

## 고랭지 배추재배를 위한 뿌리혹병 저항성 품종선발

윤철수 · 정은경 · 이상준 · 장 연 · 이재은 · 김병섭\*

강릉원주대학교 식물생명과학과

Screening of Resistant Chinese Cabbage Cultivar against Clubroot (*Plasmodiophora brassicae*) for Cultivation in HighlandCheol Soo Yoon, Eun Kyoung Jung, Sang Jun Lee, Yan Zhang,  
Jae Eun Lee and Byung Sup Kim\*

Department of Plant Science, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 210-702, Korea

(Received on January 11, 2010)

This study was conducted to select the cultivars and strains which are suitable in cultivation of the Chinese cabbage having good horticultural characteristics and the resistance to clubroot caused by *Plasmodiophora brassicae*, which is a widespread disease that causes serious problems in many *Brassica* growing areas. Thirty four cultivars and nineteen strains of the Chinese cabbage were planted in the contaminated fields in highland and investigated the wilting symptom due to the initial disease occurrence and high temperature. Disease occurrence rate and severity of clubroot and the horticultural characteristics were also examined. According to the results, Bulamplus, Kangryeokyeoleumbaechu among cultivars of Chinese cabbage, SP-05, SP-02, CR DB 50, and CR DB 29 among strains of Chinese cabbage were resistant to hot weather by showing delayed above-ground symptom (wilting) of clubroot in 30 days after transplanting. In case of below-ground clubroot rate, Daetong, super CR Kimi 85 and super CR Hiroki among the cultivars of Chinese cabbage were resistant to clubroot in 60 days after transplanting. When fresh weight of Chinese cabbage among cultivars were compared, super CR Hiroki of over 2,500 g was the highest among other cultivars. Although the resistant and susceptible reactions of Chinese cabbage cultivars and strains against clubroot disease were somewhat different from the above-ground symptoms (wilting) of clubroot in 30 days and below-ground symptoms of clubroot in 60 days, we recommend that super CR Hiroki, CR Kimi 85, CR Janggun among cultivars of Chinese cabbage and CR DB 50 and CR DB 29 among strains of Chinese cabbage will be more suitable in cultivation of Chinese cabbage in highland.

**Keywords :** Chinese cabbage, Clubroot (*Plasmodiophora brassicae*), Screening

최근 식생활의 변화에 따라 채소작물도 연중생산이 요구되면서 재배면적이 늘어나고 있다. 그 중에서도 배추 (*Brassica campestris* ssp. *pekinensis*)는 국내에서 가장 많이 재배되는 채소이나 배추 뿌리혹병 발생으로 배추의 고품질 안정생산에 큰 문제가 되고 있다(Cho 등, 2003; Kim 등, 2000a, 2000b, 2003). 배추 뿌리혹병(*Plasmodiophora brassicae*)은 1736년 이탈리아에서 최초로 발견된 후 1877년 Woronin(CAB, 1979)에 의해 처음으로 학계에 보고되

었으며, 십자화과의 양배추, 꽃양배추, 브로콜리, 무 등에 발병을 일으키며, 전 세계에 걸쳐 넓은 지역에서 광범위하게 발생하고 있다(Kim 등, 2003; Zhang 등, 2005). 우리나라는 1920년경부터 수원, 서울근교에서 최초 발생한 것으로 보고되고 있다. 1990년도 이후에는 생산성에 문제가 될 만큼 전국적으로 발생되기 시작하여 특히 여름 배추 주산지인 알려진 강원도 지역에서는 2005년 재배면적의 9%에 해당하는 692 ha 면적에서 발생하였다. 고랭지는 토양 전염성병 발생에 알맞은 환경을 제공하며 특유의 다습한 기후는 이들 병해의 발생을 촉진하는 요인으로 작용한다. 또한 매년 같은 작물을 동일 토양에서 연속적으로 재배함에 따라 특정 병의 발생도가 증가하는 추

\*Corresponding author

Phone) +82-33-640-2353, Fax) +82-33-647-9535

Email) bskim@gwnu.ac.kr

세이다. 배추 뿌리혹병은 가을 김장용 배추를 일찍 파종 하였을 때 많이 발생하는 것으로 알려져 있었는데, 최근에는 봄재배에서도 많이 발생하는 것으로 나타나 심각한 병해로 대두되고 있다. 현재 이러한 뿌리혹병의 발생생태, 품종저항성 검정, 방제체계에 관한 일련의 보고(Chang 등, 2000; Kim 등, 2000a; Oh 등, 1997)가 있으나 아직 시급히 해결해야 할 문제점이 많이 남아있는 실정이다. 뿌리혹병에 한번 걸렸던 포장은 병원균이 토양에 휴면상태로 존재하게 되며 휴면포자는 조건이 맞으면 10년 동안 토양 속에서 살 수 있다고 한다(Arie 등, 1998). 농약살포는 일시적으로 병원균의 밀도를 저하시켜 단기간 내의 효과는 볼 수 있으나 농약의 약효가 떨어지면 병원균의 밀도가 다시 높아져 병이 발생하는 악순환이 반복된다.

배추 뿌리혹병 방제연구는 경종적 측면에서 진행되고 있다(Cheah 등, 2000). CR계통 내병성 품종은 뿌리혹병에 대한 저항성은 높지만 당도가 낮고 조직이 너무 단단하여 김치 맛이 떨어져 소비자들이 기피하는 현상이 나타나고 있다(Jang 등, 2001; Kim과 Oh, 1997). 최근에 미생물을 이용한 뿌리혹병의 생물학적 방제가 있으나 방제 기작에 대해서는 아직 정확하게 밝혀진 것은 없고 다만 길항미생물이 분비하는 항균물질이 뿌리혹병을 방제하는 것으로 알려지고 있다(Cheah와 Page, 1995; Cheah 등, 2000). 일반적으로 뿌리혹병에 감염된 배추의 지상부는 건전한 배추에 비해 생육이 부진하며, 특히 생육초기에 감염될 경우 수확을 할 수 없고 후기에 감염될 경우 수확은 가능하나 수량성이 매우 부진하다. 배추 뿌리혹병 방제는 윤작이나, 토양 pH 조절 및 화학적 방제(Chang 등, 2000; Cheah과 Page, 1995; Oh 등, 1997)에 의존하고 있지만, 방제율이 낮고 농약의 과도한 사용으로 인한 환경오염에 직접적인 영향을 미칠 수 있어 저항성 육종이 매우 시급하나 병원균의 생리적 분화(race)가 많이 일어나므로 저항성 품종을 이용한 방제 또한 쉽지만은 않다. 뿌리혹병균에 대한 레이스는 현재 세계적으로 16종의 race가 분화되어 있으며, 우리나라에는 race 10과 12를 제외한 모든 race가 국내에 존재한다고 보고되고 있다(Cho 등, 2003; Kim 등, 2003). 특정포장에 발생하였던 레이스에 저항성인 품종을 식재하면 효과적이거나 모든 레이스에 저항성인 품종은 아직까지는 없다. 저항성 품종을 이용한 뿌리혹병의 방제법은 가장 손쉽고 효과적인 방법이기 는 하지만 병원균의 병원성이 지역에 따라 다르게 분화되어 있기 때문에 고랭지 배추재배에서의 품종 별 배추 뿌리혹병에 대한 저항성 품종과 감수성 품종을 구별할 필요는 있다.

따라서 본 연구는 53개의 배추 품종 및 계통을 이용하

여 고랭지재배에서의 내서성, 뿌리혹병에 대한 저항성 및 감수성 조사, 원예학적 특징 중 하나인 배추의 수량성의 변화를 조사하여 고랭지 여름배추재배에 알맞은 품종 및 계통을 선발하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

**공시재료.** 본 시험은 강원도 강릉시 왕산면 대기리에 위치한 강릉원주대학교 실습농장에서 2009년 여름부터 2009년 가을까지 실시하였다. 본 시험에 사용된 34개의 배추품종으로는 ‘월동대첩’, ‘대통’, ‘고향쌈’, ‘CR 산촌배추’, ‘불암플러스’, ‘진청’, ‘CR 동풍’, ‘CR 명품’, ‘겨울진명’, ‘CR 안심’, ‘사강’, ‘춘良’, ‘Kiraboshi’, ‘黃波 90’, ‘super CR Kimi 85’, ‘uper CR Hiroki’, ‘강력여름배추’, ‘가락신 1호배추’, ‘참노랑배추’, ‘강한배추’, ‘칠성배추’, ‘서울배추’, ‘산촌배추’, ‘개나리’, ‘고향쌈(코팅처리)’, ‘CR 맛배추’, ‘CR 그린배추’, ‘CR 하계배추’, ‘CR 장군’, ‘CR 여름맛’, ‘CR 청옥’, ‘CR 대통’, ‘력광’, ‘CR 춘광 봄배추’이며 19개의 배추계통으로는 CC807A, CC808A, CC809A, CC817A, SP-03, SP-25, SP-22, SP-23, SP-05, SP-07-1, SP-21, SP-27, SP-02, SP-28, SP-01, SP-30, CR DB 50, CR DB 29, CR DB 30를 사용하였다. 육묘상토(홍농바이오)가 담긴 162구 트레이에 종자를 1립씩 파종하여 20-28°C 비닐하우스에서 25일간 육묘한 육묘를 정식하였다.

**처리방법.** 시험구배치는 난괴법 3반복으로 수행하였다. 시험포장은 매년 배추 뿌리혹병이 상승적으로 발병되는 포장을 선정하였고 이때 병원균의 분포를 균일하게 만들기 위하여 병든 식물의 뿌리혹을 마쇄하여  $1.4 \times 10^5$  spores/ml 농도의 휴면포자 현탁액 40/를 시험구 포장전면에 골고루 뿌렸다. 25일간 육묘한 3-4엽기의 배추묘를 정식 재식거리 90×40 cm로 정식하였다. 이때 시험구는 난괴법 3반복으로 처리하였다. 10a당 시비량을 질소, 인산, 칼리를 40-10-25 kg 수준으로 시비하였고 정식 후 30일경에 추비하였다. 병해충 방제를 위하여 정식 후 노균병 방제약 2회, 배추좀나방 방제약을 3회 경엽살포하였다.

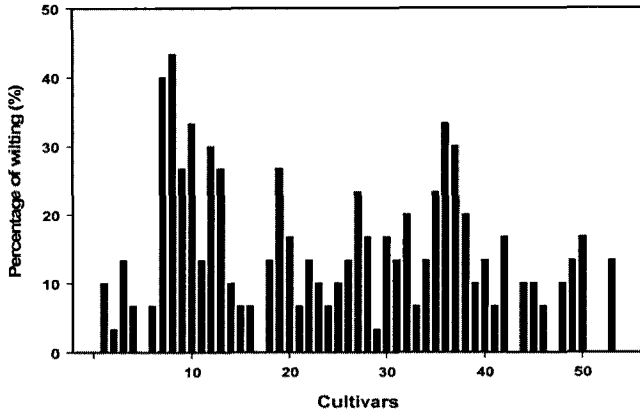
**조사방법.** 품종 및 계통 별 배추의 내서성 조사는 정식 후 30일에 시험구 당 20주에 대하여 배추 지상부에 대한 시들음을 조사하였고, 정식 후 60일에 각 배추품종 및 계통에 대하여 뿌리를 채취하여 지하부에 대한 뿌리혹병 저항성을 조사하였다. 아울러 정식 후 60일에 각 배추품종에 대한 수량성을 알고자 생체중을 조사하였다. 뿌리혹병에 대한 조사 기준은 0=뿌리혹병 발생이 없음, 1=1-10%의 뿌리에 뿌리혹이 착생되며 비대정도가 적고 서로 독립하여 존재, 2=11-30% 뿌리에 뿌리혹이 착생되

며 비대정도가 비교적 큼, 3=31-60% 뿌리에 뿌리혹이 착생되며 서로 접합되고 비대정도가 큼, 4=61% 이상의 뿌리에 뿌리혹이 착생되며 서로 접합되고 비대정도가 매우

크므로 뿌리혹 발생정도에 따라 5단계로 세분화하여 조사하였다.

### 결과 및 고찰

**배추의 내서성 조사.** 배추품종 별 내서성을 알고자 정식 후 30일에 지상부의 시들음을 조사한 결과 ‘불암플러스’, ‘강력여름배추’, ‘대통’, ‘CR 산촌배추’, ‘진청’, ‘super CR Kimi 85’, ‘super CR Hiroki’, ‘칠성배추’, ‘개나리’, ‘CR 장군’ 및 ‘력광’ 품종이, 계통에서는 SP-02, SP-05, SP-23, SP-27, CR DB 29, CR DB 50이 내서성 및 지상부에서 나타나는 배추 뿌리혹병 병징인 시들음 증상에 강한 것으로 나타났다(Fig. 1). 일반적으로 배추 지상부의 시들음 증상은 내서성이 떨어지거나 뿌리혹병에 감수성일 때 주로 발생하는 것으로 뿌리혹병에 감염된 지상부의 배추 경우는 성장이 점차 쇠퇴하여 왜소해지며, 잎이 시들고 심하면 황변된다. 병원균은 뿌리털에 침입하여 발병하므로 뿌리털이 줄어들어 수분과 양분의 흡수기능이 급격히 저하되며 가물고 일조가 강한 낮에는 지속적인 위조증상이 나타났다(Fig. 2). CR계통에서는 ‘CR 명품’ 43.3%, ‘CR 동풍’ 40.0%이고, ‘CR 안심’과 ‘CC808A’는 각각 33.3%가 시들음 증상을 나타냈다(Fig. 1). 일반적으로 뿌리혹병에 의한 배추 지상부의 생육에 대한 영향은 혹의 형성정도에 따라서 발육불량, 잎의 퇴색, 시들음 등의 증상이 다양하게 나타난다(Young 등, 2003). 정식 직후 어린 묘 때 감염되면 주근에 대형 혹이 형성되는 경우가 많



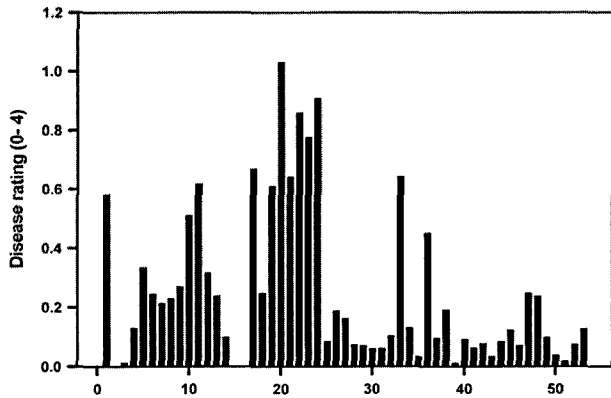
**Fig. 1.** Comparison of wilting rate of Chinese cabbage cultivars and strains in the field at 30 days after transplanting.

1-34 : Cultivars of Chinese cabbage, 35-53 : Strains of Chinese cabbage  
 1: Woldongdaecheop, 2: Daetong, 3: Gohyangssam, 4: CR Sanchonbaechu, 5: Bulamplus, 6: Jincheong, 7: CR Dongpung, 8: CR Myeongpung, 9: Gyeouljinmyeong, 10: CR Ansim, 11: Sagang, 12: Chunryang, 13: Kiraboshi, 14: Hwangpa 90, 15: Super CR Kimi 85, 16: Super CR Hiroki, 17: Kangryeokyeoleumbaechu, 18: Garaksin Ihobaechu, 19: Chamnorangbaechu, 20: Ganghanbaechu, 21: Chilseongbaechu, 22: Seoulbaechu, 23: Sanchonbaechu, 24: Gaenari, 25: Gohyangssam(coating), 26: CR Macbaechu, 27: CR Greenbaechu, 28: CR Hagyebaechu, 29: CR Janggun, 30: CR Yeoreummac, 31: CR Cheongok, 32: CR Daetong, 33: Ryeokgwang, 34: CR Chungwangbombaechu, 35: CC807A, 36: CC808A, 37: CC809A, 38: CC817A, 39: SP-03, 40: SP-25, 41: SP-22, 42: SP-23, 43: SP-05, 44: SP-07-1, 45: SP-21, 46: SP-27, 47: SP-02, 48: SP-28, 49: SP-01, 50: SP-30, 51: CR DB 50, 52: CR DB 29, 53: CR DB 30.



**Fig. 2.** Above-ground symptoms of wilting of Chinese cabbage at 30 days after transplanting. A: Non-wilting, B: Wilting.

고, 이 때문에 양분과 수분의 흡수가 크게 방해를 받아 발육이 불량해지고 맑은 날 낮 동안에 시드는 지상부의



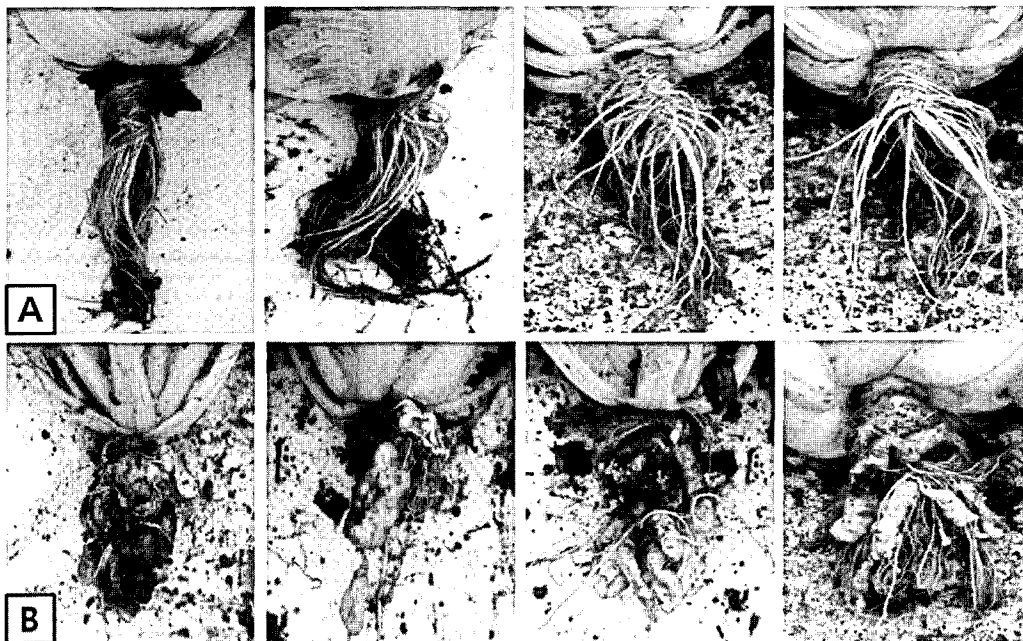
**Fig. 3.** Comparison of clubroot of Chinese cabbage cultivars depending on the disease severity at 60 days after transplanting.

Disease rating (0-4) based on the percentage of the roots which formed galls on: 0: no, 1: 1-10%, 2: 11-30%, 3: 31-60%, 4: 61-100%.

1-34 : Cultivars of Chinese cabbage, 35-53 : Strains of Chinese cabbage  
 1: Woldongdaechep, 2: Daetong, 3: Gohyangssam, 4: CR Sanchonbaechu, 5: Bulamplus, 6: Jincheong, 7: CR Dongpung, 8: CR Myeongpung, 9: Gyeouljinmyeong, 10: CR Ansim, 11: Sagang, 12: Chunryang, 13: Kiraboshi, 14: Hwangpa 90, 15: Super CR Kimi 85, 16: Super CR Hiroki, 17: Kangryeokyeoleumbaechu, 18: Garaksin 1hobaechu, 19: Chamnorangbaechu, 20: Ganghanbaechu, 21: Chilseongbaechu, 22: Seoulbaechu, 23: Sanchonbaechu, 24: Gaenari, 25: Gohyangssam(coating), 26: CR Macbaechu, 27: CR Greenbaechu, 28: CR Hagyebaechu, 29: CR Janggun, 30: CR Yeoreummac, 31: CR Cheongok, 32: CR Daetong, 33: Ryeokgwang, 34: CR Chungwangbombaechu, 35: CC807A, 36: CC808A, 37: CC809A, 38: CC817A, 39: SP-03, 40: SP-25, 41: SP-22, 42: SP-23, 43: SP-05, 44: SP-07-1, 45: SP-21, 46: SP-27, 47: SP-02, 48: SP-28, 49: SP-01, 50: SP-30, 51: CR DB 50, 52: CR DB 29, 53: CR DB 30.

증상이 나타나고 심하면 고사하기에 이른다. 그러나 본 연구에서는 배추정식 후 시간이 지날수록 지상부의 시들음 증상이 점차로 호전되는 품종들이 있었는데, 시기적으로 적절량의 강수를 받은 배추 품종들이 부족한 수분의 흡수를 받으면서 지상부 생육에 탄력을 받은 것으로 추정된다.

**배추 뿌리혹병 발생조사.** 정식 60일 후에 뿌리혹병에 대한 배추 품종 및 계통 별 지하부의 저항성을 조사한 결과 ‘대통’, ‘Super CR Kimi 85’, ‘Super CR Hiroki’ 품종이 뿌리혹병 발병률이 0로 가장 저항성이 높은 것으로 조사되었으며 그 외 저항성 품종은 ‘고향쌈’, ‘CR 산촌배추’, ‘황파’, ‘CR 장군’, ‘CR 여름맛’, ‘CR 청옥’ 품종이었으며, 계통 중에는 CC807A, CC809A, SP-03, SP-30, CR DB 50, CR DB 29, CR DB 30이 저항성인 것으로 나타났다(Fig. 3). 뿌리혹병 발생이 심한 감수성 품종은 ‘강한배추’, ‘개나리’, ‘서울배추’, ‘산촌배추’ 품종으로 조사되었다(Fig. 4). 뿌리혹은 형성된 후 얼마 되지 않은 경우에는 표면이 희고 단단하지만 시간이 지남에 따라 표면은 갈변하고 거칠어진다(Fig. 4B). 뿌리의 발육상태를 보면 정식 40일 이후에 갑자기 근장이 짧아지는 현상이 관찰되어 뿌리혹이 형성되면서 주근과 세균이 고사하는 것으로 알려져 있고 병든 포기 뿌리는 이상비대 되어, 뿌리에 크고 작은 부정형의 혹이 형성되고 시간이 지나면서 환경에 따라 혹의 상처부위로 세균이나 다른 균류가 침입하여 썩기도 한다(Young 등, 2003). 기주식물의 뿌리혹병 발병 기작 연구에 대한 현재까지의 초점은 뿌리세포



**Fig. 4.** Below-ground symptoms of clubroot of Chinese cabbage at 60 days after transplanting. A: Non-clubroot, B: Clubroot.

의 이상 비대 성장에 집중되고 있기 때문에 병원균 침입 시 식물체내 오옥신과 사이토키닌 대사 관련 유전자 발현 분석에도 최근에 관심을 가지고 있다(Devos 등, 2005). 또한 뿌리혹병 발생은 토양물리화학성에 따라서도 차이가 있는데 일반적으로 부식질나 점토함량이 많은 토양에서 발생이 많고 토양산도가 높아질수록 감소한다는 Davies와 Jones(2002)의 결과를 토대로 본 연구에서도 토양산도 등의 토양분석 실험이 추가될 필요가 있다.

**배추 생체중조사.** 정식 60일 후에 배추 지하부의 뿌리혹병 발병을 조사함과 동시에 각 품종과 계통에 대한 생체중을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 생체중이 무거운 품종으로 Super CR Hiroki가 2659.7 g, 진청이 2255.5 g, 황波 90이 2190.2 g, 서울배추가 2171.7 g이었다. 일반적으로 병원균에 감염되면 배추뿌리에 형성된 뿌리혹이 물관부의 통도기능을 막아 양수분의 흡수를 방해하여 지상부의 생육이 지연되고 낮에는 잎이 위조 및 왜소화되는 전형적인 뿌리혹병 증상이 나타나면서 지상부의 생체중이 줄어든다. 발병 뿌리털에는 크고 작은 여러 개의 혹들

이 형성되어 있는 것을 볼 수 있는데 형성된 혹의 세포들은 정상적인 세포들 보다 많은 영양분을 소모할 뿐만 아니라 식물지하부 뿌리전체의 영양분과 물의 이동을 간섭한다. 보통 뿌리혹병에 걸린 배추는 생체중이 낮으나 배추뿌리혹병 감수성 품종 중에서 ‘강한배추’ 1776 g, ‘서울배추’ 2171 g, ‘산촌배추’ 1703 g, ‘개나리’ 1759 g로 생체중이 그다지 낮지 않았다. 이것은 배추육묘 초반기보다는 어느 정도 배추가 성장한 후반기에 뿌리혹병에 감염이 된 것으로 사료되며 이와 같은 결과는 Kim 등(2000a, 2000b)의 감염시기가 빠를수록 피해 정도가 심각하다는 결과와 유사한 것으로 정식 후 30일 이전에 병에 감염되면 수확이 불가능하므로 육묘기나 정식초기에 뿌리혹병에 감염되지 않도록 포장관리에 주의가 필요한 것으로 생각된다.

배추 뿌리혹병 저항성 품종은 전통적 육종 방법을 사용하여 저항성 유전자를 도입하여 만든다. 본 연구에서 선별된 일본의 두 품종 외에 ‘CR 장군’, ‘대통’ 품종과 ‘CR DB 50’과 ‘CR DB 29’ 계통은 배추 뿌리혹병에 대

**Table 1.** Comparison of fresh weight of Chinese cabbage cultivars and strains at 60 days after transplanting

Fresh weight of Chinese cabbages					
Cultivar	F.W (g)	Cultivar	F.W (g)	Cultivar	F.W(g)
1	2062.1abcde <sup>a</sup>	19	1255.9fghijk	37	1477.4cdefghij
2	1407.4defghij	20	1776.0bcdefghi	38	1605.0bcdefghij
3	1611.3bcdefghij	21	1155.2ghijkl	39	1596.2bcdefghij
4	1418.4defghij	22	2171.7abc	40	1606.3bcdefghij
5	1843.7bcdefgh	23	1703.2bcdefghi	41	1784.3bcdefghi
6	2255.2ab	24	1759.7bcdefghi	42	1536.5bcdefghij
7	1727.7bcdefghi	25	1320.0fghij	43	1429.2defghij
8	1483.9cdefghij	26	2114.2abcd	44	1522.9cdefghij
9	1501.4cdefghij	27	1751.6bcdefghi	45	1505.5cdefghij
10	1291.3fghij	28	1349.3efghij	46	1330.3fghij
11	1186.3ghijkl	29	1611.7bcdefghij	47	1977.2bcdef
12	1426.8defghij	30	1093.1ijkl	48	1847.7bcdefgh
13	1528.4cdefghij	31	1162.8ghijkl	49	1956.9bcdef
14	2190.2abc	32	952.1jkl	50	1733.8bcdefghi
15	1968.7bcdef	33	583.5kl	51	1875.1bcdefg
16	2659.7a	34	526.7l	52	1863.2bcdefg
17	1830.6bcdefgh	35	1127.4hijkl	53	1683.2bcdefghi
18	1733.2bcdefghi	36	1063.6ijkl		

<sup>a</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

1-34 : Cultivars of Chinese cabbage, 35-53 : Strains of Chinese cabbage

1: Woldongdaechep, 2: Daetong, 3: Gohyangssam, 4: CR Sanchonbaechu, 5: Bulamplus, 6: Jincheong, 7: CR Dongpung, 8: CR Myeongpung, 9: Gyeouljinmyeong, 10: CR Ansim, 11: Sagang, 12: Chunryang, 13: Kiraboshi, 14: Hwangpa 90, 15: Super CR Kimi 85, 16: Super CR Hiroki, 17: Kangryeokyeoleumbaechu, 18: Garaksin 1hobaechu, 19: Chamnorangbaechu, 20: Ganghanbaechu, 21: Chilseongbaechu, 22: Seoulbaechu, 23: Sanchonbaechu, 24: Gaenari, 25: Gohyangssam(coating), 26: CR Macbaechu, 27: CR Greenbaechu, 28: CR Hagyebaechu, 29: CR Janggun, 30: CR Yeoreummac, 31: CR Cheongok, 32: CR Daetong, 33: Ryeokgwang, 34: CR Chungwangbombaechu, 35: CC807A, 36: CC808A, 37: CC809A, 38: CC817A, 39: SP-03, 40: SP-25, 41: SP-22, 42: SP-23, 43: SP-05, 44: SP-07-1, 45: SP-21, 46: SP-27, 47: SP-02, 48: SP-28, 49: SP-01, 50: SP-30, 51: CR DB 50, 52: CR DB 29, 53: CR DB 30.

한 저항성 및 내서성이 높은 것으로 나타났다. 다만 대통 품종에서 문제가 되는 것은 생체중이 상대적으로 낮다는 것이므로 생체중이 우수한 품종과 육종을 통하여 상호보완적인 품종 육성이 필요할 것으로 사료된다. 하지만 이러한 저항성 품종을 한 지역에서 3~4년 연작을 할 경우 병원균의 변이에 의하여 저항성 품종이 이병성화 하는 경우가 있으므로 향후에는 배추품종에 따른 병원균 변이 기작 연구와 기주식물내에서 뿌리혹병 발병 기작 연구가 함께 수행되어야 할 것 같다. 저항성 배추계통으로 육성된 CR계 품종은 지역이나 재배시기에 따라 이병성, 중도저항성, 저항성 등으로 각기 다르게 나타나 저항성 정도에 일관성이 없는 것으로 알려져 있다(Kim 등, 2003). 본 연구에서 대부분의 배추 뿌리혹병 저항성인 CR계통의 품종은 뿌리혹이 약간 형성되었지만 수확시 상품성에는 그다지 문제가 없는 것으로 나타났다. 그러나 뿌리혹병의 레이스가 빠른 속도로 증가하는 것을 보면 저항성 품종만으로 뿌리혹병을 예방하기에는 한계가 있는 것으로 생각되며, 앞으로 좀 더 효과적으로 뿌리혹병을 방제하기 위하여 다각적인 방법이 모색되어야 할 것으로 생각된다.

## 요 약

본 연구는 53의 배추품종 및 계통에 대한 고랭지재배에 적합한 품종을 선발하기 위하여 원예적 특성이 우수하면서 십자화과 작물 재배지역에서 심각하게 발생하는 배추 뿌리혹병에 저항성인 배추를 선발하기 위하여 실험을 수행하였다. 34개 품종의 배추와 19개 계통의 배추를 배추뿌리혹병원균으로 오염된 고랭지 포장에 정식하였다. 정식 30일 후에 내서성 및 지상부 뿌리혹병 발생에 의한 시들음 조사를 하였고, 정식 60일 후에 뿌리혹병 지하부 발생조사, 품종 및 계통 별 수량성을 알아보고자 생체중을 측정하였다. 정식 30일 후 내서성 및 뿌리혹병에 대한 지상부 시들음 조사에서 ‘불암플러스’, ‘강력여름배추’ 품종과 ‘SP-02’, ‘SP-05’, ‘CR DB 29’, ‘CR DB 50’ 계통이 저항성이 있는 것으로 나타났다. 정식 60일 후 뿌리혹병 발병률에 대한 지하부 조사에서는 ‘대통 품종’, ‘Super CR Kimi 85 품종’, ‘super CR Hiroki’ 품종이 뿌리혹병에 대한 저항성이 높은 것으로 조사되었다. 정식 60일 후 품종별 생체중 조사에서는 ‘Super CR Hiroki’ 품종이 생체중 2,500 g 이상으로 다른 품종에 비하여 월등히 좋았다. 배추 정식 초기인, 정식 후 30일 지상부의 시들음 조사에서 저항성품종으로 조사된 성적과 정식 후 60일 뿌리혹병에 대한 지하부 저항성 조사 성적은 다소 차이가 있었다. 배추 품종으로 ‘Super CR Hiroki’, ‘Super CR Kimi 85’, ‘CR

장군’이 배추 계통으로 ‘CR DB 29’, ‘CR DB 50’이 내서성 및 뿌리혹병 발생에도 저항성을 보였으며 아울러 원예학적 특성 중 생체중에 대해서도 월등히 우수하여 강원도 고랭지 재배에 적합할 것으로 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 2009년 농림수산식품부(ARPC)의 농림기술개발사업에서 시행한 채소병리검정지원사업단의 연구지원으로 수행된 연구결과이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

## 참고문헌

- Arie, T., Kobayashi, Y., Okada, G., Kono, Y. and Yamaguchi, I. 1998. Control of soilborne clubroot disease of cruciferous plants by epoxydon from *Phoma glomerata*. *Plant Pathol.* 47: 743-748.
- Chang, S. W., Hong, S. S., Kim, S. K., Kim, H. D. and Yi, E. S. 2000. Improvement of control effect by change of chemical application method on clubroot disease of Chinese cabbage caused by *Plasmokiophora brassicae* in field. *Plant Dis. Res.* 6: 39-42.
- Cheah, L. H. and Page, B. B. C. 1995. *Trichoderma* spp. for potential biocontrol of clubroot of vegetable brassicas. *Proc. 50th New Zealand Plant Prot. Conf.* pp. 150-153.
- Cheah, L. H., Veerakone, S. and Kent, G. 2000. Biological control of clubroot on caluliflower with *Trichoderma* and *Streptomyces*. spp. *New Zealand Plant Prot.* 53: 18-21.
- Cho, W. D., Kim, W. G. and Takahashi, K. 2003. Occurrence of clubroot in cruciferous vegetable crops and races of the pathogen in Korea. *Plant Pathol. J.* 19: 64-68.
- Commonwealth Agricultural Burearx. CAB. 1979. CMI Description of pathogenic Fungi and Bacteria. 621 pp.
- Davies, G. and Jones, C. 2002. The effect of organic amendments on clubroot (*Plasmodiophora brassicae*). UK Organic Research: Proceedings of the COR Conference, 26-28 March, pp. 223-224.
- Devos, S., Vissenberg, K., Verbelen, J. P. and Prinsen, E. 2005. Infection of Chinese cabbage by *Plasmodiophora brassicae* leads to a stimulation of plant growth: impacts on cell wall metabolism and hormone balance. *New Phytologist* 166: 241-250.
- Jang, C. S., Park, Y. J. and Lim, Y. P. 2001. Development of anther-derived lines resistant to clubroot diseases (*Plasmodiophora brassicae* Woron.) in Chinese cabbage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 42: 689-694.
- Kim, C. H., Cho, W. D. and Kim, H. M. 2000a. Distribution of *Plasmodiophora brassicae* causing clubroot disease of Chinese cabbage in soil. *Plant Dis. Res.* 6: 27-33.

- Kim, C. H., Cho, W. D. and Kim, H. M. 2000b. Yield loss of spring Chinese cabbage as affected by infection time of clubroot disease in fields. *Plant Dis. Res.* 6: 23-26.
- Kim, C. H., Cho, W. D. and Lee, S. B. 2003. Review of researches on clubroot disease of Chinese cabbage in Korea and future tasks for its management. *Plant Dis. Res.* 9: 57-63.
- Kim, D. W. and Oh, J. H. 1997. Incidence, pathogenicity of clubroot fungus (*Plasmodiophora brassicae*) and varietal resistance in Chinese cabbage. *Korean J. Plant Pathol.* 13: 95-99.
- Oh, J. H., Cho, J. H., Kim, B. G., Chae, J. C., Chung, G. U., Hwang, C. H. and Kim, D. W. 1997. Environmental factors favoring the disease development and chemical control of clubroot (*Plasmodiophora brassicae*) in Chinese cabbage. *Korean J. Plant Pathol.* 13: 244-247.
- Young, R. Y., Kim, J. H., Kim, B. S., Jeon, J. Y. and Yoon, C. S. 2003. Effects of beneficial antagonists (*Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., and *Trichoderma* sp.) on control of clubroot of Chinese cabbage. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 21: 194-198.
- Zhang, X. Z., Lee, S. U., Kim, J. S., Yoon, Y. S., Choi, G. S., Kim, H. K. and Kim, B. S. 2005. Control efficacy of Flusulfamide GR on Chinese cabbage clubroot caused by *Plasmodiophora brassicae*. *Res. Plant Dis.* 11: 43-47.