

살균제와 미생물제 처리시기에 따른 딸기 잿빛곰팡이병 방제효과

남명현¹ · 김현숙¹ · 이원근¹ · M.L. Gleason² · 김홍기^{3*}

¹충남농업기술원 논산딸기시험장, ²아이오와주립대학교 식물병리학과, ³충남대학교 응용생물학과

Control Efficacy of Gray Mold on Strawberry Fruits by Timing of Chemical and Microbial Fungicide Applications

Myeong Hyeon Nam¹, Hyeon Suk Kim¹, Won Keun Lee¹, Mark L. Gleason², and Hong Gi Kim^{3*}

¹Nonsan Strawberry Experiment Station, Chungcheongnam-do Agricultural Research & Extension Services, Nonsan 320-862, Korea

²Department of Plant Pathology, Iowa State University, Ames, IA 50011, USA

³Department of Applied Biology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

Abstract. The fungus *Botrytis cinerea* causes fruit rot of strawberry and the damages can result in harvest losses upto 50%. Proper timing of fungicide application is essential for successful control of *Botrytis* fruit rot, fenhexamid plus iminoctadine tris, cyprodinil plus fludioxonil, fludioxonil alone, and *Bacillus subtilis* QST713 were applied to individual buds, flowers, and green and red fruit of cultivar ‘Seolhyang’ ex vivo. Cyprodinil plus fludioxonil or fludioxonil alone was applied i) before and after a 5-hr period of low-temperature (0°C) incubation ex vivo ii) in field trials. Strawberry flowers and red fruit were more susceptible to *B. cinerea* than the green fruits. Incidence of *Botrytis* rot with fenhexamid plus iminoctadine tris and cyprodinil plus fludioxonil was the lowest at flowering, whereas *B. subtilis* QST713 did not significantly among treatments. In 2010, incidence of *Botrytis* fruit rot was significantly reduced when fludioxonil was applied two times at 1 week intervals from 50% bloom in field trials. Cultivars Redpearl and Seolhyang were more susceptible to low-temperature than cvs. Maehyang and Akihime. Cyprodinil plus fludioxonil application was effective when applied before onset of the low-temperature treatment period. Fludioxonil showed the most effective when it was sprayed one and more than two times in before and post low-temperature condition, respectively. These results demonstrate that fungicide selection and timing can interact with stage of fruit development and low-temperature in determining effectiveness of suppression of *Botrytis* fruit rot.

Additional key words: *Bacillus subtilis*, cyprodinil + fludioxonil, fenhexamid + iminoctadine tris

서 언

현재 재배되고 있는 딸기(*Fragaria × ananassa* Duch.)의 국내 생산액은 2008년 7,746억원으로 전체 채소생산액의 10.7%을 차지하는 중요한 작물이며(RDA, 2010), 2009년 국내의 딸기 재배면적은 6,324ha, 생산량은 203,772톤으로 세계 13위를 차지하고 있다(KOSIS, 2010). 국내 딸기의 재배 품종으로 ‘설향’이 전체의 51.8%을 차지하고 있으나(KREI, 2010) 최근 ‘설향’ 품종에서 12월부터 2월까지 혹한기에 잿빛곰팡이병이 최대 50%까지 발생하고 심한 경우 한 화방 전체를 제거해야 할 만큼 큰 피해를 나타내고 있다(Nam et al., 2009).

딸기 과실과 꽃받침에 발생하는 잿빛곰팡이병은 *Botrytis*

cinerea Pers.:Fr에 의해 발생하는 수확기 주요 병해이다 (Mass, 1998). 딸기 잿빛곰팡이병의 1차 전염원은 재배포장의 이병체에서 발생된 분생포자이며(Braun and Sutton, 1987; Stromeng et al., 2009), 이들 포자가 과실과 꽃받침에 감염하여 병징을 일으키고 심한 경우 지체부에도 무르는 증상이 나타나기도 한다. 대부분 딸기의 미성숙과실과 꽃받침에 발생하는 잿빛곰팡이병은 개화기에 병원균의 감염에 의한다고 보고되어 있다(Bristow et al., 1986; Jarvis, 1962; Mertely et al., 2002; Powelson, 1960). 이러한 원인으로 딸기 잿빛곰팡이병 방제는 개화기에 약제 살포하는 방법이 가장 효과적이다(Legard et al., 2005; Mertely et al., 2002; Wilcox and Seem, 1994). *B. cinerea*의 발아를 위한 최적의 온도는 15-25°C이고 개화기간동안 90%이상의 상대습도가 오랜 기간 지속될 때가 병 발생에 최적 환경 조건이다(Wilcox and Seem,

*Corresponding author: hgkim@cnu.ac.kr

※ Received 15 November 2010; Accepted 22 February 2011.

1994; Xu et al., 2000). 최근 설향 품종에서 잿빛곰팡이병 발생은 많은 재배포장의 경우 개화기 저온에 의해 딸기 꽃이 냉해를 입은 후 대 발생하는 경향이 있어 저온 피해와 잿빛곰팡이병 발생의 관련 가능성에 대한 연구가 필요한 실정이다.

딸기 잿빛곰팡이병 방제약제로 최근에 anilinopyrimidine 계로 pyrimethanil, cyprodinil, mepanipyrim 등이 있으며 hydroxylanilide 계로 fenhexamid가 개발되어 사용되고 있다(KCPA, 2010). 이 중 fenhexamid는 기존에 저항성화된 잿빛곰팡이병균에 효과적인 방제제가 될 것이라 하였다(Rosslenbroich and Stuebler, 2000). 미국 Florida의 경우에도 딸기 잿빛곰팡이병 방제를 위해 1월 말부터 2월 중순까지 개화기에 1주일 간격으로 fenhexamid, cyprodinil+fludioxonil, pyrimethanil, captan 등을 살포하여 방제할 경우 효과적이었다(Legard et al., 2001, 2005; Mertely et al., 2009). 따라서 딸기 잿빛곰팡이병의 효과적인 방제를 위해 개화기부터 방제를 시작해야 하지만 국내의 딸기 잿빛곰팡이병 방제약제는 20년 전에 등록된 일부 몇 약제만 제외하고 대부분 발병 초에 처리하게 되어 있어(KCPA, 2010) 처리시기가 늦거나 수확기에 집중적으로 약제처리가 이루어지고 있어 방제효과가 낮게 되는 문제가 발생하고 있다.

따라서 본 연구는 잿빛곰팡이병 발생이 많이 일어나는 요인으로 추정되는 저온에 의한 잿빛곰팡이병 발생을 품종별로 비교하여 이에 대한 효과적인 약제 처리시기를 밝히고, 최근 딸기에 등록된 약제 및 미생물농약에 대한 딸기 생육단계별 방제효과를 검토하여 재배포장에서의 효과적인 방제적기를 구명하고자 실시하였다.

재료 및 방법

Ex vivo 처리를 위한 식물체

저온 처리(0°C, 5시간)에서 잿빛곰팡이병 발생을 비교하기 위해 ‘설향’, ‘매향’, ‘Redpearl’, ‘Akihime’ 4품종을 공시하였다. 4품종은 논산딸기시험장 유리온실에서 고설 양액 재배로 동일한 조건에서 생육되고 있는 품종들의 2화방을 채취하여 시험을 수행하였다. 채취한 화방은 직사각형 플라스틱 밀폐용기(직사각밀폐 3호, 신성무역)에 철사망을 넣은 후 멸균수를 채워 화방 밑부분이 증류수에 닿게 하여 화방을 철사망에 걸치게 올려 놓았다. 또한 저온(0°C, 5시간 처리) 및 과실 발육단계별 약제 방제효과는 ‘설향’ 품종을 대상으로 실시하였다.

병원균

논산딸기시험장에서 2008년에 ‘설향’ 품종의 과실에서

분리하여 보관하고 있는 잿빛곰팡이병균 BC081201 균주를 시험에 공시하였으며 이 균주는 병원균의 형태적 특징(Mass, 1998)과 Cadle-Davidson(2008)이 개발한 특이적인 probe를 이용하여 *B. cinerea*로 동정 후 사용되었다. 병원균은 PDA (Potato dextrose agar, Difco, USA) 배지에 10일간 25°C 인큐베이터에서 배양 후 형성된 포자를 모아 PD broth 배지에 넣고 포자농도를 1×10^5 conidia/mL로 조정하여 접종원으로 이용하였다.

Ex vivo에서 과실 발육단계별 살균제처리에 의한 잿빛곰팡이병 방제효과

‘설향’ 품종의 과일 발육단계별 잿빛곰팡이병 이병율을 조사하기 위해 개화직전과 개화기, 미착색 과실, 착색 과실을 각각 플라스틱 밀폐용기에 넣고 잿빛곰팡이병균을 분무접종한 후 밀폐하여 25°C 인큐베이터에서 6일간 배양 후 잿빛곰팡이병 이병율을 조사하였다. 잿빛곰팡이병 방제를 위한 약제처리시기 평가는 2009년 ‘설향’ 을 시험품종으로 화방을 개화직전, 개화기, 미착색 과실, 착색 과실 단계별로 구분한 뒤 4월 10일과 27일에 잿빛곰팡이병균을 분무접종한 후 fenhexamid + iminocadine 수화제(균모리, $\times 1,000$ 배, 동부하이텍), cyprodinil + fludioxonil 입상수화제(스위치, $\times 2,000$ 배, 신젠타), *Bacillus subtilis* QST713 수화제(에코제트, $\times 500$ 배, 신영아그로)를 제조회사의 권장 희석배수에 따라 병원균 접종 1일 후 식물체 전체에 처리하여 4월 16일과 5월 4일에 잿빛곰팡이병 이병율을 조사하였다.

재배포장에서 개화기 살균제처리 횟수에 따른 잿빛곰팡이병 방제효과

2010년 ‘설향’ 을 시험품종으로 논산딸기시험장 재배하우스에서 개화기 잿빛곰팡이병 방제효과를 검정하였으며 3화방이 시작되는 2월 24일부터 실시하였다. 처리는 화방 당 꽃이 50% 개화되었을 때 fludioxonil 액상수화제(사파이어, $\times 2,000$ 배, 신젠타)를 1회부터 3회까지 1주일 간격으로 살포하였다. 잿빛곰팡이병 방제효과는 3월 13일에 이병율과 방제가로 분석하였다. 방제가(%)는 (무처리 이병과율-살균제처리 이병과율)/무처리 이병과율 $\times 100$ 이며 시험구 배치는 완전임의배치 3반복으로 면적은 처리 당 40m^2 로 하였다.

Ex vivo와 재배포장에서 저온처리 전후 살균제의 잿빛곰팡이병 방제효과

Ex vivo에서 품종별 저온 처리에 의한 잿빛곰팡이병 이병을 비교는 병원균을 각 품종의 화방에 분무접종 한 다음 밀폐용기를 닫아 저온(0°C, 5시간)처리 후 25°C 인큐베이터

에 배양하여 이병을 조사하였다. ‘설향’ 품종의 저온처리 후 잿빛곰팡이병 억제 방제효과도 병원균 접종 1일 후 cyprodinil + fludioxonil 입상수화제를 저온처리 전과 후에 살포한 후 25℃에 6일간 배양하여 조사하였다. 모든 시험은 처리당 3반복으로 실시하였다.

또한, 2009년 딸기 재배포장에서 ‘설향’ 품종의 2화방이 시작되는 1월 12일 야간온도가 최저 0℃가 되게 온풍기를 설정하여 저온처리 전과 후의 억제방제효과를 조사하였다. 시험 처리는 저온처리 전과 후 fludioxonil 액상수화제를 1월 12일부터 1월 29일까지 1주일 간격으로 1회부터 3회 처리하였으며 잿빛곰팡이병 방제효과는 2월 16일에 조사하였다.

데이터 분석

시험포장의 기상환경은 데이터 로거(WatchDog model 450, Spectrum Tech. Inc., USA)를 이용하여 하우스 내 온도와 습도를 수집하였다. 처리간 비교는 SAS통계프로그램(SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA)을 이용해 Duncan multiple range test($P \leq 0.05$)분석으로 실시하였다.

결과 및 고찰

잿빛곰팡이병 발생 경향

‘설향’ 품종의 과일 발육단계별 잿빛곰팡이병 발생율은 개화 전과 미성숙과보다 개화기와 성숙과에서 높은 이병율을 보였다(Fig. 1). *B. cinerea*에 의한 딸기 과실의 감염은 수술과 꽃잎에서 시작하여 화탁을 침입해 과실에 발생하게 된다(Bristow et al., 1986). 딸기 잿빛곰팡이병균은 수술에서 빠르게 colonized 되는 반면 암술은 상대적으로 느리다고 한다(Mertely et al., 2002). 따라서 꽃을 통해 감염되는 개화기에 잿빛곰팡이병을 방제 할 경우 꽃 받침과 과실에 발생

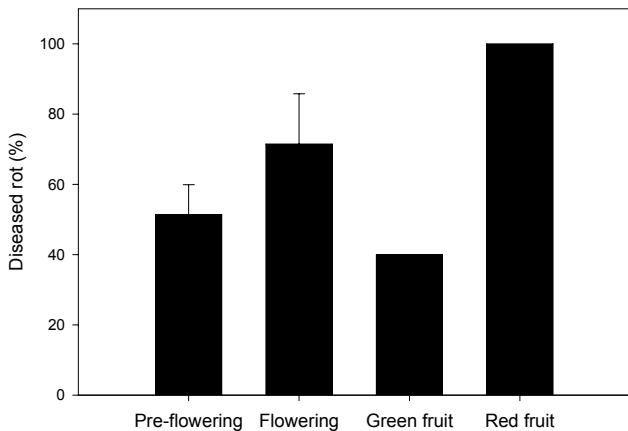


Fig. 1. Incidence of Botrytis fruit and flower rot by artificial inoculation with *Botrytis cinerea* based on fruit developmental stage in strawberry cv. Seolhyang ex vivo.

하는 이병과의 피해를 상당히 줄일 것으로 보인다.

저온 노출 시(0℃, 5시간) 품종별 잿빛곰팡이병 발생양상을 조사한 결과 ‘Redpearl’과 ‘설향’ 품종이 다른 품종보다 잿빛곰팡이병 발생이 많았으며 특히 ‘Redpearl’은 이병과율이 70%에 이를 정도로 가장 심했고 ‘Akihime’ 품종은 다른 품종보다 적게 발생되었다(Fig. 2). ‘매향’ 품종의 경우 0℃에서 6시간 경과 시 수술에 30%, 암술 주두에 10%정도 저온 피해를 받으며 ‘설향’ 품종은 ‘매향’ 품종보다 더 많은 피해를 나타낸다고 한다(김현숙, 미 발표). 이처럼 저온에 약한 ‘설향’ 품종은 저온 피해 후 꽃 부위에서 병원균의 감염으로 잿빛곰팡이병 발생이 많을 것으로 추정된다. ‘설향’ 품종의 1화방 개화기는 11월 상중순이고 2화방은 12월 중하순으로 이 시기에 비닐하우스 내 저온이나 과습에 의해 꽃받침이나 과실에 잿빛곰팡이병이 많이 발생하는 것(Nam et al., 2009)과 비교하면 위의 결과와도 비슷한 경향을 보여주고 있다.

과실 발육단계별 살균제처리에 의한 잿빛곰팡이병 방제효과

2009년 딸기 잿빛곰팡이병 방제를 위한 약제별 효과적인 처리시기는 fenhexamid + iminoctadine tris 수화제는 개화직전, 개화기 및 미성숙과, cyprodinil + fludioxonil 입상수화제는 개화기에 낮은 이병율을 나타냈으나 *B. subtilis* QST713는 처리간 유의성이 없었다(Table 1). 특히 fenhexamid + iminoctadine tris 수화제와 cyprodinil + fludioxonil 입상수화제는 개화기에 처리 시 90% 이상의 높은 방제효과를 나타내었다. 미국 Florida의 경우 딸기 잿빛곰팡이병 방제를 위해 iprodione을 2차 개화 최성기에 처리하며 이런 보호살균제는 개화되자마자 혹은 몇 일 안에 처리 시 효과적이고 꽃잎을 바로 제거할 경우에도 잿빛곰팡이병 발생이 감소한다고 한다(Legard et al., 2001).

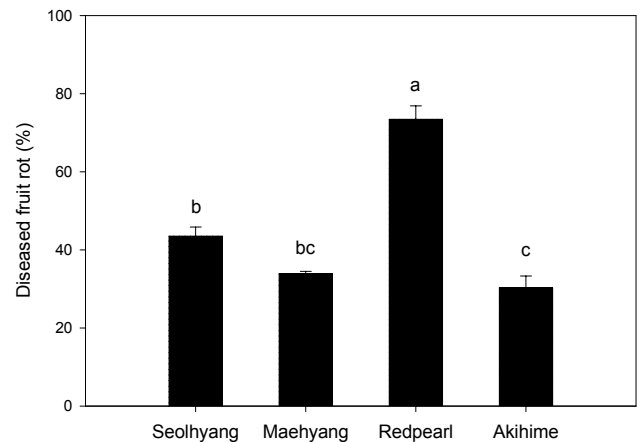


Fig. 2. Incidence of Botrytis rot after low-temperature (0℃, 5 hours) by strawberry cultivars. Treatments with the same letters are not significantly ($P \leq 0.05$) different according to Duncan multiple range test. Error bars represent $1 \pm$ s.e.m.

Table 1. Botrytis rot incidence by fruit development stage of strawberry cv. Seolhyang with fungicides ex vivo.

Development stage	Fenhexamid+iminocadine tris ^z	Cyprodinil+fludioxonil	<i>Bacillus subtilis</i> QST713
Pre-flowering	8.3 ^y b ^x	20.0 a	20.0 a
Flowering	6.3 b	0 b	44.3 a
Green fruit	13.4 b	24.3 a	25.0 a
Red fruit	77.5 a	12.5 a	50.1 a

^zFungicides were applied on 10 April or 27 April, 2009, respectively.

^yIncidence of Botrytis affected fruit and flower, % by count, on 16 April or 4 May, 2009, respectively.

^xMeans followed by the same letter are not significantly different ($P \leq 0.05$) according to Duncan multiple range test.

Table 2. Control efficacy of Botrytis rot by spraying timing of fludioxonil in field trials.

Number of sprays	Flower stage	Spray date	Botrytis rot (%) ^z	Control efficacy (%) ^y
1	50% bloom	2/24	3.5 b ^x	73.2
2	50% bloom	2/24, 3/3	0.5 c	95.9
Non-treated control			13.0 a	-
$P > F$			<0.0001	

^zIncidence of Botrytis affected fruit, % by count, on 13 March, 2010.

^yControl efficacy was determined by applying the following formula: $100 \times (\text{percentage of diseased fruits for control} - \text{percentage of diseased fruits for fungicide treatment}) / \text{percentage of diseased fruits for control}$.

^xMeans followed by the same letter are not significantly different ($P \leq 0.05$) according to Duncan multiple range test.

개화기 살균제 처리횟수에 따른 잣빛곰팡이병 방제효과

2010년 개화 50%일때 fludioxonil 입상수화제 처리 시 잣빛곰팡이병 방제효과는 1회 약제 살포 시 73%인 반면 1주일 간격 2회 살포할 경우 95.9%을 보였다(Table 2). 따라서 딸기 재배포장에서 효과적인 잣빛곰팡이병 방제를 위해 개화 50%부터 1주일 간격으로 2회 처리하는 것이며 이런 결과는 개화기에 약제 살포하는 방법이 가장 효과적이란 보고와도 일치하였다(Legard et al., 2005; Mertely et al., 2002; Wilcox and Seem, 1994).

저온처리 전후 살균제의 잣빛곰팡이병 방제효과

‘설향’ 품종은 저온 처리(0℃, 5시간) 전 cyprodinil + flu-

Table 3. Control effect of Botrytis rot before and after low-temperature treatment (0℃, 5 hours) with cyprodinil+fludioxonil in strawberry cv. Seolhyang ex vivo.

Treatment ^z	Diseased rate (%)	Control efficacy (%) ^y
Before low-temperature	4.1 a ^x	88.4
Post low-temperature	14.2 b	59.8
Non-treated control	35.2 c	-

^zCyprodinil + fludioxonil was sprayed after inoculating *B. cinerea* 1×10^4 conidia/ml.

^yControl efficacy was determined by applying the following formula: $100 \times (\text{percentage of diseased fruits for control} - \text{percentage of diseased fruits for fungicide treatment}) / \text{percentage of diseased fruits for control}$.

^xMeans followed by the same letter are not significantly different ($P \leq 0.05$) according to Duncan multiple range test.

Table 4. Control efficacy of Botrytis rot by timing of fludioxonil sprays before and after low-temperature (0℃, 5 hours) in field trials.

Treatment	Spray date	Botrytis rot (%) ^z	Control efficacy (%) ^y
Before low-temperature treatment ^x	1/12	0 b ^w	100.0
1 post-treatment spray	1/20	10.6 a	7.8
2 post-treatment sprays	1/15, 1/22	1.0 b	91.5
3 post-treatment sprays	1/15, 1/22, 1/29	0.8 b	93.2
Non-treated control		11.5 a	-
$P > F$		0.0091	

^zIncidence of Botrytis affected fruit, % by count, on 16 Feb., 2010.

^yLow-temperature was treated on 12, Jan., 2010.

^xControl efficacy was determined by applying the following formula: $100 \times (\text{percentage of diseased fruits for control} - \text{percentage of diseased fruits for fungicide treatment}) / \text{percentage of diseased fruits for control}$.

^wMeans followed by the same letter are not significantly different ($P \leq 0.05$) according to Duncan multiple range test.

dioxonil 입상수화제 살포시 잿빛곰팡이병은 저온처리 발생 후 살포하는 것보다 방제효과가 28% 높았고 무처리 대비 88.4%의 방제효과를 보였다(Table 3). 2010년 재배포장 시험에서도 비닐하우스내 온도가 최저 0°C 로 노출되기 전 fludioxonil 입상수화제 처리 시 잿빛곰팡이병이 100% 방제가 가능하였고 저온 발생 후에는 1주일 간격으로 2-3회 처리할 때 90% 이상의 방제효과가 있었다(Table 4). 그러나 저온 발생 8일 후 1회 약제 처리는 10%이상의 이병율을 나타내보다 효과적인 방제를 위해서는 저온 피해 후 바로 약제를 처리하여야 하겠다. 따라서 딸기 재배농가에서는 갑작스러운 추위 예보 시 예방적으로, 혹은 저온 직후 약제를 처리할 경우 잿빛곰팡이병 방제효과를 높일 수 있을 것으로 사료된다.

초 록

*Botrytis cinerea*에 의한 딸기 잿빛곰팡이병은 최대 50% 까지 발생하여 큰 피해를 주는 딸기의 주요 병해이다. 약제 살포시기는 잿빛곰팡이병의 성공적인 방제를 좌우하는 필수적 요소이다. 딸기 ‘설향’ 품종에 대한 잿빛곰팡이병 방제 효과 검정을 위해 fenhexamid + iminoctadine tris, cyprodinil + fludioxonil, *Bacillus subtilis* QST713을 ex vivo에서 개화전, 개화기, 미착색과, 성숙과 단계부터 처리하여 효과를 비교하였다. 또한 ‘설향’ 품종을 공시하여 ex vivo와 재배포장에서 cyprodinil + fludioxonil 혹은 fludioxonil을 저온(0°C, 5시간) 전후 처리하여 잿빛곰팡이병 방제효과를 조사하였다. 딸기 꽃과 성숙과실은 미착색과실보다 *B. cinerea*에 더 감수성이었다. ex vivo에서 개화단계별 약제방제효과는 fenhexamid + iminoctadine tris는 개화직전과 개화기, cyprodinil + fludioxonil은 개화기에 효과적이었으나 *Bacillus subtilis* QST713은 처리간 유의성이 없었다. 2010년 딸기 잿빛곰팡이병 방제효과는 fludioxonil을 개화기에 1주일 간격으로 2회 처리시 효과적이었다. 딸기 ‘Redpearl’과 ‘설향’ 품종은 ‘매향’과 ‘Akihime’ 품종보다 저온에 더 감수성이어서 주의를 요했으며 cyprodinil + fludioxonil을 저온처리 전에 살포시 90%이상의 방제효과를 나타냈다. 2010년 재배포장에서 잿빛곰팡이병 방제효과는 저온 발생 전 혹은 저온 발생 후 1주일 간격 2-3회 fludioxonil처리가 효과적이었다. 이런 결과로 딸기 잿빛곰팡이병 방제를 위한 약제의 효과적인 처리시기는 개화와 저온이 밀접한 관련이 있음을 알 수 있었다.

추가 주요어 : *Bacillus subtilis*, cyprodinil + fludioxonil, fenhexamid + iminoctadine tris

Braun, P.G. and J.C. Sutton. 1987. Inoculum sources of *Botrytis cinerea* in fruit rot of strawberries in Ontario. *Can. J. Plant Pathol.* 9:1-5.

Bristow, P.R., R.J. McNicol, and B. Williamson. 1986. Infection of strawberry flowers by *Botrytis cinerea* and its relevance to grey mould development. *Ann. Appl. Biol.* 109:545-554.

Cadle-Davidson, L. 2008. Monitoring pathogenesis of natural *Botrytis cinerea* infections in developing grape berries. *Am. J. Enol. Vitic.* 59:387-395.

Jarvis, W.R. 1962. The infection of strawberry and raspberry fruits by *Botrytis cinerea* Fr. *Ann. Appl. Biol.* 50:569-575.

Korea Crop Protection Association (KCPA). 2010. 2010 Agrochemicals use guide book. KCPA, Seoul.

Korean Statistical Information Service (KOSIS). 2010. 2009 the production of vegetable. <http://kosis.kr>.

Korea Rural Economic Institute (KREI). 2010. Outlook of agriculture 2010. KREI, Seoul p. 820-826.

Legard, D.E., C.L. Xiao, J.C. Mertely, and C.K. Chandler. 2001. Management of Botrytis fruit rot in annual winter strawberry using captan, thiram and iprodione. *Plant Dis.* 85:31-39.

Legard, D.E., S.J. MacKenzie, J.C. Mertely, C.K. Chandler, and N.A. Peres. 2005. Development of a reduced use fungicide program for control of Botrytis fruit rot on annual winter strawberry. *Plant Dis.* 89:1353-1358.

Mass, J.L. 1998. Compendium of strawberry diseases 2nd edition. APS press.

Mertely, J.C., S.J. MacKenzie, and D.E. Legard. 2002. Timing of fungicide applications for *Botrytis cinerea* based on development stage of strawberry flowers and fruit. *Plant Dis.* 86: 1019-1024.

Mertely, J.C., T.E. Seijo, S.J. MacKenzie, C. Moyer, and N.A. Peres. 2009. Effect of timing of preharvest fungicide applications on postharvest Botrytis fruit rot of annual strawberries in Florida. *Plant Health Progress* doi:10.1094/PHP-2009-0921-01-RS.

Nam, M.H., Y.G. Nam, T.I. Kim, H.S. Kim, W.S. Jang, W.K. Lee, I.H. Lee, H.K. Kang, Y.J. Park, J.M. Choi, and K.S. Whang. 2009. Compendium of strawberry diseases and pests. Chungnam Strawberry Association.

Powelson, R.L. 1960. Initiation of strawberry fruit rot caused by *Botrytis cinerea*. *Phytopathology* 50:491-494.

Rosslénbroich, H.J. and D. Stuebler. 2000. *Botrytis cinerea*-history of chemical control and novel fungicides for its management. *Crop Protection* 19:557-561.

Rural Development Administration (RDA). 2010. 2010 New technology of agriculture and food (IV). p. 1357.

Stromeng, G.M., L.G. Hjeljord, and A. Stensvand. 2009. Relative contribution of various sources of *Botrytis cinerea* inoculum in strawberry fields in Norway. *Plant Dis.* 93:1305-1310.

Wilcox, W.F. and R.C. Seem. 1994. Relationship between strawberry gray mold incidence, environmental variables, and fungicide applications during different periods of the fruiting season. *Phytopathology* 84:264-270.

Xu, X.M., D.C. Harris, and A.M. Berrie. 2000. Modeling infection of strawberry flowers by *Botrytis cinerea* using field data. *Phytopathology* 90:1367-1374.