

## 최근 부지화 감귤 품종에 발생하는 식물병의 종류 및 그 증상

현재욱\* · 김동환 · 김광식 · 이성찬 · 고상욱<sup>1</sup> · 임한철농촌진흥청 난지농업연구소 난지환경과, <sup>1</sup>농촌진흥청 난지농업연구소 감귤과Diseases and the Symptoms Recently Occurred on 'Shiranuhi'  
Citrus Cultivar in Jeju IslandJae-Wook Hyun\*, Dong-Hwan Kim, Kwang-Sik Kim, Seong-Chan Lee,  
Sang-Wook Ko<sup>1</sup> and Han-Cheol LimAgricultural Environment Division, National Institute of Subtropical Agriculture,  
Rural Development Administration, Jeju 699-803, Korea<sup>1</sup>Citrus Research Division, National Institute of Subtropical Agriculture,  
Rural Development Administration, Jeju 699-803, Korea

(Received on April 1, 2004)

'Shiranuhi' citrus cultivar bred by crossing 'Kiyomi' tangor and 'Nakano No. 3' ponkan is cultivated in polyethylene film house, and the number of cultivating farmers is rapidly increasing in recent years. Recently, some diseases are taking place on 'Shiranuhi' fruit in some orchards, and were to be big problem in some case. It was surveyed that six diseases were mainly taken place in 'Shiranuhi' cultivating orchards in Jeju Island. They were *Phytophthora citrophthora*, *Alternaria* sp., *Penicillium digitatum*, *Botrytis cinerea*, *Diaporthe citri* and *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*.

**Keywords** : *Alternaria* sp., *Botrytis cinerea*, *Diaporthe citri*, *Penicillium digitatum*, *Phytophthora citrophthora*, 'Shiranuhi', *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*

부지화는 1972년에 일본 과수시험장에서 청견('Miyakawa' wase(*Citrus unshiu* Marc. x 'Trovita' orange(*C. sinensis* Osh.)과 풍간('Nakano No. 3' ponkan(*C. reticulata*))을 교배하여 육성된 품종(Matsumoto, 2001)으로서 우리나라에서는 "한라봉"이라고 불려지고 있다. 부지화는 90년대 초부터 재배되기 시작하여 최근에는 제주도에서 총 621 ha (2003년 기준), 약 1,330여 농가에서 재배되고 있을 뿐만 아니라 남해안 일대에서도 재배가 증가되고 있는 고품질의 감귤이다.

우리나라 뿐만 아니라 일본에서도 재배 역사가 짧아서 아직까지 품종에 대한 자세한 특성이나 재배방법이 확실하게 정립되어 있지 않으며 바이러스나 바이로이드에 대해서는 많은 연구가 이루어지고 있지만 그 외의 병에 대해서는 자세하게 조사되어 있지 않은 실정이다. 감귤류에는

바이러스를 포함하여 68종 이상의 병이 보고되고 있으며 (Timmer 등, 2000) 우리나라에서도 35종의 병이 보고되고 있다(농촌진흥청 제주농업시험장과 제주감귤협동조합, 2002). 부지화 감귤에 발생하는 병은 다른 감귤 품종에 발생하는 병의 종류와 크게 다르지는 않지만 그 증상이나 발생시기 등에서 상이한 경우가 많으며 병명이 정립되어 있지 않은 경우도 있다. 우리나라에서 부지화 감귤 재배는 거의 대부분 가온 또는 무가온 비닐하우스에서 재배되기 때문에 병발생이 크게 문제가 되는 경우는 많지 않지만 과피가 상대적으로 약하여 병 발생에 좋은 환경 조건이 되면 급격히 과실의 부패로 확산되어 큰 피해를 주는 경우가 있으며 또한 상대적으로 고가의 과실이기 때문에 수확기 과실에 약간의 병 발생에도 농가에서는 크게 신경을 쓰고 있는 실정이다.

본 논문은 최근 재배가 급증하고 있는 부지화 감귤 품종에 발생하는 병의 종류 및 그 증상을 구명하여 보고하고 병 방제에 기초 자료로 사용하고자 수행하였다.

\*Corresponding author

Phone)+82-64-730-4193, Fax)+82-64-730-4189

E-mail)jwhyun@rda.go.kr

## 역 병

지금까지 *Phytophthora*에 의한 감귤 병들은 갈색썩음병 등의 이름으로 불려왔으나 최근에 감귤 역병으로 통일하여 부르게 되었다(한국식물병리학회 식물병명심의위원회, 2002). 감귤에 있어서 *Phytophthora*는 뿌리 또는 땅가줄기썩음(foot and root rot), 근두썩음(crown rot), 수지(gummosis) 그리고 과실에 갈색썩음(brown rot)등을 일으키는 가장 중요한 토양 병해로서 *P. citrophthora*, *P. nicotianae*, *P. palmivora*, *P. citricola* 등이 감귤에 역병을 일으키는 것으로 보고되고 있지만(Graham and Menge, 2001) 제주감귤에서 조사한 결과 과실의 병반으로 부터는 *P. citrophthora*만이 분리되고 있으며 땅가줄기썩음병 반에서는 *P. nicotianae* 만이 분리되고 있다(Hyun 등, 2001). 제주의 온주밀감과 같이 탱자를 대목으로 사용하는 품종에서는 탱자가 *Phytophthora*에 대해서 강한 저항성을 가

지고 있기 때문에 뿌리 또는 지재부 썩음, 수지 등이 문제가 되고 있지는 않지만 1998년과 1999년 시즌에 돌발적으로 부지화 과실에 역병이 발생하여 큰 피해를 받은 농가가 있었다.

**병징.** 노지 온주밀감과는 다르게 감염 부위를 중심으로 원형을 이루면서 과피가 진한 고동색으로 빠르게 부패하면서 최종적으로 과실은 낙과되며 낙과 전까지는 균사가 거의 보이지 않지만 낙과된 과실에서 균사가 간혹 보이는 경우도 있다(Fig. 1A).

온도가 낮은 초겨울에도 재배 하우스 내에서 발생할 여 다 자란 과실이 낙과되는 경우가 있으며 발생한 과원은 급속히 병이 전파되어 많은 과실에 병이 발생하고 특히 수관 상부로부터 관수가 많거나, 비닐이 찢겨져 강우 시 많은 물이 유입되는 과원에 주로 발생하며 특히 나무가 어려서 지표면 가까이에 과실이 많을 경우 발생이 많다.

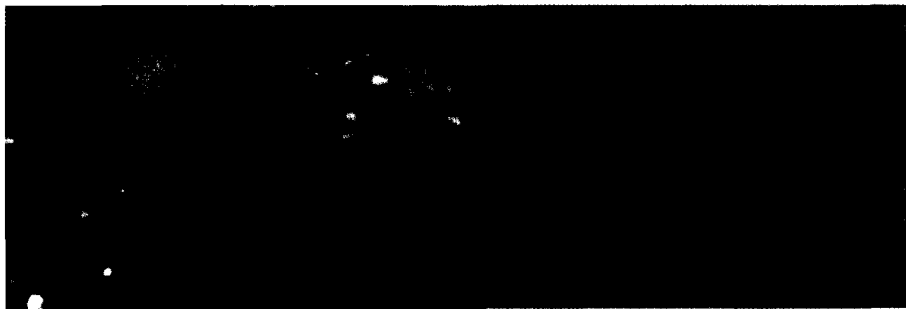


Fig. 1. *Phytophthora citrophthora*에 의한 부지화의 역병; A: 병징, B: 병원균.

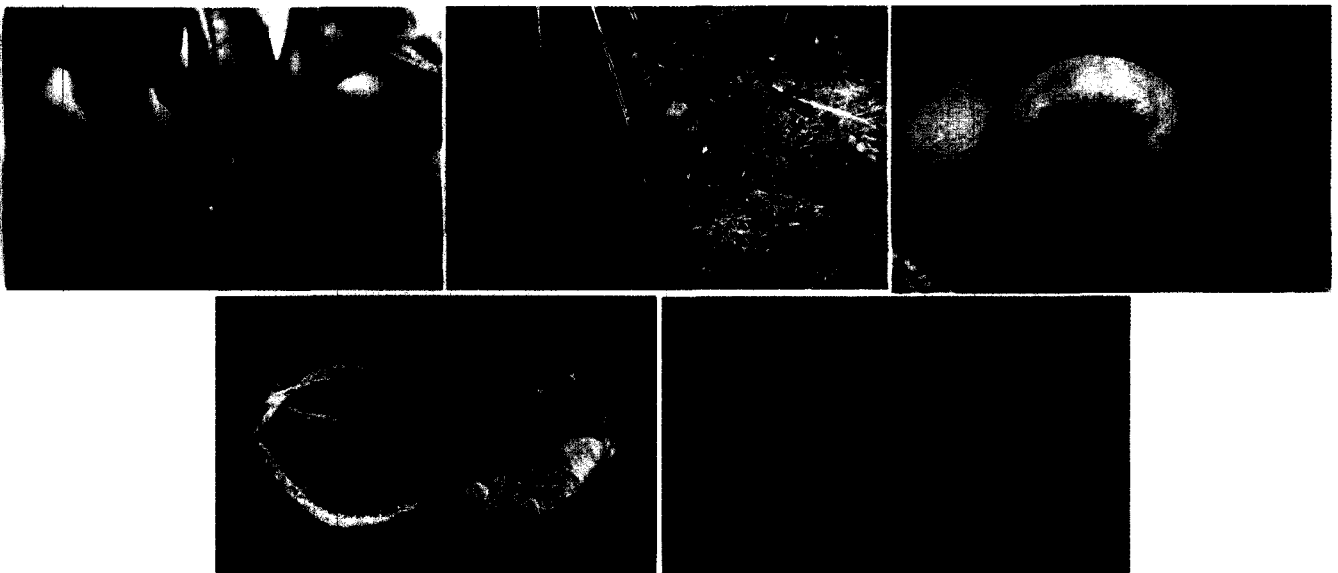


Fig. 2. *Alternaria* sp.에 의한 부지화 배꼽썩음병. A: 화주에 병원균이 감염된 모습, B: 착색 전 과실의 병징, C: 수확기 과실의 병징, D: 과실내부의 병징, E: 병원균의 분생포자.

**병원균.** 이병조작으로부터 병원균을 분리 동정한 결과 *Phytophthora citrophthora*로 동정되었다(Hyun 등, 2001). 감자한천배지에 배양하였을 경우 꽃잎 모양의 균총을 형성하였으며, 포자낭의 모양은 타원형, 계란형, 구형 등으로 매우 다양하였고, 크기는 35~60×27.5~35 μm(평균 48.3×26.3 μm)이었으며 유두돌기는 있지만 뚜렷하지는 않았다. 균사 성장 적온은 23~25°C 내외이며 35°C에서는 자라지 못하였다(Fig. 1B).

**배꼽씩음병**

부지화 배꼽씩음병은 *Alternaria* sp.에 의해서 발생하는 것으로 조사되었다. Timmer 등(2003)에 의하면 *Alternaria* spp.는 감귤에 *Alternaria brown spot of mandarin*, *Alternaria leaf spot of rough lemon*, *mancha foliar de los citricos* 그리고 저장병인 검은씩음병의 4가지 병을 일으킨다고 보고되고 있지만 배꼽씩음병을 일으킨다는 보고는 없다.

**병징.** 무가온 하우스에서 재배되는 부지화의 경우 착색 전인 9~10월경에 배꼽 부위가 노랗게 변하고 얼마 후 낙과된다(Fig. 2B). 수확기에 발생할 경우 배꼽주위가 부패하여 갈색, 또는 진한 갈색으로 변하였고(Fig. 2C) 과실을 쪼개 보면 배꼽부터 중심축이 까맣게 썩어있는 전형적인 온주밀감의 검은씩음병과 같은 특징을 보인다(Fig. 2D). 배꼽씩음병은 낙화기부터 화주를 통하여 감염되어

(Fig. 2A) 배꼽주위에 잠복해 있다가 과실의 비대 생장이 끝날 무렵부터 감염되기 시작하는 것으로 여겨진다.

**병원균.** 분리되어진 병원균은 *Alternaria* sp.로서 분생 포자는 황갈색 또는 암갈색으로 모양은 타원형 또는 곧봉형으로 가로, 세로 격막이 있고 크기는 8~60×6~24 μm로 다양하다(Fig. 2E).

**녹색곰팡이병**

녹색곰팡이병은 청색곰팡이병과 더불어 감귤의 대표적인 저장 병이지만 부지화의 경우 과피에 약간의 상처나 스트레스에 의해서도 쉽게 발생하여 낙과된다. 특히 곤충에 의한 흡즙이나 일소와 같은 상처, 그리고 잣빛곰팡이병균에 의한 1차 감염 후 2차 감염원으로 발생하는 경우도 많다.

**병징.** 초기에는 과경부 돌출 부위나 배꼽부위의 과피가 거의 색깔 변화 없이, 또는 연한 황색으로 썩기 시작하다가 시간이 지나면서 병반이 확대되고 녹색의 분생포자가 병반을 뒤덮고 과실은 곧 낙과된다(Fig. 3A, B).

**병원균.** 병원균은 *Penicillium digitatum*로서 CYA배지에서 7일간 배양된 균총의 색깔은 연두색 또는 녹색이 첨가된 올리브색이며 균총의 지름은 36~44 mm이고 평평하다. 포자의 크기는 6~8×2.5~5.0 μm이며 모양은 타원형에서 실린더형으로 다양하다(Fig. 3C).

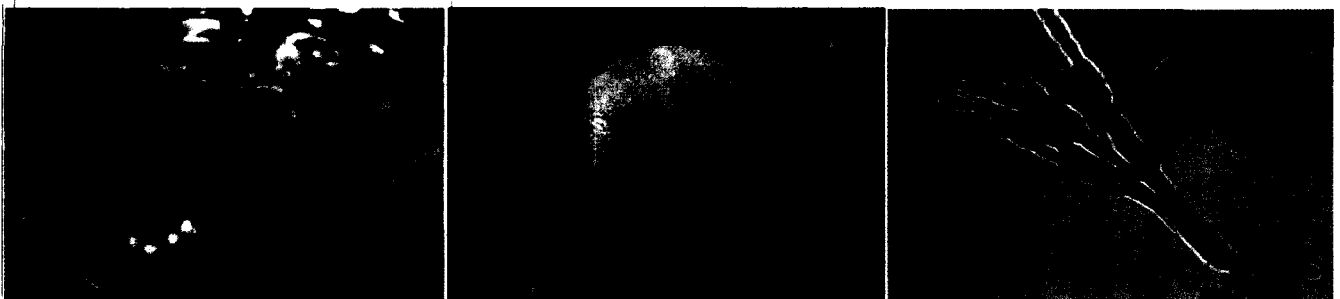


Fig. 3. *Penicillium digitatum*에 의한 부지화의 녹색곰팡이병; A: 과경부 병징, B: 배꼽부위 병징, C: 병원균.

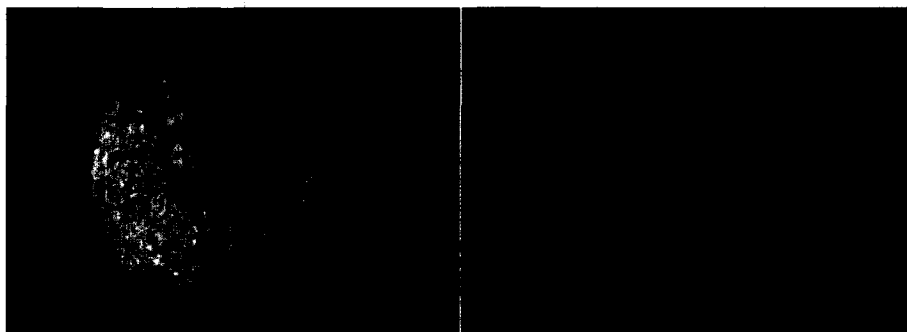


Fig. 4. *Botrytis cinerea*에 의한 부지화의 잣빛곰팡이병; A: 과실의 병징, B: 병원균.

### 잿빛곰팡이병

온주밀감에서 잿빛곰팡이병은 낙화기에 잎, 어린가지 그리고 열매에 발생하거나 저장중에 발생하지만 부지화 품종에서는 온주밀감과는 상이하게 발생하여 주로 수확기의 과실에 발생한다.

**병징.** 부지화의 잿빛곰팡이병은 일반 온주밀감에서 발생하는 잿빛곰팡이병과는 병징에 있어서도 상이하여 발생 초기에 과실꼭지 부위의 흙 주위가 갈색 또는 연한 고동색으로 변색되면서 썩기 시작하여 점차 병반이 확대되고 곧 낙과되며 녹색곰팡이에 의해서 2차 감염이 되기도 한다(Fig. 4A).

**병원균.** 병원균은 *Botrytis cinerea*로서 분생포자와 균핵을 형성하며 분생자경은 균사 또는 균핵에서 직립하여 생기고 회갈색이며 격막이 있다. 분생포자는 원형, 또는 곧봉형으로 무색, 단세포이며 크기는 6~18×4~11 μm이다 (Fig. 4B). 균핵은 암갈색 또는 검정색이다.

### 꼭지썩음병

감귤에 꼭지썩음병을 일으키는 병원균은 *Diaporthe citri*, *Alternaria citri*, *Diplodia natalensis*의 3가지가 보고되고 있지만(Brown and Eckert, 2000; 농촌진흥청 제주농업시험장과 제주감귤농업협동조합, 2002) 우리나라에서는 거의 대부분 *D. citri*에 의한 꼭지썩음병이 발생되고 있으며

*A. citri*에 의한 꼭지썩음병은 매우 드물게 온주밀감에서 발견되고 있다. 수세가 상대적으로 약한 극조생 온주밀감에 있어서는 과다 착과 했을 경우 특히 발생이 심하여 수확하기전 수상(樹上)에서도 발생하며 저장중 *D. citri*에 의한 꼭지썩음병은 온주밀감에 큰 피해를 주어 몇몇 농가에서는 페니실리움(*Penicillium*)에 의한 썩음병보다 더 큰 피해를 주기도 한다. 부지화의 경우 착색기에 접어들면서 부터 발생하기 시작하여 수확시까지 수상에서 발생한다.

**병징.** 온주밀감의 병징과 유사하며 초기 병징은 과경지에서 시작되어 과피를 통과하고 점차 중심축까지 진전되며 최종적으로 과립(juice sac)까지 진전되고 심할 경우 과경지 전체가 말라죽기도 한다. 초기 단계에는 과피 색이 거의 변화없이 물러지지만 하다가 점차 진전되면서 과피의 색깔도 연한 갈색으로 변한다. 수분이 충분할 경우 과피의 색깔은 크게 변하지 않고 연부되지만 건조한 조건에서는 과피의 색깔이 진한 갈색 또는 연한 고동색으로 변하며 과피가 쭈그러들고 나중에는 그 위에 흰색의 균사가 발생하고 거기에 병자각이 형성되기도 한다(Fig. 5A).

**병원균.** 부지화 감귤 품종에 꼭지썩음병을 일으키는 병원균은 *Diaporthe citri*로서 분생포자 세대는 *Phomopsis citri*이다. 분생포자인 병포자를 형성하는 병자각은 주로 죽은 가지에 생기며 검은색이고 모양은 타원형 또는 원형이며 그 크기는 200~450 μm이다. 병포자는 알파(α)포자와 베타(β)포자의 2가지 형태이며 알파 포자는 무색, 단포이고 크기는 5~9×2~4 μm이며 베타포자는 무색, 단포

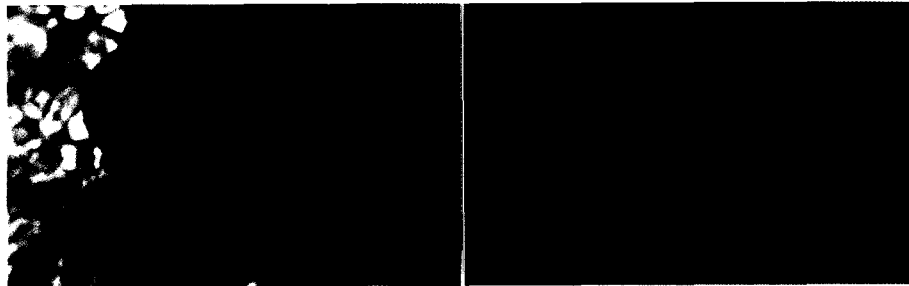


Fig. 5. *Diaporthe citri*에 의한 부지화의 꼭지썩음병; A: 병징, B: 병원균.

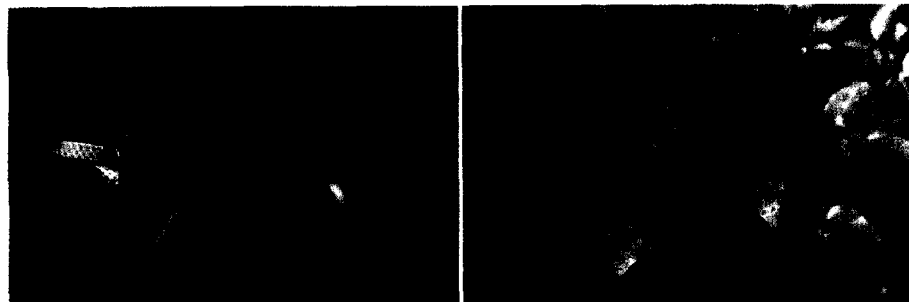


Fig. 6. *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*에 의한 부지화의 궤양병; A: 과실의 병징, B: 잎에서의 병징.

의 실모양으로 크기는 0~30×0.7~1.5 μm로써 발아가 되지 않기 때문에 식물체를 직접 침입하지는 않는다(Fig. 5B).

## 궤양병

부지화는 궤양병에 대해서 어느 정도 저항성이 있고 (Hyun 등, 2003) 또한 외부 환경과 차단된 비닐하우스 내에서 재배되기 때문에 병 발생이 거의 없지만 밀식되고 과습한 과원, 장마기에 측창을 자주 열지 않아서 환기가 불량한 과원 등에서 발생하였으며 일단 발생하여 전염원이 있는 상태에서 병 발생에 좋은 조건이 지속되면 크게 발생할 수 있으며 특히 잎으로 감싸서 열매를 매달 경우에 발생이 심하다.

**병징.** 비닐하우스내에서 재배되는 부지화의 궤양병은 노지 온주밀감에 비해 초기 병징에서 약간 차이가 있다. 즉, 병 발생 초기에는 연한 노란색의 기포 같은 것이 표면에 붙어 있는 모양이며 손으로 문지르면 없어지지만 시간이 경과하면 점차 조직속으로 파고들어 진한 갈색의 뚜렷한 병반을 형성한다(Fig. 6A). 잎, 가지, 열매에 발생하였으며 감염 5~10일 후에 첫 병징이 보이기 시작하고 초기 증상은 주위가 황화된 매우 작은 반점(직경 약 0.3 mm~0.5 mm)으로부터 시작하여 병이 진전되면서 점차 그 크기가 커지고 모양도 원형에서 불규칙한 모양으로 발전되며 잎의 양면, 특히 잎의 뒷면이 부풀어 오르고 나중에서 이 부분이 코르크화 되며 분화구 모양이 된다. 병반의 크기는 침입시기에 따라 다양하여 새순이나 어린 과실에 감염됐을 경우 병반 크기는 이후에 감염된 것보다 크고 뚜렷하다(Fig. 6B).

**병원균.** 세균에 의한 병으로 동남아시아에서 기원이 되어 세계 여러지역의 감귤 재배지로 전파된 것으로 여겨지고 있으며 미국에서는 일본에서 수입된 탕자 묘목으로부터 처음 감염된 것으로 알려지고 있다(Graham and Gottwald, 1991). 여러 가지 병원형 중에서도 아시아형(canker A)이 가장 널리 분포하고 있으며 그 피해도 가장 심하다. 우리나라에 발생하는 궤양병도 아시아형으로서 병원균은 *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*이고 막대모양으로 단극모이며 생육 적온은 28~30°C이다. 자몽, 오렌지, 레몬 등과 같이 궤양병에 약한 품종들에 있어서는 그 피해가 상당히 크기 때문에 미국을 비롯한 몇몇 국가에서는 가장 중요한 검역 대상 병해 중의 하나로 다루어지고 있다(Schubert 등, 2001).

이들 이외에도 노지에 재배되는 온주밀감에 가장 큰 피해를 주는 검은점무늬병도 발생하고 또한 황반병도 문제가 될 가능성이 있다. 하지만 더뎡이병에 대해서는 면

역성이어서 전혀 발생하지 않는다. 또한 바이러스나 바이로이드 증상들이 발견되지만 아직까지 뚜렷하게 정립되어 있지 않은 실정이므로 추후 연구가 수행되어야 할 부분이다.

## 요 약

청견과 풍간의 교배종인 부지화 감귤은 그 모양이 독특하고 당 함량이 높은 고품질의 감귤로서 최근 재배면적과 농가수가 크게 증가하고 있는 품종이다. 대부분이 비닐하우스에서 재배되기 때문에 병이 크게 문제가 되지 않았지만 최근 몇몇 농가에서 병이 발생하여 큰 피해를 주는 경우가 있었다. 조사 결과 부지화 하우스에서 주로 발생하는 병은 *Phytophthora citrophthora*에 의한 역병, *Alternaria* sp.에 의한 배꼽썩음병, *Penicillium digitatum*에 의한 녹색곰팡이병, *Botrytis cinerea*에 의한 잿빛곰팡이병, *Diaporthe citri*에 의한 꼭지썩음병 그리고 *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*에 의한 궤양병 등 6종이 조사되었다.

## 참고문헌

- Brown, G. E. and Eckert, J. W. 2000. Stem-End Rots. Pages 43-45 in: *Compendium of Citrus Diseases*, 2nd ed., L. W. Timmer, S. M. Garnsey, and J. H. Graham, eds. APS Press, St. Paul.
- Graham, J. H. and Gottwald, T. R. 1991. Research perspectives on eradication of citrus bacterial diseases in Florida. *Plant Dis.* 12: 1193-1200.
- Graham, J. H., and Menge, J. A. 2000. Phytophthora-Induced Diseases. Pages 12-15 in: *Compendium of Citrus Diseases*, 2nd ed., L. W. Timmer, S. M. Garnsey, and J. H. Graham, eds. APS Press, St. Paul.
- Hyun, J. W., Lee, S. C., Kim, K. S. and Jee, H. J. 2001. *Phytophthora*-Induced Diseases on Citrus in Jeju Island. *Plant Pathol. J.* 17: 184-188.
- Hyun, J. W., Myung, I. S., Lee, S. C., Kim, K. S. and Lim, H. C. 2003. Evaluation of potential of mandarin hybrid 'Shiranuhi' as inoculum of bacterial canker pathogen (*Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*) in citrus field in Jeju Island. *Plant Pathol. J.* 19: 248-252.
- 농촌진흥청 제주농업시험장, 제주감귤농업협동조합. 2002. 감귤 병해충의 진단과 방제.
- 한국식물병리학회 식물병명심의위원회. 2002. 1999년부터 2001년까지 영문지에 발표 게재된 새로운 식물병의 한글 병명 목록. *식물병연구* 8: 11-14.
- Matsumoto, R. 2001. 'Shiranuhi', a late-maturing citrus cultivar. *Bull. Natl. Inst. Fruit Tree Sci.* 35: 115-120.
- Schubert, T. S., Rizvi, S. A., Sun, X., Gottwald, T. R., Graham, J. H. and Dixon, W. N. 2001. Meeting the challenge of

- eradicating citrus canker in Florida-Again. *Plant Dis.* 85: 340-356.
- Timmer, L. W., Garnsey, S. M. and Graham, J. H. 2000. *Compendium of citrus diseases*, 2nd. APS Press, St. Paul.
- Timmer, L. W., Peever, T. L., Solel, Z. and Akimitsu, K. 2003. *Alternaria diseases of citrus - Novel pathosystems.* *Phytopathologia Mediterranea* 42: 99-112.