

## 연포장재 필름으로 개별포장한 수삼의 저장조건에 따른 외관품질 변화 및 개체무게 감소

손현주<sup>#</sup> · 김은희 · 이성계 · 노길봉

한국인삼연초연구원  
(2001년 6월 29일 접수)

### Quality Change and Weight Loss of Fresh Ginseng Individually Packaged in a Soft Film According to its Storage Condition

Hyun-Joo Sohn<sup>#</sup>, Eun-hee Kim, Seong-Kye Lee and Kil-Bong Nho  
Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Taejon 305-345, Korea  
(Received June 29, 2001)

**Abstract :** Fresh ginseng was washed with water and packaged individually in a soft film bag (ONY/LDPE/L-LDPE; 200 × 300 mm, 90 μm), then stored at 25°C, 10°C, or 4°C to investigate quality and weight changes of the packaged fresh ginseng according to its storage time. Softening was the major phenomenon which influenced on the quality of the packaged fresh ginseng while spoilage and color-change were relatively minor phenomena. There were very good correlations not only between the quality change rate constant and the storage temperature but between the weight change rate constant and the storage temperature. This result suggests that the shelf-life and the weight loss of the packaged fresh ginseng being stored at low temperature can be estimated by an accelerated storage test.

**Key words :** Fresh ginseng, soft film, softening, shelf-life, weight loss

### 서 론

신선한 농산물을 controlled atmosphere(CA) 조건으로 저장하거나 기능성 연포장재 필름에 넣어 보관하면 품질의 열화가 지연되고 저장수명이 길어지는 것으로 알려져 있는데 최근에는 이 방법을 수삼의 저장에 응용하고자 하는 연구가 시도되고 있다.

전<sup>1)</sup>은 저장고 안의 이산화탄소-산소-질소 비율을 3:2:95, 6:4:90, 0:3:97로 각각 조절한 후 수삼을 4°C에서 저장하였을 때 저장한 지 8주가 경과할 때까지 곰팡이가 발생하지 않았고 수삼을 폴리프로필렌(polypropylene; PP) 필름에 넣어 4°C에서 저장하였을 때에도 저장한 지 12주가 경과하기 전까지는 외관품질이 양호하게 유지되었다고 보고하였다. 김<sup>2)</sup>은 수삼을 10뿌리씩 0.02 mm 두께의 폴리에틸렌(polyethylene; PE) 필름 주머니에 넣고 2°C에서 저장하였을 때 수삼

의 호흡율은 개체무게 100 g 내외의 대편이 개체무게 60 g 내외의 소편보다 낮은 경향이었으며 온도가 상승함에 따라 호흡율이 현저하게 증가하였다고 보고하였다. 또 그는 수삼을 0.02~0.05 mm 두께의 PE 필름 또는 0.05 mm 두께의 PP 필름 주머니에 넣고 2°C에서 5개월간 저장한 결과 포장군의 무게는 무포장군에 비하여 훨씬 적게 감소되었으며 PE 포장군과 PP 포장군의 부패율이 무포장군에 비하여 훨씬 낮았다고 보고하였다. 중국의 왕 등<sup>3)</sup>도 6년근 수삼을 0.07 mm 두께의 PE 필름에 넣고 질소로 충전하여 저장하였을 때 수삼의 외관상태가 대조군에 비하여 장기간 양호하게 유지되었다고 보고하였다. 이러한 보고는 수삼을 기능성 연포장재 필름으로 포장하여 저장함으로써 수삼의 저장성을 장기간 양호하게 유지시킬 수 있음을 시사해 주는 것이다.

본 연구에서는 수삼을 물로 세척한 후 한 뿌리씩 기능성 연포장재 필름 주머니에 넣어 저장하면서 저장온도와 저장기간에 따른 외관품질 및 개체무게를 조사하고 개별포장 수삼을 저온에서 저장할 때 저장수명과 개체무게 변화율을 단기간에 예측할 수 있는 조건을 제시하고자 하였다.

<sup>#</sup>본 논문에 관한 문의는 이 저자에게로  
(전화) 042-866-5328; (팩스) 042-866-5345  
(E-mail) hjshon@gtr.kgtri.re.kr

**재료 및 방법**

**1. 수삼시료**

수삼은 1996년 12월 전북 진안군에서 수집한 4년근 수삼 중에서 개체무게가 40~60 g이고 적변이 없으며 지근이 손상되지 않은 것만을 골라서 시료로 사용하였다.

**2. 기능성 연포장재 필름 주머니**

기능성 연포장재 필름 주머니는 산소투과도가 40 cc/m<sup>2</sup>·day·atm이고 투습도가 5.0 g/m<sup>2</sup>·day·90% RH이며 두께가 90 μm인 ONY(oriented nylon)/LDPE/L-LDPE(200×300 mm; 원지산업(주) 제품; 이하 ONY 라고 표기)를 사용하였다.

**3. 개별포장 수삼시료의 조제**

수삼을 물로 세척하여 키친타올 위에 올려놓고 그 위에 다시 키친타올을 덮은 후 약 5분간 방치하여 수삼 표면에 맺혀 있는 물방울을 제거하였다. 수삼의 세미에 물방울이 많이 맺혀 있는 경우에는 세미를 키친타올로 살짝 눌러 물방울을 제거한 후 수삼을 키친타올 사이에 놓고 약 5분간 방치하였다. 물방울을 제거한 수삼은 한 뿌리씩 기능성 연포장재 필름 주머니에 넣고 상단을 열 접착기로 밀봉하여 4°C, 10°C 또는 25°C의 B.O.D. incubator(HB-103; 유성과학(주) 제품)에 저장하였다. Incubator들은 온도가 25±1°C, 상대습도가 60%로 자동 조절되는 항온항습실에 설치하였으며 각 incubator 안의 상대습도는 별도로 조절하지 않았다. 한편 시험군은 온도에 따라 4°C 저장 시험군, 10°C 저장 시험군 및 25°C 저장 시험군으로 구분하였고 각 시험군의 수삼 개체 수는 124구씩 사용하였다.

**4. 개별포장 수삼의 외관품질 조사**

개별포장 수삼의 외관품질은 곰팡이발생(spoilage), 연화

(softening), 변색(color-change) 등으로 구분하여 저장조건별로 조사하고 Table 1에서 제시한 기준으로 수삼의 외관품질 불량 여부를 판정한 후 다음 식에 준하여 각 시험군의 외관품질 양호율(%)을 산출하였다.

$$\text{외관품질 양호율}(\%) = N_G \div N_T \times 100$$

$N_G$  : 저장 후 각 시험군에서 외관품질이 양호한 상태로 유지되고 있는 수삼의 개체 수

$N_T$  : 각 시험군에서 사용한 수삼의 총 개체 수

**5. 개별포장 수삼의 개체무게 백분율 조사**

개별포장 수삼의 개체무게는 포장을 개봉하지 않은 상태로 저장기간별로 측정하고 다음 식에 준하여 각 시험군의 개체무게 백분율을 산출하였다.

$$\text{개체무게 백분율}(\%) = (W_S - W_F) \div (W_I - W_F) \times 100$$

$W_S$  : 일정기간 저장한 후 개별포장 수삼의 개체무게

$W_I$  : 저장직전 개별포장 수삼의 개체무게

$W_F$  : 수삼 포장에 사용된 기능성 연포장재 필름 주머니의 개체무게

**결과 및 고찰**

**1. 개별포장 수삼의 저장온도에 따른 외관품질 불량요인**

외관상태가 양호한 수삼을 물로 세척한 후 한 뿌리씩 기능성 연포장재 필름 주머니에 넣어 25°C에서 40일간, 10°C에서 180일간 또는 4°C에서 180일간 저장하면서 개별포장 수삼의 외관품질을 불량하게 만드는 현상을 조사한 결과는 Table 2에서 보는 바와 같다.

25°C 저장 시험군의 외관품질은 총 124구 중 110구가 불량해졌으며 외관품질을 불량하게 만드는 현상은 연화 69%,

**Table 1.** The guidelines for the evaluation of the quality of fresh ginseng individually packaged in a soft film bag

Phenomenon	Observation	Evaluation
Softening	<ul style="list-style-type: none"> <li>There is no softened part on the main body of fresh ginseng when it is touched with fingers.</li> <li>Any foam on the surface of fresh ginseng or turbid liquid is not observed inside the soft film bag with naked eyes.</li> </ul>	Good
	<ul style="list-style-type: none"> <li>There is any softened part on the main body of fresh ginseng when it is touched with fingers.</li> <li>White or yellow-brown turbid liquid is observed in the soft film bag with naked eyes.</li> <li>Any foam on the surface of fresh ginseng is observed inside the soft film bag with naked eyes.</li> </ul>	Bad
Spoilage	<ul style="list-style-type: none"> <li>Any spoilage on the fresh ginseng is not observed with naked eyes.</li> </ul>	Good
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Any spoilage is observed on the rhizome, main body or lateral roots of fresh ginseng with naked eyes.</li> </ul>	Bad
Color-change	<ul style="list-style-type: none"> <li>The color of fresh ginseng is maintained in pale yellow.</li> </ul>	Good
	<ul style="list-style-type: none"> <li>The color of the surface of fresh ginseng is changed from pale yellow to yellow or yellow-brown.</li> </ul>	Bad

**Table 2.** The phenomena influenced on the quality of fresh ginseng individually packaged in a soft film bag<sup>1)</sup>

Group <sup>2)</sup>	Storage temp. (°C)	Storage time(days)	n	Number of fresh ginseng				
				Good quality	Bad quality			Total
					Softening	Spoilage	Color-change	
A	25	40	124	14	76 (69%)	29 (26%)	5 (5%)	110 (100%)
B	10	180	124	25	76 (77%)	17 (17%)	6 (6%)	99 (100%)
C	4	180	124	88	30 (83%)	6 (17%)	0 (0%)	36 (100%)

<sup>1)</sup>ONY/LDPE/L-LDPE (200×300 mm, 90 μm; Wonji Industry Co.).

<sup>2)</sup>A, 25°C storage group; B, 10°C storage group; and C, 4°C storage group.

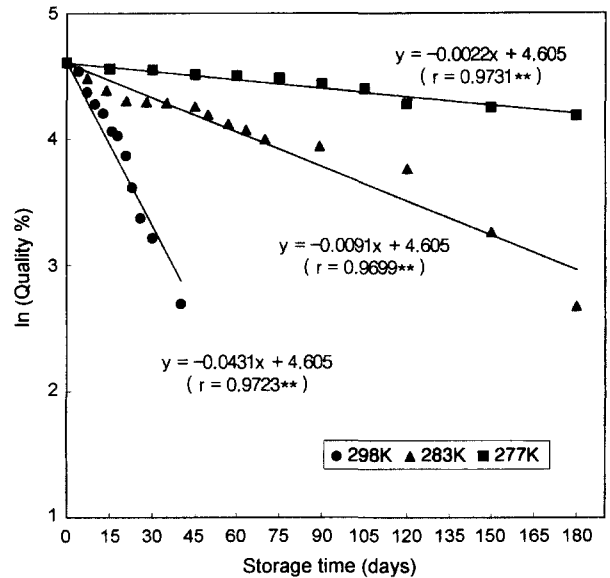
곰팡이발생 26%, 변색 5%의 순으로 연화에 의한 불량율이 가장 높았다. 10°C 저장 시험군의 외관품질은 총 124구 중 99구가 불량해졌으며 외관품질을 불량하게 만드는 현상은 연화 77%, 곰팡이발생 17%, 변색 6%의 순으로 25°C 저장군의 경우와 마찬가지로 연화에 의한 외관품질 불량율이 가장 높았다. 한편 4°C 저장군의 외관품질 불량율은 25°C 저장군이나 10°C 저장군에 비하여 매우 낮았으나 외관품질이 불량해진 수삼 중 연화에 의한 불량율이 89%로 곰팡이발생에 비하여 훨씬 높았다. 따라서 수삼을 한 뿌리씩 ONY 필름 주머니에 넣어 저장하였을 때 수삼의 외관품질은 저장온도에 관계없이 주로 연화에 의하여 불량해지는 것으로 판단된다.

이러한 경향은 수삼을 흠이 묻어있는 상태로 PE 또는 PP 필름에 넣어 저장하였을 때 곰팡이발생이 수삼의 외관품질을 불량하게 만드는 주요 현상이었다고 한 전,<sup>1)</sup> 김,<sup>2)</sup> 王 등<sup>3)</sup>의 보고와는 다른 결과이다. 저장 중 변질된 수삼에서는 지금까지 *Rhizopus*, *Penicillium* 등의 곰팡이류가 분리된 바 있는데<sup>2,7,8)</sup> 본 연구에서 곰팡이발생에 의한 수삼 외관품질 불량률이 낮았던 원인은 사용한 ONY 필름의 산소투과도가 PE 필름이나 PP 필름에 비하여 훨씬 낮아<sup>4)</sup> 호기성 미생물인 *Rhizopus*, *Penicillium* 등의 생육에 적합하지 않았을 뿐만 아니라 수삼을 물로 세척할 때 대부분의 곰팡이 포자가 제거되었기 때문으로 판단된다.

**2. 개별포장 수삼의 저장기간에 따른 외관품질 변화**

수삼을 물로 세척한 후 기능성 연포장재 필름 주머니에 한 뿌리씩 넣고 밀봉하여 25°C, 10°C 또는 4°C에서 저장하면서 저장기간별로 외관품질을 조사한 결과는 Fig. 1에서 보는 바와 같다. 개별포장 수삼의 외관품질 양호율은 저장온도에 관계없이 저장기간이 길어짐에 따라 저하되었다.

전<sup>1)</sup>은 수삼을 흠이 묻어있는 상태로 PP 필름 주머니에 넣어 4°C에서 저장한 결과 12주가 경과할 때까지는 외관품질의 변화가 매우 적었다고 보고하였고 장<sup>5)</sup>은 수삼을 흠이 묻어있는 상태로 포장하지 않고 4°C에서 저장한 결과 5주 경과 후부터 너두와 표피의 손상부위에서 곰팡이가 발생하기 시작하



**Fig. 1.** The quality change of fresh ginseng individually packaged in a soft film bag according to its storage temperature and time. Each fresh ginseng of 40~60 g was washed with water and packaged individually in an ONY/LDPE/L-LDPE soft film bag (200×300 mm, 0.09 mm), then stored at 25°C (298K) for 40 days, 10°C (283K) for 180 days and 4°C (277K) for 180 days. 124 Individuals of fresh ginseng were used for each group.

였다고 보고하였으며 김<sup>2)</sup>은 수삼을 물로 세척한 후 0.02~0.05 mm 두께의 PE 또는 0.05 mm 두께의 PP 필름 주머니에 넣고 2°C에서 5개월간 저장한 결과 수삼의 외관품질은 0.05 mm PE 포장군 12%, 0.05 mm PP 포장군 16%로 무포장군의 72%보다 훨씬 낮았다고 보고한 바 있다.

개별포장 수삼의 외관품질 양호율의 ln 값과 저장기간 간에는 25°C 저장 시험군, 10°C 저장 시험군, 4°C 저장 시험군, 모두 1% 유의수준에서 양호한 직선관계를 나타내었는데 이러한 경향은 수삼의 외관품질이 저장기간에 따라 지수적으로 손실되며 이 반응은 1차 반응(first order reaction)이라는 점을 시사한다.

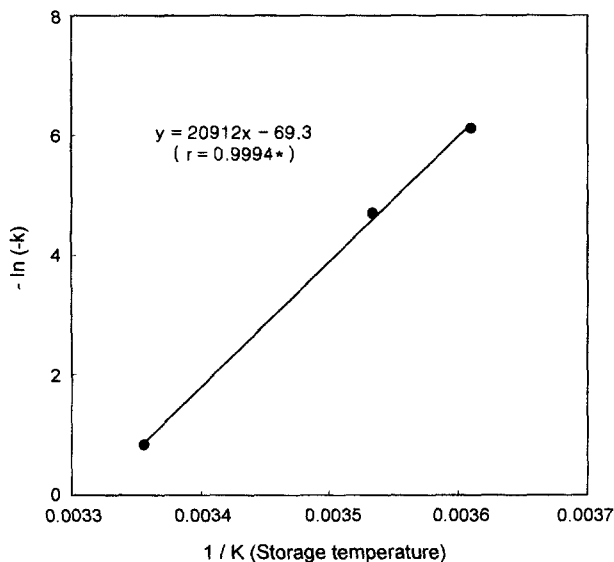
식품의 품질 손실을 일으키는 대부분의 화학반응은 1차 반

용을 나타낸다고 알려져 있다. 유지식품의 산패, 신선한 고기나 생선의 미생물 발육, 가열살균에 의한 미생물 파손, 육류의 미생물에 의한 이미와 이취 발생, 통조림식품이나 건조식품의 비타민 손실, 건조식품의 단백질 손실 등이 1차 반응에 따라 식품의 품질이 손실되는 좋은 예이다.<sup>6)</sup> 또, 1차 반응식의 semilog plot를 통하여 반응속도 상수 k 값을 얻을 수 있으며 k의 ln 값과 저장온도의 역수(1/K) 간의 상관관계, 즉 Arrhenius plot가 직선관계를 나타내면 직선의 기울기로부터 활성화 에너지 Ea와 Q10(온도 T+10에서의 반응속도/온도 T에서의 반응속도)을 구할 수 있고 이를 여러 가지 저장조건에서 식품의 품질수명을 측정 또는 예측하는 데에 활용할 수 있다.<sup>6)</sup>

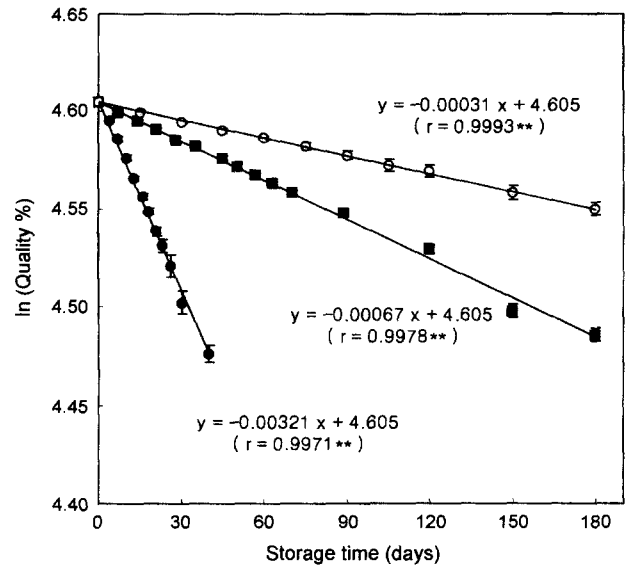
본 연구에서 사용한 수삼은 위에서 예시한 가공식품이나 건조식품은 아니지만 외관품질의 ln 값과 저장기간 간에 양호한 직선관계를 나타내었고 Fig. 2에서 보는 바와 같이 개별수삼의 외관품질변화 속도상수 k(Fig. 1에서 각 직선의 기울기)의 ln 값과 저장온도 K의 역수(1/K) 간에 5% 유의수준에서 양호한 직선관계를 나타내었으므로 저온에서 저장 중인 개별포장 수삼의 외관품질 변화 및 저장수명(shelf-life)을 25°C에서의 온도 확대시험을 통하여 단기간에 예측할 수 있을 것으로 판단된다.

### 3. 개별포장 수삼의 저장기간에 따른 개체무게 변화

수삼을 물로 세척한 후 기능성 연포장재 필름 주머니에 한



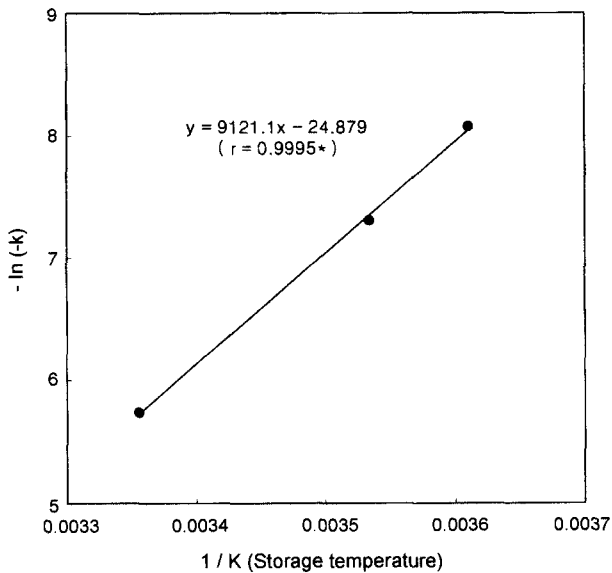
**Fig. 2.** The Arrhenius plot for the quality change rate constant (k) of fresh ginseng individually packaged in a soft film bag according to its storage temperature. Each fresh ginseng of 40~60 g was washed with water and packaged individually in an ONY/LDPE/L-LDPE soft film bag (200×300 mm, 0.09 mm), then stored at 25°C (298K), 10°C (283K) and 4°C (277K). The quality change rate constant (k) was calculated from the slope of each line in Fig. 1.



**Fig. 3.** The weight change of fresh ginseng individually packaged in a soft film bag according to its storage temperature and time. Each fresh ginseng of 40~60 g was washed with water and packaged individually in an ONY/LDPE/L-LDPE soft film bag (200×300 mm, 0.09 mm), then stored at 25°C (298K) for 40 days, 10°C (283K) for 180 days and 4°C (277K) for 180 days. 124 Individuals of fresh ginseng were used for each group.

뿌리씩 넣고 밀봉하여 25°C, 10°C 또는 4°C에서 저장하면서 저장기간별로 개체무게를 조사한 결과는 Fig. 3에서 보는 바와 같다. 개별포장 수삼의 개체무게는 저장온도에 관계없이 저장기간이 길어짐에 따라 감소되었으며 무게감소율은 25°C에서 40일간 저장하였을 때 12.6%, 10°C에서 180일간 저장하였을 때 11.3%, 4°C에서 180일간 저장하였을 때 5.3% 수준으로 수삼을 0.02~0.05 mm 두께의 PE 또는 0.05 mm 두께의 PP 필름에 넣고 2°C에서 5개월간 저장하였을 때 무게가 4~7% 감소하였다고 보고한 김<sup>2)</sup>의 연구결과보다도 낮은 경향이었다. 이는 본 연구에서 사용한 ONY 필름의 투습도가 PE 필름이나 PP 필름에 비하여 낮아<sup>4)</sup> 수삼으로부터 수분 증발이 더 억제되었기 때문으로 추정된다.

개별포장 수삼의 개체무게 백분율의 ln 값과 저장기간 간에는 25°C 저장군, 10°C 저장군, 4°C 저장군, 모두 1% 유의수준에서 양호한 직선관계를 나타내었는데 이러한 경향은 개별포장 수삼의 개체무게가 저장기간에 따라 지수적으로 손실되며 이 반응은 1차 반응(first order reaction)이라는 점을 시사한다. 또, 개체무게 변화 속도상수 k(Fig. 3에서 각 직선의 기울기)의 ln 값과 저장온도 K의 역수(1/K) 간에 Fig. 4에서 보는 바와 같이 5% 유의수준에서 양호한 직선관계를 나타내었다. 따라서 저온에서 저장 중인 개별포장 수삼의 개체무게 변화율을 25°C에서의 온도 확대시험을 통하여 단기간



**Fig. 4.** The Arrhenius plot for the weight change rate constant ( $k$ ) of fresh ginseng individually packaged in a soft film bag according to its storage temperature. Each fresh ginseng of 40~60 g was washed with water and packaged individually in an ONY/LDPE/L-LDPE soft film bag (200×300 mm, 0.09 mm), then stored at 25°C (298K), 10°C (283K) and 4°C (277K). The weight change rate constant ( $k$ ) was calculated from the slope of each line in Fig. 3.

에 예측할 수 있을 것으로 판단된다.

## 요 약

수삼을 물로 세척한 후 한 뿌리씩 연포장재 필름 주머니 (ONY/LDPE/L-LDPE, 200×300 mm, 90 μm)에 넣고 밀봉하여 25°C, 10°C 또는 4°C에서 저장하면서 외관품질과 개체무게를 조사한 결과 수삼의 외관품질은 저장온도에 관계없

이 주로 연화에 의하여 불량해졌으며 외관품질 변화 속도상수와 저장온도의 역수뿐만 아니라 개체무게 변화 속도상수와 저장온도의 역수간에도 각각 5% 유의수준에서 양호한 직선관계를 나타내었다. 따라서 25°C에서의 온도확대시험을 통하여 저온에서 저장 중인 개별포장 수삼의 저장수명 및 개체무게 변화율을 단기간에 예측할 수 있을 것으로 판단된다.

## 감사의 글

이 연구는 농림부에서 시행한 1996년도 농림특정연구사업의 일환으로 수행되었으며 연구비를 지원해 주신 농림기술관리센터와 보리식품(주)에게 감사를 드립니다.

## 인용문헌

1. 전병선 : 수삼의 CA 및 MA 저장시 이화학적 변화에 관한 연구, 충남대학교 박사학위논문 (1994).
2. 김동만 : 수삼의 저장기간 연장에 관한 연구, 한국식품개발연구원 식품기술속보 제10-6호, pp. 11-15 (1997).
3. 王玉良, 馬啓明, 李春生, 李振淑, 任寶昌, 蔡榮春 編著: 中國人參, 吉林人參研究所, 長春, pp. 256-259 (1994).
4. 손현주 : 수삼의 상품화 연구, 농림수산특정연구과제 최종보고서, 농림부 (1998).
5. 장진규 : 저온저장한 수삼으로 가공된 동결건조 인삼과 홍삼의 이화학적 특성, 경상대학교 박사학위논문 (1991).
6. 이영춘 : 가공식품의 Shelf-life 예측, 제1장 Shelf-life 측정을 위한 반응속도론, 한국식품과학회 (1987).
7. 손현주, 주인선, 성장근 : 고려인삼학회지 **23**(2), 67-73 (1999).
8. 오훈일, 노혜원, 도재호, 김상달, 홍순근 : 고려인삼학회지 **5**(2), 87-95 (1981).