



## Quality loss of spring-harvested fresh ginseng under simulated export and distribution conditions

Eun Ha Chang<sup>1</sup>, Yeoung Seuk Bae<sup>2\*</sup>, Ji Hyun Lee<sup>1</sup>, Il Sheob Shin<sup>1</sup>, Ji Weon Choi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Postharvest Research Division, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Wanju 55365, Korea

<sup>2</sup>Ginseng Division, Department of Herbal Crop Research, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Eumseong 27709, Korea

### 봄 수확 수삼의 모의수출 유통 조건에서 환경별 품질 손실유형

장은하<sup>1</sup> · 배영석<sup>2\*</sup> · 이지현<sup>1</sup> · 신일섭<sup>1</sup> · 최지원<sup>1</sup>

<sup>1</sup>국립원예특작과학원 저장유통과, <sup>2</sup>국립원예특작과학원 인삼과

#### Abstract

We investigated the causes of quality loss of fresh ginseng during simulated export by air and ship. Fresh ginseng was washed and packed in large (5 kg) or small (500 g) functional low-density polyethylene (LDPE) film packages. The packages were then stored under a range of temperatures, to simulate various export conditions. For export by air, the storage temperatures were 15°C and 25°C, for 4 days. For export by ship, the storage temperatures were 1°C and 5°C, for 14 days. At the conclusion of the export simulation experiment, ginseng was stored at 10°C to simulate distribution conditions. We found that loss under simulated export was mostly through softening and decay due to fungal infection. The time point at which the combined loss from softening and decay due to fungal infection reached 20% was considered the limit of distribution. Following air export simulation at 25°C, ginseng in the large and small LDPE film packages lasted for 10 days and 6-7 days, respectively, whereas after air export simulation at 15°C, it lasted for 17 days and 12-13 days in the large and small packages, respectively. Following ship export simulation at 5°C, ginseng in the large and small packages lasted for 21 days and 28 days, respectively, whereas after ship export simulation at 1°C, it lasted for 24 days and 29 days in the large and small packages, respectively. The fungi responsible for the loss of fresh ginseng quality were mostly *Fusarium* sp., *Botrytis* sp., and *Penicillium* sp. The dominant strain at 25°C was *Fusarium* sp., whereas *Botrytis* sp. was dominant at lower temperatures.

Key words : functional film, fungus, postharvest, rot, spore

#### 서론

인삼 재배 면적은 2010년 19,010 ha에서 2016년 14,679 ha로 감소하고 있다. 국내 인삼 생산량 20,386톤(2016년 기준) 중 국내에서 소비되는 소비량은 15,151톤으로 72% 수준이다. 그러나 국내의 다양한 건강기능성 식품의 소비

증가는 인삼의 소비 감소를 초래하여 원료삼의 재고량이 증가하고 있는 추세이다. 인삼 품목별 국내 소비 형태는 홍삼 61.8%, 수삼 34.8%, 백삼 2.6%를 차지하고 있다. 수삼은 시장의 수요에 따라 봄, 여름, 가을, 초겨울에 주로 수확하며, 관행적으로 봄(2-3월) 및 초겨울(11-12월)에 수확한 수삼은 3개월, 가을(9-10월)에는 1개월, 여름(7-8월)에는 2주간 저장 유통이 가능한 것으로 알려져 있다.

국내 수삼은 주로 대형 골판지 상자에 넣어 도매시장으로 유통되어 포장하지 않고 채(또는 차, 750 g) 단위로 소매되거나, 수확 후 선별과정을 거쳐 규격에 따라 약 75 kg 혹은 그 이상의 단위로 포장하며, 속포장지로 polyethylene 필름(100 μm)을, 겉포장지로 골판지 상자를 이용하여 포장

\*Corresponding author. E-mail : ysbac63@korea.kr  
 Phone : 82-43-871-5603, Fax : 82-43-871-5509  
 Received 21 June 2018; Revised 27 August 2018; Accepted 31 August 2018.  
 Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

한다. 대단위 포장 시 내부의 호흡열 발생 및 압착 등은 물리적 손상을 유발하며, 저장 중 품질 저하의 주요 요인이 된다. 이런 이유로 수삼은 수확 후 5°C 이하 온도에서 강제 송풍 또는 수분 분무 조건에서 예냉 처리를 하기도 한다. 수확 된 수삼의 저장은 대부분 0°C 이하의 저온에서 저장하는데 수삼의 동결점은 -1.5°C 내외로 대부분 수삼의 저장고는 동결점보다 낮은 -2°C~-4°C를 유지하고 있으며, 저장 중 동해 및 과습 등에 따른 손실이 발생한다.

또한 수삼의 유통은 흙이 묻은 대단위 포장 상태로 저온에 저장하다 출하 시 세척·포장을 하므로 유통 시 조직이 물러지고 부패가 쉽게 발생하므로 이와 같은 문제를 방지하기 위한 다양한 유통방법에 대한 연구가 진행되어 왔다. 수삼의 수확 후 저장 중 발생하는 병해 연구가 보고되었고 (1), 기존 수확 후 흙이 묻어 있는 수삼의 저장·유통 방식의 개선 방법에 대한 연구가 수행되었다(2). 수삼의 신선도 연장을 위한 연구로는 controlled atmosphere(CA) 및 modified atmosphere(MA) 저장에 관한 연구가 수행되었다(3,4). 특히 CA 저장 시 미생물 증식 억제, 내공(cavitation) 경감 등의 장점이 있고, 최적 CA 조건은 1% O<sub>2</sub>+>5% CO<sub>2</sub>로 보고하였다(4,5). 수삼의 필름 포장 연구로는 Kim 등(6)과 Sohn 등(7,8)이 수행하였고, Kim 등(9)과 Chang 등(10)은 저장온도에 따른 수삼의 내부 품질 변화에 관한 연구를 수행하였다. 수삼의 신선도 유지 및 저장성 연장을 위한 화학적 처리 연구로는 1-methylcyclopropene 처리 효과(11) 및 세척 수삼의 포장 전 2-phenylethy alcohol의 훈증 효과 연구가 수행되었다(12). 또한 수삼 수확에서 판매에 이르기까지 품질저하의 잠재 요인을 파악하기 위한 저장관리 실태와 유통현황에 관한 연구 등이 수행되었다(13).

최근 동남아시아, 중동 등을 중심으로 국내 수삼에 대한 수요가 증가하고 있으나 수출 현장에서 수확 후 품질관리 기술이 부족하여 대량 수출이 곤란하다. 따라서 인삼의 수출을 촉진하기 위해서는 인삼의 수확 시기별, 유통환경별 품질변화에 대한 연구가 필요하며, 특히 인삼의 수출 환경에서 발생하는 부패의 주요 원인을 파악하는 것이 필요하여 본 실험을 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 실험 재료 및 모의수출 유통 조건

본 실험에 사용한 재료는 2017년 3월에 충남 금산에서 재배된 개체 당 중량과 크기가 균일한(수삼 한 개체 당 48.9±5.0 g, 길이 28.0±2.9 cm, 중심주 너비 2.0±0.2 cm) 4년근 수삼(직삼)을 수확하여 이용하였으며, 수확 후 실험실로 옮겨 18°C를 유지하는 세척실에서 고압분무세척과 건조 후 대포장과 소포장으로 포장하였다(Fig. 1). 사용한 포장재는 다공성물질인 제올라이트와 페그마이트가 5%

함유된 LDPE 50 μm 필름(기능성 LDPE 필름)을 사용하였다. 소포장 조건은 기능성 LDPE 필름(30×40 cm)에 수삼을 500 g씩 넣고 골판지 박스에 넣어 포장하였으며, 대포장 조건은 기능성 LDPE 필름(70×90 cm)에 수삼을 5 kg씩 넣고 골판지 박스에 넣어 포장하였다. 수삼 수출은 동남아시아 지역을 고려하여 항공과 선박 2수준의 운송조건으로 모의수출 온도 및 기간을 설정하였다. 모의수출 유통 온도 조건 중 소포장의 항공 조건은 15 및 25°C 저장고에 4일 둔 뒤 10°C로 옮겨 유통하는 온도로 설정하였고, 선박 조건은 1 및 5°C 저장고에 14일 둔 뒤 10°C에서 유통하는 온도로 설정하였다. 대포장의 모의수출 유통 온도 조건은 항공과 선박 조건 모두 소포장과 동일하게 수행하였고, 수삼의 품질조사는 세척·건조 후 포장된 날부터 시작하였다.

### 포장 내 기체조성

포장 내 O<sub>2</sub> 및 CO<sub>2</sub> 측정은 O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> 가스분석기(PBI Dansasor, CheckMate9900, Ringsted, Denmark)를 이용하여 측정하였다.

### 수삼의 모의수출 유통 중 손실 유형 조사

수삼의 모의수출 유통 중 손실 유형을 조사하기 위해 각 모의유통 온도별 물러짐, 부패, 뇌두 출아를 조사하였고 손실률은 전체 개체 수에 대한 백분율로 나타내었다(Fig. 2). 출아 여부는 수삼의 뇌두 부분에 싹 발아가 일어나 줄기까지 확연하게 자란 것들의 길이를 측정하고 전체 개체수에 대한 출아개수를 백분율로 나타내었다. 물러짐과 부패도 측정은 0에서 4단계로 나누어 0단계는 곰팡이 발생이나 물러짐이 전혀 눈으로 감지할 수 없는 단계, 1단계는 뇌두부분에 곰팡이 균사체를 정밀하게 관찰해야 보이는 단계로 판매에는 지장이 없는 단계, 2단계는 뇌두와 세근에 곰팡이 나 무름이 눈으로 관찰되는 단계, 3단계는 곰팡이나 짓무름이 생겼으나 그 부분을 제거하면 식용가능 단계, 4단계는 곰팡이 발생이나 물러짐이 심해 판매 불가능 단계로 나누어 전체 조사 개체 수에 대한 백분율로 나타내었다. 모의수출 유통 수삼의 한계 손실률은 2단계부터 4단계까지 각 온도별 손실률을 조사하여 20%에 도달하는 기간으로 나타내었다.

### 수삼 모의수출 유통 중 부패 원인균 분리 및 동정

수삼의 모의수출유통 중 온도별 부패에 관여하는 병원균을 분리 및 동정하였다. 모의수출 유통 중 수삼의 부패 원인 병원균의 분리는 부패한 수삼으로부터 건전부위와 부패부위의 경계 부분의 조직(1×1 cm 이하 크기)을 무균적으로 채취하여 70% 에탄올 및 1% NaOCl 용액을 이용하여 표면을 살균하였다. 표면 살균한 조직은 멸균수로 세척한 다음 풍건하고 준비된 water agar(WA)상에 올려놓고 25°C 배양기에서 보관하면서 자라나온 균사를 무균적으로 potato



Fig. 1. Appearance of fresh ginseng packaged with 5 kg and 500 g during storage under simulated export conditions and distribution.



Fig. 2. Grade of quality loss types during storage under simulated export conditions and distribution.

Stage 0, step that does not occurrence mold or soft rot; Stage 1, step of recognizing that the mycelium of mold is closely observed at the head of ginseng; Stage 2, step of observing the mold and soft rot on the root and head of ginseng; Stage 3, step that can be eaten if the mold or soft rot occurred, but the part is removed; Stage 4, unsalable step.

dextrose agar(PDA)에 옮겨 순수 분리하였다. 순수 분리한 곰팡이는 광학현미경하에서 형태적 특성을 관찰하여 수삼의 토양전염병 병원곰팡이의 그림책들과, compendium, monograp, 기타 실험 매뉴얼들을 참고하여 속(genus) 단위의 분류동정을 수행하였고, 종(species) 단위의 분류동정은 Snyder-Hansen 방식의 분류 시스템(Nelson-Toussoun-Marasas) (14)과 Nirenberg(15) 및 Gerlach-Nirenberg(16) 방식으로 분류

하였다. 형태적인 특징의 현미경 관찰은 주로 대형포자(macroconidia), 소형포자(microconidia), 후벽포자(chlamydo spores), philides(conidiophores)를 PDA, WA에 배양한 후 관찰하였다. 배지에 우러나는 색깔(color diffused into agar)의 조사는 주로 PDA 배양으로 하였으며, 색깔의 유무, 혹은 엷음(color absent or pale) 및 carmine red 색깔, purple 색깔을 나타내는 것들은 주로 Snyder과 Hansen(14)

방법으로 판별하였다. 기중 균사의 유무, slimy, yeast-like colony형성(Eupionnotes), 매우 천천히 자라는 균(growth very slow) 등의 특징을 조사하여 분류하였다. 분리빈도는 분리한 전체 균주 중 병원균별 균주수를 계산하여 백분율로 나타내었다.

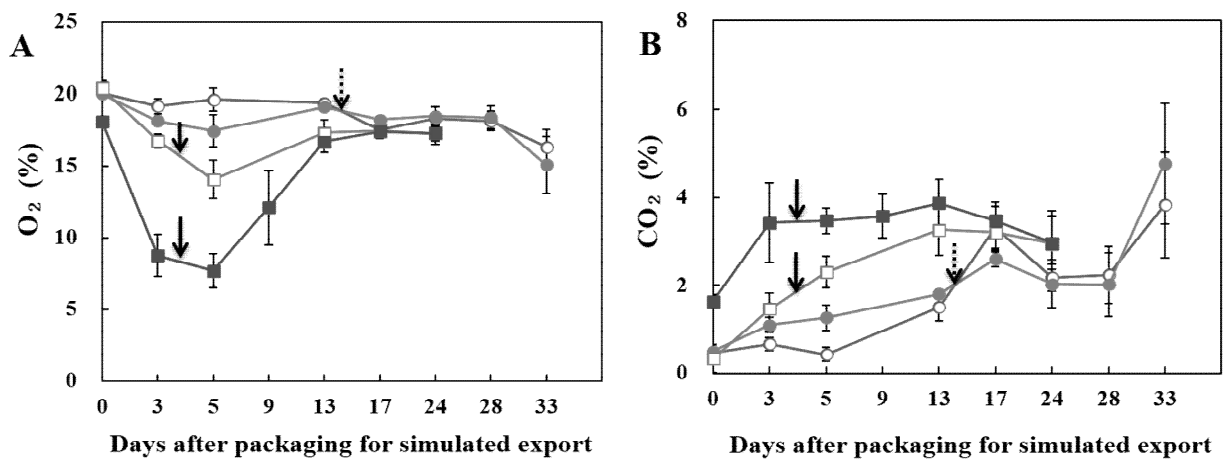
**통계분석**

수삼의 모의수출 유통 중 포장 내 기체조성, 병원균 분리 및 동정, 병원성 검정과 손실유형 평가는 3-4 반복씩 조사하여 평균값을 구한 후 표준편차(standard deviation, SD)로 나타내었다.

**결과 및 고찰**

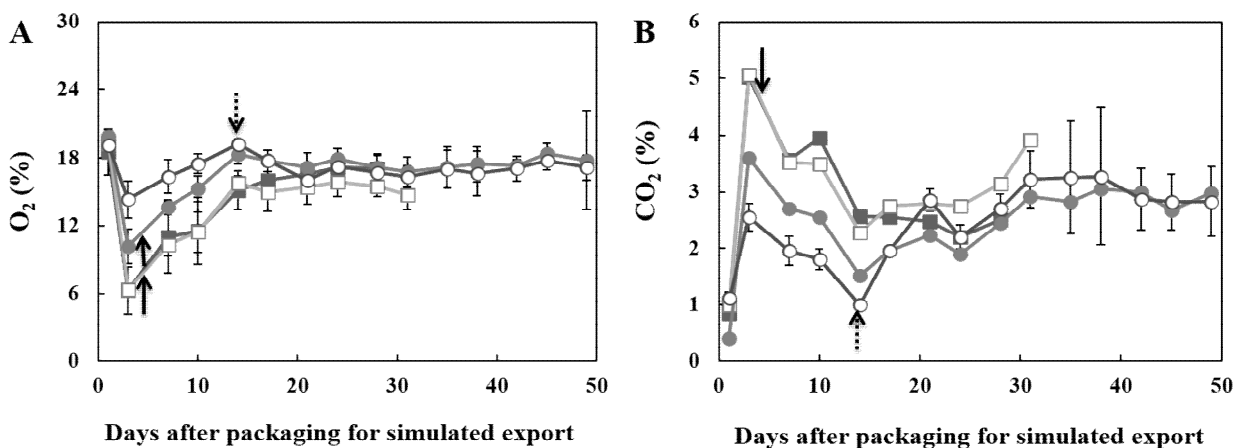
**포장 내 기체조성**

포장재 내의 기체조성은 시료의 호흡률과 포장재의 기체 투과도에 의해 결정된다(17). 수삼의 모의수출 유통 중 포장재 내의 기체조성 변화를 측정된 결과를 각각 Fig. 3과 Fig. 4에 나타내었다. Fig. 3은 5 kg 대포장의 수삼을 항공 모의수출 조건인 25°C와 15°C에 두었을 때 5일까지 두 온도조건에서 모두 O<sub>2</sub> 농도가 감소하였다. 특히 25°C 모의수출 유통 온도에서 3일에 8%까지 O<sub>2</sub> 농도가 급격히 감소하다가 10°C 유통 온도로 옮긴 후 포장재 내 O<sub>2</sub> 농도가 증가하기 시작하여 유통 13일 이후는 16.7-17.3%까지 비슷한 수준의 O<sub>2</sub>



**Fig. 3. Changes in O<sub>2</sub> (A) and CO<sub>2</sub> (B) concentrations of fresh ginseng packaged with 5 kg during storage under simulated export conditions and distribution at 10°C.**

■, 25°C simulated export conditions by air transport; □, 15°C simulated export conditions by air transport; ●, 5°C simulated export conditions by ship transport; ○, 1°C simulated export conditions by ship transport.  
 ↓ (25°C and 15°C), ↓↓ (1°C and 5°C) meaning the day of distribution at 10°C.



**Fig. 4. Changes in O<sub>2</sub> (A) and CO<sub>2</sub> (B) concentrations of fresh ginseng packaged with 500 g during storage under simulated export conditions and distribution at 10°C.**

■, 25°C simulated export conditions by air transport; □, 15°C simulated export conditions by air transport; ●, 5°C simulated export conditions by ship transport; ○, 1°C simulated export conditions by ship transport.  
 ↓ (25°C and 15°C), ↓↓ (1°C and 5°C) meaning the day of distribution at 10°C.

농도를 유지하였다. 선박 모의수출 조건인 1°C와 5°C의 온도에 둔 후 10°C 유통 온도로 옮긴 수삼의 O<sub>2</sub> 농도는 1°C보다 5°C의 경우 초기부터 서서히 감소하기 시작하여 총 유통 기간 28일에 17.5-18.2%까지 감소한 뒤 이후 좀 더 감소하여 15-16%까지 O<sub>2</sub> 농도가 감소하였고, 1°C에서는 초기와 비슷한 20%의 O<sub>2</sub> 농도를 유지하다 10°C 유통 시 감소하여 17.5-18.2%의 농도를 유지하다 이후 좀 더 감소하여 16%의 O<sub>2</sub> 농도를 나타내었다. CO<sub>2</sub> 농도는 항공 모의수출 조건인 25°C와 15°C의 온도에 둔 기간에 농도가 증가하는데 25°C의 경우 3일에 3.5%까지 증가한 후 비슷한 농도를 유지하다 13일 이후 감소하였고, 15°C는 13일까지 3.3% 농도까지 증가한 이후 약간 감소하는 경향을 보였다. 선박 모의수출 유통 조건인 1°C와 5°C의 온도에 둔 수삼에서는 유통 중 농도가 서서히 증가하기 시작하여 유통 28일에 2%까지 증가하였으나 이후 33일에 급격한 CO<sub>2</sub> 농도가 포장재 내에서 감지되어 4-5% 농도까지 증가하였다.

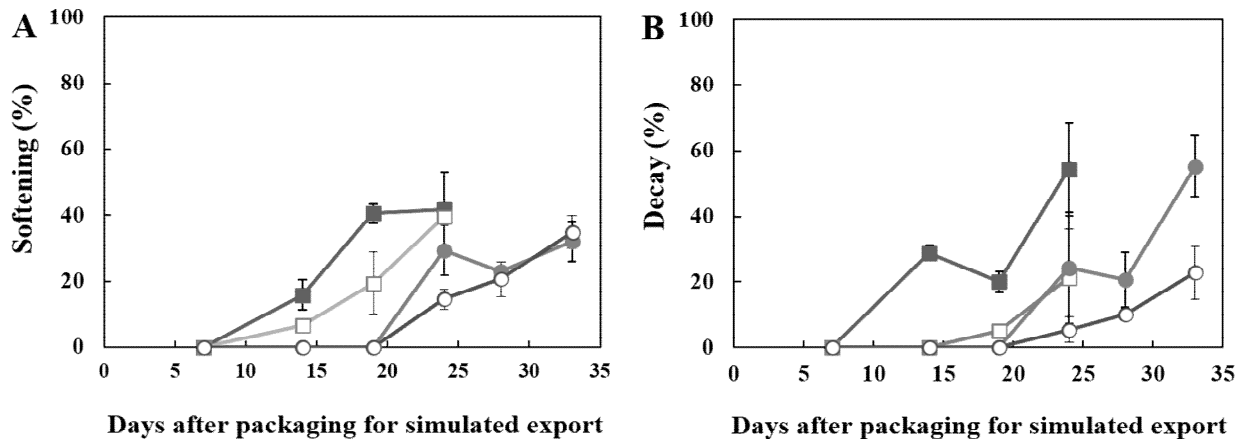
Fig. 4에서 500 g 소포장의 경우 항공 모의수출 유통 조건인 25°C와 15°C의 온도에 둔 후 10°C에서 유통한 수삼의 포장재 내 기체조성 중 O<sub>2</sub>의 농도는 초기 19.0-20%에서 3일이 지난 뒤 6%까지 감소하였다가 이후 증가하기 시작하여 유통 14일 이후에는 15-17% 농도를 유지하였다. 선박 모의수출 조건인 1°C와 5°C의 O<sub>2</sub> 농도는 초기에 19.1-20%의 O<sub>2</sub> 농도에서 유통 3일에 5°C는 10%, 1°C는 14% 농도까지 감소하였다가 이후 O<sub>2</sub> 농도가 증가하기 시작하여 유통 17일에는 17%의 농도로 증가한 뒤 유통 50일까지 거의 일정한 농도를 유지하였다. 선박 모의수출 유통 조건인 1°C와 5°C에 둔 수삼의 포장 내 O<sub>2</sub> 소모가 항공유통 조건인 25°C와 15°C에 둔 수삼보다 초기에는 적지만 14일 후 10°C 동일 유통 조건에서 일정 시간이 경과하면 모든 처리구에서 17% 정도의 O<sub>2</sub> 농도를 유지하는 것으로 나타났다. CO<sub>2</sub> 농도는

25°C와 15°C의 경우 0.85-1%의 농도에서 유통 3일에 5%까지 증가하였다가 이후 감소하여 유통 30일 경 2.5-3.9%까지 감소하였다. 선박 조건인 1°C와 5°C의 둔 수삼의 CO<sub>2</sub> 농도는 초기 0.4-1%에서 유통 3일에 2.5-3.6%까지 증가하였지만 이후 유사한 농도를 유지하여 유통 50일 경에는 3.0% 정도의 CO<sub>2</sub> 농도로 나타났다.

본 실험에 사용한 기능성 LDPE 필름은 투과도가 높은 필름으로 수삼 저장 중 초기 온도가 높아도 유통 온도를 10°C로 일정하게 유지하면 일정 유통 시간이 지나 O<sub>2</sub> 농도는 다시 증가하고 반면 CO<sub>2</sub> 농도는 감소하여 모든 온도 처리구에서 비슷한 농도의 포장 내 기체조성을 유지하는 것으로 나타났다. 그러나 초기 온도를 통제하지 못하면 수삼의 부패로 인해 포장 내 기체 조성은 유통 중 계속 변화하게 될 것으로 판단되는데 대포장의 유통 33일 경 CO<sub>2</sub> 농도가 급격히 증가하는 이유도 수삼 부패에 의한 호흡 상승이나 부패 미생물의 호흡과 같은 영향 때문인 것으로 판단된다.

**수삼의 모의유통 중 손실 유형 조사**

수삼의 항공 및 선박의 모의수출 유통 중 손실 유형을 조사하기 위해 모의수출 유통 포장 당일부터 10°C 유통기간까지 총 기간 손실을 조사를 하였을 때 수삼의 손실률에 가장 크게 영향을 미치는 요인은 물러짐과 곰팡이 발생에 의한 부패, 뇌두부위 출아에 의한 상품가치 하락으로 나타났다(Fig. 5, Fig. 6). 뇌두부위 출아는 부패에 의한 손실과는 다르지만 상품가치를 하락시키는 원인이 될 수 있다. 수삼의 뇌두 출아는 봄 수확 수삼과 가을 수확 수삼이 확연히 다른데 본 연구와는 다른 실험을 통해 가을 수확 수삼에서는 저장기간 뇌두부위 출아는 전혀 발생하지 않았고, 봄 수확 수삼의 경우 수확시기가 늦으면 뇌두 출아가 증가하는 경향을 보였다(data not shown). 수삼의 부패에 의한 손실유



**Fig. 5. Softening (A) and decay (B) ratio of fresh ginseng packaged with 5 kg during storage under simulated export conditions and distribution at 10°C.**

■, 25°C simulated export conditions by air transport; □, 15°C simulated export conditions by air transport; ●, 5°C simulated export conditions by ship transport; ○, 1°C simulated export conditions by ship transport.

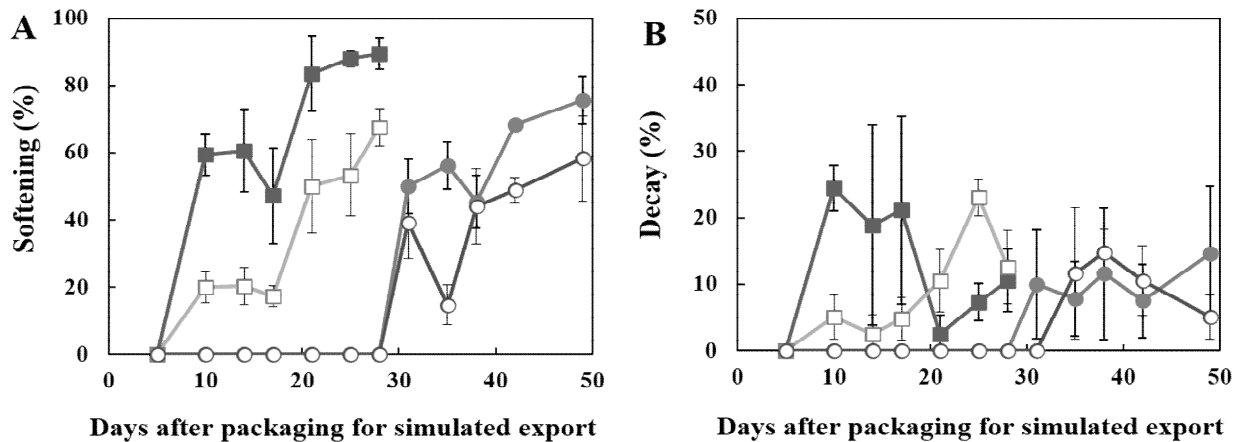


Fig. 6. Softening (A) and decay (B) ratio of fresh ginseng packaged with 500 g during storage under simulated export conditions and distribution at 10°C.

■, 25°C simulated export conditions by air transport; □, 15°C simulated export conditions by air transport; ●, 5°C simulated export conditions by ship transport; ○, 1°C simulated export conditions by ship transport.

형 중 대포장 항공 모의수출 유통 조건인 25°C와 15°C(Fig. 5A, 5B)는 7일까지 수삼의 물러짐 현상이 없다가 Fig. 5A에서 보듯이 14일에 25°C는 물러짐 현상이 15.8%, 15°C는 6.6%로 나타났고 24일에는 40% 이상 물러짐 현상이 나타났다. 곰팡이 발생에 의한 부패(Fig. 5B)는 25°C와 15°C 모두 유통 7일까지 손실률이 발생되지 않다가 25°C에서 유통 14일에 28.8%가 나타났으며 24일에 50% 이상의 부패가 나타났다. 4일 동안 항공 모의수출 유통 후 10°C 유통 중 15°C는 25°C보다 물러짐 현상이나 곰팡이에 의한 부패가 덜 발생하였지만 19일에 20% 정도의 물러짐 현상이 발생하였고, 부패는 24일에 20% 발생하였다. 선박의 모의수출 유통 조건인 5°C와 1°C(Fig. 5A, 5B)는 유통 19일까지 물러짐 현상(Fig. 5A)이나 곰팡이에 의한 부패(Fig. 5B)가 발생하지 않았다. 5°C의 경우 24일 경 물러짐이나 부패가 20-30% 이상 진행되었고 유통 33일에 물러짐은 30% 이상, 곰팡이에 의한 부패는 50% 이상 발생하였다. 1°C도 물러짐 현상은 24일 경부터 발생하였으며, 부패는 33일에 20% 이상 발생하였다.

500 g 소포장을 한 수삼의 항공 모의수출 유통 조건인 25°C와 15°C에서 손실률을 조사했을 때 포장 개체간 차이가 크지만 전반적으로 대포장보다 물러짐이나 곰팡이 발생에 의한 부패가 더 빨리 진행되는 것으로 나타났다(Fig. 6A, 6B). 물러짐 현상은 유통 총 기간 중 모든 온도에서 5일까지는 나타나지 않았지만(Fig. 6A) 유통 10일에 항공 모의수출 유통 조건인 25°C에서는 60% 정도의 물러짐 현상이 나타났고, 유통 28일에는 90%의 물러짐 현상이 발생하였다. 15°C에서는 유통 10일에 20% 정도, 유통 28일에는 68% 정도의 물러짐 현상이 발생하였다(Fig. 6A). 선박 모의수출 유통 조건인 1°C와 5°C에서는 유통 28일까지 물러짐 현상이 발생하지 않았으며 31일 이후 1°C와 5°C에서 각각 40% 및 50%

정도 발생하였다. 곰팡이 발생에 의한 부패(Fig. 6B)는 항공 모의수출 유통 조건인 25°C에서 유통 10일에 25% 정도 발생하였지만 이후 유통 28일까지 발생률이 낮은 양상을 보였다. 이는 아마 항공 모의유통 기간 4일 동안은 25°C의 온도에 있다가 4일 이후 10°C의 유통 온도로 옮기면서 곰팡이 발생이 상대적으로 낮은 온도에 의해 억제되었거나 포장 내부 기체 조성의 변화가 곰팡이 발생이 불리한 환경으로 작용한 결과 때문인 것으로 판단된다. 15°C의 유통 온도에서는 유통 10일에 5%의 부패가 나타났고 이후 서서히 부패가 진행되어 유통 25-28일에는 20% 정도 부패가 발생하였다. 선박 모의수출 유통 조건인 1°C와 5°C에서는 28일까지 곰팡이가 발생되지 않았고, 31일 경 5°C에서 10% 정도 발생되다가 이후 50일까지 15% 정도 발생되었다. 1°C는 유통 31일까지 곰팡이 발생이 일어나지 않았으며 이후 유통 중 10-15% 정도 곰팡이에 의한 부패가 발생하였다.

모의수출 유통 중 부패에 의한 손실률을 대포장과 소포장으로 비교했을 때 소포장의 경우 물러짐 현상이 대포장보다 훨씬 높게 나타나는 반면 곰팡이 발생에 의한 부패는 대포장보다 낮게 나타났다.

Fig. 7에서는 물러짐과 곰팡이에 의한 부패를 합한 종합 손실률에서 손실률 20%를 유통기한으로 정했을 때 각 모의 유통 온도별 손실률이 20%에 도달하는 기간을 나타낸 그림이다. 항공 모의수출 유통 조건인 25°C에서 5 kg 대포장은 10일, 500 g 소포장은 6-7일에 20%에 도달했으며, 15°C는 5 kg 대포장은 17일, 500 g 소포장은 12-13일에 20%에 도달했다. 선박 모의유통 조건인 5°C는 5 kg 대포장은 21일, 500 g 소포장은 28일 경에 20%에 도달했고, 1°C는 5 kg 대포장은 24일, 500 g 소포장은 29일 경에 20%에 도달하는 것으로 나타났다. 본 실험을 통해 수삼의 유통은 모의수출 방법뿐 아니라 포장용량도 손실률에 상당한 영향을 미치는

것으로 나타났는데 결과를 통해 항공유통과 같이 높은 온도로 단기간에 유통을 해야 하는 경우는 대포장이 수삼의 손실률을 감소시키고, 선박 유통과 같이 저온에서 중·장기간 유통 시에는 소포장이 손실률을 감소시키는데 효과가 있는 것으로 나타났다. 신선 원예산물의 필름 포장은 자체 MA 효과를 나타내기 때문에 포장 내 가스 조성 특히 CO<sub>2</sub>의 증가가 곰팡이와 같은 미생물의 발생을 억제시키는데 효과를 나타내어 유통 초기 CO<sub>2</sub> 농도가 좀 더 높은 소포장이

대포장보다 곰팡이 발생이 억제되었을 것으로 판단된다. 물러짐 현상은 압상이나 세균에 의해 발생하는 경우가 많은데 5 kg 대포장보다 500 g 소포장에서 물러짐 현상이 많은 이유는 압상에 의한 원인보다 세균 발생에 의한 영향이 높은 것으로 판단된다. 실험을 통해 초기 운송 및 유통 중 온도를 제어하지 못하면 이후 저온의 온도에서 수삼을 유통시키더라도 물러짐이나 부패는 상당히 많이 또 급속히 진행되는 것으로 나타나 수확 후 예냉이나 운송 온도를 저온으

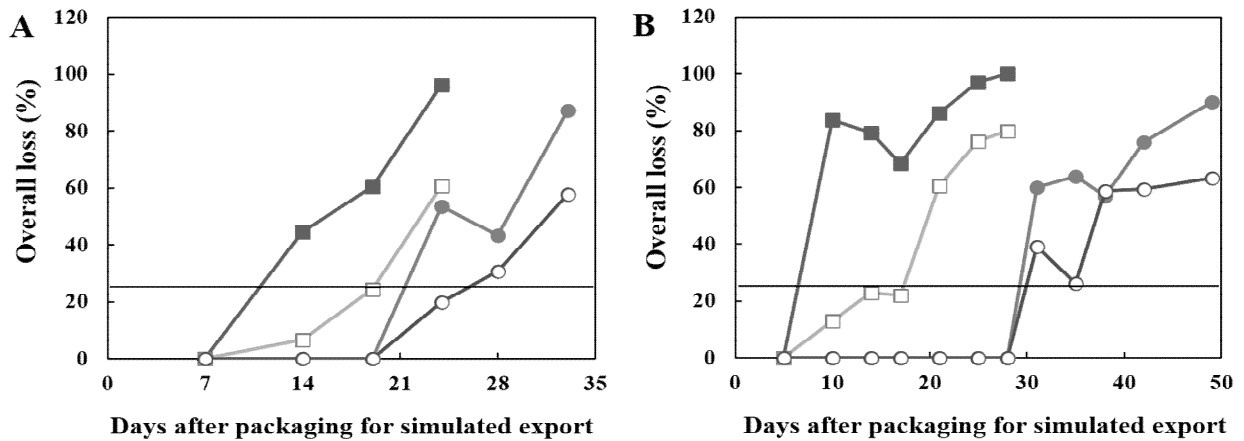


Fig. 7. Overall loss and limit period of fresh ginseng packaged with 5 kg (A) and 500 g (B) during storage under simulated export conditions and distribution at 10°C.

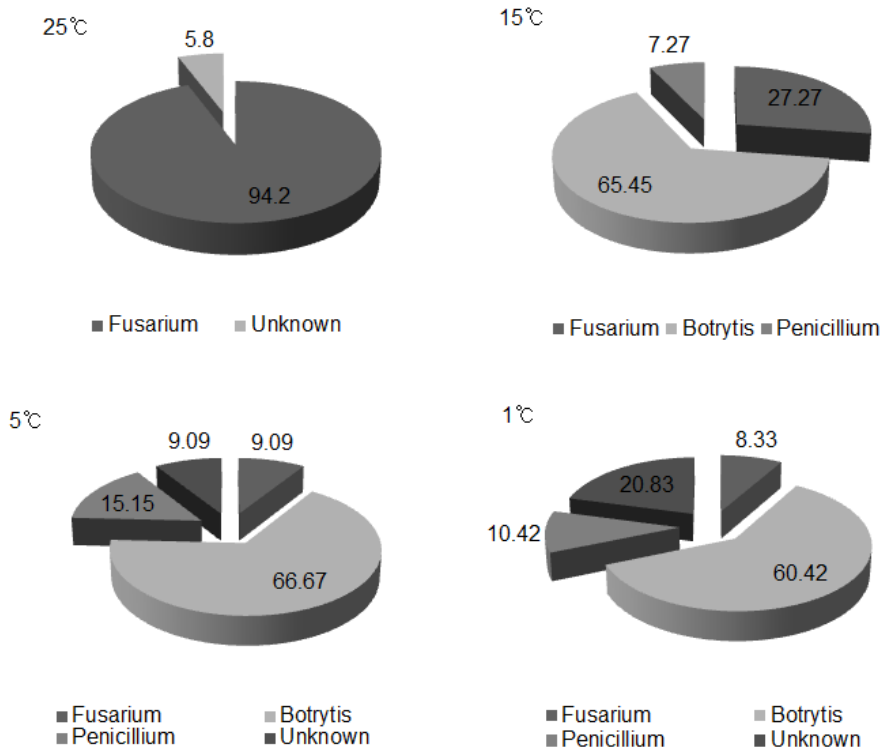


Fig. 8. Fungal strains involved in the loss of fresh ginseng packaged with 5 kg during storage under simulated export conditions and distribution at 10°C.

로 유지시키는 것이 수삼의 손실율을 줄일 수 있는 방법이라 판단된다.

**수삼 모의유통 중 부패 원인균 분리 및 동정**

수삼의 항공 및 선박의 모의유통 중 손실 유형은 대부분 물러짐과 곰팡이 발생에 의한 것으로 나타났고 곰팡이 발생 중 구체적인 부패 관여 균을 조사하기 위해 균을 분리 및 동정한 결과를 Fig. 8, Fig. 9에 나타내었다. 수삼의 대포장 중 항공 모의수출 유통 조건인 25℃에서 부패에 관여하는 주요 곰팡이균은 *Fusarium* sp. 균이 94.2%로 나타났고, 15℃에서는 *Botrytis* sp. 균이 65.45%, *Fusarium* sp. 균이 27.3%로 나타났다. 선박 모의수출 유통 조건인 5℃에서는 *Botrytis* sp. 균이 66.7%, *Penicillium* sp. 균이 15.2%, *Fusarium* sp. 균이 9% 정도 나타났고, 1℃에서는 *Botrytis* sp. 균이 60.4%, Unknown이 21%, *Penicillium* sp. 균이 10.4%, *Fusarium* sp. 균이 8.3% 정도 발생하였다. 수삼의 소포장에서 항공 모의수출 유통 조건인 25℃에서 발생하는 주요 곰팡이균은 *Fusarium* sp. 균이 60%, *Botrytis* sp. 균이 36.5%로 나타났고, 15℃에서는 *Botrytis* sp. 균이 87.5%, *Fusarium* sp. 균이 7.14% 나타났다. 선박 모의수출 유통 조건에서는 *Botrytis* sp. 균이 65.8%, *Fusarium* sp. 균이 30.4%였으며, 1℃에서는 *Botrytis* sp. 균이 67.9%, *Fusarium* sp. 균이 26.8%, *Penicillium* sp. 균이 1.78%로 나타났다. 이와 같은 결과에서 수삼의 곰팡이에 의한 부패균은 일반적으로 *Fusarium* sp.와 *Botrytis* sp. 균이 관여함을 알 수 있었고, 상온 25℃에서 우점종은 *Fusarium* sp. 균이며 15℃ 이하

의 온도에서는 *Botrytis* sp. 균이 수삼 부패에 우세한 종임을 알 수 있었다. 인삼 재배에서 가장 큰 제한요인은 식물병이고, 그 중 가장 큰 피해를 미치는 것은 인삼 뿌리썩음병으로 알려져 있다. 인삼의 뿌리썩음을 일으키는 병원체는 세균, 선충, 곰팡이 등이 있으며, 그중에서 곰팡이류에 의해서는 *Fusarium solani*와 *Cylindrocarpon destructans*에 의한 뿌리썩음이 가장 많은 피해를 보이고 있고, 세균에 의한 뿌리썩음병은 주로 *Erwinia carotovora*에 의한 연부병(soft rot)이라고 Lee(18)는 보고하였다. 인삼 잿빛곰팡이병원균은 1976년 처음으로 *Botrytis cinerea*로 보고되었고 이 균은 기주범위가 넓은 다범성균으로 각종 식물에 잿빛곰팡이병을 일으키며 2차적으로 저장, 수송, 판매중의 과일, 채소류에 발생하여 큰 피해를 일으킨다고 하였다. 또한 식물이 죽거나 노쇠한 부위에서 발병되기 시작하여 일단 발병되면 병원균의 생육적온이 아니더라도 병이 진전된다고 하였다. Cho 등(19)은 인삼 잿빛곰팡이병원균 *B. cinerea*의 균학적 특성을 조사한 연구에서 *B. cinerea*의 균핵을 관찰한 결과 병원성 균주는 표면이 주름지고 거칠다고 하였으며, 균핵형성은 5-20℃ 암흑 상태에서 양호하다고 보고하였다.

**요 약**

봄수확 수삼의 항공 및 선박의 모의수출 유통 중 손실 유형을 조사하기 위해 수삼을 기능성 LDPE 필름에 5 kg 대포장 또는 500 g 소포장으로 포장하고 각기 다른 모의수

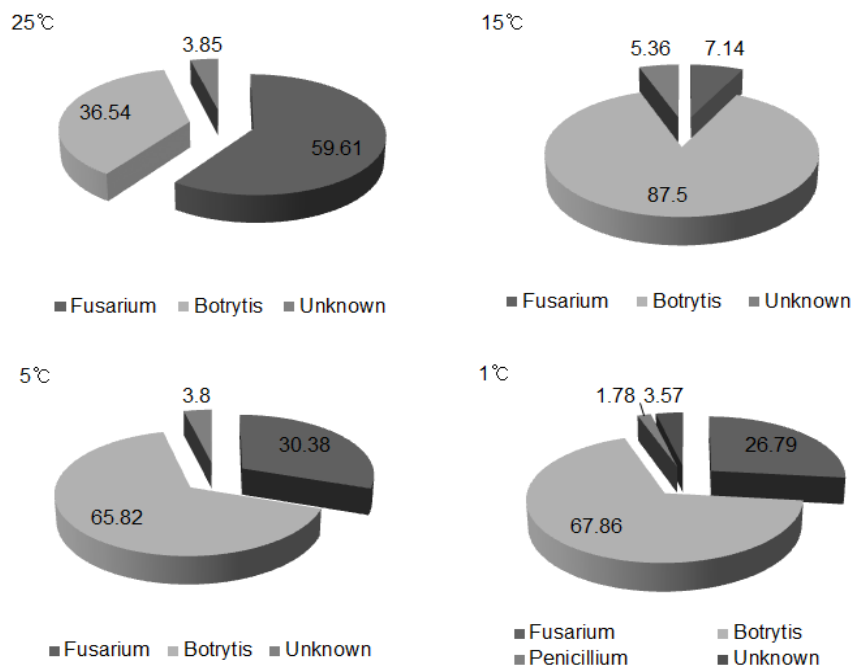


Fig. 9. Fungal strains involved in the loss of fresh ginseng packaged with 500 g during storage under simulated export conditions and distribution at 10℃.



출 유통 온도 및 모의수출 기간 즉 항공 모의수출 유통은 15℃와 25℃로 설정된 저장고에 4일 동안 저장하고, 선박 모의수출 유통은 1℃와 5℃로 설정된 저장고에 14일 동안 저장한 뒤 유통실험을 위해 최종 10℃로 설정된 저장고에 수삼을 옮기고 수삼의 품질 변화를 조사하였다. 수삼의 품질 조사는 포장단계부터 10℃ 유통기간까지 총 기간 수행하였다. 조사결과 수삼의 유통 중 손실률에 가장 크게 영향을 미치는 것은 물러짐과 곰팡이 발생에 의한 부패로 나타났다. 물러짐과 곰팡이에 의한 부패를 합한 종합 손실률에서 손실률 20%를 유통한계 기간으로 정했을 때 항공 모의수출 유통 조건인 25℃에서 5 kg 대포장은 10일, 500 g 소포장은 6-7일에 20%에 도달했으며, 15℃는 5 kg 대포장은 17일, 500 g 소포장은 12-13일에 20%에 도달했다. 선박 모의유통 조건인 5℃는 5 kg 대포장은 21일, 500 g 소포장은 28일 경에 20%에 도달했고, 1℃는 5 kg 대포장은 24일, 500 g 소포장은 29일 경에 20%에 도달하는 것으로 나타나 수삼의 유통은 모의수출 유통 방법뿐 아니라 포장용량도 손실률에 상당한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 수삼의 부패에 관여하는 병원균 중 곰팡이 균은 대부분 *Fusarium* sp., *Botrytis* sp., *Penicillium* sp. 균들로 동정되었고, 25℃에서는 *Fusarium* sp. 균이 우세종이고, 그 이하의 온도에서는 *Botrytis* sp. 균이 우세종으로 나타났다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 기관고유사업(No. PJ01260502)의 지원을 받아 수행되었다.

## References

- Kim JB, Kim NK, Lim JH, Kim SI, Kim HH, Song JY, Kim HG (2009) Environment friendly control of gray mold, a ginseng storage disease using essential oils. *Res Plant Dis*, 15, 236-241
- Kim EJ, Kim GH, Kim DM (2007) Effect of surface washing treatment on quality of fresh ginseng during storage. *Korean J Food Sci Technol*, 39, 380-385
- Jeon BS, Park CK, Kim NM, Park MH, Chang KS (1998) Effect of controlled atmosphere and modified atmosphere storage on the color and sensual properties of fresh and red ginseng. *J Ginseng Res*, 22, 82-90
- Yun SD, Lee SK (2005) High CO<sub>2</sub> controlled atmosphere storage of Korean ginseng roots. *J Korean Soc Hortic Sci*, 46, 18-20
- Ke D, Goldstein L, O'Mahony M and Kader AA (1991) Effects of short-term exposure to low O<sub>2</sub> and high CO<sub>2</sub> atmospheres on quality attributes of strawberries. *J Food Sci*, 56, 50-54
- Kim JH, Koo NS, Kim EH, Sohn HJ (2002) Changes in sensory characteristics and chemical constituents of raw ginseng roots individually packaged in a soft film during storage. *J Ginseng Res*, 26, 145-150
- Sohn HJ, Kim EH, Lee SK, Nho KB (2001) Quality change and weight loss of fresh ginseng individually packaged in a soft film according to its storage condition. *J Ginseng Res*, 25, 122-126
- Sohn HJ, Kim EH, Nho KB, Jung KS, Kim JH (2001) Influence of physical property of soft film and packaging method on the storage stability of individually packaged fresh ginseng. *J Ginseng Res*, 25, 45-52
- Kim HS, Kim GH, Kim DM (2011) Effect of low storage temperature on quality of fresh ginseng. *Korean J Food Preserv*, 18, 459-466
- Chang JK, Kim CS, Nho KB, Cho BG (2005) Effects of storage conditions on weight loss and free sugar composition of fresh ginseng. *J Ginseng Res*, 29, 113-118
- Park MH, Shin YS, Kim SJ, Kim JG (2013) Effect of 1-methylcyclopropene treatment on extension of freshness and storage potential of fresh ginseng. *Korean J Hortic Sci Technol*, 31, 308-316
- Kim SI, Sung BJ, Kim HH, Hwang YS (2011) Marketing of cleaned fresh ginseng and pre-packaging fumigation of 2-phenylethyl alcohol on ginseng storability. *CNU J Agric Sci*, 38, 205-212
- Kim HH, Hwang YS, Seoung BJ, Kim SI, Cho JW, Kim CS (2006) Distribution characteristics and status of fresh ginseng in Keumsan area. *CNU J Agric Sci*, 33, 129-140
- Nelson PE, Toussoun TA, Marasas WFO (1983) *Fusarium* species: An illustrated manual for identification. The Pennsylvania State University Press, University park, Pennsylvania, USA, p 193
- Nirenberg H (1976) Untersuchungen uber die morphologische und biologische differenzierung in der *fusarium* sektion liseola. *Mitt Biol Bundesanst Land-u Forstwirtschaft*, Berlin, Germany, p 1-117
- Gerlach W, Nirenberg H (1982) The genus *Fusarium*: A pictorial atlas. Paul Parey, p 406
- Costa C, Lucera A, Conte A, Mastromatteo M, Speranza B, Antonacci A, Del Nobile MA (2011) Effects of passive and active modified atmosphere packaging conditions on ready-to-eat table grape. *J Food Eng*, 102, 115-121
- Lee SG (2004) *Fusarium* species associated with ginseng

- (*Panax ginseng*) and their role in the root-rot of ginseng plant. Res Plant Dis, 10, 248-259
19. Cho HS, Jeon YH, Do GR, Cho DH, Yu YH (2008) Mycological characteristics of *Botrytis cinerea* causing gray mold on ginseng in Korea. J Ginseng Res, 32, 26-32