주요 오이 품종의 노균병에 대한 저항성 검정

이중섭* · 한경숙 · 이성찬 · 소재우

국립원예특작과학원 원예특작환경과

Screening for Resistance to Downy Mildew among Major Commercial Cucumber Varieties

Jung-Sup Lee*, Kyung-Sook Han, Seong-Chan Lee and Jae-Woo Soh

Horticultural & Herbal Environment Division, National Institute of Horticultural and Herbal Science,
Rural Development Administration, Suwon 441-440, Korea

(Received on March 22, 2013; Revised on June 18, 2013; Accepted on June 20, 2013)

This study was carried out for the downy mildew resistant test between 2010 and 2012. A set of 22 accessions belonging to 2 wild species and 20 varieties of the genus *Cucumis*, originating mainly from the Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC) Gene Centre, was evaluated for resistance to *Pseudoperonospora cubensis*, causal agent of cucumber downy mildew. The youngest fully expanded true leaves were found suitable for in vitro screening. Both leaf discs and full leaves could be kept fresh longer when applying 0.2 µg/ml of gibberellin acid (GA). The incubation temperature of 20°C was found to be the most suitable temperature for symptom development comparing with 15 and 25°C. Symptom development was faster when contact diseased leaf discs (2 weeks after inoculation) on to fresh leaf samples comparing with using conidia suspension (10⁵ spores/ml). The numbers of spots in 'C-19' were lower than other varieties. 'C-19' variety was also showed the highest level of downy mildew resistant at 20°C chamber in 6 days after inoculating with pathogen and displayed 0.90 (under 10%) of the infected rate. However, other varieties displayed susceptible in the pathogen sprayed plots. 'C-19' was the most resistant variety and no lesion was observed. Based on all data, 'C-19' can be a useful variety for the prevention of downy mildew.

Keywords : *Cucumis sativus*, Fruit number, Germplasm evaluation, Vegetable breeding

서 론

박과 작물에서 노균병을 일으키는 병원균은 *Pseudoperonospora cubensis*(Berkeley와 Curtis, 1868)로 생육 중 주로 잎에 발생되며, 발병이 많을 때에는 잎의 활력을 저하시킬 뿐만 아니라 조기 낙엽을 유도하여 과실의 품질을 떨어뜨리는 가장 파괴적인 병해 중의 하나이다(Cohen 등, 2003). 박과 작물의 노균병은 세계적으로 널리 분포하고 있으며 발병에 영향을 미치는 중요한 요인은 주변 환경과 기주 범위이다. 그 중에서도 재배 중 변화되는 습도에 따라서 발병에 결정적인 영향을 미친다(Lebeda와

Cohen, 2010). 국내에 재배되고 있는 오이 품종들은 대부분 노균병에 이병성인 것으로 알려져 있으며 이는 다른 나라에서 재배되는 품종들에서도 비슷한 결과를 나타내고 있다. 따라서, *P. cubensis*에 대한 이병성인 대부분의 재배 품종들은 *Cucurbita* spp., *Citrullus* spp. 그리고 *Luffa* spp.로 재배 중 환경요인 변화가 발병에 중요한 영향을 미치고 있다(Oerke 등, 2006). 특히, 주 발병 장소인 잎에서의 적당한 습도는 발병 확산에 결정적인 영향을 나타내고 있다(Lebeda와 Cohen, 2010). Lebeda와 Cohen(2010)의 연구에 의하면, 오이 잎에서 발병에 필요한 최소한의 온도조건은 15°C 전후이며, 최저 5°C와 최고 30°C의 범위에서도 적당한 수분이 존재한다면 충분히 발병을 일으킬 수 있다고 보고하고 있다. 또한, 박과 작물의 노균병균은 활물기생균으로 조직 속에서 난포자를 형성하는 것으로 알려져 있으며 조직 속의 난포자는 추운 겨울에도

*Corresponding author

Phone) +82-31-290-6243, Fax) +82-31-290-6259

Email) jslee@korea.kr

월동이 가능한 것으로 보고하고 있다(Shetty 등, 2002). 한편 몇 번의 시험을 통해 노균병균은 races가 존재하는 것으로 밝혀졌다(Angelov 등, 2000; Shetty 등, 2002). Shetty 등(2002)은 미국에서 재배되는 오이에서 발생하는 노균병은 적어도 2개의 races가 존재하며 대부분의 재배 품종들은 충분한 저항성을 나타내지 못하였다고 보고하고 있다. 노균병에 일부 저항성 유전자를 보유하고 있는 것들은 야생종 *C. melo*로부터 *Cucumis sativus*에 이르기까지 극히 일부만이 보고되었다(Chen과 Adelberg, 2000). 그러나 저항성 품종을 위한 중간 교잡은 노균병에 대한 오이 품종의 유전적 다양성으로 인해 매우 제한적이었다(Lebeda와 Widrechner, 2006). Dhillon 등(1999)은 217개 오이 유전자원으로부터 노균병 저항성 정도를 시험한 결과 9개의 저항성 계통을 확인하였다. Petrov 등(2000)의 연구에 의하면 155개 품종에 대한 저항성 검정 결과 5개의 품종에서 저항성을 나타내었으며, 저항성 품종은 병반수가 적고 병반 조직상에 형성된 병포자 수도 낮았다고 보고하고 있다. 한편, 생육 중 재배환경이 노균병 병원균의 병원성 발현에 크게 관여하는 것으로 알려져 있다.

재배 중에 발생하는 온도 및 습도변화, 강우량, 그리고 병원균의 접종농도 등이 노균병 감염에 크게 영향을 미치고 있다(Perchepied 등, 2005). 특히, 병원균과 기주 간 상호작용 그리고 재배환경이 상호 밀접하게 관련되어 있다(Angelov와 Krasteva, 2000). 또한, 재배되는 품종 중에서도 다른 계통은 서로 다른 저항성 기작을 나타내며 이는 독립적인 유전 양상을 보이기 때문에 이에 대한 연구는 앞으로 충분히 연구되어야 한다. 따라서, 본 연구는 수집한 오이 품종들의 노균병 병원균에 대한 발병 정도를 조사하고 저항성 정도를 검정하여 저항성 품종에 대한 교배모본 활용과 이병성 품종들에 대해서는 생육기 방제 자료로 활용하고자 수행되었다.

재료 및 방법

병원균 분리 및 증식. 2011년 AVRDC에서 오이 ‘PT76’ 품종 등 생육중인 하위엽에 노균병이 발병된 잎을 수집하여 오래된 포자낭을 제거한 다음 0.2 µg/ml gibberellin 용액을 흡수시킨 탈지면으로 엽병을 감싼 후 여지 2장을 겹으로 깔고 증류수 5 ml 넣은 일회용 접시 내에 밀봉하여 습도를 유지하였다. 이후 충분한 포자 형성을 위해 20°C(12 h 광조사/일) 항온 배양기에 넣어 1–4일간 처리하였다. 병원균 증식은 노균병에 이병성인 품종(‘Mareen’)을 20–25°C 온실 내에서 포트 재배하면서 본엽 6–10엽의 건전엽에 병반 조직을 홀 펀치(No.10)를 이용 직경 18 mm

의 원형 디스크 형태로 잘라 엽당 5–8개를 접종하였다. 이후 동일한 방법으로 20–25°C 항온기 내에 유지하면서 건전엽에 leaf disc 접종을 반복하여 발병된 잎의 병반을 접종원으로 이용하였다.

Leaf disc 준비. 정식 15일 후 완전히 전개된 본엽 엽 위 5매를 품종별로 수집한 후 홀 펀치를 이용 직경 18 mm로 잘라 0.2 µg/ml gibberellin이 처리된 여과지(ADVACTEC; 90 mm No.1)를 겹으로 넣은 90 mm 배양 접시에 넣어 준비하였다.

병원균 접종. 발병엽으로부터 분리된 병원균의 밀도는 증류수로 희석하여 약 2,000 zoospores/ml로 조절하였다. 이때 leaf disc당 병포자 현탁액을 20 µl 접종하였으며, 품종별로 leaf disc 6개를 3반복으로 접종한 후 항온기의 온도를 15°C, 20°C, 25°C로 각각 구분하였다. 각 항온기 내에서는 처리품종의 광합성을 위해 형광램프(1,600 lux, 4개)를 이용하여 일당 12시간 광을 조사하였다.

저항성 검정용 품종 수집. 본 시험에 사용된 품종은 현재 국내에서 재배되고 있거나 AVRDC 유전자 은행에

Table 1. Entries of cucumber hybrid varieties used in the study

Cucumbers	
Code	Name
C-1	Han bit back chim
C-2	Nam ji heuk jin ju
C-3	Chung jin han
C-4	Gang ho back chim
C-5	Gang ryuk sam chuck
C-6	Jang juk chung jang
C-7	Chung bak back chim
C-8	Jang hyung nak hap
C-9	Shin Heuk jin ju
C-10	Eun mi heung nong
C-11	Eun chim
C-12	Yeo rum Sam chuck
C-13	Garak Man chun
C-14	Gyeul sali chung jang
C-15	Neul pu reun chung jang
C-16	Dragon sam chuck
C-17	Mu jin jang
C-18	Fresh
C-19	Ildong chung jang
C-20	Back bong dadagi
C-21	AVRDC 1
C-22	AVRDC 2
Control	Mareen (AVRDC)

보유중인 유전자원으로 오이 22종을 대상으로 처리하였다(Table 1).

발병률 조사. 처리 엽당 품종별 접종부위에 형성된 병징은 18 mm 커터로 도려낸 엽에서 나타나는 병반 면적률로 환산하여 다음과 같이 구분하여 나타내었다.

0 : 병징 무발현, 0.1 : 직경 1-2 mm 수침상 원형병반(접종부위 1-5% 점유, 포자형성 없음), 0.5 : 위와 동일하나 병반 2-3 mm(접종부위 5-10% 점유, 포자형성 정도 +), 1 : 조직괴사 및 3-5 mm 수침상 병반(접종부위 10-20% 점유, 포자형성 정도 ++), 2 : 조직괴사 및 6-10 mm 수침상 원형 및 부정형 병반(접종부위 50% 점유, 포자형

성 정도 +++), 3 : 위와 동일하나 조직괴사부위 변색(접종부위 50-75% 점유, 포자형성 정도 ++++), 4 : 병반 병합 및 대부분 괴사(접종부위 >75% 점유, 포자형성 정도 ++++) (Fig. 1).

결 과

처리온도 수준별로 오이 노균병 발병에 미치는 영향을 알아보고자 하위엽부터 7엽 부위를 채취하여 이용하였다. 노균병 병원균 접종 후 15°C, 20°C, 25°C의 항온 배양기 내에 각각 구분하여 처리하였다. 처리결과 20°C에서는 다

Fig. 1. Incidence of downy mildew on different cucumber conditions. Each leaf was rated on a 0.1-4 scale of increasing disease severity with the use of a set of disease assessment keys prepared for foliar diseases on cucumber. These assessment keys used percentage infected leaf area diagrams based on the infected scale and represented a range of 0-97% infected leaf area as follows; 0.1 (1-5%), 0.5 (5-10%), 1 (10-20%), 2 (20-50%), 3 (50-75%), 4 (>75%). Chlorotic or necrotic portions of leaves were considered to be infected.

Fig. 2. Incidence of downy mildew on different cucumber cultivars at the chamber maintained at 20°C (above) and 25°C (below) (12DAI). Leaf damage was rated 9 days after pathogen inoculation. The scale was A (2: 20-50%, moderate), B (1: 10-20%, slight), C (1: 10-20%, slight) in 20°C and A' (2: 20-50%, moderate), B' (2: 20-50%, advanced) and C' (3: 50-70%, severe) in 25°C.

른 처리구에 비해 다량의 병반이 형성되어 육안으로 조사가 가능하였다(Fig. 2).

특히, ‘C-19’ 품종에서는 노균병 접종 15일 후 발병률 0.90(10–20%) 이하로 발병률이 가장 낮아 처리 품종간 유의적인 차이를 나타내었다. 기타 품종에서는 처리시간이 길어질수록 발병률이 증가되어 이병성을 나타내었다(표 2). 또한, 처리온도 25°C에서는 노균병 처리엽내 처리기간이 길어질수록 다른 병원균의 혼입 발병으로 병징 구분이 뚜렷하지 않아 육안 조사가 곤란하였다(Fig. 2).

그리고 25°C 처리구에서는 처리시간이 길어질수록 대부분 처리엽들이 황색으로 변색되거나 고사하는 등 처리엽의 활력이 저하됨에 따라 노균병의 발병 및 병반 형성에 불리한 조건이 형성되어 노균병균의 침입 발병에 적합한 온도가 아님을 알 수 있었다(Table 3). 또한 15°C 처리에서는 처리기간이 경과하여도 저온으로 인해 처리엽의 보존상태는 양호하였다. 그러나, 접종부위의 병반 크

기가 작았으며, 처리 9일 후에도 병반의 진행 정도가 낮은 것으로 보아 병징 발현에 적합하지 않은 온도임을 알 수 있었다(Table 4).

오이 수집 품종별 노균병 저항성 판별을 위하여 하위 3–4엽 부위를 이용하여 노균병 접종 후 20°C 챔버에 유지하였다. 처리 품종 중 발병률은 C-2, 19, 22 품종에서 노균병 접종 15일 후 각각 1.84, 0.90, 1.18로 비교적 낮은 경향을 나타내었다(Table 2). 기타 품종에서는 유의적인 차이는 나타나지 않았지만 C-7, 10, 11 세 품종에서 발병률이 각각 3.00, 3.44, 3.11으로 높게 발생되어 노균병에 이병성임을 알 수 있었다(Fig. 3).

특히 ‘C-19’ 품종에서는 저항성을 나타내어 1차 처리에 서와 비슷한 경향을 보였으며 다른 품종에 비해 변색 정도가 낮아 잎의 생육유지가 비교적 높음을 볼 수 있었다(Fig. 4). 이러한 결과는 ‘C-19’ 품종을 비롯한 ‘C-2’와 ‘C-22’ 품종의 유묘 단계에서 나타난 다소 높은 저항성은

Table 2. Incidence of downy mildew on different cucumber cultivars at 20°C in a chamber

Species	Cultivar	Disease severity			
		Time treatments (DAI)			
		6	9	12	15
<i>Cucumis sativus</i>	C-01	0.68 ± 0.1	1.20 ± 0.0	1.75 ± 0.1 bc	1.83 ± 0.2 bc
	C-02	0.79 ± 0.1	1.42 ± 0.0	1.67 ± 0.1 bc	1.84 ± 0.2 bc
	C-03	1.01 ± 0.0	1.67 ± 0.1	2.28 ± 0.3 b	2.39 ± 0.2 b
	C-04	1.44 ± 0.1	2.42 ± 0.3	3.00 ± 0.4 ab	–
	C-05	0.98 ± 0.0	1.56 ± 0.1	2.08 ± 0.3 b	2.22 ± 0.3 b
	C-06	1.34 ± 0.2	2.28 ± 0.3	2.72 ± 0.3 b	2.84 ± 0.3 ab
	C-07	1.72 ± 0.2	2.39 ± 0.3	2.89 ± 0.4 ab	3.00 ± 0.4 a
	C-08	1.78 ± 0.2	2.50 ± 0.3	2.56 ± 0.3 b	2.74 ± 0.3 b
	C-09	1.11 ± 0.0	2.19 ± 0.2	2.83 ± 0.3 ab	–
	C-10	1.67 ± 0.1	2.72 ± 0.3	3.28 ± 0.4 a	3.44 ± 0.4 a
	C-11	1.26 ± 0.1	2.28 ± 0.3	2.83 ± 0.4 ab	3.11 ± 0.4 a
	C-12	1.14 ± 0.0	2.22 ± 0.3	2.67 ± 0.3 b	2.84 ± 0.3 ab
	C-13	0.92 ± 0.0	1.78 ± 0.2	2.19 ± 0.3 bc	2.36 ± 0.3 b
	C-14	1.01 ± 0.0	1.91 ± 0.2	2.42 ± 0.2 b	2.50 ± 0.3 b
	C-15	0.84 ± 0.0	1.72 ± 0.2	2.28 ± 0.2 b	2.50 ± 0.3 b
	C-16	0.89 ± 0.0	1.25 ± 0.1	1.67 ± 0.1 bc	2.06 ± 0.2 b
	C-17	0.68 ± 0.0	1.54 ± 0.1	2.07 ± 0.2 b	2.46 ± 0.2 b
	C-18	0.57 ± 0.0	1.39 ± 0.1	1.83 ± 0.1 bc	2.22 ± 0.2 b
	C-19	0.17 ± 0.0	0.33 ± 0.0	0.82 ± 0.0 c	0.90 ± 0.0 c
	C-20	0.58 ± 0.0	1.22 ± 0.1	1.67 ± 0.1 b	2.17 ± 0.2 b
	C-21	0.43 ± 0.0	0.57 ± 0.0	0.79 ± 0.0 c	1.01 ± 0.0 c
	C-22	0.52 ± 0.0	0.65 ± 0.0	0.93 ± 0.0 c	1.18 ± 0.0 c

Disease severity was scaled by infected area of the total leaf area.

0: No symptom, 0.1: 1–5%, 0.5: 5–10%, 1: 10–20%, 2: 20–50%, 3: 50–75%, 4: 75%.

Table 3. Incidence of downy mildew on different cucumber at 25°C in a chamber

Species	Cultivar	Disease severity			
		Time treatments (DAI)			
		6	9	12	15
<i>Cucumis sativus</i>	C-01	0.19 ± 0.0	0.37 ± 0.0	0.41 ± 0.0 b	0.52 ± 0.0 b
	C-02	0.37 ± 0.0	0.39 ± 0.0	0.55 ± 0.0 b	0.58 ± 0.0 b
	C-03	0.44 ± 0.0	1.03 ± 0.1	1.13 ± 0.1 ab	1.31 ± 0.1 ab
	C-04	0.70 ± 0.0	1.31 ± 0.1	1.38 ± 0.1 ab	1.74 ± 0.1 ab
	C-05	0.22 ± 0.0	0.41 ± 0.1	0.16 ± 0.0 b	0.25 ± 0.0 b
	C-06	0.63 ± 0.0	1.42 ± 0.1	1.60 ± 0.1 a	1.84 ± 0.2 ab
	C-07	0.40 ± 0.0	0.82 ± 0.0	1.40 ± 0.1 ab	1.64 ± 0.1 ab
	C-08	0.35 ± 0.0	1.00 ± 0.1	1.27 ± 0.1 ab	1.93 ± 0.1 a
	C-09	0.89 ± 0.0	0.75 ± 0.0	1.14 ± 0.1 ab	1.14 ± 0.1 ab
	C-10	0.94 ± 0.1	2.25 ± 0.2	3.13 ± 0.3 a	3.13 ± 0.3 a
	C-11	0.89 ± 0.0	1.50 ± 0.1	1.50 ± 0.2 a	2.00 ± 0.2 a
	C-12	0.92 ± 0.1	0.92 ± 0.0	1.00 ± 0.1 ab	–
	C-13	0.50 ± 0.0	0.61 ± 0.0	1.02 ± 0.1 ab	1.34 ± 0.1 ab
	C-14	0.31 ± 0.0	0.56 ± 0.0	0.86 ± 0.0 b	0.92 ± 0.0 b
	C-15	0.28 ± 0.0	0.46 ± 0.0	0.60 ± 0.0 b	0.98 ± 0.1 b
	C-16	0.19 ± 0.0	0.24 ± 0.0	0.34 ± 0.0 b	0.57 ± 0.0 b
	C-17	0.26 ± 0.0	0.64 ± 0.0	0.48 ± 0.0 b	–
	C-18	0.49 ± 0.0	0.39 ± 0.0	0.42 ± 0.0 b	0.67 ± 0.0 b
	C-19	0.21 ± 0.0	0.18 ± 0.0	0.40 ± 0.0 b	0.52 ± 0.0 b
	C-20	0.20 ± 0.0	0.44 ± 0.0	1.08 ± 0.1 ab	1.42 ± 0.1 ab
	C-21	0.06 ± 0.0	0.06 ± 0.0	0.06 ± 0.0 b	0.06 ± 0.0 b
	C-22	0.04 ± 0.0	0.23 ± 0.0	0.28 ± 0.0 b	0.36 ± 0.0 b

Disease severity was scaled by infected area of the total leaf area.

0: No symptom, 0.1: 1–5%, 0.5: 5–10%, 1: 10–20%, 2: 20–50%, 3: 50–75%, 4: 75%.

포장의 생육단계에서도 나타나는지에 대하여 추가적으로 조사가 이루어져야 할 것으로 추정되었다.

고 찰

지금까지 오이 노균병 저항성을 측정하는 수단으로 잎에 형성된 병반 수 등 많은 방법이 이용되고 있다(Lebeda와 Cohen, 2011). 또한 잎 위에 병원균 접종 후 형성된 병반 크기는 노균병균에 대한 감수성의 적절한 지표로 나타내는 것이라고 생각된다. 이러한 추정의 근거로는 Fig. 1의 결과로 나타내었다. Gent 등(2009)의 연구에 의하면 노균병의 저항성을 측정하는데 있어 엽위에 나타난 병반 크기와 병반 상에 형성된 포자량은 기주작물의 노균병에 대한 감수성과 병원균의 생장 정도를 평가하는 최소한의 주관적인 방법이라고 보고하였다. 한편, 기주 저항성은 병

원균 침입에 대한 잎의 저항력, 기주 조직 내에서 균사생장에 대한 저항력, 병반상에 포자 또는 포자낭 형성에 대한 저항력 등으로 나타낼 수 있다고 보고하고 있다(Colucci와 Holmes, 2007; Gevens와 Hausbeck, 2006). 흔히, 오이 엽에서의 노균병에 대한 저항성 발현은 한가지 요인 보다는 여러 요인들이 상호 복합적으로 작용하여 나타난다. 이러한 요소들은 상호 연관되어 있기 때문에 한가지 실용적인 요인만을 선택하는 것은 다른 저항성 요인들을 증가시킬 수 있기 때문에 가능한 여러 요인들의 작용을 최소한으로 할 수 있도록 고려하는 것이 중요하다. 이러한 변이 조건을 최소한으로 설정한 후 오이 엽위에 형성된 병반의 크기는 전체적인 저항성 효과를 나타낼 수 있는 효과적인 수단으로 작용한다(Lebeda와 Cohen, 2010). 따라서 엽위에 형성된 병반 크기는 새로운 품종을 육종하는데 있어 하나의 기준으로 선택되고 있다. 한편, 오이 노

Table 4. Incidence of downy mildew on different cucumber at 15°C in a chamber

Species	Cultivar	Disease severity			
		Time treatments (DAI)			
		6	9	12	15
<i>Cucumis sativus</i>	C-01	0.19 ± 0.0	0.37 ± 0.0	0.41 ± 0.0 b	0.52 ± 0.0 b
	C-02	0.37 ± 0.0	0.39 ± 0.0	0.55 ± 0.0 b	0.58 ± 0.0 b
	C-03	0.44 ± 0.0	0.53 ± 0.0	0.58 ± 0.0 b	0.81 ± 0.0 ab
	C-04	0.70 ± 0.0	1.31 ± 0.1	0.85 ± 0.0 ab	0.90 ± 0.1 ab
	C-05	0.22 ± 0.0	0.81 ± 0.0	0.16 ± 0.0 b	0.25 ± 0.0 b
	C-06	0.63 ± 0.0	1.42 ± 0.1	0.70 ± 0.0 b	0.74 ± 0.0 ab
	C-07	0.40 ± 0.0	0.62 ± 0.0	0.90 ± 0.0 ab	0.64 ± 0.0 b
	C-08	0.35 ± 0.0	0.65 ± 0.0	0.72 ± 0.0 b	0.93 ± 0.0 ab
	C-09	0.89 ± 0.0	0.75 ± 0.0	0.94 ± 0.0 ab	0.98 ± 0.1 ab
	C-10	0.94 ± 0.1	0.85 ± 0.0	1.13 ± 0.1 a	1.13 ± 0.1 a
	C-11	0.89 ± 0.0	0.95 ± 0.1	1.05 ± 0.1 a	1.12 ± 0.1 a
	C-12	0.92 ± 0.1	0.92 ± 0.1	1.00 ± 0.1 a	—
	C-13	0.50 ± 0.0	0.61 ± 0.0	0.82 ± 0.0 ab	0.84 ± 0.0 ab
	C-14	0.31 ± 0.0	0.56 ± 0.0	0.86 ± 0.0 ab	0.92 ± 0.0 a
	C-15	0.28 ± 0.0	0.46 ± 0.0	0.60 ± 0.0 b	0.68 ± 0.0 b
	C-16	0.19 ± 0.0	0.24 ± 0.0	0.34 ± 0.0 b	0.57 ± 0.0 b
	C-17	0.26 ± 0.0	0.64 ± 0.0	0.48 ± 0.0 b	—
	C-18	0.49 ± 0.0	0.39 ± 0.0	0.42 ± 0.0 b	0.67 ± 0.0 b
	C-19	0.21 ± 0.0	0.18 ± 0.0	0.40 ± 0.0 b	0.52 ± 0.0 b
	C-20	0.20 ± 0.0	0.44 ± 0.0	0.58 ± 0.0 b	0.62 ± 0.0 b
	C-21	0.06 ± 0.0	0.06 ± 0.0	0.06 ± 0.0 b	0.06 ± 0.0 b
	C-22	0.04 ± 0.0	0.23 ± 0.0	0.28 ± 0.0 b	0.36 ± 0.0 b

Disease severity was scaled by infected area of the total leaf area.

0: No symptom, 0.1: 1–5%, 0.5: 5–10%, 1: 10–20%, 2: 20–50%, 3: 50–75%, 4: 75%.

Fig. 3. Incidence of downy mildew on different cucumber under 20°C chamber condition.

균병에 대한 병원성을 검정할 때 사용하는 leaf disc를 이용한 접종 방법은 전체 식물체를 이용하는 것에 비하여

몇 가지 장점을 가지고 있다. 이 중 하나는 온실 또는 포장 내 다발생되는 환경적인 변화에 의한 변이를 줄일 수 있기 때문이다. 다른 하나는 온도 및 광 조건이 조절되는 항온기 내에서 정확한 병원균 소스를 가지고 병원성을 검정하는 것은 환경조건에 따라 부분적으로 영향을 받는 것을 완화 할 수 있기 때문에 반복 재현성과 정확성을 높일 수 있는 장점도 가지고 있기 때문이다. 이러한 조건에서의 병원성 검정은 유묘 단계에서 비교적 조기에 시행할 수 있기 때문에 공간과 시험규모를 작게 하여도 동일한 효과를 얻을 수 있다(Cohen과 Blaier, 1990). 그러나, leaf disc test를 사용하기 위한 기본조건은 시험결과에 대한 양립성을 판단하기 위한 것으로 전체의 식물체에서 평가하는 것처럼 전체 잎에서 샘플을 골고루 수집하여 수행하여야 한다. 이렇게 수행함으로써 leaf discs 접종 후 잎에 형성된 병반 크기를 노균병에 대한 전체 엽의 반응

Fig. 4. Incidence of downy mildew on different cucumber at 20°C in a chamber (12DAI).

표시로 간주 할 수 있는 것이다. 따라서, 처리엽에 형성된 병반 크기에 따라 노균병 저항성 정도를 구분할 수 있는 것이다. leaf discs 상에 형성된 병반 크기에 따른 저항성 구분은 병반이 진전됨에 따라 변색되기 때문에 잎의 변색크기에 따라 결정하는 것도 가능하다. 이러한 과정의 검정효율은 전체 수집품종 모두에서 동일하게 적용하여 평가할 수 있다. 따라서 병원균 접종 후 leaf discs 위에 형성된 병반 크기는 저항성 품종을 선발하는 기준으로 사용할 수 있는데 이러한 방법은 저항성 검정 시간을 단축하는데 효과적 일 수 있기 때문이다. Garrett 등 (2006)의 연구 결과에 의하면 노균병 발병에 따른 환경조건 변이는 동일한 그룹에서도 나타날 수 있다고 보고하고 있는데 엽 표면에 형성된 품종별 노균병 감염 정도 구분을 위해 포장에서 하는 시험은 현재의 환경변이를 줄이기 위한 방법과는 차이가 있다고 보고하고 있다.

적 요

본 연구는 국내 수집 및 아시아채소개발센터 보유 품종인 오이 22종을 이용하여 노균병에 대한 품종별 저항성 정도를 구명하고 우수 품종을 선발하고자 대만 타이난소재 아시아 채소연구 개발 센터에서 수행하였다. 수집 품종에 대한 노균병 병원균 접종은 모든 수집 품종의 생장 단계 중 유엽이 5-6엽 전개되는 유묘 초기에 병원균을 접종하여 검정하였다. 이때 노균병 발병에 최적 발병 조건 유지를 위해 온도 조절이 가능한 항온기 내에서 처리 후 일정기간 유지하였다. 노균병균의 접종농도는 1×10^5 spores/ml의 포자 현탁액을 오이 잎에 1회 분무 접종 후 잎에 발생한 병반수를 6, 9, 12, 15일 총 4회에 걸쳐 조사하였다. 그 결과 15°C와 25°C 챔버에서는 병반 형성이 매우 낮았으나 20°C 처리에서는 처리 품종당 평균 병반수 20-30개(5엽 기준)를 나타내어 병반 형성이 비교적 높았다. 처리 품종별 병반수는 'C-19' 품종에서 0.90(10-20% 미만)로 다른 품종에 비하여 비교적 병반수가 낮아

노균병에 대한 가장 높은 저항성을 나타내었다. 기타 품종에서는 병반수가 다량 형성되어 노균병에 대한 저항성이 낮았으며 처리 후 경과일수가 길어질수록 더욱 증가되어 유의적인 차이는 나타나지 않았다.

References

- Angelov, D. and Krasteva, L. 2000. Selecting downy mildew-resistant short-fruited cucumbers. In: Proc. Cucurbitaceae 2000, eds. by N. Katzir and H. S. Paris, pp. 135-137. ISHS Press, Ma'ale Ha Hamisha, Israel.
- Berkeley, M. S. and Curtis, A. 1868. *Peronospora cubensis*. *J. Linn. Soc. Bot.* 10: 363.
- Chen, J. F. and Adelberg, J. 2000. Interspecific hybridization in Cucumis-progress, problems and perspectives. *HortScience* 35: 11-15.
- Cohen, R. and Blaier, B. 1990. The use of inoculated leaf disks as a tool for selecting for resistance to powdery mildew in cucurbits. *Phytoparasitica* 18: 75-76. (Abstract)
- Cohen, Y., Meron, I., Mor, N. and Zuriel, S. 2003. A new pathotype of *Pseudoperonospora cubensis* causing downy mildew in cucurbits in Israel. *Phytoparasitica* 31: 458-466.
- Colucci, S. J. and Holmes, G. J. 2007. Fungicide insensitivity and pathotype determination of *Pseudoperonospora cubensis*, causal agent of cucurbit downy mildew. *Phytopathology* 97: S24.
- Dhillon, N. P. S., Pushpinder, P. S. and Ishiki, K. 1999. Evaluation of landraces of cucumber (*Cucumis sativus* L.) for resistance to downy mildew. *Plant Genet. Resour. Newsl.* 119: 59-61.
- Garrett, K. A., Dendy, S. P., Frank, E. E., Rouse, M. N. and Travers, S. E. 2006. Climate change effects on plant disease: genomes to ecosystems. *Annu. Rev. Phytopathol.* 44: 489-509.
- Gent, D. H., Mitchell, M. N. and Holmes, G. J. 2009. Genetic and pathogenic relatedness of *Pseudoperonospora cubensis* and *P. humuli*: implications for detection and management. *Phytopathology* 99: S171.
- Lebeda, A. and Cohen, Y. 2011. Cucurbit downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*)-biology, ecology, epidemiology, host-pathogen interactions and control. *Eur. J. Plant. Pathol.*

- 129: 157–192.
- Lebeda, A., Widrechner, M. P. and Urban, J. 2006. Individual and population aspects of interactions between cucurbits and *Pseudoperonospora cubensis*: pathotypes and races. In: Proceedings of Cucurbitaceae 2006, ed. by G. J. Holmes, pp. 453–467. Raleigh, NC, USA, Universal Press.
- Oerke, E. C., Steiner, U., Dehne, H. W. and Lindenthal, M. 2006. Thermal imaging of cucumber leaves affected by downy mildew and environmental conditions. *J. Exp. Bot.* 57: 2121–2132.
- Perchepped, L., Bardin, M., Dogimont, C. and Pitrat, M. 2005. Relationship between loci conferring downy mildew and powdery mildew in melon assessed by quantitative trait loci mapping. *Phytopathology* 95: 556–565.
- Petrov, L., Boodert, K., Sheck, L., Baider, A., Rubin, E., Cohen, Y., Datzir, N. and Paris, H. S. 2000. Resistance to downy mildew, *Pseudoperonospora cubensis*, in cucumbers. *Acta Horticulturae* 510: 203–209.
- Shetty, N. V., Wehner, T. C., Thomas, C. E., Doruchowski, R. W. and Vasanth Shetty, K. P. 2002. Evidence for downy mildew races in cucumber tested in Asia, Europe, and North America. *Sci. Hortic.* 94: 231–239.