₄ {F ₄ (KC353-3×CM334)-4-3×124-5-2}-3-5	6.4	1.7		바이러스 강
04B006-4		5.4	1.5		
04B007-3	F ₄ {F ₄ (KC353-3×CM334)-4-3×124-5-2}-3-6	6.0	1.2		바이러스 조금 강
04B007-5		7.5	1.2		
04B008-1	F ₄ {F ₄ (KC353-3×CM334)-4-8×124-5-2}-1-4	8.5	1.0	3	과형 우수
04B008-4		5.3	1.7	2	
04B008-5		8.0	1.3	4	
04B008-6		8.5	1.5	1	
04B009-1	F ₄ {F ₄ (KC353-3×CM334)-4-10×124-5-3}-2B	5.5	1.1	2	
04B009-3		6.8	1.5	4	
04B009-4		6.5	1.3	1	
04B009-6		8.5	1.5	3	
04B010-2	F ₄ {F ₄ (KC353-3×CM334)-4-10×124-5-3}-2-5	7.3	1.9	2	착과성 우수
04B010-3		9.0	1.0	3	
04B010-6		6.0	1.5	1	유망. 착과성 우수
04B012-2	F ₄ {43-8-2×F ₄ (CM334×KC353-3)-7-4}-1B	5.0	1.5	5	계통 전반 착과 우수
04B012-3		5.6	1.0	4	
04B012-4		6.0	1.5	2	
04B012-5		6.5	1.0	3	
04B012-6		6.0	1.2	1	유망
04B013-3	F ₄ {43-8-2×F ₄ (CM334×KC353-3)-7-4}-2-5	7.0	1.0		직립성, VR
04B013-4		7.5	1.0		
04B013-5		6.0	1.0		
04B015-1	F ₄ {KC358-2-3-1 × KC350-2-9}-4-3	10.5	0.8	5	*측지 소, 착과 다
04B015-2		8.5	0.8	4	*

표 15 (계속) . 풋마름, 역병, 바이러스 복합저항성 및 수량성 목표 육성계통 평가
(2004.08.21)

B.N	계통	과장 (cm)	과폭 (cm)	우선 순위	비고
04B015-3		9.4	0.9	3	*
04B015-4		9.8	0.8	2	*
04B015-6		9.0	0.9	1	*
04B016-4	F ₄ {KC358-2-3-1 × KC350-2-9}-4-4	7.2	1.3		
04B017-2	F ₂ (KC 350-2-4-1×{F ₃ (④×③)-1)-1)	11.0	1.5		*직립, 과형, 과색 우수
04B017-4		12.7	0.9		직립성
04B017-7		14.0	0.9		
04B017-8		10.0	1.2		과색 우수
04B018-2	F ₂ (KC 350-2-4-1×{F ₃ (④×③)-1)-1)	10.5	1.5		착과성 우수
04B018-8		8.9	0.8		
04B019-2	F ₂ (KC 350-2-4-3 ×{F ₃ (④×③)-1)-1)	8.2	1.2		직립성 우수, VS
04B020-2	F ₂ (KC 350-2-4-3 ×{F ₃ (④×③)-1)-1)	8.2	1.3		착과성, 직립성 좋음.
04B020-4		6.4	1.4		직립성, 뿌리 튼튼.
04B020-6		10.3	1.2		*직립, 색 우수, 유망
04B021-1	F ₂ (KC 350-2-7-2 ×{F ₃ (④×③)-1)-2)	10.6	1.6		착과성, VMR, 근 강
04B021-2		8.8	1.7		VS, 착과우수
04B021-7		7.0	1.8		과색 깨끗
04B022-3	F ₂ (KC 350-2-7-2 ×{F ₃ (④×③)-1)-4)	9.8	2.0		직립성. 과색선명.
04B022-8		11.0	1.2		
04B023-2	F ₂ (KC 350-2-7-2 ×{F ₃ (④×③)-1)-4)	6.0	2.0		직립성, VMR
04B023-3		10.3	1.8		착과성 저, VS, 대과
04B023-4		9.5	2.2		착과성 좋음.
04B023-6		10.0	1.5		착과성 좋고, 뿌리약.
04B023-8		9.5	1.9		
04B024-3	F ₂ (KC 350-2-4-1×{ F ₃ (④×③)-2)-5)	9.5	1.5		
04B024-4		6.4	1.7		*직립, 착과성, 유망
04B026-1	F ₂ (KC 350-2-4-1×{ F ₃ (④×③)-2)-5)	9.0	1.5		착과 드뭄
04B026-2		8.0	1.2		직립, 착과, VMR
04B026-3		11.5	1.5		
04B026-4		10.7	1.5		*뿌리, 착과성 우수.
04B026-6		8.0	1.7		
04B026-8		12.3	1.8		*세력, 뿌리 강, 대과
04B040-1	KC200-2-1	7.5	1.0		자연발병 생존.
04B042-3	KC 202-2-1 ○	8.5	1.1		
04B043-2	KC 202-2-4 ○	7.5	0.9		
04B045-6	칠성초-B2○	5.5	1.3		
04B046	칠복1호	5.5	1.2		
04B047-2	KC350	5.5	1.2		직립성, 착과성 좋음.
04B048-1	KC358-2-3-1-1-2○	6.0	1.6		역병, 바이러스 강
04B048-2		9.0	2.2		초세, 착과 우수. 분리
04B048-4		6.8	1.9		잘 익음
번외	부춘	19.5	1.2		세력 대단



그림 14. 04B012 ($F_4\{43-8-2 \times F_4(CM334 \times KC353-3)-7-4\}-1B$), 풋마름, 역병에 복합 저항성이며 착과성이 우수하다. 그러나 측지가 발생한다.



그림 15. 04B015 ($F_4\{KC358-2-3-1 \times KC350-2-9\}-4-3$), 풋마름병, 역병에 저항성이며 바이러스에도 강하고 착과성이 매우 우수하다.

표 16. 품종등록 시험용 계통의 원예적 특성

육성 번호	계통	개화 일수	수확량 (g)	과장(A) (g)	과폭(B) (g)	과경 지수 (A/B)
04M001	2-39-2-3-4	72 a	1840 a	7.3±0.9	1.8±0.2	4.1
04M002	19-1-3-7-1-1-2-1-7	82 b-d	1800 a	8.2±0.7	1.7±0.1	4.8
04M003	KC268-1-1-4-4-4	84 b-d	1400 a	8.1±0.8	1.8±0.3	4.5
04M004	KC268-1-1-3-2-1	83 b-d	1320 ab	8.2±0.9	2.0±0.2	4.2
04M005	청도 18-1-9-3-2-2	99 d	1300 ab	9.1±1.1	2.0±0.2	4.6
04M006	청도 18-1-9-3-2-4	89 cd	1250 ab	8.2±1.2	1.9±0.2	4.3
04M007	BC ₁ F ₉ {(19-1-3-7-1-1×KC350-2)× 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-1-5-3	88 cd	1210 ab	7.3±0.6	1.7±0.2	4.3
04M008	원연 PR1	86 b-d	940 ab	6.9±0.7	1.4±0.2	4.9
04M009	칠성초	74 ab	850 ab	7.2±0.9	1.7±0.2	4.2
04M010	왕대박	72 a	300 b	9.8±1.2	1.7±0.2	5.8

DMR에 의한 평균분할, P≤0.05

표 17. 육성계통과 역병 균주간 발병도의 상호작용

Source of Variation	df	SS	MS	F	P
Line (L)	9	277.96	30.88	405.00	<.001
Isolate (I)	3	6.07	2.02	26.53	<.001
L x I interaction	27	27.82	1.03	13.51	<.001
Error	265	20.21	0.08		
Total	304	332.07			

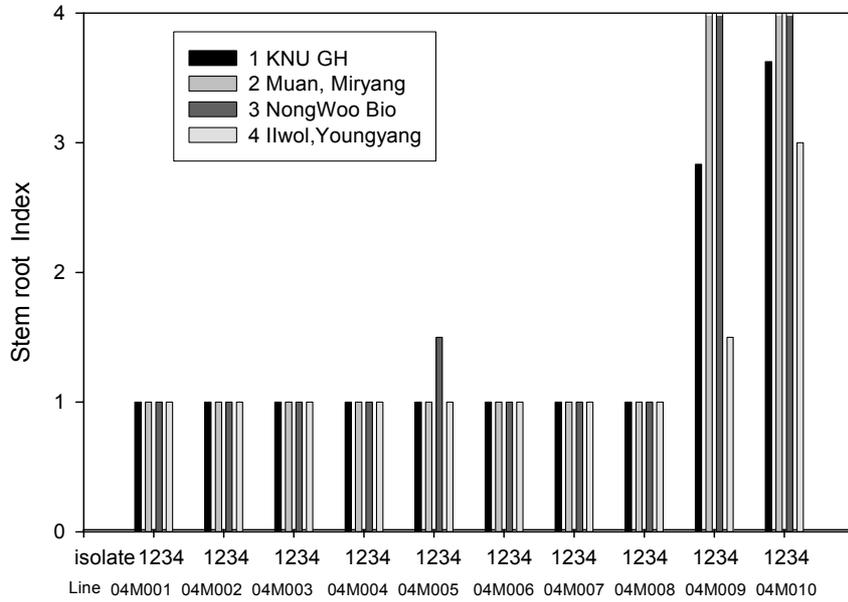


그림 16. 역병 저항성 육성계통의 4개 지역 역병균주에 대한 지상부 발병도

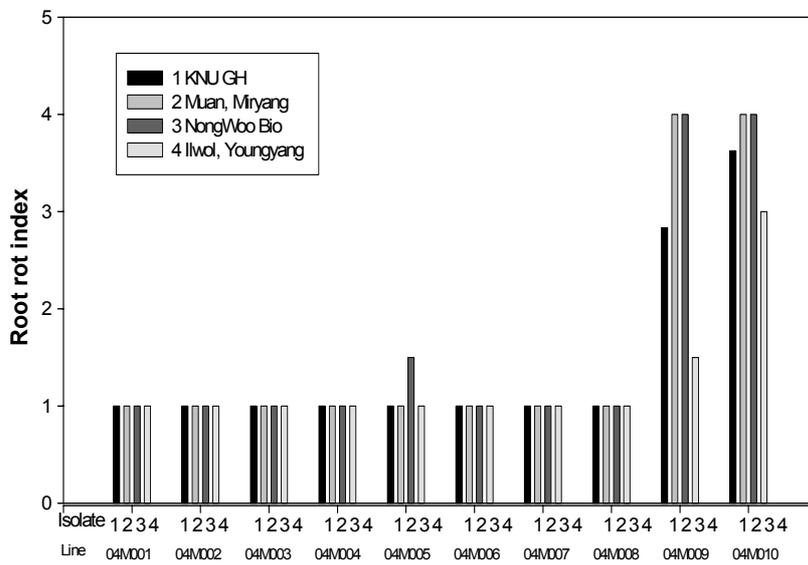


그림 17. 역병 저항성 육성계통의 4개 지역 역병균주에 대한 지하부 발병도

이상과 같이 풋마름병·역병 복합저항성으로 육성한 04M007(BC₁F₉{(19-1-3-7-1-1 × KC350-2) × 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-1-5-3)은 개화가 조금 늦고 소과가 열리며 전국 4개 지역에서 수집된 역병균에 저항성을 나타내었다. 이미 F₉이어서 균일하여 신품종으로 갖추어야 할 요건, DUS, 즉 구별성, 균일성, 안정성을 모두 갖춘 것으로 판단되어 신품종 보호출원을 하고자 한다.

제4항 결론

풋마름병과 역병에 대하여 복합저항성인 대목품종을 육성하기 위하여 풋마름병 저항성 재료, KC353(PBC631)에 역병 저항성의 AC2258과 CM334를 교배하여 전개한 F₄-F₇계통에 대하여 풋마름병과 역병에 복합저항성 선발을 실시하였다. 또한 경북 영양의 재래종, '수비초'에 역병 저항성의 PI201234를 교배하여 육성한 '19-1-3-7-1'계통과 풋마름병 저항성의 KC350(MC)간 교배조합의 BC₁F₆부터 BC₁F₉까지 선발과정을 진행하였다. 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. KC353 x AC2258, KC353 x CM334 조합에서는 풋마름병과 역병에 복합저항성이며 착과성이 비교적 우수한 F₇(KC353-3 x AC2258)-8B-5-4-4 (그림 11)을 선발하였다.
2. 19-1-3-7-1 x KC350(MC)조합에서는 풋마름병과 역병에 고도의 저항성을 갖추고 측지발생이 적은 최우수 계통으로 BC₁F₉{(19-1-3-7-1-1 × KC350-2) × 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-1-5-3 (그림 12)을 선발하였다.
3. KC350 (MC) 유지과정에 19-1-3-7-1-1과 자연 교배가 일어나 선발을 실시하여 풋마름병, 역병 복합저항성의 유망계통 KC350-2-2-1-3 (그림 13)을 얻었다.
4. 이 중 BC₁F₉{(19-1-3-7-1-1 × KC350-2) × 19-1-3-7-1-1}3-2-1-3-3-1-5-3은 2004년도에 신품종 보호출원을 위한 자료를 수집하여 출원준비를 하고 있으며, 나머지 2 계통은 2005년도에 재배하여 신품종 보호출원을 위한 자료를 준비하고자 한다.
5. 육성계통들은 육종 혹은 일대잡종의 모본으로 활용이 가능할 것이다.
6. 본 연구과제 진행 중에 바이러스 저항성, 측지발생이 적은 방향, 착과성 등을 위하여 추가로 교배조합을 작성하여 선발과정을 진행하여 유망계통을 얻었다.

제2절 육성계통의 접목 적합성 검정

제1항 서론

하우스팻고추의 대목품종은 풋마름병과 역병에 복합저항성을 갖추는 것이 긴요하며, 복합저항성을 육성하는 과정에 육성계통의 대목으로서의 적합성을 평가하는 것이 필요하였다. 우선은 접목이 잘 되는 것이 필요하고, 접목이 잘 될 경우 저온, 염류토양 등 다소 불량한 조건에서도 접수의 생육을 잘 지원하여 수량을 높일 수 있는 것이 바람직하다. 이에 육성과정의 계통에 실용품종을 접목하여 대목으로서의 적합성을 평가하였다.

제2항 재료 및 방법

1. 2001-2년도

가. 접목묘의 생육

2001년 10월 5일 CM334 x KC353 조합의 4개 F₅계통을 ‘탄탄’과 ‘가타구루마’를 대비로 하여 협력 육묘장인 밀양 푸른육묘장에 파종하였다. 대목용은 50구 트레이에 파종하고 접수용으로 ‘녹광’, ‘청양’, ‘파리’, ‘영광피만’ 품종을 10월 6일 128구 트레이의 ‘녹색지대(서울농자재)’ 상토에 파종하였다. 11월 20일 합접법으로 접목을 실시하였다. 12월 22일 접수-대목 조합별 접목묘의 생육을 조사하였다. 생육은 초장, 경경, 상배축(자엽에서 접목부위까지 길이), 하배축(지면에서 자엽까지 길이), 자엽액 측지장(자엽액에서 나오는 측지의 길이)를 각 대목 계통당 20주씩 조사하였다.

나. 접목묘의 역병에 대한 저항성

생육조사를 마친 묘에 대하여 12월 26일 역병균을 접종하였다. 접종은 경북대 포장균주를 사용하였으며, 접종 5일전에 호박과실에 역병균 균사를 접종하여 호박 과실표면에 형성된 유주자낭을 긁어 물에 희석하여 접종원으로 사용하였다. 접종원의 밀도는 약 10⁵ sporangia/ml로 하였으며, 각 주당 5ml을 관주해 주었다. 접종 후 5일 간격으로 발병도를 조사하였으나 1월 14일 실시한 최종조사 결과를 제시하였다.

다. 접목묘의 풋고추 수량 및 품질 조사

접목묘의 생육, 수량 및 병 발생을 조사하기 위하여 경남 밀양시 무안면 내진리와 산내면 가인2동의 농가포장에 시험포를 설정하고, 무안에는 ‘청양’ 품종을 접목한 묘를, 산내에는 ‘파리’를 접목한 묘를 심어 재배하게 하였다. 무안의 경우는 12월 21일 정식하여 무가운 보온 재배형태로 관리하였으며, 산내에서는 접목묘를 전열온상에서 관리하다가 1월 15일 정식하였다. 정식은 난괴법 3반복으로 시험구 배치하였으며, 각 시험구에 10주를 심었다. 이후는 농가의 재배관행에 따라 재배하였다. 수량은 인력 사정상 밀양 무안의 ‘청양’ 접목묘에 대하여 2월 24일부터 10일간격으로 4월 5일까지 조사하였다. 과실 품질에 미치는 대목의 영향을 알아보기 위하여 2월 24일 수확 과실에서 대목별 표본을 취하여 ‘청양’ 과실의 크기 등을 조사하였다.

2. 2002-3년도

가. 접목묘의 생육

2002년 11월 6일 밀양 푸른육묘장에 가서 대목용 계통은 50구, 접수용 품종은 128구에 과종하였다. 대목은 F₆(CM334×PBC631-3)-5B-7-5 등 4개 육성계통과 대비로 ‘가타구루마’와 ‘탄탄’을 넣었다. 접수는 ‘청양’, ‘녹광’, ‘파리’를 공시하였다. 12월 26일 육묘장의 관행방법으로 접목(합접)하였다. 1월 15일 생육조사용 접목묘는 학교로 옮겨 1월 18일 접목묘의 자엽액 발생 엽수 등을 조사하였다.

나. 접목묘의 풋고추 수량 및 품질 조사

대목의 접수 생육지원 능력을 조사하기 위하여 ‘파리’와 ‘녹광’을 접목한 묘는 밀양시 상동면 금산리 하우스에, ‘청양’을 접목한 묘는 밀양시 무안면 대진리 농가포장에 난괴법 3반복, 구당 10주를 재식하였다. 재식거리는 농가 관행에 따라 이랑 사이 90cm, 포기 사이 30cm로 하여 외줄심기 하였다. 관리는 재배방식은 무가운 보온재배였다. 정식 후 인력 사정상 ‘파리’와 ‘녹광’은 수시로 생육 관찰만 하고 ‘청양’은 전년도에 이어 수량 조사를 하였다. 5월 3일부터 6월 13일까지 10일 간격으로 협력농가의 도움을 받아 풋고추를 수확하여 수량을 조사하였다.

3. 2003-4년도

가. 하우스풋고추 접목묘의 생육과 수량

풋마름, 역병 복합저항성으로 육성한 5계통을 4개의 시판 대목용 품종을 대비로

하여 1월 3일 밀양 푸른육묘장의 40구 트레이의 '명품골드(서울농자재) 상토에 파종하였다. 대목 육성계통에 '녹광' 품종을 접목하였다 (그림 4). 활착묘를 학교로 옮겨 3월 12일 접목묘의 초장과 자엽액에서 발생하는 엽수 혹은 이미 측지가 발생한 경우 측지에서 발생한 엽수를 조사하였다. 각구 10주를 조사하였다.

수량 조사용은 경남 밀양시 상동면 안인리 농가의 하우스포장에 3월 16일 정식하였다. 정식 후 4월 30일을 시작으로 3회 수량을 조사하였다 (그림 4).

나. 노지고추 접목묘의 생육과 수량

꽃마름, 역병 복합저항성으로 육성한 5계통을 4개의 시판 대목용 품종을 대비로 하여 2월 20일 밀양 푸른육묘장에 파종하였다. 접수는 왕대박 품종으로 하여 대목 파종 3일후에 파종하였다. 접목은 3월 29일 실시하였으며, 4월 26일 접목묘의 측지를 조사하였고, 4월 29일 경북대 농장에 난괴법 3반복으로 각구 10주씩 정식하였다. 수확은 7월 28일 1회 실시하였다.

다. 대목의 근군과 접수의 생육 조사

대목의 근군 관찰과 접수의 생육을 조사하기 위하여 그림 5와 같이 하우스 이랑에 유리판을 묻어 유리벽을 설치한 다음 3월 20일 육성계통에 녹광을 접목한 묘를 유리판에 붙여 심었다. 대목 8종을 난괴법 3반복으로 배치하되 각 시험구는 1주로 하였다. 6월 12일 접목 식물을 뽑아 대목부와 접수부를 분리하여 생체중을 조사하고 대목의 자엽액에서 나온 측지의 길이를 측정하였다.

제3항 결과 및 고찰

1. 2001-2년도

가. 접목묘의 생육

대목 육성계통에 '청양', '녹광', '감미종(Bell)' 그리고 '파리' 고추에 접목한 고추묘의 생육상황은 표 1과 같다. 대목으로서는 하배축이 적절히 길어 접수가 접지부로 부터 충분히 높아 토양 병원균에 감염 위험이 적은 것이 좋고, 자엽액으로부터 측지 발생이 적은 것이 바람직하다. 그러나 육성계통들은 자엽액에서의 측지 발생이 많아 심한 경우는 자엽액에서 발생한 측지가 접수보다 크게 자라게 되어 포장에 심을 경

Table 1. Effect of rootstock on plant growth, and important horticultural characteristics of lines bred for rootstock.

Graft union (scion/stock) ^y	Plant height (cm) ^x	Stem dia. (cm) ^x	Epicotyl length(cm) ^x	Hypocotyl length (cm) ^x	Lateral shoot length (cm) ^x
Cheongyang/01G001	17.4 b-d	0.3 e-i	3.0 d-h	2.5 b-f	0.8 de
Cheongyang/01G002	18.7 b	0.3 f-j	4.9 a	2.9 b-d	0.6 de
Cheongyang/01G003	16.6 d-g	0.3 f-j	2.9 d-i	2.2 d-f	0.3 de
Cheongyang/01G004	18.5 b	0.3 h-j	2.7 f-j	3.1 b	2.0 bc
Cheongyang/Gataguruma	20.9 a	0.3 j	3.1 de	2.8 b-d	0.2 de
Cheongyang/Tantan	16.7 d-f	0.3 g-j	2.6 h-k	2.7 b-e	0.1 de
Cheongyang, not grafted	18.1 bc	0.4 b-f	3.2 de	2.7 b-e	0.0 e
Nokguang/01G001	13.9 jk	0.3 c-h	3.1 de	2.5 b-f	2.6 b
Nokguang/01G002	17.8 b-d	0.3 c-i	4.0 ab	2.4 b-f	0.3 de
Nokguang/01G003	15.9 e-h	0.3 d-i	3.0 d-e	2.4 b-f	1.1 c-e
Nokguang/01G004	13.9 jk	0.3 c-i	2.6 f-j	3.1 bc	2.6 b
Nokguang/Gataguruma	16.9 c-f	0.3 h-j	3.0 d-h	2.7 b-e	0.3 de
Nokguang/Tantan	15.6 f-h	0.3 c-i	2.6 g-j	2.7 b-e	0.2 de
Nokguang, not grafted	16.0 e-h	0.3 c-h	3.0 d-h	2.7 b-e	0.0 e
Bell/01G001	10.9 mn	0.4 a	2.5 i-l	2.1 d-f	4.4 a
Bell/01G002	13.8 k	0.4 ab	4.1 c	2.2 d-f	1.4 cd
Bell/01G003	10.9 mn	0.3 c-h	2.7 f-j	1.8 f	0.4 de
Bell/01G004	12.2 l	0.3 g-j	1.9 m	2.6 b-e	3.1 b
Bell/Gataguruma	11.9 lm	0.4 b-e	2.2 k-m	2.2 d-f	0.1 de
Bell/Tantan	14.2 i-k	0.3 c-h	3.0 d-g	2.3 c-f	0.4 de
Bell, not grafted	10.6 n	0.4 bc	3.3 d	2.1 d-f	0.1 de
Kouari/01G001	14.1 jk	0.4 b-d	2.9 d-i	2.6 b-e	2.0 bc
Kouari/01G002	17.0 c-e	0.4 b-e	4.4 b	3.8 a	0.4 de
Kouari/01G003	15.1 h-j	0.4 bc	2.8 e-i	2.0 ef	0.1 de
Kouari/01G004	16.8 d-f	0.3 c-h	2.2 lm	2.7 b-e	0.3 de
Kouari/Gataguruma	18.4 b	0.3 ij	3.2 de	2.6 b-e	0.2 de
Kouari/Tantan	15.3 g-i	0.3 c-g	2.5 i-l	2.4 b-f	0.0 de
Kouari, not grafted	12.5 l	0.3 g-j	2.4 j-l	2.6 b-e	0.0 e

^xMean separation within columns by DMRT at $P \leq 0.05$.

^yRootstock, 01G001=F₅(CM334 x KC353)-7-6; 01G002=F₅(KC353-CM334)-4-8; 01G003=F₅(KC353 x AC2258)-8-6; 01G004=F₂(③ x ④)-1.

우 접수가 아닌 대목이 자라나오게 되는 문제가 있다 (그림 1). 접목을 보통 제1본엽 부위에 하기 때문에 측지는 주로 자엽액에서 나오는 측지가 문제가 된다. 이렇게 육성계통을 대목으로 할 경우 측지 발생이 많은 것은 역병 저항성 재료로 CM334가 들어간 경우 더욱 심하였다. 역병 저항성 재료 중에서 AC2258은 역병 저항성은 CM334보다 상대적으로 낮은 것으로 알려져 있으나 (Gil Ortega 등, 1992) 측지발생이 적어 대목용 품종 육성에는 유리한 것으로 평가되었다.

나. 접목묘의 역병에 대한 저항성

접목묘의 역병에 대한 저항성은 표 2와 같다. 육성계통과 대조 품종인 ‘가타구루마’와 ‘탄탄’은 거의 발병하지 않은데 비해 자근 묘들은 모두 심하게 감염되어 말라 죽었다. 그러나 이후의 풋마름병 접종에서 ‘가타구루마’는 풋마름병에 매우 약한 것으로 확인되어 일단 풋마름병이 들어올 경우 큰 피해를 입을 수 있을 것으로 예상되었다.

다. 접목묘의 풋고추 수량 및 품질

육성계통에 접목한 ‘청양’ 품종의 수량은 표 3과 같다. 수량에서 대목간의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다. 그러나 육성계통은 시판 대목품종인 ‘가타구루마’와 ‘탄탄’에 비해 떨어지는 경향이였다. 시판품종들은 일대잡종으로 잡종강세성에 따라 접수의 생육 지원 능력이 육성계통보다 다소 우수한 것으로 보였다. 2월 24일 수확한 과실의 크기 등을 보면 (표 4) 대목 간에 별 차이를 볼 수 없었다. 다만 수확과수에서 탄탄을 대목으로 한 것이 다소 많았는데, 이것은 ‘탄탄’ 접목묘가 저온기 생육이 다소 우수하여 조기 착과가 다소 많은 것으로 추정되었다.

2. 2002-3년도

가. 접목묘의 생육

육성계통 중 측지 발생이 비교적 적은 4계통을 대조품종과 함께 ‘파리’, ‘청양’, ‘녹광’ 품종을 접목하여 접목묘의 생육을 조사한 결과 (표 5) F₆(CM334×PBC631-3)-5B-7-5의 경우는 자엽액에서 측지가 나오지 않아 접수의 생육을 잘 지원할 경우 유용할 것으로 사료되었으나 농가 포장 조사에서 저온에서의 생장이 매우 저조하여 선발되지 못하였다. 다른 육성계통들은 대비품종에 비해 측지 발생이 많았으며, 기타 형질에서는 특별할 경향을 찾을 수 없었다(그림 2).



CM334

AC2258

그림 1. 대목으로서의 매우 중요한 특성의 하나가 자엽액에서의 측지발생이다. 육성 계통들(상)은 접목 후에 측지 발생이 많이 접수의 생육에 영향을 주었으며, 시판 대목품종인 ‘탄탄’과 ‘가타구루마’에서는 측지 발생이 거의 없었다(하-좌). 육성계통의 측지 발생은CM334 (하-중)의 영향을 받은 것으로 보인다. AC2258은 측지가 발생하지 않아 대목재료로 우선 이용될 수 있다 (하-우).

Table 2. Resistance to Phytophthora root rot of lines bred for rootstock after grafting with different scions.

Graft union (scion/stock)	No. of plants tested	Mean stem rot index ^Z	No. of plants tested	Mean root rot index ^Y
Cheongyang/01G001	20	1.1 ab ^x	19	1.1 ab ^x
Cheongyang/01G002	20	1.0 a	20	1.0 a
Cheongyang/01G003	20	1.1 ab	20	1.0 a
Cheongyang/01G004	20	1.0 a	20	1.0 a
Cheongyang/Gataguruma	20	1.0 a	18	1.1 ab
Cheongyang/Tantan	20	1.0 a	20	1.0 a
Cheongyang self-rooted	25	4.0 c	25	5.0 c
Nokguang/01G001	20	1.0 a	20	1.0 a
Nokguang/01G002	20	1.0 a	20	1.0 a
Nokguang/01G003	20	1.0 a	20	1.0 a
Nokguang/01G004	20	1.1 ab	18	1.2 ab
Nokguang/Gataguruma	20	1.2 b	18	1.3 b
Nokguang/Tantan	20	1.0 a	19	1.1 ab
Nokguang, not grafted	25	4.0 c	25	5.0 c
Bell/01G001	20	1.0 a	20	1.0 a
Bell/01G002	20	1.1 ab	19	1.1 ab
Bell/01G003	20	1.0 a	19	1.1 ab
Bell/01G004	20	1.0 a	19	1.1 ab
Bell/Gataguruma	19	1.1 ab	18	1.1 ab
Bell/Tantan	20	1.0 a	20	1.0 a
Bell, not grafted	16	4.0 c	16	5.0 c
Kouari/01G001	20	1.0 a	20	1.0 a
Kouari/01G002	20	1.0 a	20	1.0 a
Kouari/01G003	20	1.0 a	20	1.0 a
Kouari/01G004	20	1.0 a	20	1.0 a
Kouari/Gataguruma	20	1.0 a	19	1.1 ab
Kouari/Tantan	20	1.0 a	19	1.1 ab
Kouari, not grafted	25	4.0 c	25	5.0 c

^Z1=No disease symptom observed; 2=necrotic lesion on stem but still surviving; 3=wilting; 4=dried and dead.

^Y1=No root rot observed; 2=about 25% root rot; 3=about 50% root rot; 4=about 75% root rot; 5=complete root rot.

^XMean separation within columns by DMRT at $P \leq 0.05$.

표. 3. '청양' 품종의 수량에 미치는 대목의 영향 (2001-2002 겨울, 밀양 무안)

계통	수량					합계
	2/24	3/5	3/15	3/25	4/5	
가타구루마	1407	1068	4337	3380	2380	12571 a
탄탄	1277	1217	4053	3693	2167	12407 a
대조	1200	1343	4073	2833	1870	11320 a
F ₂ (③ x ④)-1	1150	1100	4003	2967	2097	11317 a
F ₅ (KC353-CM334)-4-8	993	1007	3523	3250	2343	11117 a
F ₅ (CM334 x KC353)-7-6	967	1117	3693	3013	2070	10860 a ^z
F ₅ (KC353 x AC2258)-8-6	1230	1197	2910	3520	2003	10860 a
농가 포장	980	850	3930	3720	2160	11640

^zDMR에 의한 평균분할, $P \leq 0.05$.

표 4. '청양' 품종의 과실 품질에 미치는 대목의 영향 (2001-2002 겨울, 밀양 무안)

대목	주간장	절간	과장	과경	과중	수량
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(g)	과수
탄탄	19.7	6.3 ab	11.2	1.6	10.0	139
F ₂ (③ x ④)-1	21.6	5.9 a	11.0	1.6	9.6	130
F ₅ (KC353-3 x AC2258)-8B-6	22.2	6.7 b	11.4	1.6	10.3	127
대조구	20.9	6.3 ab	11.0	1.7	10.1	125
F ₅ (KC353-3 x CM334)-4B-8	20.0	6.6 b	11.3	1.6	10.5	122
가타구루마	19.2	6.5 b	11.1	1.7	9.8	120
F ₅ (CM334 x KC353-3)-7B-6	20.1	6.3 ab ^z	10.8	1.6	9.9	78

^zDMR에 의한 평균분할, $P \leq 0.05$.

표 5. 몇 가지 대목의 접수 생육에 미치는 영향 (2003)

접수	대목	자엽액 엽수	주경장	대목 경장	접수 주경장	경경	제1분지 절간장	개화수
파리	F ₆ (CM334×PBC631-3)-5B-7-5	0.8	15.1	4.4	10.7	0.4	4.7	2.2
	F ₆ (PBC631×AC2258)-8B-6-3	2.7	14.8	4.4	10.5	0.4	5.1	2.4
	F ₃ (④×③)-2-5	2.2	17.0	5.0	12.0	0.4	5.7	2.4
	KC350-2-9-1	2.4	19.0	5.9	13.1	0.4	5.9	1.7
	가타구루마	2.2	18.6	5.6	13.0	0.4	5.7	1.6
	탄탄	2.2	18.6	5.6	13.0	0.4	5.7	1.6
녹광	F ₆ (CM334×PBC631-3)-5B-7-5	3.1	14.2	4.7	9.5	0.4	5.5	1.5
	F ₆ (PBC631×AC2258)-8B-6-3	6.9	12.9	4.5	8.4	0.4	4.5	1.6
	F ₃ (④×③)-2-5	3.9	16.6	5.0	11.6	0.4	6.5	1.8
	KC350-2-9-1	2.3	17.7	6.2	11.5	0.4	7.0	1.2
	가타구루마	1.0	17.4	5.1	12.4	0.4	6.7	1.5
	탄탄	0.4	15.4	4.8	10.6	0.4	7.4	1.8
청양	F ₆ (CM334×PBC631-3)-5B-7-5	1.5	14.3	4.2	10.2	0.4	6.1	1.1
	F ₆ (PBC631×AC2258)-8B-6-3	2.4	16.0	5.2	10.8	0.4	5.1	2.1
	F ₃ (④×③)-2-5	2.9	18.4	5.3	13.1	0.4	7.6	1.3
	KC350-2-9-1	1.1	19.2	5.6	13.6	0.4	6.9	1.2
	가타구루마	1.6	18.0	5.5	12.5	0.4	8.1	1.2
	탄탄	0.7	16.7	4.8	12.0	0.4	6.3	1.4

나. 접목묘의 풋고추 수량 및 품질 조사

농가포장에서 접목묘의 수량을 조사한 결과를 보면(표 6) 총 수량에서 탄탄과 KC350-2-9-1을 대목으로 한 구가 상위에 있어서 KC350-2-9-1이 유망하게 생각되었다. 이 계통은 원래 MC4, 즉 풋마름병 저항성 재료이나 2000년경에 19-1-3-7-1과 자연교잡된 것으로 추정되어 계속 풋마름병, 역병 복합 저항성으로 선발해 온 계통이다. 한편 측지 발생이 적고 초세가 좋은 것으로 알려진 ‘가타구루마’에 접목한 시험구 하나에서 풋마름병이 발생하여(그림 3) ‘가타구루마’ 구의 수량이 현저히 떨어진 것으로 나타났다. ‘가타구루마’는 역병에는 저항성이나 풋마름병에는 매우 약하여 풋마름병이 발생할 경우 큰 피해로 이어지게 되어 대목품종으로서 가치가 반감되고 있었다. 실례로 2004년 1월 밀양시 단장면의 한 농가에서는 ‘가타구루마’에 접목한 파리고추 재배 농가에서 풋마름병으로 패농에 이른 경우가 관찰된 바 있다(그림 3).

3. 2004년도

가. 하우스풋고추 접목묘의 생육과 수량

녹광품종을 접목한 육성계통의 초장과 대목의 자엽액에서 나오는 엽수를 조사한 결과는 표 7과 같다. 초장은 KC350 계통에 접목한 묘가 크게 나타났으며, 자엽액 분화 엽수는 KC268 계통이 가장 적고 이어서 ‘통일로’, ‘다끼대목’, ‘탄탄’의 순으로 적었다. KC268은 경북 청도군 풍각면의 한 재래종에서 선발된 계통으로 역병에는 중도의 저항성을 가지며, 풋마름병에 매우 강하며, CMS에 유지계(maintainer)이어서 일대잡종 육성을 위한 모계의 유지계로 활용이 가능하다. 기타 육성계통들은 자엽액에서 분화되는 잎이 많아 측지가 나올 것으로 기대되었다.

농가포장에서의 수량은 대목간에 차이가 유의하지 않았으나 $F_3(② \times ③)-1-4-2$, KC350-2-2-4-5이 높게 나타났으며(표 9), 무접목묘에서는 역병이 발생하였으나(그림 4) 이 육성계통에서는 발생하지 않아 대목으로 활용이 가능할 것으로 생각되었다.

나. 노지고추 접목묘의 생육과 수량

노지고추에도 접목을 하게 됨에 따라 육성계통의 노지고추 대목으로 활용 가능성을 검토하기 위하여 대목 육성계통에 노지재배 품종인 ‘왕대박’을 접목하여 접수의 생육과 수량을 조사하였다. 접목묘의 초장과 측지 발생을 보면(표 8), $F_3(② \times ③)-1-4-2$ 이 가장 적게 나타났고 KC 350-2-2-4-2 가장 많이 나타나 ‘녹광’을 접목했을 때와는 다른 경향을 나타내었는데 이는 접목친화성에 기인하는 것으로 생각되기도 하였으나 결론을 내리기 위해서는 더 정밀한 관찰이 요구된다.



그림 2. 유묘의 생육에 미치는 대목의 효과, 포장에서의 생육지원 효과와 상관성이 있으나 저온 조건에서 반드시 일치하지는 않는다. 따라서 저온신장성의 평가방법의 개발이 필요하다.

표 6. '청양' 품종의 수량에 미치는 대목의 효과 (2003, 밀양 무안)

계통내역	수량 (g)					합계
	5월	5월	5월	6월	6월	
	3일	13일	23일	3일	13일	
탄탄	500	702	2285	1513	1077	6077 a
KC350-2-9-1	493	665	2363	1467	1050	6038 a
청양 자근묘	440	600	2647	1577	733	5997 a
F ₃ (④×③)-2-5	533	555	1832	1393	990	5303 ab
F ₆ (CM334×PBC631-3)-5B-7-5	417	580	1825	1207	920	4948 ab
가타구루마	277	390	1775	1460	907	4808 ab
F ₆ (PBC631×AC2258)-8B-6-3	400	585	1433	1193	797	4408 b

노지재배에서의 수량을 보면 (표 9) 탄탄, F₃(②×③)-1-4-2, KC268-1-1-4-4의 순서로 나타나 육성계통들은 노지재배의 대목으로도 활용이 가능할 것으로 사료되었다. 그러나 더욱 기대할 수 있는 것은 KC268을 CMS-A에 여교배하여 불임계를 육성하여 모계로 하고, 이에 잘 조합하는 부계를 교배하여 일대잡종을 만들면 보다 우수한 대목품종이 얻어질 수 있을 것으로 기대된다.

다. 대목의 근균과 접수의 생육 조사

유리벽 옆에 접목묘를 심어 근균의 생육을 관찰하는 것이 가능하였다. 대목에서 측지가 많이 나오게 되면 접수의 수량이 떨어지게 되어 있는데 본 시험에서 KC350-2-2-4-5와 F₃(②×③)-1-4-2, 그리고 KC350-2-2-4-2은 대목의 자엽액으로부터 측지가 길게 나와 대목으로 사용할 경우 이를 제거하는데 노력이 더 들어갈 것으로 예상되었다 (그림 5). 그러나 KC268은 측지가 거의 나오지 않아 유망하게 생각되었으나 접수의 중량이 적어 접수의 생육 지원능력이 떨어지는 것으로 나타났다. 본 실험은 공시 개체수가 적은 등 정밀한 시험은 아니었으나 대목의 저온신장성을 위한 방안은 충분히 검토되었다. 즉 대목의 저온신장성을 검정할 경우는 최저기온이 5℃ 내외, 지온이 12℃내외 되는 조건에서 동일품종을 접목하여 일정기간 재배 후 대목부와 접수부의 생육을 조사하면 저온신장성을 평가할 수 있을 것으로 사료되었다.

제4항 결론

1. 육성계통들은 꽃고추용 및 노지재배용 고추와 접목이 잘 되어 접목 자체에는 문제가 없었다
2. 육성계통들은 시판 대목품종에 비해 접목할 경우 자엽액(cotyledonary axil)에서 측지가 길게 나오는 결점이 발견되었으며, 이어 측지 발생이 적은 방향으로 선발된 계통들은 측지 발생이 다소 줄어드는 경향이었다.
3. 육성계통들을 접목한 묘는 시판 대목품종에 비해 농가포장에서 수량이 다소 떨어지는 경향이었으나 나중에 선발된 일부 계통들은 거의 비슷한 수준의 수량이 나왔다.
4. 추후 선발 혹은 육성계통들을 이용하여 일대잡종으로 만들 경우 꽃마름, 역병 복합저항성, 저온신장성과 접수지원 능력을 갖춘 품종을 육성하는 것이 가능할

것으로 사료되었다.

5. 저온신장성의 검정을 위해서는 접목묘를 무가온 하우스 재배 온도조건, 즉 최저 기온 5℃내외, 지온이 12℃내외 되는 조건에서 동일 품종을 접목하여 일정 기간 재배 후 대목과 자엽액에서 발생하는 측지, 그리고 접수의 성장량을 측정하여 평가하는 것이 가능하다.

표 7. 육성계통의 '녹광' 품종 접목묘의 생육 (2004)

BN	계통	초장(cm)	측엽수
04A032	KC268-1-1-4-4 ○	12.6 e	0.3 a
04A051	통일로	13.3 de	1.3 a
04A041	다끼대목	13.9 cd	4.3 b
04A040	탄탄	10.9 f	4.3 b
04A011	KC 350-2-2-4-5○	14.7 bc	5.3 bc
04A039	가타구루마	13.7 d	5.8 b-d
04A001	F6(KC353-3×AC2258)-8B-5-4-2	13.4 de	6.1 b-d
04A010	KC 350-2-2-4-2○	15.0 b	7.1 d
04A017	F3(②×③)-1-4-2○	13.4 de	7.6 d
무접목	무접목 녹광	16.4 a	0.0 a

표 8. 왕대박 품종의 묘 생육에 미치는 대목의 영향 (2004)

BN	계통	초장 (cm)	측엽수	단측지 (cm)	장측지 (cm)	평균 측지장 (cm)
04A032	F ₃ (②×③)-1-4-2○	22.8 cd	0.1 a	0.0	0.0	0.0 a
04A051	무접목 왕대박	21.6 b	1.5 ab	0.1	0.3	0.2 ab
04A041	탄탄	22.1 bc	3.3 bc	0.2	0.9	0.6 bc
04A017	KC 350-2-2-4-5○	19.8 a	5.1 c	0.3	1.0	0.7 bc
04A043	다끼대목	22.1 bc	5.5 c	0.5	1.3	0.9 c
04A040	가타구루마	19.3 a	5.6 c	0.4	1.3	0.9 c
04A039	KC268-1-1-4-4 ○	23.3 d	5.5 c	0.6	1.5	1.0 c
04A045	통일로	21.8 b	5.6 c	0.4	1.8	1.1 c
04A001	F6(KC353-3×AC2258)-8B-5-4-2	20.0 a	9.8 d	1.2	2.8	2.0 d
04A011	KC 350-2-2-4-2○	19.5 a	11.2 d	1.6	2.9	2.3 d

표 9. '녹광'과 '왕대박' 품종의 수량에 미치는 대목의 영향 (2004년 밀양 상동)

대목	녹광 (밀양 상동 시험포)(g)			왕대박 (학교농장)(g)		
	4/30	6/01	6/22 합계	7/28	8/26	합계
F ₃ (②×③)-1-4-2○	210	1673	2213 4097 a	820	600	1420 a
KC350-2-2-4-5○	273	1397	2360 4030 a	620	693	1313 a
탄탄	263	1560	1780 3603 a	633	807	1440 a
다끼대목	273	1633	1687 3593 a	713	380	1093 a
KC350-2-2-4-2○	293	1440	1680 3413 a	646	707	1353 a
KC268-1-1-4-4 ○	213	1440	1647 3300 a	740	660	1400 a
F ₆ (KC353-3×AC2258)-8B-5-4-2	308	1290	1640 3238 a	820	567	1387 a
가타구루마	205	1177	1853 3235 a	940	413	1353 a
통일로	277	1317	1627 3220 a	800	767	1567 a
무접목	163	433	527 1123 b	693	487	1180 a

DMR에 의한 평균분할, P≤0.05

표 10. 육성계통의 측지발생 및 접수의 생육지원 능력 (6/12/04)

대목	측지 중량 (g)	평균 측지장 (cm)	대목 중량 (g)	접수 중량 (g)
가타구루마	6.3 a	6.8 a	39.7 b	80.0 b
탄탄	4.0 a	8.5 a	50.7 b	76.7 b
KC 350-2-2-4-5○	34.7 b	31.9 b	46.0 b	58.3 b
다끼대목	1.7 a	1.8 a	43.3 b	53.3 b
F ₃ (②×③)-1-4-2○	44.3 b	31.5 b	34.0 b	45.3 b
F ₆ (KC353-3×AC2258)-8B-5-4-2	9.3 a	14.7 a	38.0 b	29.7 b
KC268-1-1-4-4 ○	0.0 a	0.0 a	30.0 b	25.3 b
KC350-2-2-4-2○	51.7 b	37.5 b	47.7 b	24.0 b



그림 3. '가타구루마' 대목에 청양을 접목한 경우(좌, 밀양 무안)와 파리를 접목한 경우의 풋마름병 발생 사례 (우, 밀양 단장)



그림 4. 접목 및 이후 유합 준비(상), 2004년도 농가포장 시험포 (하좌), 무접목 '녹광'구의 역병 발생.



그림 5. 대목용 육성계통의 근군 관찰을 위하여 하우스의 베드에 유리벽을 만들고 그에 붙여서 접목묘를 심어 수시로 흙을 끌어내고 근군을 관찰할 수 있었다. 뽑아낸 식물을 대목부분과 접수부분으로 나누어 생체중, 측지장 등을 측정하였다. 대목별 근군 및 측지 발생, 04A040=탄탄대목; 04A039=가타구루마; 04A041=다끼대목; 04A011=KC350-2-2-4-5.

제3절 시설풋고추 재배환경조사

제1항 서론

하우스풋고추는 주로 겨울과 봄에 걸쳐 남부지방에서 재배되고 있다. 대목품종은 이러한 시설재배환경에서 잘 적응하여 접수의 생육과 수량을 지원할 수 있어야 할 것이다. 이러한 배경에서 풋고추 재배 하우스의 기온과 지온, 토양 산도와 염도를 비롯한 토양분석, 그리고 선충밀도를 조사하였다.

제2항 재료 및 방법

1. 시설환경 조사

무가온 재배 하우스의 기온과 지온은 ‘온도도리(일)’ 온도 측정기록계를 사용하여 2003년 3월 8일부터 1개월간 조사하였다 (그림 1).

2. 하우스 토양조사

하우스 풋고추 재배토양의 산도, 염도, 유기물 함량 등은 재배포장에서 토양시료를 채취하여 토양 전문가에 분석을 의뢰하였다.

3. 토양 선충 밀도 조사

하우스 풋고추 재배 하우스 토양에서 채취한 토양시료를 선충전문가에 의뢰하여 조사하였다.



그림 1. 기온 및 지온 측정을 위한 온도도리 (TR-71S) 설치, 무가온 풋고추 재배 하우스 내부 전경.

제3항 결과 및 고찰

1. 시설내의 온도 조사

경남 밀양시 상동면의 일반 풋고추(품종: 녹광)와 파리풋고추, 그리고 무안면의 ‘청양’ 고추를 무가온으로 재배하는 하우스의 지온과 기온을 측3월 8일부터 1달간 측정하였다. 지온은 최저 12℃부근, 지상은 최저 5℃부근으로 유지되는 것으로 나타났다. 따라서 저온신장성 검정을 위해서는 이를 참고로 하여 검정온도를 설정할 수 있게 되었다.

고추 대목은 처음에는 역병의 방제를 목적으로 시작되었으나 역병 저항성 대목의 도입과 함께 풋마름병 발생이 늘어나고 있어서 앞으로는 풋마름병에도 저항성을 갖추어야 대목으로 가치를 인정받을 수 있게 되었다. 또한 최근 유가가 올라가고 국제 탄산가스 배출 규제가 강화됨에 따라 무가온 재배가 늘어나게 될 것으로 예상되며, 그렇게 될 경우 저온 신장성이 강한 대목의 요구도가 높아질 것으로 예상된다. 대목을 육성함에 있어서는 이에도 대비하여야 할 것이다.

2. 하우스 풋고추 재배토양 조사

2001-2002 겨울에 접목묘의 적응성 실험을 실시한 밀양시 산내면과 무안면 시험포의 하우스 토양 조사 결과는 표 1과 같다. 밀양 무안의 경우는 특이 사항이 없으나 산내면 포장의 경우 EC가 5.15로 나와 염도가 매우 높고 질산태 질소 함량도 매우 높게 나타났다. 이것은 대목품종을 육성할 경우 염류에 대한 내성도 갖추어야 하는 점을 시사하고 있다.

진주지역의 경우도 (표 2) 사봉면 남마성의 두 농가, 경남 진주시 금산면 장사리 농가의 경우 토양 pH가 7.0을 넘고 EC 적정치(05-1.5)를 넘어 시비가 과도한 것으로 나타났다. 따라서 대목품종은 이러한 불량환경에서도 견디며 접수의 생육을 지원할 수 있도록 하여야 할 것이다.

3. 풋고추 시설재배 토양의 선충 밀도 조사

2002년도에 채집한 밀양 지역의 하우스풋고추 재배 토양에서는 한 곳에서 뿌리혹 선충이 발견되었으나 전체적으로 선충의 밀도가 상당히 낮았다 (표 3). 이와 같이 기생성 선충의 발생빈도가 낮고, 검출된 경우에도 밀도가 낮은 것은 밀양의 경우 벼와 돌려짓기하기 때문으로 생각되었다. 그러나 창녕군 남지의 경우는 7개 시료 중 5개의 시료에서 높은 밀도의 선충이 검출되어 피해가 있을 것으로 생각되며 이 지역에 보급하는 대목은 선충에 대한 저항성도 갖추어야 할 것으로 사료된다. 창녕군 남지의 하우스 풋고추 재배 토양에서 선충 밀도가 높은 것은 남지의 특이한 작부체계에 기인한다고 하겠다. 남지의 경우 풋고추와 오이를 돌려짓기하며, 오이에는 선충이 매우 심하게 발생하여 큰 피해를 낸다. 따라서 다음에 재배하는 고추에도 발생이 많은 것은 당연하다. 그러나 고추에 대한 선충의 피해는 제대로 평가된 적이 없다. 선충에 대한 저항성도 보고 된바가 있으며, 그 발생과 피해에 따라 선충 저항성 대목의 개발도 고려하여야 할 것이다 (한과 김, 1995).

2004년도에는 광주, 밀양, 창녕 지역에서 토양을 채취하여 선충 밀도를 조사하였는데 광주지역에서는 선충이 검출되지 않았으며, 밀양시 단장면의 한 농가에서 선충이 검출되었다. 밀양지역에도 점차 담전운환 재배에서 연작을 하게 되면서 선충 발생도 늘어나는 것으로 보인다. 창녕 남지의 경우는 2002년도 조사와 같이 뿌리혹선충의 유충이 높은 밀도로 검출되었다.

표 1. 접목묘 재배 시험포의 토양조사 성적

시료명	ph[1:5]		유기물	AV.P ₂ O ₅	Ex.Cation[cmol+/kg]			EC	NO ₃ -N	토성	Sand	Silt	Caly
	활산도	잠산도	[g/kg]	[mg/kg]	K	Ca	Mg	[ds/ml]	[mg/kg]				
밀양산내	5.5	5.2	54.3	452	0.40	7.64	2.49	5.15	453.0	SIC	27.0	40.0	33.0
밀양무안	5.8	4.9	37.9	306	0.50	6.20	1.28	0.95	18.4	SIC	37.7	32.1	30.2

표 2. 진주지역 하우스팻고추 재배농가의 토양 조사 결과 (2004. 6. 14-26)

농가명	주 소	품종	재배 면적 (m ²)	토 양 조 사 내 용								
				토성	pH	EC (ms/cm)	유기물 함량 (%)	유효 인산 (ppm)	칼리 (me/100g)	칼슘 (me/100g)	마그네슘 (me/100g)	
문성근	경남 진주시 하대동 31-34	녹광	4000	사질 양토	6.4	1.7	4.9	640	1.32	6.5	2.7	
박청갑	경남 진주시 초전동	녹광	3200	양토 (퇴적)	6.2	2.2	4.8	675	1.33	9.9	5.0	
안삼구	경남 진주시 사봉면 남마성	녹광	1880	질양토	7.5	5.2	6.4	1524	3.0	14.2	7.1	
천선권	上同	청양 녹광	3200	질양토	6.9	1.4	4.6	1183	2.2	11.1	5.2	
이효우	上同	녹광	2600	질양토	6.4	2.4	5.1	444	1.2	11.4	5.0	
강상일	경남 진주시 금산면 장사리 841	녹광	3200	양토	7.3	2.5	6.1	791	1.7	9.0	5.2	
임복일	경남 진주시 금산면 속사리	녹광	2400	사양토	6.9	0.7	2.0	944	0.5	8.5	1.5	
박홍구	경남 진주시 금산면 속사리	녹광	3200	사양토	7.2	0.4	2.4	835	1.0	7.1	1.3	
최현기	경남 진주시 금산면 장사리 1287	녹광	3200	양토	6.8	1.1	2.3	1226	0.7	15.8	4.4	

상기 농가는 역병방제를 위해 접목묘를 구입하여 재배하였으며 대목명은 모르고 있었으며 역병발병은 없었음.

표 3. 경남 밀양 하우스 토양의 선충 종류별 밀도 (마리/100g 토양, 2002. 7. 9 채집)

번호 \ 선충	<i>Meloidogyne</i>	<i>Aphelenchus</i>	<i>Dorylaimida</i>	<i>Saprozoic</i>
A	0	0	12	432
B	0	0	24	1770
C	0	0	0	36
D	0	0	0	48
E	108	0	0	1110
F	0	0	0	60
G	0	30	0	180
H	0	12	0	54
I	0	18	0	186
J	0	36	0	210
K	0	0	0	18
L	0	18	0	36
M	0	12	0	78
N	0	0	0	72

표 4. 경남 남지읍 하우스 토양의 선충 종류별 밀도 (마리/100g 토양)
(2002. 7. 30 채집)

채집번호	지 역	<i>Meloidogyne</i>	<i>Tylenchus</i>	<i>Saprozoic</i>	비고
1	창녕군 남지읍 새동네1	20,700	0	720	피해 예상
2	창녕군 남지읍 새동네2	14,760	0	180	"
3	창녕군 남지읍 새동네3	3,000	0	480	"
4	창녕군 장마면 입구	3,360	0	300	"
5	창녕군 남지읍 남지리1	0	48	1,584	
6	창녕군	12	0	702	
7	창녕군 도천면	4,800	0	720	"

표 5. 전남과 경남지역 하우스풋고추 재배토양의 선충 발생 상황

(채집 2004. 5. 29.; 선충분리 2004. 6. 28; 토양 300cm³를 깔때기법으로 분리)

채집장소	선충 밀도/300cm ³ soil				
	기생성선충		비기생성	포식성선충	
	<i>Meloidogyne</i> sp.	<i>Tylenchus</i> sp.	<i>Aphelenchus</i> sp.	Saprozoic <i>Dorylaimius</i> sp.	
광주 대천면	0			416	15
광주 학동	0	6		0	
광주 대천면	0			24	4
무안 죽월리 4	0			5	12
무안 죽월리 5	0			0	12
밀양 상동 시험포	0	6		360	60
밀양 단장면 7	1,840			400	96
밀양 단장면 8	0		104	288	
남지 9	256		40	6240	
남지 10	480		40	320	
남지 ② 11	1,120	50		1120	
장관기	1,104	30	24	240	
창녕 부곡 13	8			64	

Meloidogyne sp. : 뿌리혹선충(유충 밀도); *Tylenchus* sp.=참선충류; *Aphelenchus* sp.=등근꼬리선충류; Saprozoic=부식성선충류; *Dorylaimius* sp.=포식성선충류

제4항 결론

무가온 재배 하우스의 일중 최저온도는 지상 5℃, 지중 12℃부근이었다. 유가의 상승과 세계 탄산가스 배출 규제 강화와 함께 무가온 재배가 늘어나게 될 것으로 예상되어 이 온도 혹은 그 이하의 온도에서 접수의 생육을 지원할 수 있는 대목 품종의 개발이 요망된다.

풋고추 재배 토양에는 pH가 7.0을 넘고 EC값이 5.0을 넘는 곳이 발견되어 대목은 이러한 조건에서도 생육을 할 수 있어야 할 것으로 생각되었다.

하우스 풋고추 재배 토양의 선충밀도를 조사한 결과 오이와 풋고추를 돌려짓는 창녕 남지의 하우스 토양에 기생성의 뿌리혹선충이 많이 검출되었다. 선충피해가 심할 경우 선충에 저항성인 대목의 육성도 고려하여야 할 것이다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 고추 풋마름병·역병 복합저항성 대목품종 개발

KC353 x AC2258, 19-1-3-7-1 x KC350 조합, 그리고 KC350의 자연교잡 후손으로부터 풋마름병과 역병에 고도의 저항성을 가지며 측지발생이 적고 착과성이 우수한 1계통씩을 선발하여 신품종 보호출원을 할 수 있는 단계에 도달하였다. 이 중 BC₁F₉(19-1-3-7-1-1*1 x KC350-2)3-2-1-3-3-1-5-3은 2004년도에 신품종보호출원 자료를 모두 수집하여 신품종보호출원을 준비하고 있다. 이들 육성계통들은 3년의 연구기간을 감안하면 연구목표를 충분히 달성한 것으로 자체 평가된다.

이들 계통들은 그대로 대목으로 활용이 가능함은 물론 보다 세력이 강한 품종으로 육성하기 위하여 일대잡종의 한쪽 친으로 활용이 가능하다. 현재 국내 종자회사에서 출시되고 있는 대목품종 중에 풋마름병과 역병 저항성을 복합적으로 갖춘 대목품종이 아직 없는 점을 감안하면 관련분야에 기여도 역시 크다고 평가된다.

2. 육성계통의 접목 적합성 검정

연구기간 중 매년 겨울 육성계통을 대목으로 하우스풋고추 품종을 접목하여 접목묘의 생육과 농가에서의 수량을 평가하였다. 육성계통은 풋마름병과 역병 저항성에서 만족할만한 수준이나 측지발생이 많고 세력이 다소 약하여 일대잡종화하는 것이 필요한 것으로 평가되었다. 또한 육성과정에 역병에만 저항성인 대목에 접목한 경우 풋마름병이 발생하여 큰 피해를 입는 경우를 보았다. 본 과제 of 유용성을 다시 한번 실감하였다.

3. 시설풋고추 재배환경조사

최근 유가의 상승과 함께 보온을 위주로 하고 가온을 하지 않는 무가온 하우스 풋고추 재배가 늘어나고 있는 상황에서 보온하우스의 최저 기온과 지온을 측정한 결과 기온은 5℃ 이하, 지온은 12℃ 혹은 그 이하로 떨어지는 것을 확인하였다. 또 농가

에 따라 토양 pH가 7.0 이상이 되고 EC가 5.0을 넘는 경우가 있어서 대목품종은 염류에도 일정 수준의 내성을 가져야 하는 것으로 나타났다. 또 오이와 고추를 돌려짓는 창녕 남지의 경우는 토양에 뿌리혹선충의 밀도가 높아 이에도 대비하여야 할 것으로 생각되었다.

이상과 같이 풋마름병과 역병에 복합저항성인 계통이 육성되어 대목으로 활용이 가능하게 되었으며, 대목으로서 갖추어야 할 식물 형태적 요건과 견디야 할 환경 범위에 대한 정보가 파악되었다. 따라서 이 과제는 당초의 목표를 충분히 달성하였다고 자체 평가된다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

1. 육성계통은 풋마름병과 역병에 고도의 저항성을 갖추고 있어서 대목으로 활용이 가능하다.
2. 육성계통은 저온신장성과 세력이 시판 교배종에 비해 다소 약하므로 육성계통을 한 쪽 친으로 사용하여 일대잡종으로 개발하고자 한다.
3. 선발한 3개의 유망계통을 신품종보호출원을 하고자 한다. 그 중 한 계통은 금년에, 나머지는 2005년도에 추가 시험을 거쳐 출원한다.
4. 협력 종자회사를 찾아 상업화하고자 한다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

본 과제 연구비로 2004년 5월 17-19일 네델란드 노르드위케라우트에서 열리는 유럽육종협회 (EUCARPIA)의 제12차 고추와 가지의 유전 육종관련 모임(XIIth Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant)에 참석하여 각국에서 고추를 활발하게 연구하고 있는 것을 볼 수 있었다. 특히 부럽게 생각한 것은 유럽연합 국가 공동의 유전자원 평가 및 관리체계를 갖추고 있는 점이었다. 또한 각종 병 저항성 관련 DNA marker를 찾아 이에 도움을 받아 선발하는 MAS (marker-assisted selection) 기술의 눈부신 발전을 볼 수 있었다. 또한 종래 참석자가 적었던 인도에서 많은 인원이 참석한 것이 눈의 띄었다.

고추에 관한 국내의 연구수준은 국제수준에 있기는 하나 세계적 경쟁에서 우위를 유지하기 위해서는 지속적인 노력과 지원이 필요하다.

제 7 장 참고문헌

Alcantara, T.P. and P.W. Bosland. 1994. An inexpensive disease screening technique for foliar blight of chile pepper seedlings. HortScience 29(10):1182-1183.

Bartual, R., E.A. Carbonell, J.I. Marsal, J.C. Tello and T. Campos. 1991. Gene action in the resistance of peppers (*Capsicum annuum*) to Phytophthora stem blight (*Phytophthora capsici* L.). Euphytica 54:195-200.

Bartual, R., A. Lacasa, J.I. Marsal and J.C. Tello. 1994. Epistasis in the resistance of pepper to Phytophthora stem blight (*Phytophthora capsici* L.) and its significance in the prediction of double cross performances. Euphytica 72:149-152.

Bosland, P.W. and D.L. Lindsey. 1991. A seedling screen for Phytophthora root rot of pepper, *Capsicum annuum*. Plant Disease 75(10):1048-1050.

차유선. 1998. 고추 풋마름병 저항성 계통선발을 위한 F₃ 및 F₄ 세대 검정과 선발. 경북대학교 석사학위 논문.

최주성, 강광륜, 안종길, 엄영현, 반채돈. 1985. 접목에 의한 하우스 고추의 역병 방제. 농시논문집(원예) 27(2):6-11.

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

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

한정혜. 2000. 고추 풋마름병·역병 복합저항성 계통 육성. 경북대학교 석사학위논문.
한상찬, 김용균. 1995. 뿌리혹선충에 대한 고추 저항성 유전자원 탐색 및 저항성 기
작연구. 농업논문집 ('94 농업산학협동) 37:131-138.

허종문, 이용수, 김병수, 조창환. 1990. 고추 역병 저항성의 평가와 유전에 관한 연구.
한식병지 6(4):447-451.

황희숙, 김병수. 1997. 고추 역병 저항성 계통의 세포질웅성불임 관련 핵내 유전자형
검정. 한원지 38:684-687.

황희숙, 김병수. 2002. 고추 역병 저항성 세포질웅성불임성 유지계 및 회복계 육성. 한
원지 43:143-150.

김병수. 1986. 고추 도입계통의 역병 저항성. 한원지 27(1):11-14.

김병수. 1988. 고추 더덩이병 저항성 계통과 역병 저항성 계통의 특성. 한원지
29(4):247-252.

김병수, 손은영. 1992. 한국재래종 고추에 역병 저항성을 도입하기 위한 교잡의 초기
세대 검정. 한원지 33:312-317.

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

Kim, B.S., J.H. Han, Y.S. Joo and J.H. Kim. 2004. Genotyping of the sources of
resistance to bacterial wilt in pepper (*Capsicum annuum* L.) with respect to
fertility-restoring gene interacting with male sterile cytoplasm. J. Kor. Soc. Hort.
Sci. 45:27-30.

Kim, B.S., H.S. Hwang, J.Y. Kim and J.H. Han. 2001. Additional sources of
resistance to Phytophthora blight in pepper. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 42:233-237.

김병수, 임양숙, 김점순. 1996. 한국 재래종 고추에 역병 저항성을 도입하기 위한 교

배조합의 여교자후대에서의 선발과 고정. 한원지 37:5-11.

김병수. 김광용. 성진근. 김상기. 고추, 수지맞는 기술과 유통전략. 농민신문사.

Kimble, K.A., and R.G. Grogan. 1960. Resistance to *Phytophthora* root rot in pepper. *Plant Dis. Repr.* 44:872-873.

Matsunaga, H., T. Sato and S. Monma. 1998. Inheritance of bacterial wilt resistance in the sweet pepper cv. Mie-Midori. *Proc. 10th EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant*, Sept. 7-11, 1998. Avignon, France. p172.

이용수, 박권우. 1987. 고추 역병에 대한 저항성 F₁ 조합 및 육종재료의 선발. 한원지 28:24-29.

Matos, F.S.A., C.A. Lopes and A. Takatsu. 1990. IDENTIFICAÇÃO DE FONTES DE RESISTENCIA A *Pseudomonas solanacearum* EM *Capsicum* spp. *Hort. bras.* 8:22-23.

Palloix, A., A. M. Daubeze, T. Phaly and E. Pochard. 1990. Breeding transgressive lines of pepper for resistance to *Phytophthora capsici* in a recurrent selection system. *Euphytica* 51:141-150.

Walker, S.J. and P.W. Bosland. 1999. Inheritance of *Phytophthora* root rot and foliar blight resistance in pepper. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 124:14-18.