

우리나라 참다래 저장병 발병율과 병원균

고영진* · 이재군¹ · 허재선² · 정재성³

순천대학교 응용생물학과, ¹(주)경농 중앙연구소, ²순천대학교 환경교육과, ³순천대학교 생물학과

Incidences and Causal Agents of Postharvest Fruit Rots in Kiwifruits in Korea

Young Jin Koh*, Jae Goon Lee¹, Jae-Seoun Hur² and Jae Sung Jung³

Department of Applied Biology, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

¹Central Research Institute, Kyungnong Corporation, Gyeongju 780-110, Korea

²Department of Environmental Education, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

³Department of Biology, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

(Received on August 25, 2003)

Sixteen hundred fruits were randomly collected from 16 kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) orchards in Jeonnam, Gyeongnam and Jeju provinces in Korea in 2000 and incidences of postharvest fruit rots were examined. The overall disease incidence was 32% and varied much with locations of orchards ranging from 5 to 68%. The percentages of kiwifruits showing internal, external, and both internal and external symptoms were 21.9%, 4.9%, and 5.2%, respectively. Several fungi were isolated from rotten fruits; *Botryosphaeria dothidea*, *Diaporthe actinidiae* and *Botrytis cinerea* were the major pathogens with the average isolation rates of 83.3%, 11.9% and 1.4%, respectively. Based on the symptoms on kiwifruits and the characteristics, the postharvest fruit rots caused by *B. dothidea* and *D. actinidiae* are suggested to be named as ripe rots and stem-end rots, respectively.

Keywords: gray mold, kiwifruit, postharvest fruit rot, ripe rot, stem-end rot

참다래에는 다양한 저장병이 발생하는 것으로 알려졌다. 참다래 주산지인 뉴질랜드에서 참다래 과실에 발생하는 저장병에는 *Alternaria*, *Botryosphaeria*, *Colletotrichum*, *Phomopsis*, *Fusarium*, *Phoma*, *Sphaeropsis*, *Cladosporium*, *Epicoccum* 등 9종의 곰팡이가 관여한다고 보고되었다 (Hawthorne 등, 1982). Pennycook(1985)은 뉴질랜드의 주요 저장병으로 *Sclerotinia sclerotiorum*에 의한 field rot, *Botrytis cinerea*에 의한 storage rot, *Botryosphaeria dothidea*에 의한 ripe rot을 들고 병징, 병원균, 방제법 등을 상세하게 보고하였다. 한편 미국에서는 참다래 과실에 발생하는 저장병으로 *Botrytis* rot, Surface mold(*Alternaria* rot), *Dorthiorella* rot, *Phoma* rot, *Phomopsis* rot, *Sclerotinia*

rot, *Mucor* rot, Blue mold, Buckshot rot 등 9종의 병해가 발생한다고 보고되었다(Kader, 1992).

우리나라에서는 참다래에 발생하는 저장병해로서 과실 무름병(fruit rot)과 잿빛곰팡이병(gray mold)이 보고되었다(고, 1995; 한국식물병리학회, 1998; 류 등, 1993). 그런데 과실무름병은 과실연부병(정, 1997), 과실썩음병(이와이, 1998), 과실부패병(류 등, 1993) 등 각각 다른 명칭으로 부르고 있다. 최근에 *Diaporthe actinidiae*에 의한 stem-end rot와 *B. dothidea*에 의한 ripe rot이 보고되었으나(Lee 등, 2001; Koh 등, 2003) 참다래 저장병의 발생 정도와 주요 병원균들의 분포에 대한 상세한 연구는 수행되지 않은 실정이다. 이 연구는 참다래 저장병에 대한 효율적인 관리 방안을 모색할 수 있는 기초 연구로서 우리나라에서 참다래 과실에 발생하는 저장병의 발병율과 저장병을 일으키는 주요 병원균의 검출율을 조사하기 위하여 수행하였다.

*Corresponding author

Phone)+82-61-750-3865, FAX)+82-61-750-3208

E-mail)youngjin@suncheon.ac.kr

재료 및 방법

참다래 저장병 발병율 조사. 2000년 우리나라 참다래 주요 재배지인 전남, 경남 그리고 제주의 16개 농가에서 각 100개씩 과실을 수집하였다. 전남에서 고흥군과 보성군은 각각 2개 지역에서 수집하였고, 광주광역시, 순천시, 장흥군 및 해남군에서는 1개 지역에서 수집을 하였다. 경남에서는 사천군과 남해군에서 각각 2개 지역에서 수집하였고 고성군에서는 3개 지역에서 수집하였으며, 제주에서는 북제주군 1개 지역에서 수집하였다.

모든 과실의 재배지를 구분할 수 있도록 시장에 출하되기 전에 개인 저장고나 단위 저장고에 저장되어있는 상태의 참다래를 수집하였다. 각 지역에서 수집된 과실은 polyethylene film bag에 100개의 과실을 20개씩 나누어서 넣은 후 실온에서 15일 동안 후숙시켰다. 후숙된 과실을 육안으로 관찰하면서 과실 외부에 나타난 병징과 내부에 나타난 병징 그리고 외부와 내부에 모두 병징이 나타난

것으로 구분하여 참다래 저장병의 발병율을 조사하였다.

참다래 저장병의 병원균 검출을 조사. 참다래 과실을 후숙시켜 참다래 저장병에 걸린 과실에 발생하는 외부병징, 내부병징 그리고 외부와 내부에서 모두 나타난 병징들에서 병원균을 분리하여 검출되는 병원균의 종류와 검출율을 조사하였다. 병원균의 분리는 병든 부위와 건전한 부위의 경계선을 0.5×0.5 cm로 잘라내고 이 절편을 70% 에탄올에서 30초 동안 담궜다가 멸균수에서 30초 동안 세척하였다. 멸균된 filter paper로 수분을 흡수한 후 감자한천배지(Potato dextrose agar; PDA)에 치상해서 25°C 항온기에서 3일간 배양한 후 형성된 균총의 끝부분을 떼어 내어 새로운 PDA에 옮겨 순수 배양하였다. 순수 배양된 병원균들은 배지에서 온도, 광, 습도, 자외선 등을 이용하여 여러 가지 자실체들을 생성할 수 있도록 유도하였다. 배지에서 형성된 다양한 자실체의 형태적 특징들을 광학현미경과 전자현미경을 통해 관찰함으로써 주요 병원균들의 속명과 종명을 동정하였다.

Table 1. Occurrence of postharvest fruit rots of the kiwifruits collected from several locations during storage and ripening in 2000

Locations			No. of fruits surveyed	No. of healthy fruits	No. of diseased fruits (%)			Total
Province	City/Gun	Eup/Myon			External symptom	Internal symptom	External & Internal symptom	
Jeonnam	Goheung	Doyang	100	37	14 (22.2)	18 (28.6)	31 (49.2)	63
		Pungyang	100	75	11 (44.0)	8 (32.0)	6 (18.8)	25
	Boseong	Boseong	100	51	2 (4.1)	39 (79.6)	8 (16.3)	49
		Joseong	100	74	8 (30.8)	16 (61.5)	2 (7.7)	26
	Haenam	Hwangsan	100	32	5 (7.4)	57 (83.8)	6 (8.8)	68
	Jangheung	Daedeok	100	69	4 (12.9)	19 (61.3)	8 (25.8)	31
	Suncheon	Haeryong	100	72	12 (42.9)	16 (57.1)	0 (0.0)	28
	Gwangju	Gwangsan	100	54	2 (4.3)	34 (73.9)	10 (21.7)	46
Subtotal			800	464	58	207	71	336
			(100%)	(58.0%)	(17.3)	(61.6)	(21.1)	(42.0%)
Gyeongnam	Goseong	Hai	100	88	3 (25.0)	8 (66.7)	1 (8.3)	12
		Hochwa	100	95	3 (60.0)	2 (40.0)	0 (0.0)	5
		Donghae	100	93	2 (28.6)	3 (42.9)	2 (28.6)	7
	Sacheon	Younghyeon	100	65	0 (0.0)	35 (100)	0 (0.0)	35
		Namyang	100	67	2 (6.1)	31 (93.9)	0 (0.0)	33
	Namhae	Edong	100	79	6 (28.6)	10 (47.6)	5 (23.8)	21
		Namhae	100	90	1 (10.0)	9 (90.0)	0 (0.0)	10
Subtotal			700	577	17	98	8	123
			(100%)	(82.4%)	(13.8)	(79.7)	(6.5)	(17.6%)
Jeju	Bukjeju	Jocheon	100	47	4	45	4	53
			(100%)	(47.0%)	(7.5)	(84.9)	(7.5)	(53.0%)
Total			1600	1088	79 (15.4)	350 (68.4)	83 (16.2)	512
			(100%)	(68.0%)				(32.0%)

결 과

참다래 저장병의 발병율. 전남과 경남 그리고 제주지역에서 수집한 16개 지역의 평균 참다래 저장병의 발병율은 32.0%로 나타났다. 전체 조사 과실 1,600개 중에서 32.0%의 과실이 저장병에 걸렸으며, 저장병에 걸린 과실 중에서 15.4%가 외부에만 병징을 나타내는 것이고, 내부에만 병징을 나타내는 것은 68.4%였으며, 외부와 내부 모두에 병징을 나타내는 것은 16.2%로 나타났다(Table 1).

전남지역에서 수집한 참다래 저장병의 평균 발병율은 42.0%였는데, 지역별로는 전남 해남군 황산면에서 수집한 과실에서 68%로 가장 높은 저장병 발병율을 나타냈으며 고흥군 풍양면에서 수집한 과실이 25%로 가장 낮은 발병율을 나타내었다. 참다래 저장병에 걸린 과실 중에서 발생 부위별로 조사한 결과 과실 외부에만 병징이 있는 것이 17.3%였고, 내부에만 병징이 있는 것은 61.6%였으며, 외부와 내부에서 모두 병징이 있는 것은 21.1%였다.

경남지역에서 수집한 참다래 저장병의 평균 발병율은 17.6%였는데, 사천군 용현면이 35%로 가장 높은 발병율

을 보였으며 최저 발병율은 고성군 회화면의 5%로 나타났다. 병든 과실 중에서 외부 병징이 13.8%, 내부 병징이 79.7%였고, 외부와 내부 병징이 6.5%였다.

제주지역에서는 북제주군 조천읍에서 수집한 참다래 과실의 저장병 발병율은 53%였으며, 외부 병징이 7.5%, 내부 병징이 84.9%였고, 외부와 내부 병징이 7.5%였다.

참다래 주요 저장병원균의 검출율. 전남, 경남 그리고 제주에서 수집한 참다래 중 저장병에 걸린 과실들에서 주요 병원균의 평균 검출율은 *B. dothidea*가 83.3%, *D. actinidiae*는 11.9%, *B. cinerea*가 1.4%였다. 그밖에 *B. dothidea*와 *D. actinidiae*가 동시에 검출되는 경우가 0.9%였으며, 나머지 2.5% 과실에서 *Collectotrichum* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Pestalotiopsis* sp. 등이 드물게 검출되었다. *B. dothidea*는 전남, 경남 및 제주지역의 전체 채집 지역에서 모두 검출되었으나, *D. actinidiae*는 전남과 제주지역에서만 검출되고 경남지역에서는 전혀 검출되지 않았다(Table 2).

지역별로 주요 저장병원균의 검출율은 전남지역에서는 *B. dothidea*가 79.7%, *D. actinidiae*는 14.2%, *B. cinerea*가

Table 2. Pathogens from rotten fruits collected from several locations of kiwifruit orchards in 2000

Province	Locations		No. of fruits surveyed	No. of fruits detected (%)				
	City/Gun	Eup/Myon		<i>Botryosphaeria dothidea</i>	<i>Diaporthe actinidiae</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	Mixed ^a	Others ^b
Jeonnam	Goheung	Doyang	52	32 (61.5)	17 (32.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (5.8)
		Pungyang	15	7 (46.7)	6 (40.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (13.3)
	Boseong	Boseong	52	51 (98.1)	1 (1.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
		Joseong	19	13 (68.4)	0 (0.0)	1 (5.3)	3 (15.8)	2 (10.5)
	Haenam	Hwangsan	25	15 (60.0)	8 (32.0)	1 (4.0)	0 (0.0)	1 (4.0)
	Jangheung	Deadeok	63	59 (93.7)	0 (0.0)	2 (3.2)	0 (0.0)	2 (3.2)
	Suncheon	Haeryong	18	12 (66.7)	6 (33.3)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
	Gwangju	Gwangsan	37	35 (94.6)	2 (5.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
Subtotal			281	224 (79.7)	40 (14.2)	4 (1.4)	3 (1.1)	10 (3.6)
Gyeongnam	Goseong	Hai	8	8 (100)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
		Hoehwa	2	2 (100)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
		Donghae	5	3 (60.0)	0 (0.0)	1 (20.0)	0 (0.0)	1 (20.0)
	Sacheon	Younghyeon	32	32 (100)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
		Namyang	28	28 (100)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
	Namhae	Edong	20	19 (95.0)	0 (0.0)	1 (5.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
		Namhae	9	9 (100)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
Subtotal			104	101 (97.1)	0 (0.0)	2 (1.9)	0 (0.0)	1 (1.0)
Jeju	Bukjeju	Jocheon	52	39 (75.0)	12 (23.1)	0 (0.0)	1 (1.9)	0 (0.0)
Total			437	364 (83.3)	52 (11.9)	6 (1.4)	4 (0.9)	11 (2.5)

^aBoth *Botryosphaeria dothidea* and *Diaporthe actinidiae* were detected.

^b*Collectotrichum* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Pestalotiopsis* sp.

1.4%였다. 그밖에 *B. dothidea*와 *D. actinidiae*가 동시에 검출되는 경우가 1.1%였으며, 기타 병원균의 검출율은 3.6%였다. 8개 조사지역 중에서 장흥군 대덕면에서만 *D. actinidiae*가 전혀 검출되지 않았다. 경남지역에서는 *B. dothidea*의 검출율이 97.1%, *B. cinerea*가 1.9%, 기타 병원균이 1.0%인 반면에 *D. actinidiae*는 7개 조사지역 어느 곳에서도 검출되지 않았다. 제주지역에서는 *B. dothidea*의 검출율이 75.0%, *D. actinidiae*가 23.1%인 반면에 *B. cinerea*는 검출되지 않았다.

고 찰

참다래 주요 재배지인 전남과 경남 그리고 제주에서 참다래 저장병의 발생 실태를 조사한 결과 평균 발병율이 32%로 나타났다. Hawthorne(1982)에 의하면 뉴질랜드에서 참다래 저장병의 발병율이 35%로 보고되었는데 우리나라 참다래 저장병의 발병율이 뉴질랜드의 발병율과 비슷한 수준임을 알 수 있었다. 지역별로 참다래 저장병의 발병율을 비교해 보면 전남에서는 42%의 발병율을 보였으며 경남에서는 17.6%의 발병율을 그리고 제주에서는 53%의 발병율을 보였다.

전남과 경남지역의 차이는 두 지역간의 재배규모나 관리방법에 의한 차이 때문에 나타나는 것으로 보인다. 참다래 재배자들에 대한 설문조사 결과에 의하면 전남지역에서는 주로 500평 이하의 소규모 재배가 이루어지고 이러한 소규모 재배지역에서는 약제 방제를 거의 하지 않고 있는 것으로 나타났다(고, 1995). 또한 참다래가 주요 작물이 아니고 다른 작물과 겹쳐서 재배를 하고 있기 때문에 관리가 소홀한 것도 참다래 저장병의 발병율이 높게 나타난 이유라고 볼 수 있다. 그러나 경남지역의 참다래 재배 농가들은 재배면적이 대규모이거나 참다래만을 재배하기 때문에 관리면에서 전남 지역보다 훨씬 치밀한 것으로 조사되었다. 제주의 높은 발병율은 표본수가 적어 정확한 자료를 구할 수 없었기 때문으로 앞으로 더 많은 지역의 표본을 채취하여 조사를 해야 한다고 생각한다. 한편, 경남과 전남의 같은 지역내에서도 재배지에 따라 참다래 저장병의 발병율은 차이를 나타내었다. 이것은 참다래 저장병의 발병율의 차이가 재배방법이나 관리방법에 의한 것 뿐 아니라 기후나 토양 등 여러 자연적인 조건들도 영향을 미친 것으로 볼 수 있다.

이 실험에서 참다래 저장병의 병징을 부위별로 조사한 결과에 의하면 외부에만 병징이 나타난 것은 15.4%이고 외부와 내부 모두에 병징이 나타난 것은 16.2%였으며 내부에만 병징이 나타난 것은 68.4%였다. 이것으로 보아 참

다래 저장병은 주로 과실 내부에 발생하는 것을 알 수 있다. 포장에서 감염되어 과실 내부에 잠복하고 있는 병원균이 과실이 후숙되면서 과육이 연해지고 산의 함량이 낮아지고 당의 함량이 증가해지면 일단 병징이 발현되고 병원균이 밖으로 성장하여 2차적으로 외부병징을 발현시키는 것으로 여겨진다. 따라서 앞으로 참다래 저장병 발병 조사는 직접 과피를 벗기고 내부에 발생하는 병징까지 포함해서 조사하여야 할 것이다.

전남과 경남 그리고 제주에서 참다래 저장병에 걸린 과실에 대해 병원균의 검출율을 조사한 결과 *B. dothidea*의 검출율은 83.3%, *D. actinidiae*의 검출율은 11.9%로 나타났다. 나머지 병원균들은 3.9%가 검출되었다. Hawthorne(1982) 보고에서도 두 균의 검출율이 다른 균보다 높게 나타나 두 균이 참다래 저장병의 주요 병원균임이 판명되었다. 그러나 뉴질랜드에서는 *D. actinidiae*의 검출율이 *B. dothidea*보다 높게 나타났다. 이것은 이 실험 결과 알 아낸 우리나라에서 두 균의 분포와는 상반되므로 저장병을 일으키는 병원균은 지역별로 뿐만 아니라 국가별로 커다란 차이가 있음을 시사해 준다.

우리나라에서 참다래 과실에서 저장병을 일으키는 병원균의 검출율에 따라 가장 중요한 저장병원균은 *B. dothidea*와 *D. actinidiae*로 확인되었다. *B. dothidea*는 참다래 후숙 기간 중 지나치게 후숙되어 버린 과실에서 발생하는 데, 과실 표면이 움푹 패어들어가지만 표징이 밖으로 드러나지 않고 껍질을 벗겼을 때 과육에 짙은 녹색의 가장 자리를 가지는 나이트 모양의 수침상 병반을 특징적으로 나타낸다(Koh 등, 2003). *D. actinidiae*는 과실 꼭지 부분에서 진물이 흐르면서 하얀 균사가 과실 표면 위에 자라는데, 껍질을 벗기면 수침상 연한 녹색의 과육 조직들이 수직으로 붕괴된 병징이 특징적으로 나타난다(Lee 등, 2001).

따라서 참다래 저장병을 과실무름병(고, 1995; 한국식물병리학회, 1998), 과실연부병(정, 1997), 과실썩음병(이와 이, 1998), 과실부패병(류 등, 1993) 등으로 부르는 혼란을 지양하고 과실에 나타난 각 병징과 각 병원균들의 특성을 고려하여 *B. dothidea*에 의한 저장병을 과숙썩음병(ripe rot), *D. actinidiae*에 의한 저장병은 과실꼭지썩음병(stem-end rot)으로 구분하여 명명하는 것이 바람직하다. 이처럼 참다래 저장병을 일으키는 병원균들의 특성을 정확히 파악하고 명확한 병명을 정립하는 것은 병관리를 체계적으로 하기 위해서 선행되어야 할 중요한 일이다.

요 약

우리나라 참다래 주요 재배지인 전남과 경남 그리고 제

주지역의 16개 포장에서 임의로 수집한 1600개 참다래 과실의 평균 저장병 발병율은 32.0%로 나타났지만, 저장병 발병율은 수확한 과수원에 따라서 5%에서 68%까지 다양했다. 저장병에 걸린 참다래 과실 중에서 15.4%가 외부 병징, 68.4%가 내부 병징을 나타내었고, 외부와 내부 모두에 병징을 나타내는 것은 16.2%였다. 저장병에 걸린 과실들에서 병원균의 검출율은 분리한 지역에 따라 차이가 있었으며, *Botryosphaeria dothidea*가 83.3%, *Diaporthe actinidiae*는 11.9%, *Botrytis cinerea*가 1.4%의 검출율을 보여 주요 저장병원균으로 밝혀졌다. 참다래 주요 저장병원균으로 확인된 *B. dothidea*와 *D. actinidiae*에 의해 발생하는 참다래 주요 저장병을 과실에 나타난 각 병징과 각 병원균들의 특성을 고려하여 과숙썩음병과 과실꼭지썩음병으로 각각 구분하여 명명하고자 한다.

감사의 말씀

이 논문은 한국학술진흥재단(KRF-99-041-G00026)의 연구비에 의해 수행한 것으로 감사를 표합니다.

참고문헌

정병만. 1997. *Phomopsis* sp.에 의한 참다래 과실연부병의 발생

- 과 약제 방제에 관한 연구. 경상대학교 대학원 석사학위논문. 23pp.
- 한국식물병리학회. 1998. 한국식물병명명목록. 제3판. 한국식물병리학회. 436p.
- Hawthorne, B. T., Rees-George, J. and Samuels, G. J. 1982. Fungi associated with leaf spots and post-harvest fruit rots of "kiwifruit" (*Actinidia chinensis*) in New Zealand. *New Zealand J. Botany* 20: 143-150.
- Kader, A. A. 1992. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. University of California, California, USA. 296pp.
- 고영진. 1995. 참다래의 주요 병. *식물병과 농업* 1(1): 3-13.
- Koh, Y. J., Lee, J. G., Lee, D. H. and Hur, J. S. 2003. *Botryosphaeria dothidea*, the causal organism of ripe rot of kiwifruit in Korea. *Plant Pathol. J.* 19: 227-230.
- Lee, J. G., Lee, D. H., Park, S. Y., Hur, J.-S. and Koh, Y. J. 2001. First report of *Diaporthe actinidiae*, the causal organism of stem-end rot of kiwifruit in Korea. *Plant Pathol. J.* 17: 110-113.
- 이정혜, 이두형. 1998. 매실 사과 및 참다래의 과실썩음병을 일으키는 *Phomopsis mali*의 균학적 특성과 병원성. *한국식물병리학회지* 14: 109-114.
- Pennycook, S. R. 1985. Fungal fruit rots of *Actinidia deliciosa* (kiwifruit). *New Zealand J. Exp. Agriculture* 13: 289-299.
- 류화영, 이영희, 조원대, 김완규, 명인식, 진경식. 1993. 과수병 해원색도감. 농촌진흥청. 286pp.