

## 구기자품종의 구기자혹응애 저항성 유전

최재을\*, 차선경, 김영창, 김진희, 강희경<sup>1)</sup>

충남대학교 농업생명과학대학 식물자원학부, <sup>1)</sup>공주대학교 산업과학대학 식물자원학부

### Inheritance of Resistance to Gall Mite(*Eriophys macrodonis*) in Boxthorn (*Lycium chinese*) Cultivars

Jae Eul Choi\*, Sun Kyung Cha, Young Chang Kim, Jin Hee Kim, Hee Kyoung Kang<sup>1)</sup>  
College of Agriculture and Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea;  
<sup>1)</sup>College of Industrial Science, Kongju National University, Yesan 340-800, Korea

#### ABSTRACT

The inheritance of resistance to gall mite(*Eriophys macrodonis*) in boxthorn cultivars was studied with plants infected in open field. Segregation of the F<sub>1</sub> generation from crosses between resistant cultivars(Japan 1 and China 1) and susceptible line(CL42-56) hits a 3 resistant : 1 susceptible ratio, and the segregation ratio was 15 : 1 in cross between Japan 1 and China 1. It is concluded that gall mite resistance seemed to be controlled by two duplicate genes(E1 and E2), such that E1e1E2e2 symbolize the genotypes of China 1 and Japan 1. However, F<sub>1</sub> generation from Chungyanggugiza and CL42-56 cross did not showed clear segregation pattern but continuous variation was observed against gall mite resistance when resistance was determined on the basis of the percentage of galled leaves. Results indicated that the inheritance of resistance in Chungyanggugiza may be polygenic and complex. Also, Japan 1 and China 1 has a strong potential as a source of gall mite resistance, and Chungyanggugiza showing less resistance still has a valuable source.

**Key words** : Boxthorn, *Lycium chinese*, Gall mite, *Eriophys macrodonis*, Resistance, Duplicate genes

#### 서 언

구기자(*Lycium chinese* Mill.)는 우리 나라에서 재배되고 있는 중요한 약용작물의 하나이며, 충남의 청양과 전남의 진도가 주산지이다. 구기자에 피해를 주는 병해충은 탄저병, 흰가루병, 역병, 점무늬병,

갈색점무늬병, 혹응애, 진딧물, 열점박이굴나방, 왕담배나방, 점박이 응애 등이 있으며, 이들의 피해를 줄이기 위하여 여러 차례 약제를 살포해야 하므로 저공해 재배 또는 생력 재배의 저해요인으로 작용하고 있다.

구기자혹응애(*Eriophys macrodonis* Keifer)는 응애목, 혹응애과에 속하며(이 등, 1994), 혹응애가 구기

자의 어린잎을 가해하면 조직이 팽대하면서 가지색의 혹(mite gall)을 형성하고, 25일째가 되면 표피까지 불규칙하게 파괴되어 엽록체가 전부 없어지고 내부는 완전히 해면상의 공동으로 된다(Kim, 1965). 구기자의 잎, 꽃받침, 과병 등에 혹응애가 발생하면 조기낙엽, 미숙낙과의 원인이 되고 수확후에는 열매를 흑변시켜 품질을 저하시키고 있다(김, 1965; 김, 1968).

구기자혹응애는 피해를 입은 가지 등에서 성충으로 월동하여 새로운 잎이 나오는 5월초부터 10월까지 연 6-7회 발생하며(김, 1968), 심한 경우에는 피해율이 95~100%에 달한다고 하였다(이 등, 1994). 구기자혹응애는 출아기에 약제를 처리하면 100%의 방제효과가 있으나 발생초기에는 방제가가 29.6% 이하이고, 발생성기에는 방제가가 19.2%이하로 낮아져 혹이 형성되기 시작한 후에는 약제방제가 곤란하다고 하였다(이 등, 1994).

구기자는 가지의 출아 및 가지의 신장이 오랫동안 지속되는 식물이므로 혹응애를 방제하기 위해서는 여러차례 약제방제를 실시해야 방제효과가 있으므로 구기자 혹응애의 방제는 내충성 품종에 의한 방제가 가장 실용적이고 저공해 재배나 생력 재배에도 기여할 것으로 생각된다.

혹응애 저항성에 관한 연구는 이(1998)가 품종저항성을 비교한 결과가 있을 뿐이고 저항성 유전에 관한 연구는 전혀 보고되지 않았다. 따라서 본 연구는 구기자 품종의 혹응애 저항성 유전양식을 해석하여 혹응애 저항성 품종육성을 위한 기초자료로 활용하기 위하여 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 교배조합

본 시험에 사용한 구기자품종은 청양구기자 시험장으로부터 분양 받아 사용하였으며, 구기자품종의 혹응애 저항성 정도는 표 1과 같다. 인공교배는 1999년 4월 중순 충남대 온실에서 저항성 품종과 저항성 품종, 저항성 품종과 감수성 품종, 감수성 품종과 감수성 품종간에 실시하였다.

### 2. 재배방법

본 시험은 충남대학교 농과대학 부속농장의 온실과 포장에서 실시하였다. 1999년 11월 30일 F<sub>1</sub> 종자를 1000ppm의 giberellin에 2시간 침지한 후 육묘용 pot에 파종하여 엽수가 4매 되었을 때 직경 14cm의 비닐 pot로 이식하여 온실에서 육묘하였다. 2000년 4월 28일 폭 60cm의 두둑을 만들고 검은 비닐로 멀칭 후, 포기사이 30cm로 포장에 이식하였다. 시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O를 40-30-30Kg/10a, 질소는 기비 80%, 추비 20%를 사용하였고, 인산, 칼리와 퇴비(3,000Kg/10a)는 전량을 기비로 사용하였다. 적심은 정식 후 줄기가 40cm 정도 성장하였을 때 1차 적심하고, 2차 적심은 1차 측지가 30cm 신장하였을 때, 3차 적심은 2차 측지가 20~30cm 신장하였을 때 실시하였다. 기타 재배법은 청양 구기자시험장 표준재배법에 준하였다.

### 3. 저항성 검정

구기자품종의 혹응애 저항성은 구기자의 개화기인 8월 중순에 충남대학교 재배포장에서 자연 발생한 피해엽을 조사하였으며, 피해엽을 및 잎당 혹수는 식물체당 20개씩의 잎을 조사하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 구기자품종의 혹응애 저항성

본 시험에 사용한 구기자 품종(계통)의 혹응애 저항성 정도는 표 1과 같다. 일본 1호, 중국 1호와 청양 구기자는 혹응애의 피해가 없어 강한 저항성 반응을 보였고, 청양재래와 CL42-56의 피해엽율은 100%로 감수성으로 반응하였다. 엽당 평균혹수는 청양재래가 20.1개로 가장 많았고, CL42-56은 12.4개였으며 혹의 평균 직경은 청양재래가 2.7mm, CL42-56은 2.1mm이었다.

### 2. F<sub>1</sub>집단의 혹응애 저항성

혹응애 저항성 품종과 저항성 품종, 저항성 품종

Table 1. Characteristics of boxthorn cultivars in this study and their response to gall mite.

Cultivar	Percent of galled leaf	No. of galls per palnt	Gall size (mm)
Chungyang native 1	100	20.1	2.7
CL42-56	100	12.4	2.1
Chungyanggugiza	0	0	0
Japan 1	0	0	0
China 1	0	0	0

Table 2. Segregation pattern for resistance to gall mite in F<sub>1</sub> progenies of different crosses.

Cross	Total plants	Number of resistant plants	Number of susceptible plants	Ratio R : S	$\chi^2$	P
Chungyang native × CL42-56	55	0	55	0 : 1	0.01	0.95-0.90
China 1 × CL 42-56	40	26	14	3 : 1	1.64	0.25-0.10
CL42-56 × China 1	30	20	10	3 : 1	0.71	0.50-0.25
Japan 1 × CL42-56	40	28	12	3 : 1	0.3	0.75-0.5
CL42-56 × Japan 1	30	22	8	3 : 1	0	1
Japan 1 × China 1	30	28	2	15 : 1	0.09	0.90-0.75
China 1 × China 1	40	36	4	15 : 1	0.43	0.75-0.50
CL42-56 × Chungyanggugiza	40	13	27	1 : 1	4.23	0.05-0.025
Chungyanggugiza × China 1	40	26	14	13 : 3	5.91	0.01-0.025
				7 : 1	18.51	0

과 감수성 품종을 인공 교배하여 얻은 F<sub>1</sub>의 흑응애 저항성 비율 및 엽당 흑수는 표 2, 표 3과 같다. 구기자흑응애 피해를 받지 않은 식물체를 저항성, 피해엽이 있는 식물체를 감수성으로 구분하였다. 흑응애 저항성 품종인 중국 1호와 감수성 품종인 CL42-56을 교배하여 얻은 F<sub>1</sub>은 흑응애 무발생주가 65%(26개체), 발생주가 35%(14개체)이고, 엽당 평균 흑수는 1.2개였다. CL42-56과 저항성 품종인 중국 1호를 교배하여 얻은 F<sub>1</sub>은 흑응애 무발생주가 66.7%(20개체), 발생주가 33.3%(10개체)이고, 엽당 평균 흑수는 1.6개였다. 저항성 품종인 일본 1호와 감수성 품종인 CL42-56을 교배하여 얻은 F<sub>1</sub>은 흑응애 무발생주가 70%(28개체), 발생주가 30% (12개체)이고, 엽당 평균 흑수는 0.7개였다. CL42-56에 일본 1호를 교배하

여 얻은 F<sub>1</sub>은 흑응애 무발생주가 73%(22개체), 발생주가 27%(8개체)이고, 엽당 평균 흑수는 1.2개였다. 흑응애 저항성 품종인 일본 1호와 중국 1호를 교배하여 얻은 F<sub>1</sub>은 흑응애 무발생주가 87.5%(35개체), 발생주가 12.5%(5개체)이고, 엽당 평균 흑수는 0.2개였다. 중국 1호를 자식한 F<sub>1</sub>은 흑응애 무감염주가 90% (36개체), 발생주가 10%(4개체)이고, 엽당 평균 흑수는 0.4개였다. CL42-56과 저항성 품종인 청양구기자를 교배하여 얻은 F<sub>1</sub>은 흑응애 무발생주가 32.5%(13개체), 발생주가 67.5%(27개체)이고, 발생주의 평균 흑수는 4.5개였다.

이상과 같이 일본 1호와 중국 1호를 교배한 F<sub>1</sub>과 중국 1호를 자식한 F<sub>1</sub>은 흑응애 저항성주 비율이 높았으나 청양구기자와 교배한 조합에서는 얻은 F<sub>1</sub>은 흑응애 저항성주 비율이 약간 감소하였다. 일본 1호,

Table 3. Distribution of galls per leaf in parent plants and F<sub>1</sub> progenies.

Parent or cross	Gall numbers per leaf								Mean
	0	0.1~ 5.0	5.1~ 10.0	10.1~ 15.0	15.1~ 20.0	20.1~ 25.0	25.1~ 30.0	30.1~ 40.0	
CL42-56	0	1	3	2	2	1	1	4	12.4
Chungyanggugiza	10	0	0	0	0	0	0	0	0
Japan 1	10	0	0	0	0	0	0	0	0
China 1	10	0	0	0	0	0	0	0	0
CL42-56 × Chungyanggugiza	13	16	4	4	1	1	1	0	4.5
China 1 × CL42-56	26	11	3	0	0	0	0	0	1.2
CL42-56 × China 1	20	6	3	0	1	0	0	0	1.6
Japan 1 × CL42-56	28	10	2	0	0	0	0	0	0.7
Japan 1 × China 1	35	4	1	0	0	0	0	0	0.2
China 1 × China 1	29	3	1	0	0	0	0	0	0.4
CL42-56 × Japan 1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2

중국 1호, 청양구기자에 감수성인 CL42-56을 교배하여 얻은 F<sub>1</sub>은 저항성과 저항성 품종을 교배한 조합보다는 저항성 개체의 비율이 감소하는 경향이었다.

그러나 감수성 품종간에 교배한 조합에서는 저항성주가 나타나지 않았다. 또한 발생주의 평균 혹수도 감수성 모본인 CL42-56의 평균혹수가 12.4개에 비하여 저항성품종인 중국 1호와 일본 1호를 교배한 F<sub>1</sub>의 엽당 평균 혹수는 0.2-1.6개로 크게 감소하였으며, 청양구기자를 교배한 조합의 엽당 평균 혹수는 4.5개로 감수성 모본에 비하여 크게 감소하였으나 중국 1호나 일본 1호를 교배한 조합보다 감소비율이 낮았다.

이상과 같이 혹응애에 저항성인 일본 1호와 중국 1호를 교배한 조합에서 저항성인 개체의 출현이 많아 혹응애에 저항성 모본으로 가치가 인정되었다. 청양구기자를 교배모본으로 사용한 경우에는 40개체중에서 40%(14개체)가 발병하지 않아 혹응애에 저항성 품종육성을 위한 저항성 모본으로 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

### 3. 혹응애 저항성 유전

혹응애에 저항성품종인 일본 1호, 중국 1호, 청양구기자에 감수성 품종인 CL42-56계통을 교배하여 얻

은 F<sub>1</sub> 집단의 혹응애 피해엽율의 분포는 그림 1과 같다. CL42-56에 중국 1호를 교배한 F<sub>1</sub>과 CL42-56에 일본 1호를 교배한 F<sub>1</sub>은 저항성과 감수성이 3 : 1로 분리되었다(표 2). 일본 1호에 중국 1호를 교배한 F<sub>1</sub>과 중국 1호를 자식한 F<sub>1</sub>은 저항성과 감수성이 15 : 1로 분리되었다.

CL42-56 × 일본 1호, CL42-56 × 중국 1호, 일본 1호 × 중국 1호 조합 및 중국 1호를 자식한 F<sub>1</sub>에서 감수성 개체가 분리된 것은 일본 1호와 중국 1호의 혹응애에 저항성 유전자가 hetero이기 때문이라고 추측된다. 만약 중국 1호와 일본 1호가 hetero이고 1개의 우성 유전자에 의해 지배된다면 CL42-56에 중국 1호를 교배한 F<sub>1</sub>과 CL42-56에 일본 1호를 교배한 F<sub>1</sub>의 저항성과 감수성이 1 : 1로 분리될 것이다. 그러나 감수성인 CL42-56에 일본 1호와 중국 1호를 교배한 F<sub>1</sub>은 저항성과 감수성이 3:1로 분리되었고, 일본 1호 × 중국 1호 조합 및 중국 1호를 자식한 F<sub>1</sub>은 저항성과 감수성이 15 : 1로 분리되었다. 이러한 분리비는 일본 1호와 중국 1호의 혹응애에 저항성이 hetero이고 중복유전자에 의해 지배된다는 의미한다. 따라서 일본 1호와 중국 1호의 혹응애에 저항성은 hetero인 두 개의 우성유전자에 의해 지배되며, 저항성 유전자를 E1e1E2e2로 명명할 것을 제안한다.

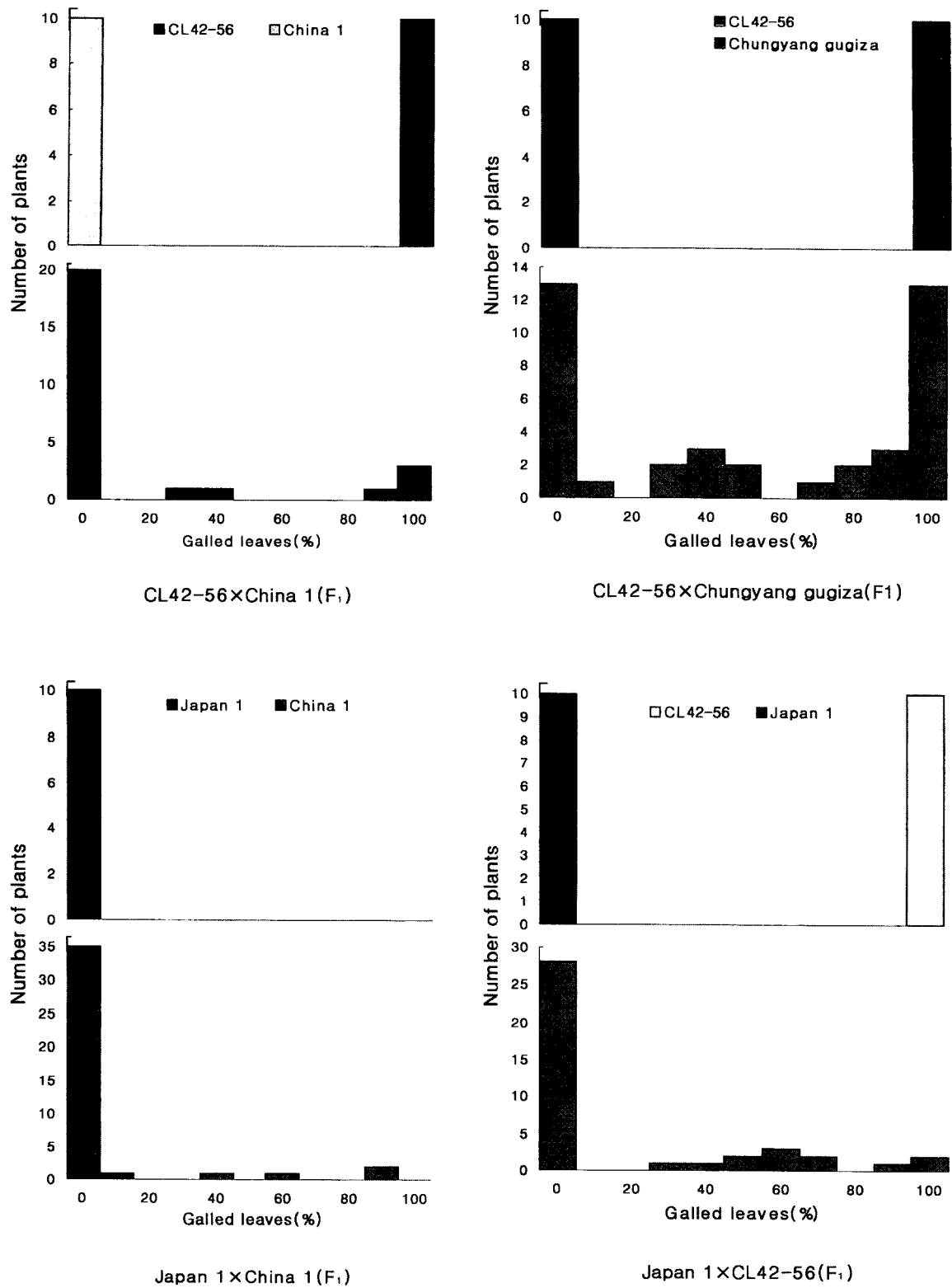


Fig. 1. Frequency of galled leaf occurrence in parent and their F<sub>1</sub> progenies.

Table 4. Proposed genotypes of resistant (R) and susceptible (S) boxthorn cultivars to gall mite.

Cultivar	Reaction to gall mite	Proposed genotype
Chungyang native 1	S	$e_1e_1e_2e_2$
CL42-56	S	$e_1e_1e_2e_2$
Chungyanggugiza	R	-
Japan 1	R	$E_1e_1E_2e_2$
China 1	R	$E_1e_1E_2e_2$

CL42-56에 청양구기자를 교배한  $F_1$ 은 일본 1호나 중국 1호를 교배한 조합과 달리 혹응애 피해엽율의 분포가 넓었고 피해를 받은 식물체도 크게 증가하였다. 청양구기자와 중국 1호를 교배한  $F_1$ 은 저항성이 13개체, 감수성이 27개체로 저항성과 감수성의 분리비가 1:1에 적합하지 않았다. 또한 청양구기자에 중국 1호를 교배한  $F_1$ 에서도 저항성이 26개체, 감수성이 18개체로 저항성과 감수성이 13 : 3 또는 7 : 1의 분리비에 적합하지 않았다. 이상의 결과를 종합하면 청양구기자와 CL42-56과 교배한 조합의  $F_1$ 은 저항성과 감수성의 비율이 1개 또는 2개의 저항성 유전자에 의한 분리비와 적합하지 않았고,  $F_1$ 의 감염엽율도 연속변이를 나타내어 청양구기자의 혹응애 저항성은 주동유전자와 polygenes에 의한 가능성이 높다고 생각된다(그림 1).

감자, 딸기, 바나나, 배, 사과 등 영양 번식하는 작물은 이질접합체로 저항성을 획득하여도 순계의 고정 없이 hetero인 상태로 이용할 수 있으므로, 내병충성 저항성 모본의 선발, 유전양식이나 후대의 저항성을  $F_1$ 세대에서 검정하였다(Battle and Alston, 1994; Brown and Thomas, 1994; Concibido *et al*, 1994; Nelson *et al*, 1995; Oritz and Vuylsteke, 1994; Straathof and L ffler, 1994). 따라서 구기자도 영양번식이 가능한 작물이므로 구기자의 육종은 품종간 교잡한  $F_1$ 으로부터 우량한 표현형 개체를 선발하는 육종방법이 가능할 것으로 생각된다.

## 사사

이 논문은 2000년 농림첨단기술개발과제에 의하

여 연구된 결과의 일부임.

## 摘 要

구기자품종의 혹응애에 대한 저항성 반응 및 저항성 유전양식을 검정하기 위하여 저항성 품종과 감수성 품종을 인공교배 하여 얻은  $F_1$ 집단의 포장자연 발생율에 의하여 저항성을 조사한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 구기자혹응애 저항성 품종인 일본 1호, 중국 1호를 감수성인 CL42-56과 교배한  $F_1$ 은 혹응애 저항성과 감수성이 3 : 1로 분리되었으며, 일본 1호와 중국 1호를 교배한  $F_1$ 은 혹응애 저항성과 감수성이 15 : 1로 분리되었다.

2. 일본 1호와 중국 1호의 혹응애 저항성은 hetero인 두 개의 우성유전자에 의해 지배되며, 저항성 유전자를  $E_1e_1E_2e_2$ 로 명명하였다.

3. 청양구기자를 CL42-56에 교배한  $F_1$ 은 혹응애 저항성과 감수성의 분리비가 명확하지 않았으며 변이의 폭이 크므로 청양구기자의 혹응애 저항성은 주동유전자와 polygenes에 의해 지배되었다.

4. 일본 1호와 중국 1호는 혹응애 저항성 품종 육성을 위한 모본으로 우수하였으며, 청양구기자도 저항성 모본으로서 가치가 인정되었다.

## 引 用 文 獻

Battle, I., Alston, F. H. 1994. Isoenzyme aided selection in the transfer of mildew (*Podosphaera leucotricha*) resistance from *Malus hupehensis* to the cultivated

- apple. Euphytica 77 : 11-14.
- Brown, C. R., Thomas, P. E. 1994. Resistance to potato leafroll virus derived from *Solanum chacoense*: characterization and inheritance. Euphytica 74: 51-57.
- Concibido, V. C., Secor, G. A., Jansky, S. H. 1994. Evaluation of resistance to verticillium wilt in diploid, wild potato interspecific hybrids. Euphytica 76: 145-152.
- Nelson, M. D., Gubler, D. W., Shaw, D.V. 1995. Inheritance of podew resistance in greenhouse-growing versus field-grown California strawberry progenies. Phytopathology 85: 421-424.
- Ortiz, R., Vuylsteke, D. 1994. Inheritance of black sigatoka disease resistance in plantain-banana(*Musa* spp.) hybrids. Appl. Genet. 89: 146-152.
- Straathof, Th. P., L ffler, H. J. M. 1994. Screening for *Fusarium* resistannce in seedling populations of Asiatic hybrid lily. Euphytica 78: 43-51.
- 김창효. 1965. 구기자혹응애(*Eriophyes kuko* Kishita)의 가해상태. 한국식물병리학회지 4: 65-66.
- 김창효. 1968. 구기자혹응애(*Eriophyes kuko* Kishita)에 관한 생태학적 지견 (1) 그의 생태 및 생활사. 한국작물보호학회지 5: 59-63.
- 이봉춘. 1998. 구기자품종의 생리생태적 특성과 성분함량. 상지대학교 박사학위 논문.
- 이상규, 유재기, 최인후, 박경하, 이정운. 1994. 구기자혹응애(*Eriophys macrodonis* Keifer)의 피해 및 방제. 농업논문집 36: 362-365.
- (접수일 2002.3.19)  
(수락일 2002.7. 3)