

## 수삼의 수확시기, 크기 및 저장조건에 따른 호흡특성

김은정 · 서자영 · 홍석인 · 김동만<sup>†</sup>  
한국식품연구원

### Effects of Picking Season, Size and Storage Conditions on Respiratory Characteristics of Korean Fresh Ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer)

Eun-Jeong Kim, Ja-Young Seo, Seok-In Hong and Dongman Kim<sup>†</sup>  
Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

#### Abstract

The respiratory characteristics of Korean fresh ginseng were investigated from the aspect of picking season, size, and storage temperature and period to get basic data for extension of shelf-life. The respiration rate of fresh ginseng picked in March was 4.09 mL CO<sub>2</sub>/kg · hr at 0°C. It was gradually increased to August, 7.88 mL CO<sub>2</sub>/kg · hr at 0°C, and then decreased continuously until November. Although the rate of fresh ginseng was different by picking season, the respiration quotient showed the same level, 1.03~1.07. Respiration rate by size was ranged from 3.47 to 5.69 mL CO<sub>2</sub>/kg · hr at 0°C, and smaller in the size was higher in the rate. Q<sub>10</sub> value of fresh ginseng was 2.68~2.88 when the temperature increased from 0°C to 10°C and 1.77~2.16 from 10°C to 20°C, and it was slightly different by picking season. At the beginning of storage the respiration rate was 7.0 mL CO<sub>2</sub>/kg · hr and it was decreased to 3.38 mL CO<sub>2</sub>/kg · hr after storage for 90 days at 0°C.

**Key words** : fresh ginseng, respiratory characteristic, picking season, size, storage conditions

#### 서 론

인삼은 우리나라, 중국 및 북아메리카 등지에서 생산되고 있으며, 수천 년 동안 보혈강장제로 사용되어 왔다. 이중 고려인삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 품질이 가장 으뜸으로 여겨져 온 우리나라의 대표적인 특산품이다.

고려인삼은 세계적으로 그 효능을 높이 인정받고 있으나 최근 미국 및 중국 인삼이 낮은 가격으로 보급되어 국내외적 경쟁력이 약화되고 있다. 미국삼은 백삼으로 가공되어 인삼의 주 소비지인 중국을 비롯한 화교권 국가에서의 시장 점유율이 계속 증가하고 있으며, 중국삼도 홍삼으로 가공되어 이미 고려홍삼의 2~5배 정도가 동아시아로 수출되고 있다. 따라서 상대적으로 고가인 고려인삼의 수출시장을 확대시키고 부가가치를 제고하기 위해서는 백삼류나 홍삼

류의 경쟁력 향상을 위한 기술개발과 함께 새로운 유통형태인 수삼의 소비확대가 필요하다(1).

수삼은 우리나라, 중국, 일본 등 일부 지역에서 유통되고 있을 뿐 전 세계적으로 소비 시장이 형성되어있지 않다. 그러나 최근 소비자의 수삼에 대한 인식제고로 소비량이 점차 증가됨에 따라 식품소재로서의 잠재적 수요량은 매우 크다고 판단된다(1, 2). 수삼은 주요 채굴시기가 9~11월로, 이때 채굴한 것이 품질 및 약효가 연중 가장 우수하며, 가격도 저렴하다. 이와 같은 수삼은 수분을 70% 이상의 함유하고 있으며 수확 후에도 생명을 유지하기 위해 호흡 등 대사활동을 하기 때문에 저온 저장 시에도 보존기간이 짧고 상품적 가치가 크게 저하된다. 따라서 생활수준의 향상에 따른 수삼의 연중 소비추세를 반영하고, 수삼의 고품질화에 대한 소비자의 욕구를 충족시키기 위해서는 채굴 직후 신선한 상태를 장기간 유지시킬 수 있는 처리기술의 개발과 아울러 새로운 형태의 유통기술 개발이 필요하다(3).

수삼은 채굴 직후 흙이 묻은 채로 유통되거나 저장된

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail : dmkim@kfri.re.kr,  
Phone : 82-31-780-9140, Fax : 82-31-780-9165

후 유통되는데 수삼의 신선도 연장을 위하여 지금까지 수행된 연구를 보면 주로 CA 및 MA 저장에 관한 것들이 대부분이다. 이와 김(4)은 수삼의 장기저장을 위하여 CA 저장기술의 적용가능성을 검토한 바 있고, CA 저장한 수삼의 품질이 MA 저장한 수삼에 비해 품질이 우수하며(2) 외관적 변질없이 3개월간 저장할 수 있었다는 보고(5)도 있다. 한편 CA 저장 못지않게 MA 저장시에도 중량감소, 경도, 전분함량, ginsenoside의 변화를 억제시킬 수 있었는데(6), 포장재의 두께가 두꺼울수록 중량 감소율이 낮았으며(5), 그 중 0.07 mm 두께의 polyethylene(PE) 필름 포장구의 품질이 양호하였다는 보고(7)가 있다. 또한 수삼을 PE 필름에 넣고 질소를 충전하여 저장함으로써 외관적 품질을 장기간 유지시킬 수 있었다는 보고(8)도 있다.

최근 건강지향성과 편의성을 중요시하는 소비자의 요구에 맞춰 신선편이 과·채류의 생산이 증가되고 있는데 수삼의 경우에도 이러한 추세에 따라 세척처리한 후 소포장하여 유통시키고자하는 연구가 진행되고 있다. 이러한 연구로 손 등(9, 10)은 PE 필름의 물성과 포장방법이 세척한 수삼의 저장성에 미치는 영향 조사에서 원료수삼의 경우에서와 같이 산소 투과도가 낮은 필름의 사용과, 혼합가스 충전이 외관적 품질 유지에 효과적이었다고 하였으며, 전과 이(11)는 세척한 수삼을 CA 및 MA 저장방법의 적용을 통하여 3개월 정도 품질을 양호하게 유지시킬 수 있었다고 보고하였다.

이와 같이 CA 저장 및 MA 저장방법은 수삼의 저장 환경 기체조성을 인위적으로 조절하거나 자체의 호흡특성을 이용하여 조절하여 줌으로써 선도를 연장시킬 수 있는 효과적인 방법이나 수삼에 대한 체계적인 연구 특히, 호흡특성과 연계한 연구가 미흡하여 그 효과를 극대화하기에는 어려움이 있다. 이에 본 연구에서는 수삼의 신선도 연장을 위한 CA 및 MA 저장기술의 적용 시 기초가 되는 호흡특성 자료를 마련하기 위하여 수삼의 채굴시기, 크기, 저장온도 및 기간에 따른 호흡생리특성을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 처리

실험에 사용된 수삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 충청남도 금산 소재 인삼포에서 채굴한 4년근으로, 구입 후 종이 상자에 담아 이송한 즉시 0°C 저온저장고에서 하루 동안 품온을 낮춘 후 외관 상태와 모양이 전체적으로 균일하며 개체 당 중량이 약  $35.0 \pm 2.5$  g 정도인 것을 선별하여 시료로 사용하였다. 채굴시기별 호흡률 조사는 2003년 6월부터 2004년 4월 까지 6단계에 걸쳐 채굴한 수삼을 사용하여 0°C에서 행하였고, 저장기간에 따른 호흡특성 조사는 2003년 10월에 채굴한 수삼을 0°C에 저장하면서 행하였다. 또한

온도별 호흡특성 조사는 2003년 10월과 2003년 11월에 채굴한 수삼을 0, 5, 10, 20°C의 항온실에 방치하여 품온을 조절하고 호흡을 안정화시킨 후 실시하였다.

한편 크기별 호흡률 조사는 2003년 11월에 채굴한 20.1~90.0 g 범위의 수삼을 4등급(A: 20.1~42.0 g, B: 42.1~60.0 g, C: 60.1~77.0 g, D: 77.1~90.0 g)으로 구분하여 0°C에서 행하였다.

### 분석방법

#### 탄산가스(CO<sub>2</sub>) 및 산소(O<sub>2</sub>) 농도 측정

수삼의 호흡특성 조사를 위한 탄산가스 및 산소농도는 밀폐시스템을 이용한 방법을 적용하여 측정하였다(1). 즉, 실리콘 격막이 장착된 유리용기(2.0 L)내에  $180 \pm 5$  g의 수삼을 넣어 밀봉한 후 측정 온도에 방치하면서 주기적으로 gas-tight syringe(Hamilton #1001, USA)를 이용하여 밀폐용기 내 기체를 200  $\mu$ L 씩 취하여 GC를 이용하여 분석하였다. 이 때 탄산가스 및 산소의 측정을 위한 GC(GC-14A, Shimadzu Co., Japan)의 분석조건은 column; CTR-I(Alltech Co., USA), detector; TCD, detector temp.; 60°C, carrier gas; He gas(50 mL/min)이었다.

#### 호흡률

측정 용기 내 탄산가스 농도 값을 이용하여 각 측정시간에 대한 기체농도 변화를 선형 회귀 분석한 후 평균 호흡률 (mL CO<sub>2</sub>/kg · hr)을 계산하였으며, 결과는 3회 반복 측정치의 평균값으로 나타내었다.

#### 호흡계수

호흡계수(Respiratory quotient: RQ)는 일정시간동안 호흡에 의해 소비된 산소 농도와 호흡에 의하여 생성된 탄산가스의 농도 비로써 계산하였다.

$$RQ = \frac{\text{CO}_2 \text{ production}(\%)}{\text{O}_2 \text{ consumption}(\%)}$$

Q<sub>10</sub> 값: 수삼의 호흡율을 0, 5, 10, 20°C에서 각각 3회 반복하여 측정 후 아래 식에 대입하여 구하였다.

$$Q_{10} = \left( \frac{R_2}{R_1} \right)^{\frac{10}{T_2 - T_1}}$$

여기서 R<sub>1</sub>은 온도 T<sub>1</sub>(°C)에서의 호흡률이고, R<sub>2</sub>는 온도 T<sub>2</sub>(°C)에서의 호흡률이다.

결과 및 고찰

채굴시기에 따른 호흡특성

수삼의 채굴시기에 따른 호흡특성을 비교하기 위해 2003년 6월부터 2004년 4월까지 6차례에 걸쳐 수삼을 채굴한 후 호흡률을 각각 측정하였던 바 그 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 측정시기 내 수삼의 호흡률은 4.09~7.88 mL CO<sub>2</sub>/kg·hr 범위로 3월부터 호흡률이 꾸준히 증가하다가 8월에 최고치에 도달한 후 다시 감소하는 경향을 보였다. 여름에 채굴한 수삼의 호흡률이 봄이나 가을에 채굴한 것에 비해 높았는데 이는 기온이 높아지면서 생장률이 높아지고 대사 작용도 활발해지기 때문인 것으로 생각되며, 반면 기온이 내려가면 수삼의 생장률이 낮아지고 그에 따라 대사가 안정화되기 때문인 것으로 판단된다. 수삼의 호흡특성조사로 주요 채굴시기인 10월, 11월 및 익년 3월에 채굴한 수삼의 호흡 시 소모된 산소량과 호흡으로 인하여 발생된 탄산가스 양을 측정 후 이를 이용하여 호흡계수를 산출한 결과 10월과 11월에는 각각 1.07이었고, 3월에는 1.03으로 가을철과 익년 봄철에 채굴한 수삼의 호흡계수는 큰 차이를 보이지 않았고, 정상적인 호기성 호흡패턴을 유지하였다. 홍 등(6)은 수삼의 채굴시기와 온도, 크기에 따른 호흡계수를 조사한 결과 약 1 범위로 이러한 조건이 호흡계수에는 큰 영향을 주지 않았다고 보고하였다.

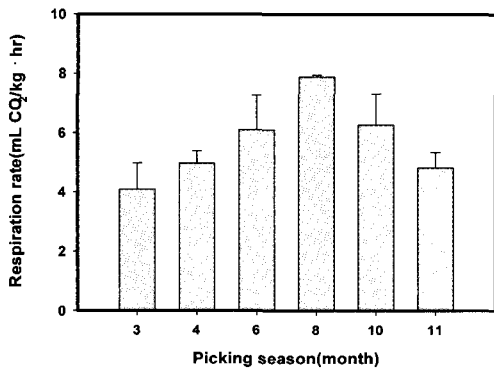


Fig. 1. Effect of picking season on respiration rate of Korean fresh ginseng.

크기에 따른 호흡특성

개체 당 중량이 22.1~90.0 g 범위의 수삼을 중량에 따라 4 등급(A, B, C, D)으로 구분한 후 0°C에서 등급별 호흡률을 조사한 결과를 Fig. 2에 나타내었다. A, B, C, D 등급에 따른 호흡률은 각각 5.69, 3.81, 3.73, 3.47 mL CO<sub>2</sub>/kg·hr로 중량이 가장 적은 A등급 수삼의 호흡률이 B, C, D 등급에 비해 각각 1.88, 1.96, 2.22 배씩 높았으며, 이는 개체 당 중량이 증가할수록 호흡률이 감소하는 경향을 나타낸다는 홍 등(6)의 보고와 유사하였다. 미국에서 재배된 화기삼(13)

의 경우에도 이와 유사한 경향을 나타낸다는 보고가 있는데, 이러한 결과는 수삼의 중량이 작을수록 개체 당 호흡을 할 수 있는 단위 표면적이 상대적으로 넓어지기 때문인 것으로 판단된다.

Table 1. Effect of picking season on respiratory quotient (RQ) of Korean fresh ginseng

	Picking season (month)		
	March	October	November
RQ <sup>1)</sup>	1.03 ± 0.06	1.07 ± 0.07	1.07 ± 0.06

<sup>1)</sup>RQ: Respiratory quotient.

한편 B, C, D 등급 간의 호흡률을 비교하여 보면 중량이 클수록 호흡률은 감소하였지만 B, C, D 등급 상호간의 차이는 A등급이 B, C, D 등급 사이에서 보였던 차이보다는 현저히 적었다.

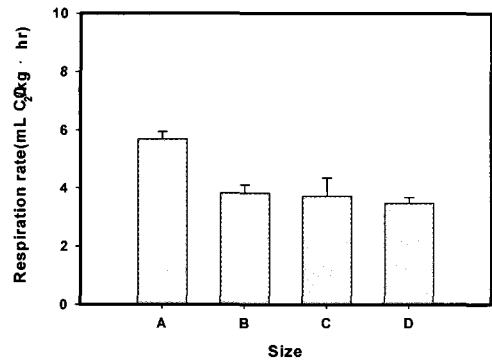


Fig. 2. Effect of size on respiration rate of Korean fresh ginseng. A: 20.1~42.0 g, B: 42.1~60.0 g, C: 60.1~77.0 g, D: 77.1~90.0 g

온도와 저장기간에 따른 호흡특성

수삼의 온도에 따른 호흡률 변화 조사로 채굴 적기인 10월과 11월에 채굴된 수삼을 이용하여 0, 5, 10, 20°C에서 호흡률을 측정하였던 바 4.94~36.38 mL CO<sub>2</sub>/kg·hr 범위로 온도가 높아질수록 호흡률이 증가하였고, 그 증가추세는 채굴시기에 따라 다소 차이를 보였다(Fig. 3). 채굴시기에 따른 온도별 호흡률을 보면 10월에 채굴된 수삼의 경우 6.30~36.38 mL CO<sub>2</sub>/kg·hr로 11월에 채굴된 수삼의 호흡률 범위인 4.94~25.15 mL CO<sub>2</sub>/kg·hr에 비해 다소 높았다. 이는 본 실험에 사용한 수삼 모두 가을에 채굴되었으나 10월에 채굴한 수삼은 성숙단계의 성장기 호흡패턴이 그대로 유지되었던 반면, 11월에 채굴한 수삼의 경우 외부 기온이 낮아지면서 동면으로 들어가기 전 성장기의 호흡이 지체되거나 안정화되었기 때문으로 판단된다. 화기삼의 경우 호흡률은 0°C에서 3.1 mL CO<sub>2</sub>/kg·hr이었고 20°C에서 23.4 mL

CO<sub>2</sub>/kg·hr이었으며, 이른 시기에 채굴한 것이 늦게 채굴한 수삼에 비해 높은 것으로 보고(13)되어 있다.

온도가 다른 조건에서 측정된 수삼의 호흡률 값을 이용하여 온도변화에 따른 Q<sub>10</sub> 값을 산출하였던 바 그 결과는 Table 2와 같다. 10월과 11월에 채굴한 수삼의 온도를 0℃에서 10℃로 상승시켰을 때 Q<sub>10</sub> 값은 각각 2.68, 2.88로 채굴시기에 따른 차이가 뚜렷하지 않았다. 또한 수삼의 온도를 10℃에서 20℃로 상승 시 10월에 채굴한 수삼의 Q<sub>10</sub> 값은 2.16이었고, 11월에 채굴한 수삼의 Q<sub>10</sub> 값은 1.77로 11월에 채굴한 수삼의 Q<sub>10</sub> 값이 10월에 채굴한 것에 비하여 다소 낮았다. 이러한 결과는 위에서 언급한 바와 같이 채굴시기가 이른 경우 호흡률이 많은 성장기의 호흡패턴을 유지하고 있기 때문에 온도 증가에 따른 변화율도 크게 나타난 것이라 판단된다.

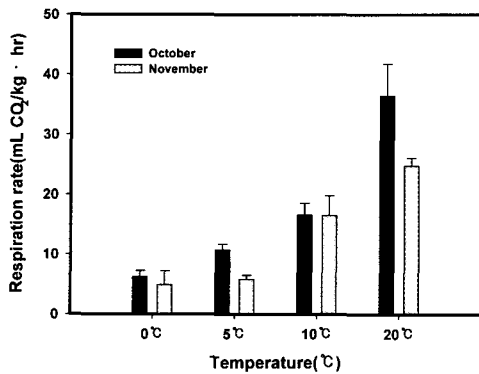


Fig. 3. Effect of temperature and picking season on respiration rate of Korean fresh ginseng.

Table 2. Effect of temperature and picking season on Q<sub>10</sub> value of Korean fresh ginseng

Picking season		Temperature(°C)		
		0	10	20
October	RR <sup>1)</sup>	6.30	16.81	36.38
	Q <sub>10</sub>		2.68	2.16
November	RR	4.94	14.22	25.15
	Q <sub>10</sub>		2.88	1.77

<sup>1)</sup>RR: Respiration rate (mL CO<sub>2</sub>/kg · hr)

한편 수삼의 저장 기간에 따른 호흡률 변화를 조사한 결과 Fig. 4와 같이 저장 기간이 경과할수록 호흡률이 감소하는 경향을 나타냈다. 저장 초기 수삼의 호흡률은 7.00 mL CO<sub>2</sub>/kg·hr이었으나 저장기간이 경과할수록 점점 감소하여 90일 저장 후에는 초기치에 비해 50% 이상이 낮은 3.38 mL CO<sub>2</sub>/kg·hr을 나타내었다. 이처럼 저장 중 수삼의 호흡률이 감소하는 원인은 채굴 직후에는 성장기 호흡패턴

이 유지되고 취급 중 물리적 스트레스에 대응한 체내 대사 작용이 활발하였으나, 저장 기간이 경과할수록 생체유지를 위해 필요한 에너지 수준이 낮아짐에 따라 대사 작용이 안정화되었기 때문으로 사료된다.

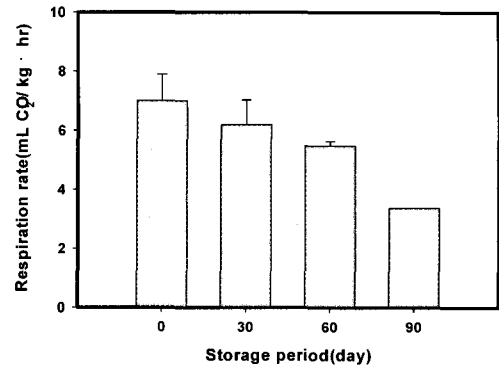


Fig. 4. Effect of storage period on respiration rate of Korean fresh ginseng.

### 요 약

채굴시기, 등급, 온도 및 저장기간에 따른 수삼의 호흡특성을 조사하였다. 채굴시기별 수삼의 호흡률은 3월부터 서서히 증가하여 8월에는 0℃에서 7.88 mL CO<sub>2</sub>/kg·hr로 최고 값을 보인 후 다시 감소하는 경향을 나타냈다. 수삼의 주 채굴시기인 10월, 11월 및 익년 3월에 채굴한 수삼의 호흡계수는 1.03~1.07 범위로 채굴시기에 따라 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다. 개체 당 중량이 20.1~90.0 g 범위인 수삼을 4 등급으로 나눠 호흡률을 비교하였던 바 중량이 클수록 호흡률이 낮아지는 경향을 보였다. 10월과 11월에 채굴한 수삼의 온도에 따른 호흡률은 0℃에서 각각 6.27, 4.94 mL CO<sub>2</sub>/kg·hr 이었고 20℃에서는 0℃에 비해 각각 약 5~6배 정도 증가하였는데, 그 증가추세는 채굴시기에 따라 다소 차이가 있었다. 10월 및 11월에 채굴한 수삼의 경우 0℃에서 10℃로 품온 상승 시 채굴시기에 따라 Q<sub>10</sub> 값은 차이를 보이지 않았으나 10℃에서 20℃로 상승 시 Q<sub>10</sub> 값은 각각 2.16, 1.77로 11월에 채굴한 수삼의 Q<sub>10</sub> 값이 10월 채굴한 것에 비하여 낮았다. 한편 저장 기간에 따른 호흡률을 조사한 결과 0℃에서 90일 저장한 후에는 초기 값의 50% 미만을 나타내었다.

### 참고문헌

1. 손현주 (1998) 수삼의 상품화 연구. 농림기술개발사업 최종보고서, 농림부
2. Jeon, B.S. (1994) Studies on physicochemical changes

- of fresh ginseng stored in controlled atmosphere and modified atmosphere. Chungnam National University, Ph.D. Dissertation, Daejeon, Korea
3. Jang, J.G. (1991) Physicochemical properties of the freeze dried ginseng and red ginseng processed from the fresh ginsengs stored at low temperature. Gyeongsang National University, Ph.D. Dissertation, Jinju, Korea
  4. Lee, S.W. and Kim, K.S. (1979) Studies on CA storage of fresh ginseng. *J. Korea Food Sci. Technol.*, 11, 131-137
  5. Kim, D.M., Hong, S.I., Jeong, J.W., Park, H.W. and Kim, K.H. (1997) Quality of fresh ginseng stored at MA conditions. In: *Proceedings of the Seventh International Controlled Atmosphere Research Conference*, Saltveit, M.E.(Editor), University of California, Davis, USA, 4, p.89-95
  6. Yun, S.D. and Lee, S.G. (1999) MA storage of Korean fresh ginseng. *J. Korea. Soc. Hort. Sci.*, 40, 689-692
  7. Hong, S.I., Park, H.W. and Kim, D.M. (2002) Respiratory characteristics and storage quality of Korean fresh ginseng as influenced by harvest time and plastic film packaging. *Food Sci. Biotechnol.*, 11, 494-499
  8. 王玉良, 馬啓明, 李春生, 李振淑, 任寶昌, 蔡榮春 (1994) 中國人蔘. 吉林人蔘研究所, p.256
  9. Sohn, H.J., Kim, E.H., Nho, K.B., Jung, K.S. and Kim, J.H. (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
  10. Sohn, H.J., Kim, E.H. and Sung, H.S. (2001) Influence of cultivation condition and harvest time on the storage stability of fresh ginseng individually packaged in a soft film. *J. Ginseng Res.*, 25, 94-100
  11. Jeon, B.S. and Lee, C.Y. (1999) Shelf-life extension of American fresh ginseng by controlled atmosphere storage and modified atmosphere packaging. *J. Food Sci.*, 64, 328-331
  12. Hong, S.I. and Kim, D.M. (2001) Influence of oxygen concentration and temperature on respiratory characteristics of fresh-cut green onion. *J. Food Sci. Technol.*, 36, 283-290
  13. John, T.A. (1998) Seasonal growth and root respiration of North American ginseng. *J. Ginseng Res.*, 22, 161-167

---

(접수 2005년 9월 1일, 채택 2005년 11월 25일)