키위 잎 주요 병 진단 및 방제

Diagnosis and Control of Major Leaf Diseases on Kiwifruit in Korea

김경희 · 고영진*

순천대학교 식물학과

*Corresponding author

Tel: +82-61-750-3865

Fax: +82-61-750-3208

E-mail: youngjin@scnu.ac.kr

Gyoung Hee Kim and Young Jin Koh*

Department of Plant Medicine, Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea

Received January 11, 2018

Revised February 13, 2018

Accepted February 13, 2018

Bacterial diseases such as bacterial canker and bacterial leaf spot and fungal diseases such as gray mold, powdery mildew, side rot and leaf spots are major diseases damaging leaves of kiwifruit in Korea. In this review, we summarize symptoms and epidemiological characteristics of the major bacterial and fungal leaf diseases of kiwifruit and propose proper control methods of the diseases that can be practically utilized at the farmers' kiwifruit orchards in order to prevent the diseases on the basis of our research works and field experiences and important research products conducted during the last three decades in the world.

Keywords: Control, Diagnosis, Leaf disease, Kiwifruit

서 론

아열대 외래과수인 키위(kiwifruit, Chinese gooseberry)는 수입개방에도 불구하고 고소득 작목으로 각광을 받으면서 제주도와 남해안지역에서 1,300 ha 재배면적에 25,000톤 정도를 생산하고 있다. 그러나 연간 키위 소비량은 50,000톤 정도인데 반하여 국내 키위 생산량은 절반 정도에 불과하기 않기 때문에 매년 25,000톤 정도를 뉴질랜드, 칠레, 이탈리아 등에서 수입하고 있는 실정이다(Kim 등, 2017).

키위는 암수딴그루인 다래나무속(genus *Actinidia*)에 속하는 덩굴성 낙엽과수를 총칭하는데, 전세계에서 50여 품종이 자생하거나 재배되고 있다(Huang, 2014; Warrington and Weston, 1990). 키위 원산지인 중국에서 국내로 전파되어 산이

나 계곡에서 자라고 있는 다래(*A. arguta*)는 고려시대 청산별곡에 머루와 함께 등장하는 것을 보면 다래가 우리 산야에서 수 천 년 자라왔다고 추정할 수 있다(Koh, 2016). 그러나 상업적으로 전세계에서 가장 많이 재배되고 있는 키위는 과육이 초록색을 띠는 그린키위(*A. deliciosa*) 품종인 헤이워드 품종이다.

헤이워드는 1970년 후반에 뉴질랜드에서 국내로 도입되어 1980년대 초반부터 국내에서 본격적으로 생산하기 시작하면서 야생다래와 구분하기 위하여 양다래로 부르다가 수입산 헤이워드와 차별하기 위해서 1997년부터 참다래라는 명칭을 붙였다(Koh, 2016). 그러나 2004년부터 뉴질랜드에서 육성한 과육이 노란색을 띠는 골드키위(*A. chinensis*) 품종인 Hort16A가 제주도에 재배되기 시작하면서 재배품종이 매우 다양해졌다. 그린키위 품종으로 헤이워드 외에도 그리스에서 메가키위가 도입되었고, 골드키위 품종으로 Hort16A와 엔자골드가 뉴질랜드에서 도입되었고, 제시골드, 한라골드, 해금, 골드원 등이 국내에서 육성되었다. 또한 노란색 과육 중간에 빨간색 심을 가진 레드키위(*A. chinensis*) 품종으로 홍양과 엔자레드가 중국과

Research in Plant Disease

pISSN 1598-2262, eISSN 2233-9191

www.online-rpd.org

뉴질랜드에서 각각 도입되었다. 따라서 국내산 그린키위 품종인 헤이워드만을 일컫는 참다래라는 용어는 더 이상 적합하지 않고 다래나무속 다양한 품종을 포괄할 수 있고 토종다래와 차별할 수 있는 키위라는 용어가 적합하다(Koh, 2016).

키위 재배초기에 무병과수로 알려진 키위는 재배면적 및 생산량이 급속하게 증가하고 재배품종이 매우 다양해지면서 키위에 발생하는 병 종류와 피해도 증가하는 추세이다. 지금까지 키위에 발생하는 병으로 10여종이 보고되었으며, 키위나무 생육 중에 외에도 여러 가지 병이 발생하여 피해를 주고 있

지만 아직까지 정확한 진단방법과 방제방법이 제시되지 않았다(Koh, 2008, 2014; The Korean Society of Plant Pathology, 2009).

이 총설에서는 지난 30년 동안 저자들이 수행한 연구결과와 키위 재배현장 컨설팅 경험 및 국내외에서 수행된 키위나무 잎에 발생하는 주요 병 진단 및 방제에 관한 연구내용을 정리하여 키위 재배자들이 이러한 병을 사전에 예방하고 발생한 경우에는 신속하게 대처함으로써 피해를 경감시키는데 도움을 주고자 한다.

Fig. 1. Various symptoms of major leaf diseases on kiwifruit. (A-D) bacterial canker caused by *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*, (E-H) bacterial leaf spot caused by *Acidovorax valerianellae*, (I-L) gray mold caused by *Botrytis cinerea*, (M-P) powdery mildew caused by *Phyllactinia actinidiae*, (Q-R) sooty type side rot caused by *Pseudocercospora actinidiae*, (S-T) dimple type side rot caused by *P. hangzhouensis*, (U) angular spot caused by *Phomopsis* sp., (V) anthracnose caused by *Glomerella cingulata*, (W) brown ring spot caused by *Alternaria alternata*, (X) brown zonate spot caused by *Pestalotiopsis* sp.

궤양병

키위 궤양병(Bacterial canker)은 그람음성 세균인 *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*에 의해 키위나무 줄기, 잎과 꽃에 발생하여 초기에 적절한 대처를 하지 않을 경우에는 과원을 폐원시킬 만큼 키위나무에 치명적인 피해를 주는 병이다(Kim 등, 2017; Koh, 2008, 2014; Koh 등, 2017; Tanbara, 1988).

4월말이나 5월초부터 키위나무 잎에 나타나는 연두색 halo 무늬가 키위 궤양병의 초기 병징이다(Fig. 1A). 보통 기공이나 모공을 통하여 침입한 *P. syringae* pv. *actinidiae*가 세포내 엽록체를 파괴시키면서 주위 세포로 확산되면서 halo 무늬는 점차 커져나간다. 키위 궤양병이 진전되면서 *P. syringae* pv. *actinidiae*에 의해 일찍 감염된 halo 무늬 가운데 세포들은 괴사하여 갈색 점무늬를 만들고 테두리는 연두색을 띠는 전형적인 키위 궤양병 병징이 잎에 흔히 나타난다(Fig. 1B, Son 등, 2016).

습한 기상조건에서는 *P. syringae* pv. *actinidiae*가 세포내로 침입하자마자 엽록체와 세포를 동시에 괴사시키면서 키위 궤양병이 급속하게 진전되기 때문에 halo 무늬가 없이 갈색 점무늬만 나타나는 급성형 병징이 주로 나타난다(Fig. 1C). 급성형 병징은 키위 세균성점무늬병에 의해 나타나는 전형적인 병징과 육안으로는 거의 구분할 수 없다(Son 등, 2016). 특히 장마철이나 잦은 강우가 있는 노지과수원에서 재배되는 키위나무에서는 잎 가장자리에 있는 수공을 통해 *P. syringae* pv. *actinidiae*가 침입하여 급속하게 잎 가장자리부터 괴사시키는 잎마름 병징을 나타낸다(Fig. 1D). 잎마름 병징도 키위 세균성점무늬병에 의해 나타나는 잎마름 병징과 육안으로는 거의 구분할 수 없다(Son 등, 2016).

이와 같이 *P. syringae* pv. *actinidiae*에 감염된 키위나무 잎에는 다양한 병징이 나타나고 일부 병징은 세균성점무늬병 병징과 매우 유사하므로 병징만으로 키위 궤양병이라고 진단하기에는 오진위험이 따른다. 따라서 이러한 육안진단을 보완할 수 있도록 키위 궤양병으로 의심되는 병징에서 *P. syringae* pv. *actinidiae*를 검출할 수 있는 분자마커가 개발되었다(Balestra 등, 2013). 특히 *P. syringae* pv. *actinidiae*는 Psal, Psal2, Psal3 등 biovar로 세분화되고 있어서 biovar 수준까지 진단할 수 있는 분자마커가 개발되어 키위 궤양병에 대한 국경검역 및 국내방역에 실용화되고 있다(Lee 등, 2015; Koh 등, 2014).

P. syringae pv. *actinidiae*에 감염된 키위나무 줄기에서 늦겨울 또는 이른 봄인 2-3월부터 흘러내리는 검붉은 세균유출액이 대표적인 키위 궤양병 표징이다. 보통 가지에서부터 표징이 나타나지만 주간부까지 표징이 나타나는 경우에는 1-2년 내에

키위나무가 고사한다. 또한 *P. syringae* pv. *actinidiae*에 의해 줄기나 잎이 감염된 키위나무에서 개화기 무렵에 화경과 꽃받침을 갈변되는 병징이 나타나는데 심하게 감염된 꽃봉오리는 개화하기 전에 고사한다(Son 등, 2016).

최근에 골드키위(*A. chinensis*) 품종에 강한 병원성을 나타내는 biovar 3 (Psa3)가 전국으로 확산되면서 키위 재배지에서 커다란 피해를 주고 있어서 키위 궤양병에 대한 적극적인 방제가 필요하다(Kim 등, 2016a, 2016b, 2017). 따라서 키위 재배농가에서 키위 궤양병을 효과적으로 예방하고 방제할 수 있는 맞춤형 종합적 방제매뉴얼이 작성되어 보급되고 있다(Koh 등, 2017).

우리나라에서 키위 궤양병 방제용 약제로 동제는 코퍼하이드록사이드 입상수화제(copper hydroxide 46.1%, 20 g/20 l)와 코퍼설페이트베이식 수화제(copper sulfate basic 58%, 20 g/20 l), 항생제는 옥시테트라사이클린·스트렙토마이신황산염 수화제(oxytetracycline 1.5% + streptomycin (sulfate salt) 18.8%, 13 g/20 l), 옥시테트라사이클린·스트렙토마이신황산염 입상수용제(oxytetracycline 1.5% + streptomycin (sulfate salt) 18.8%, 13.4 g/20 l), 스트렙토마이신·발리다마이신에이 수화제(streptomycin 5% + validamycin-A 15%, 10 g/20 l), 동제와 항생제 합제는 코퍼옥시클로라이드·가스가마이신 수화제(copper oxychloride 45% + kasugamycin 5.75%, 20 g/20 l)를 3월 하순부터 10일 간격 3-5회 살포하도록 등록되어 있다(Korean Crop Protection Association, 2017). 그러나 동제인 코퍼하이드록사이드 수화제는 전정 직후인 1월 중순부터 2월 초순 사이, 항생제인 가스가마이신 액제는 3월 중순부터 4월 초순 사이, 스트렙토마이신 수화제와 옥시테트라사이클린·스트렙토마이신황산염 수화제는 4월 중순부터 5월 초순 사이에 10일 간격 4회 또는 15일 간격 3회 살포하는 것이 키위 궤양병에 대한 방제효과가 높았다(Koh 등, 1999). 따라서 키위 궤양병 방제약제를 일방적으로 3월 하순부터 살포하는 것보다 약제별 특성을 고려하여 살포시기를 달리해야 높은 방제효과를 기대할 수 있을 것이다(Koh 등, 1999, 2017).

지금까지는 키위 궤양병을 예방하기 위하여 봄철에만 약제 방제를 해왔으나(Cameron과 Sarojini, 2014; Koh 등, 1999; Serizawa 등, 1989), 키위 궤양병은 연중 두 차례, 즉 수액이동기부터 초여름 사이와 수확기부터 초겨울 사이에 발생하기 때문에(Huang, 2014; Son 등, 2016; Vanneste, 2013), 수확 직후와 낙엽 직후에 추가로 약제방제를 하여 과경상처와 엽흔을 통해 *P. syringae* pv. *actinidiae*가 침입하고 감염하는 것을 차단시키는 것이 겨울철 키위나무에서 *P. syringae* pv. *actinidiae* 전염원의 밀도를 낮추는 데 결정적인 역할을 할 것으로 판단된다.

세균성점무늬병

키위 세균성점무늬병(Bacterial leaf spot)은 그람음성 세균인 *Acidovorax valerianellae*에 의해 키위나무 잎에만 발생하는 병이지만 감수성인 레드키위(*A. chinensis*) 품종에서 세균성점무늬병이 발생하여 적정 방제시기를 놓칠 경우에는 수확을 할 수 없을 만큼 치명적인 피해를 주기도 한다(Koh, 2008, 2014).

보통 장마철에 잎에 있는 기공이나 모용을 통하여 침입한 *A. valerianellae*가 세포를 괴사시키면서 엽맥 사이 엽육조직에 크고 작은 불규칙한 갈색 점무늬를 나타내는 증상이 전형적인 키위 세균성점무늬병 병징이다(Fig. 1E, Lee 등, 2013). 세균성점무늬병이 발생한 잎 표면을 확대해 보면 불규칙한 다각형 병반들이 융합하며 확대되는 것을 볼 수 있고(Fig. 1F), 잎 뒷면에는 병환부로부터 검붉은색 세균유출액이 흘러나온 것을 볼 수 있다(Fig. 1G). 특히 장마철이나 잦은 강우가 있는 노지과수원에서 재배되는 키위나무 잎에는 가장자리에 있는 수공을 통해 *A. valerianellae*가 침입하여 급속하게 잎 가장자리부터 괴사시키는 잎마름 병징을 나타낸다(Fig. 1H, Lee 등, 2013). 이러한 전형적인 키위 세균성점무늬병 병징은 급성형 키위 궤양병 병징과 육안으로는 거의 구분할 수 없고, 키위 세균성점무늬병에 의해 발생하는 잎마름 증상도 키위 궤양병에 의해 발생하는 잎마름 증상과 매우 유사하다(Koh, 2008, 2014; Lee 등, 2013; Son 등, 2016).

키위 세균성점무늬병을 일으키는 *A. valerianellae*는 주로 빗물에 의해 전파되기 때문에 키위 궤양병에서처럼 비가림재배에 의해 발병을 크게 경감시킬 수 있다. 노지재배인 경우에는 파풍망 설치나 방풍림 조성 등으로 잎에 상처발생을 최소화시키는 것이 바람직하다. 우리나라에서 키위 세균성점무늬병 방제약제가 아직까지 등록되어 있지 않지만 옥솔린산 수화제를 발병초기에 10일 간격으로 2-3회 살포하면 효과적으로 제어가 되는데 조만간 키위 세균성점무늬병 방제용 약제로 등록될 것으로 예상된다. 또한 *A. valerianellae*는 키위나무 뿐만 아니라 전정가지와 낙엽에서 월동하기 때문에 보르도액이나 동제를 월동기에 키위 과원 전체에 살포하고 전정가지와 낙엽을 제거하여 *A. valerianellae* 전염원 밀도를 낮추는 작업이 반드시 필요하다.

잣빛곰팡이병

키위 잣빛곰팡이병(Gray mold)은 불완전균류에 속하는 곰팡이인 *Botrytis cinerea*에 의해 꽃받침, 꽃잎, 어린 과실의 과피와 잎에 발생할 뿐만 아니라 수확 후 저장 및 유통기간에도 과

실에 발생하여 피해를 주는 다범성 병이다(Koh, 2008, 2014; Michailides와 Elmer, 2000; Pennycook, 1985; Tanbara, 1988).

*B. cinerea*는 보통 낙화기에 시든 꽃잎을 통해 감염을 일으키기 시작하는데, *B. cinerea*에 감염된 시든 꽃잎 또는 수술이 모용에 달라붙어 어린 과실과 잎으로 전파된다(Bisiach 등, 1984; Michailides와 Elmer, 2000; Pennycook, 1985). 시든 꽃잎이 잎 표면에 달라붙은 부위로부터 전형적인 잣빛곰팡이 병징으로 잣빛 수침상 병반이 둥글게 발달하는데(Fig. 1I), 잣빛곰팡이병이 진전되어 감에 따라 오래된 병반부위는 점차 갈색으로 말라 간다(Fig. 1J). 특히 개화기에 강우가 겹칠 때에는 꽃에 잣빛곰팡이병의 발생이 심하고, 이어서 장마철을 맞거나 강우가 잦은 경우 또는 과습한 비가림재배지에는 키위 잎에 잣빛곰팡이병이 대발생한다. 키위 잣빛곰팡이병 병반은 주로 잎 가장자리에 많이 생기는데 건조한 날씨에서는 병반 위에 잣빛 곰팡이가 자라지 않지만(Fig. 1K), 습할 경우에는 나이트 모양으로 진전되어 나가고 그 위에 잣빛 곰팡이가 무성하게 자라는 표징을 볼 수 있다(Fig. 1L, Michailides와 Elmer, 2000; Pennycook, 1985).

*B. cinerea*는 다범성 병원균으로 기주범위가 매우 넓기 때문에 키위 과수원에도 부생적으로 잘 서식할 뿐만 아니라 주변에 재배하는 다른 농작물에서 발생하여 키위로 전염될 수도 있다. 따라서 *B. cinerea*는 키위 과수원 주위에 있는 다양한 기주에서 월동할 뿐만 아니라 수확 후 결과지에 남아있는 과경, 병든 낙엽, 병든 과실, 전정한 가지 등에서 월동하기 때문에 키위 잣빛곰팡이병을 효과적으로 관리하기 위해서는 키위 과수원뿐만 아니라 근처에 있는 전염원들도 함께 제거해야 성과를 얻을 수 있다(Agrios, 2005; Michailides와 Elmer, 2000). 잎에 상처가 생기면 *B. cinerea*가 쉽게 침입할 수 있기 때문에 비바람에 의한 피해가 발생하는 지역에서는 잎에 상처가 생기지 않도록 비가림 시설이나 방풍시설이 필요하다(Michailides와 Elmer, 2000). 그러나 비가림시설에서 과습하게 되면 오히려 잣빛곰팡이병이 대발생할 우려가 있기 때문에 적절한 전정관리를 통하여 과원에 바람이 잘 통하고 햇빛이 잘 들도록 관리해야 한다.

우리나라에서 키위 잣빛곰팡이병 방제약제로 보스칼리드·플루디옥소닐 액상수화제(boscalid 23.5% + fludioxonil 5%, 10 ml/20 l)가 발병초부터 7일 간격으로 수확 14일전까지 5회 이내 살포하도록 등록되어 있고, 이프로디온 수화제(iprodione 50%, 20 g/20 l)가 발병초부터 10일 간격으로 수확 14일전까지 4회 이내 살포하도록 등록되어 있고, 카벤다짐·디에토펜카브 수화제(carbendazim 25% + diethofencarb 25%, 20 g/20 l)가 발병초부터 10일 간격으로 수확 21일전까지 3회 이내 살포하도록 등록되어 있고, 플루오피람 액상수화제(flupyram 40%, 5 ml/20 l)가 발병초부터 10일 간격으로 수확 14일전까지 3회

이내 살포하도록 등록되어 있다(Korean Crop Protection Association, 2017). 그러나 잿빛곰팡이병의 발병 시작시기를 알아내기가 쉽지 않기 때문에 약제살포 시작시기를 결정하기가 쉽지 않다. 따라서 보통 낙화기에 시든 꽃잎을 통하여 잿빛곰팡이병이 발생하기 시작하므로 인공수분직후부터 등록약제를 살포하는 것이 바람직하다고 판단된다.

흰가루병

키위 흰가루병(Powdery mildew)은 자낭균류에 속하는 곰팡이인 *Phyllactinia actinidiae*에 의해 생육기간 중 주로 여름부터 가을까지 고온기에 키위나무 잎에만 발생하여 피해를 주는 병이다(Kim 등, 2007; Xu 등, 2017).

그린키위 품종인 헤이워드 잎 뒷면에 전형적인 흰가루병 표징으로 하얀 균사와 분생포자들이 원형으로 나타나지만 잎 표면에는 흰가루병 증상이 나타나지 않는다(Fig. 1M, Koh, 2008, 2014). 골드키위 품종인 Hort16A에서도 헤이워드에서처럼 잎 뒷면에 하얀 균사와 분생포자들이 원형으로 나타나는데(Fig. 1N), 병이 진전되면서 잎 뒷면 전체가 노랗게 변하고 심하게 감염되어 잎 뒷면에 흰가루병 표징이 있는 부위의 잎 표면에도 연두색으로 탈색된 증상이 나타난다(Fig. 1O, Kim 등, 2007; Koh, 2008, 2014). 늦가을에 접어들어 수확기에 다가가면 Hort16A 잎 뒷면에 흰가루병 표징이 있는 부위에서 자낭구가 형성되어 검은 점처럼 보인다(Fig. 1P, Kim 등, 2007).

헤이워드에서 흰가루병에 걸린 잎들도 잎 표면만을 보면 마치 건전한 잎처럼 보이기 때문에 키위 재배자들이 흰가루병을 간과해서 방제를 하지 않는 경향이 있다. Hort16A에서도 흰가루병이 잎을 괴사시키지는 않고 키위 생육에 치명적인 피해를 주지는 않지만 절대기생체인 *P. actinidiae*이 잎 뒷면에 서식하면서 낙엽이 질 때까지 양분을 탈취하고 광합성 산물을 소비해 버리기 때문에 과실 비대나 당도, 경도 등을 저하시켜 키위 품질에 영향을 미친다(Koh, 2008, 2014).

키위나무 잎에 흰가루병을 일으키는 *P. actinidiae*은 주로 병든 잎에서 자낭구의 형태로 월동을 하기 때문에 월동기에 과원에 있는 병든 낙엽들을 수거하여 제거한다. 특히 키위가 밀식되어 있거나 전정을 소홀히 하여 수관이 지나치게 무성한 과원에는 흰가루병이 창궐하기 때문에 상습적으로 흰가루병이 많이 발생하는 과원에서는 간벌을 하거나 강전정을 하여 바람이 잘 통하고 햇빛이 잘 들도록 하면 흰가루병 발생을 크게 경감시킬 수 있다.

키위 흰가루병 방제용으로 등록된 약제는 아직까지 없는 대신에 친환경농자재인 난황유에 의해 흰가루병을 효과적으로

방제할 수 있다(Jee 등, 2009). 흰가루병 발병 초기에는 0.3% 난황유(물 20 l + 식용유 60 ml + 계란노른자 1개)를 살포하고, 흰가루병이 심하게 발생한 경우에는 0.5% 난황유(물 20 l + 식용유 100 ml + 계란노른자 1개)를 살포한다. 난황유는 키위 잎 뒷면에 부착되어 있는 *P. actinidiae*의 분생포자를 감싸서 질식사시켜 죽이기 때문에 난황유를 잎 뒷면에 잘 묻도록 고루 살포해주면 된다.

과실곰보병

키위 과실곰보병(Side rot)은 불완전균류에 속하는 곰팡이인 *Pseudocercospora actinidiae*와 *P. hangzhouensis*에 의해 각각 키위나무 잎과 과실에 발생하여 피해를 주는 그을음형과 딱지형 과실곰보병을 총칭한다(Koh, 2014; Yano 등, 2015). 키위 과실곰보병은 주로 7월 상순부터 수확기까지 생육 중인 키위나무 잎과 과실에 발생하고 수확 후 저장 중인 과실에도 발생한다. 키위 과실곰보병에 대해 골드키위 품종인 Hort16A와 해금과 레드키위 품종인 홍양은 감수성인 반면에 그린키위 품종인 헤이워드는 저항성이다(Kim 등, 2014; Mohri와 Shinozaki, 2014; Yano 등, 2015).

*P. actinidiae*에 의해 발생하는 그을음형 과실곰보병은 잎 표면에 불명확한 노란색 점무늬 병징을 나타내고(Fig. 1Q), 잎 뒷면에는 그을음처럼 분생포자로 덮힌 검은색 점무늬 병징과 표징을 나타낸다(Fig. 1R). 과실 측면에는 2–5 cm 크기로 딱딱하고 얇게 패인 암갈색 곰보 병징 위에 종종 분생포자가 형성된다. 과육 조직은 담갈색 스폰지처럼 변하는데, 과피와 과육 사이에는 흑갈색 균사층이 종종 관찰된다(Kikuhara와 Nakashima, 2008; Koh, 2014; Yano 등, 2015).

*P. hangzhouensis*에 의해 발생하는 딱지형 과실곰보병은 잎 표면에 암갈색 테두리를 가지고 불규칙하지만 갈색 뚜렷한 점무늬 병징을 나타내고(Fig. 1S), 잎 뒷면에는 희미한 회갈색 점무늬 병징을 나타낸다(Fig. 1T). 과실 측면에는 1–2 cm 크기로 부드럽고 깊게 패인 곰보 병징을 나타내고 과육은 갈색 스폰지처럼 변하는데, 병반은 상대적으로 단단하고 곰팡이는 거의 관찰되지 않는다(Koh, 2014; Yano 등, 2015).

키위 과실곰보병을 일으키는 주요 전염원인 병든 낙엽과 썩은 과실을 과원에서 제거하는 것이 중요하다. 키위 과실곰보병에 고도감수성 품종인 Hort16A 과실에는 인공수분 후 *Pseudocercospora* 분생포자가 비산하는 5월과 6월 또는 수확기까지 봉지씌우기를 하면 과실곰보병 감염을 효과적으로 차단시킬 수 있다(Yano 등, 2015). 우리나라에서 키위 과실곰보병 방제 약제로 트리플록시스트로빈 입상수화제(trifloxystrobin 50%,

5g/20 l)가 발병초부터 7일 간격으로 수확 14일전까지 3회 이내 살포하도록 등록되어 있다.

기타 점무늬병

키위 점무늬병(Leaf spot)은 키위나무 생육기간 중에 곰팡이에 의해 키위나무 잎에 다양한 점무늬와 잎마름 증상을 나타내는 병으로 6월부터 발생하기 시작하지만 주로 여름 이후 생육 후기에 많이 발생한다(Koh, 2008, 2014).

키위 점무늬병 발생양상은 키위 재배양식과 밀접한 관련이 있다. 노지 재배에서는 생육 후기에 거의 예외가 없이 점무늬병이 발생하는데 최대 발병율은 70%를 웃도는 반면에 비가림재배에서는 20%까지 발병율을 경감시켰다(Jeong 등, 2008b). 이러한 발병율 차이는 키위 생육 후기에 강풍과 태풍을 비롯한 기상재해에 의해 잎에 생기는 상처가 발병유인이 되는데 비가림재배가 키위나무 잎에 상처가 발생하지 않도록 보호해주기 때문이다.

키위나무 잎에 점무늬병을 일으키는데 관여하는 병원성 곰팡이로 뉴질랜드에서는 Hawthorne 등(1982)이 *Phomopsis* spp., *Phoma* spp., *Colletotrichum frutigenum*, *Botryosphaeria stevensii* 등 4종의 곰팡이를 분리, 동정하여 보고하였고, Hawthorne과 Otto (1986)는 *Alternaria alternata*, *B. parva*, *C. acutatum*, *Cryptosporiopsis* sp., *Fusarium culminalum*, *Gloeomerella cingulata*, *Phoma sexigua*, *Phomopsis* sp. 등 8종의 곰팡이를 분리, 동정하여 보고하였다. 일본에서는 Ushiyama 등 (1996)이 *Pestalotiopsis neglecta*와 *P. longiseta*, *C. acutatum*과 *C. gloeosporioides*, *Phomopsis* sp. 등 5종의 곰팡이를 분리, 동정하여 보고하였다.

이러한 곰팡이들은 모두 상처기생체로서 건전한 키위나무 잎 조직을 직접 침입하지 못하지만 손상된 조직에 침입하여 점무늬병을 일으킨다. 어린 잎에 비해 늙은 잎은 상처가 많이 발생하고 발생한 상처를 빨리 치유하지도 못하므로 그 만큼 긴 시간동안 여러 가지 곰팡이들에게 노출되어 침입할 수 있게 되기 때문에 키위나무 생육후기에 점무늬병이 많이 발생한다(Hawthorne과 Otto, 1986). 그린키위 품종인 헤이워드를 재배하는 노지재배에서 생육후기에 점무늬병 발병엽율이 70% 정도에 달한 반면에 비가림재배에서 점무늬병 발병엽율은 20% 이하에 불과했다(Jeong 등, 2008b).

우리나라에서도 키위나무 잎에 발생하는 점무늬병에는 여러 가지 곰팡이가 관여하는데, *Phomopsis* sp.가 점무늬병 병반으로부터 분리된 전체 곰팡이 중 76.9%를 차지할 만큼 가장 우점종이고, 그 밖에 *G. cingulata*, *A. alternata*, *Pestalotiopsis* sp. 등

의 곰팡이가 11.5%, 7.7%, 3.8% 순으로 분리되었다(Jeong 등, 2008a, 2008b; Park 등, 1997; Ushiyama 등, 1996). 각 곰팡이들은 독립적으로 키위나무 잎에 특이적인 점무늬 병징을 일으키지만 키위나무 생육후기에 다가갈수록 두 가지 이상 곰팡이들이 복합적인 점무늬 증상과 잎마름 증상을 일으키기도 한다(Hawthorne과 Otto, 1986; Jeong 등, 2008b).

Phomopsis sp.는 키위나무 잎에서 엽맥 사이에 갈색 모무늬 병징을 나타내는 모무늬병(Angular spot)을 일으키고(Fig. 1U), *G. cingulata*는 회갈색 둥근 점무늬 병징을 나타내는 탄저병(Anthracnose)을 일으키고(Fig. 1V), *A. alternata*는 갈색 둥근 점무늬 병징을 나타내는 갈색둥근무늬병(Brown ring spot)을 일으키며(Fig. 1W), *Pestalotiopsis* sp.는 갈색 얼룩무늬 병징을 나타내는 갈색점무늬병(Brown zonate spot)을 일으킨다(Fig. 1X, Jeong 등, 2008a, 2008b).

키위나무 잎에 점무늬병을 일으키는 곰팡이들은 주로 병든 잎에서 월동을 하기 때문에 과수원에 있는 병든 낙엽들을 수거하여 제거한다. 비가림시설은 바람에 의해 잎에 상처가 발생하는 것을 예방해주고, 빗물이나 이슬에 의해 잎 표면에 습윤이 지속되지 않도록 해주기 때문에 점무늬병 발생을 크게 경감시켜 준다. 과습한 과원에서는 적정하게 전정관리를 하여 바람이 잘 통하고 햇빛이 잘 들도록 함으로써 점무늬병 발생을 예방한다(Koh, 2008, 2014). 키위 점무늬병 방제약제로 사이프로디닐 입상수화제(cyprodinil 50%, 10 g/20 l)가 발병초부터 10일 간격으로 수확 45일전까지 3회 이내 살포하도록 등록되어 있다(Korean Crop Protection Association, 2017). 또한 갈습을 함유하는 친환경농자재를 살포할 경우에 잎을 경화시켜 주기 때문에 점무늬병균의 침입을 어렵게 하여 점무늬병 발생을 경감시킬 수 있다.

결론

우리나라에서 재배되고 있는 키위나무 잎에는 궤양병과 세균성점무늬병처럼 세균에 의한 병이 발생할 뿐만 아니라 잣빛곰팡이병, 흰가루병, 과실곰보병을 비롯하여 여러 가지 형태 점무늬병 등 곰팡이에 의한 병이 발생하여 피해를 주고 있다(Koh, 2008, 2014; The Korean Society of Plant Pathology, 2009).

세균에 의해 발생하는 식물병은 발병 후에는 치료가 잘 되지 않기 때문에 예방에 치중할 수밖에 없다. 키위 궤양병은 철저한 예방과 치료 조치를 하지 않을 경우에는 키위나무를 죽게 하여 과원이 폐원에 이르게 만들고 세균성점무늬병은 발병초기에 방제를 하지 않을 경우에는 조기낙엽을 초래하여 수확을 포

기해야 할 정도로 커다란 피해를 일으킨다(Kim 등, 2017; Koh, 2008, 2014; Koh 등, 2017; Lee 등, 2013).

키위 잿빛곰팡이병과 여러 가지 곰팡이에 의한 점무늬병 발생은 잎에 상처를 발생시키는 기상조건과 관계가 깊다. 노지재배인 경우에는 여러 가지 기상재해에 취약해서 잎에 상처가 많이 발생하고 잎 표면에 빗물과 이슬에 의한 습윤이 오래 지속되기 때문에 곰팡이 포자들이 쉽게 발아하고 침입해서 곰팡이병이 많이 발생하고 특히 높은 잎에서 발병이 심하고 피해가 크다(Jeong 등, 2008b; Hawthorne과 Otto, 1986). 따라서 비바람을 막아줄 수 있는 비가림재배를 하거나 갈습제를 살포하여 상처 발생을 예방함으로써 잿빛곰팡이병과 여러 가지 점무늬병 발생을 경감시키는 것이 바람직하다(Koh, 2008, 2014).

키위 흰가루병은 키위나무 잎 뒷면에 발생하고 키위나무에 직접적인 피해를 주지 않기 때문에 재배자들이 간과하고 방제를 소홀히 하기 쉬운 병이다. 그러나 키위 흰가루병 발병을 방지할 경우에는 키위 잎에서 양분을 탈취하여 키위 생장과 비대를 방해하여 피해를 준다(Koh, 2008, 2014). 비록 아직까지 키위 흰가루병 방제용으로 등록된 화학약제가 없지만 대신에 난황유를 살포하면 흰가루병을 효과적으로 방제할 수 있다(Jee 등, 2009).

키위 과실곰보병은 우리나라와 일본에서만 보고된 병으로 특히 Hort16A를 비롯하여 골드키위 품종에 많이 발생하여 피해를 주는 병이다(Koh, 2014). 키위 과실곰보병을 일으키는 곰팡이는 *P. actinidiae*와 *P. hangzhouensis* 두 종류이고 각각 잎과 과실에서 독특한 병징을 일으킨다(Mohri 와 Shinozaki, 2014; Yano 등, 2015). 우리나라에서 주로 장마철부터 잎과 과실에 발생하기 시작하여 수확 후까지 발생하여 피해를 주는데 아직까지 키위 과실곰보병 발생생태에 관한 연구가 이루어지지 않아 관련 연구가 시급한 실정이다.

요 약

우리나라에서 재배되고 있는 키위나무 잎에는 궤양병과 세균성점무늬병처럼 세균에 의한 병과 잿빛곰팡이병, 흰가루병, 과실곰보병을 비롯하여 여러 가지 형태 점무늬병 등 곰팡이에 의한 병이 발생하여 피해를 주고 있다. 이 총설에서는 키위나무 잎에 발생하는 피해를 주는 주요 병에 대하여 병징과 발생특성을 요약하고 지난 30년간 수행한 연구 업적과 현장 경험 그리고 세계적인 주요 연구 산물들을 기초로 하여 키위나무 잎에 발생하는 주요 병에 의한 피해를 경감할 수 있도록 농가에서 실용적으로 사용할 수 있는 방제방법을 제시하고자 한다.

Conflicts of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. Elsevier Academic Press. 922 pp.
- Balestra, G. M., Taratufolo, M. C., Vinatzer, B. A. and Mazzaglia, A. 2013. A multiplex PCR assay for detection of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* and differentiation of populations with different geographic origin. *Plant Dis.* 97: 472-478.
- Bisiach, M., Minervini, G. and Vercesi, A. 1984. Biological and epidemiological aspects of the kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planchon) rot, caused by *Botrytis cinerea* Pers. *Riv. Patol. Veget.* 20: 38-55.
- Carmeron, A. and Sarojini, V. 2014. *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*: chemical control, resistance mechanisms and possible alternatives. *Plant Pathol.* 63: 1-11.
- Hawthorne, B. T. and Otto, C. 1986. Pathogenicity of fungi associated with leaf spots of kiwifruit. *N. Z. J. Agric. Res.* 29: 533-538.
- Hawthorne, B. T., Rees-George, J. and Samuels, G. J. 1982. Fungi associated with leaf spots and postharvest fruit rots of kiwifruit (*Actinidia chinensis*) in New Zealand. *N. Z. J. Botany* 20: 143-150.
- Huang, H. 2014. The Genus *Actinidia*, a World Monograph. Science Press. 317 pp.
- Jee, H. J., Shim, C. K., Ryu, K. Y., Park, J. H., Lee, B. M., Choi, D. H. and Ryu, G. H. 2009. Control of powdery and downy mildews of cucumber by using cooking oils and yolk mixture. *Plant Pathol. J.* 25: 280-285.
- Jeong, I. H., Kim, G. H., Lim, M. T., Hur, J. S., Shin, J. S. and Koh, Y. J. 2008a. Brown ring spot on leaves of kiwifruit caused by *Alternaria alternata*. *Res. Plant Dis.* 14: 68-70. (In Korean)
- Jeong, I. H., Lim, M. T., Kim, G. H., Han, T. W., Kim, H. C., Kim, M. J., Park, H. S., Shin, S. H., Hur, J. S., Shin, J. S. and Koh, Y. J. 2008b. Incidences of leaf spots and blights on kiwifruit in Korea. *Plant Pathol. J.* 24: 125-130.
- Kikuhara, K. and Nakashima, C. 2008. Sooty spot of kiwifruit caused by *Pseudocercospora actinidiae* Deighton. *J. Gen. Plant Pathol.* 74: 185-187.
- Kim, G. H., Choi, E. D., Lee, Y. S., Jung, J. S. and Koh, Y. J. 2016a. Spread of bacterial canker of kiwifruit by secondary infection of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* biovar 3 in Gyeongnam in 2016. *Res. Plant Dis.* 22: 276-283. (In Korean)
- Kim, G. H., Jeong, I. H., Lee, Y. S., Jung, J. S. and Koh, Y. J. 2007. First report of bacterial canker, powdery mildew and fruit rot on kiwifruit 'Hort16A' cultivated in Jeju. *Plant Pathol. J.* 23: 128.
- Kim, G. H., Jung, J. S. and Koh, Y. J. 2017. Occurrence and epidemics of bacterial canker of kiwifruit in Korea. *Plant Pathol. J.* 33: 351-361.

- Kim, G. H., Kim, K. H., Son, K. I., Choi, E. D., Lee, Y. S., Jung, J. S. and Koh, Y. J. 2016b. Outbreak and spread of bacterial canker of kiwifruit caused by *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* biovar 3 in Korea. *Plant Pathol. J.* 32: 545-551.
- Kim, G. H., Son, K. I., Jung J. S., Hur, J.-S. and Koh, Y. J. 2014. Occurrence of side-rot of yellow-and red-fleshed kiwifruit cultivars (*Actinidia chinensis*). *Res. Plant Dis.* 20: 152.
- Koh, H. S., Kim, G. H., Lee, Y. S., Koh, Y. J. and Jung, J. S. 2014. Molecular characteristics of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* strains isolated in Korea and a multiplex PCR assay for haplotype differentiation. *Plant Pathol. J.* 30: 96-101.
- Koh, Y. J. 2008. Understandable Diseases, Pests and Physiological Disorders of Kiwifruit. Joongang Life Publishing Co. 149 pp. (In Korean)
- Koh, Y. J. 2014. Battling Bacterial Canker of Kiwifruit. Hapdong. 279 pp. (In Korean)
- Koh, Y. J. 2016. 'Chamdarae' should be altered to 'Kiwi'. *Korean Kiwifruit* 30: 32-35. (In Korean)
- Koh, Y. J., Kim, G. H. and Jung, J. S. 2017. A proposed manual for the efficient management of kiwifruit bacterial canker in Korea. *Res. Plant Dis.* 23: 1-18. (In Korean)
- Koh, Y. J., Seo, J. K., Lee, D. H., Shin, J. S., and Kim, S. H. 1999. Chemical control of bacterial canker of kiwifruit. *Plant Dis. Agric.* 5: 95-99. (In Korean)
- Korean Crop Protection Association. 2017. 2017 Guide Book of Pesticides. Korean Crop Protection Association. 1568 pp. (In Korean)
- Lee, Y. S., Kim, G. H., Koh, H. S., Park, J. E., Koh, Y. J. and Jung, J. S. 2013. Bacterial leaf spot disease on kiwifruit cultivars 'Hayward' and 'Hort16A' caused by *Acidovorax valerianellae* in Korea. *Acta Phytopathologica Sinica* 43: 423.
- Lee, Y. S., Kim, G. H., Koh, Y. J., Zhuang, Q. and Jung, J. S. 2015. Development of Specific Markers for Identification of Biovars 1 and 2 Strains of *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*. *Plant Pathol. J.* 32: 162-167.
- Michailides, T. J. and Elmer, P. A. G. 2000. *Botrytis* gray mold of kiwifruit caused by *Botrytis cinerea* in the United States and New Zealand. *Plant Dis.* 84: 208-223.
- Mohri, M. and Shinozaki, T. 2014. Epidemiology and chemical control of sooty spot of kiwifruit caused by *Pseudocercospora actinidiae* Deighton in Ehime prefecture. *Bull. Ehime Res. Inst.* 5: 17-27. (In Japanese)
- Park, J. Y., Lee, W., Song, D. U., Seong, K. Y., Cho, B. H. and Kim, K. C. 1997. Leaf blight of kiwifruit caused by *Pestalotiopsis menezesiana* and its ecopathology. *Korean J. Plant Pathol.* 13: 22-29. (In Korean)
- Pennycook, S. R. 1985. Fungal fruit rots of *Actinidia deliciosa* (kiwifruit). *N. Z. J. Exp. Agric.* 13: 289-299.
- Serizawa, S., Ichikawa, T., Takikawa, Y., Tsuyumu, S. and Goto, M. 1989. Occurrence of bacterial canker of kiwifruit in Japan: description of symptoms, isolation of the pathogen and screening of bactericides. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 55: 427-436.
- Son, K. I., Kim, G. H., Choi, E. D., Kim, K. H., Lee, Y. S., Jung, J. S. and Koh, Y. J. 2016. Seasonal prevalence of bacterial canker of kiwifruit in Boseong in 2014 and 2015. *Res. Plant Dis.* 22: 217-226. (In Korean)
- Tanbara, K. 1988. Kiwifruit Dictionary. Japan Ehime Agricultural Cooperatives. 374 pp. (In Japanese)
- The Korean Society of Plant Pathology. 2009. List of Plant Diseases in Korea. The Korean Society of Plant Pathology. 853 pp. (In Korean)
- Ushiyama, K., Aono, N., Kita, N. and Ogawa, J. 1996. First report of *Pestalotia* disease, anthracnose and angular leaf spot of kiwifruit and their pathogens in Japan. *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* 62: 61-68. (In Japanese)
- Vanneste, J. L. 2013. Recent progress on detecting, understanding and controlling *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae*: a short review. *N. Z. Plant Prot.* 66: 170-177.
- Warrington, I. J. and Weston, G. C. 1990. Kiwifruit Science and Management. New Zealand Society for Horticultural Science. 576 pp.
- Xu, J., Wang, C., Fang, L., Ma, L., Chang, X., Zheng, X., Zhu, Y., Zhang, M. and Gong, G. 2017. First report of powdery mildew caused by *Phyllactinia actinidiae* on kiwifruit in Sichuan, China. *Plant. Dis.* 101: 1033.
- Yano, T., Nakashima, C., Nakahama, M., Kimura, K., Tsuneoka, H., Shimizu, S., Donovan, R., Kwon, J., Yoshimaru, M., Ochi, M. and Manning, M. 2015. Features and the seasonal variation in emergence of two side-rot symptoms on Hort16A kiwifruit. *Acta Hortic.* 1096: 389-396.