

## 초음파를 이용한 수삼의 품질 예측

유재학 · 장규섭\* · 장동일\*\* · 강호양\*\*\*

동양제과(주) 연구소 개발팀, \*충남대학교 농과대학 식품공학과, \*\*농기계공학과, \*\*\*임산공학과

### Prediction of Ginseng Quality Using Ultrasonic Velocity

Jae-Hak Yoo, Kyu-Seob Chang\*, Dong-Il Chang\*\* and Ho-Yang Kang\*\*\*

*Pie Department of R&D Center, TongYang Confec. Co.*

*\*Department of Food Technology*

*\*\*Department of Agricultural*

*\*\*\*Machinery Engineering and Department of Forest Product*

#### Abstract

The quality of Korean red ginseng are influenced remarkably by inside-cavity and inside-white. This study was performed to investigate the respect of the distribution of the inside-cavity and inside-white of red ginseng by ultra sonic velocity. The ultrasonic velocity of ginseng was ranged from 166.77 m/s to 542.86 m/s, and the average of velocity was 294.45 m/s. However, the ultrasonic velocity of red ginseng was from 1406.78 m/s to 1878.57 m/s, and the average of velocity was 1304.34 m/s. Correlation coefficient between velocity of fresh and red ginseng was positively and highly significant.

Key words: Korean red ginseng, ultrasonic velocity, inside-cavity, inside-white

## 서 론

수삼의 품질 저해요인 중 하나인 내공의 원인은 수삼이 광합성을 하지 못하고 탄수화물을 소비하게 될 때 생기게 되며 이는 토양의 영양분이 부족하여 조기 낙엽을 이루게 될 때 내공이 증가하게 된다. 내백의 원인도 이와 유사하여 토양의 상태, 낙엽이 지는 시기에 따라 형성된다. 이러한 내공과 내백을 갖는 수삼을 홍삼으로 제조 하였을 때 제품의 질이 떨어지게 된다. 그러나 수삼의 내공 내백은 절단 시에만 육안으로 측정이 가능하며 절단된 수삼은 그 가치가 떨어지기 때문에 문제가 있다. 본 실험은 비파괴 측정법 중의 하나인  $1\text{ W/cm}^2$  이하의 동력을 사용하는 저출력 초음파 측정기를 이용하여 수삼의 물리, 화학적인 변화를 주지 않은 상태에서 수삼의 품질 저해 요인인 내공과 내백의 상태를 간접적으로

예측하였으며, 수삼의 초음파 속도와 홍삼의 초음파속도와의 상호 관계 그리고 내공, 내백에 대한 유의적인 관계를 입증하고자 본 실험을 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 시약

수삼은 1999년에 증평에서 직접 채굴한 것으로 4년근, 5년근, 6년근 각 2 kg을 사용하였으며 ginsenoside 표준품은 sigma-aldrich Co.에서 구입하였고, 그 외 시약은 1급 이상 (Duksan pure chemical Co.)을 사용하였다.

### 시료의 전처리

4,5,6년근의 수삼을 저출력 초음파 측정기로 각각 60지씩을 측정하여 형겅에 pin으로 뿌리에 고정시켜 홍삼창 품질표준에 따라 98°C에서 3시간 증자한 후, 1차 건조 조건인 55°C에서 2시간 건조 후 각 30지씩 75°C와 55°C 건조 조건에서 수분함량 11%가 될 때까지 건조하였다.

Corresponding author: Kyu-Seob Chang, Pie Department of R&D Center, TongYang Confec. Co. \*Department of Food Technology, Chung Nam National University

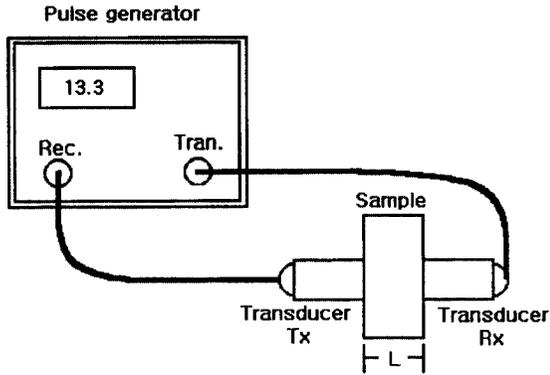


Fig. 1. Schematic diagram of the experimental configuration used to measure ultrasonic velocity of ginseng

초음파 속도 측정 및 Data normalization

Fig. 1에 나타낸 바와 같이 Fundit (C. N. S. Electronics LTD)를 이용하여 초음파 속도를 측정하였으며, 수치들의 Data Normalization을 통해 최소값을 0으로 하고 최대값을 1로 하여 0과 1사이를 4등분 하였다.

$$\text{Data normalization (Min: 0, Max: 1)} = 0 + \{(x - \text{Min}) / (\text{Max} - \text{Min})\} * 1$$

내백 측정

홍삼 품질 저해 요인 중 내백은 그 길이가 2 mm를 넘지 말아야 하며(홍삼창 품질표준) 이를 기준으로 micrometer를 이용하여 머리 밑부분을 사선으로 절단하여 내백의 직경을 측정하였다.

내공 측정

내공은 수삼 품질 저해 요인 중 가장 큰 부분으로 홍삼창 품질 표준에 따라 홍삼 제조후 머리 밑부분을 사선으로 절단하여 내공의 직경과 그 수를 측정하였다.

갈색도, 홍색도 측정

건조분말 5g에 75% ethyl alcohol 30 ml을 가하여 70°C에서 30분간 추출한 후 1,970×g에서 30분간 원심 분리하여 상정액을 spectrophotometer로써 갈색도는 440 nm에서 홍색도는 520 nm에서 흡광도를 측정하였다.

조 사포닌 측정

건조분말 시료 2g을 취해 수포화 부탄올(water-

saturated n-BuOH) 용액 50 ml로 80°C에서 1시간씩 3회 추출하고 분액 여두에서 증류수 10 ml로 2회 씻어 당을 제거한 후, 부탄올층을 감압 농축하여 에테르 50 ml로 36°C에서 30분간 탈지한 후 105°C에서 약 2시간 건조시켜 %dry weight로 나타내었다. (한국인삼연구소, 1991. 인삼성분분석법. pp. 57-59)

총 사포닌 측정

시료 1g을 80% 메탄올용액 30 ml에 가한 후 1시간씩 추출한 후 여과하며 이 반복을 1회 더 반복한다. 여액을 농축한 후 3차 증류수 10 ml에 녹여 24시간 방치한 후 분액 여두에 넣어 에테르로 10 ml씩 2회 반복한 후 물 층을 물포화 부탄올로 4회 반복 추출하여 농축한후 50 ml로 정용하여 사포닌 추출액으로 하였다. Ginsenoside-Re 표준품으로 검량선을 작성한 후, 사포닌 추출액 100 μl를 정확히 취하여 시험관에 넣고 얼음물 속에서 8% 바닐린-에탄올 용액 0.3 ml와 72% 황산 용액 4 ml을 가하여 60°C의 물중탕에서 10분간 가온하여 내용액을 발색시키고 545 nm에서 분광도를 측정하였다(한국인삼연구소, 1991. 인삼성분분석법. pp. 59-61).

통계처리

SAS program을 이용하여 T-Test(ANOVA, Analysis of variance) 검증하였다.

결과 및 고찰

수삼의 초음파 속도와 홍삼의 초음파 속도와의 관계 Fig. 2에서 보는 바와 같이 수삼은 최저 166.77 m/

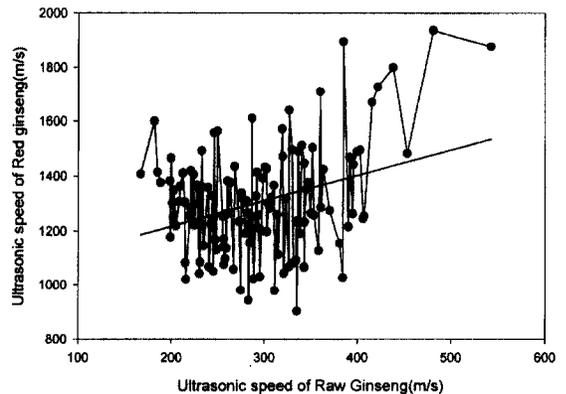


Fig. 2. Correlation of ultrasonic velocity between fresh and red ginseng

**Table 1. Inside-cavity of red ginseng with various age, dehydration temperature and ultrasonic velocity**

Age (year)	Dehydration Temp. (°C)	Normalization (ultrasonic speed)	Inside-cavity(number)			
			<0.5 mm	0.5 mm	1 mm	2 mm
4	55	0.00~0.25	0.89	0.79	0.22	0.00
		0.25~0.50	1.34	0.59	0.34	0.10
		0.50~0.75	0.59	0.06	0.29	0.35
		0.75~1.00	—	—	—	—
	75	0.00~0.25	0.00	0.00	0.33	0.00
		0.25~0.50	0.25	0.35	0.05	0.00
		0.50~0.75	0.20	0.20	0.20	0.00
		0.75~1.00	—	—	—	—
	55	0.00~0.25	2.50	0.33	0.42	0.33
		0.25~0.50	0.92	0.50	0.42	0.00
		0.50~0.75	0.75	0.00	0.17	0.00
		0.75~1.00	—	—	—	—
75	0.00~0.25	1.38	0.54	0.23	0.23	
	0.25~0.50	1.70	0.90	0.60	0.10	
	0.50~0.75	0.00	0.00	0.33	0.00	
	0.75~1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
55	0.00~0.25	0.89	0.78	0.22	0.00	
	0.25~0.50	0.60	0.20	0.20	0.00	
	0.50~0.75	1.43	0.29	0.00	0.00	
	0.75~1.00	—	—	—	—	
75	0.00~0.25	2.29	0.71	0.00	0.21	
	0.25~0.50	1.71	0.86	0.29	0.14	
	0.50~0.75	1.20	0.00	0.20	0.10	
	0.75~1.00	—	—	—	—	

**Table 2. Inside-white of red ginseng with various age, dehydration temperature and ultrasonic velocity**

Age (year)	Dehydration Temp. (°C)	Normalization (ultrasonic speed)	Inside-white(number)			
			<0.5 mm	0.5 mm	1 mm	2 mm
4	55	0.00~0.25	0.00	0.00	0.22	0.22
		0.25~0.50	0.00	0.07	0.31	0.24
		0.50~0.75	0.00	0.00	0.18	0.18
		0.75~1.00	—	—	—	—
	75	0.00~0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.25~0.50	0.00	0.00	0.05	0.20
		0.50~0.75	0.00	0.00	0.20	0.00
		0.75~1.00	—	—	—	—
	55	0.00~0.25	0.00	0.17	0.25	0.42
		0.25~0.50	0.00	0.00	0.17	0.08
		0.50~0.75	0.00	0.00	0.40	0.00
		0.75~1.00	—	—	—	—
75	0.00~0.25	0.00	0.00	0.15	0.23	
	0.25~0.50	0.00	0.00	0.10	0.10	
	0.50~0.75	0.00	0.00	0.00	0.10	
	0.75~1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
55	0.00~0.25	0.22	0.44	0.11	0.33	
	0.25~0.50	0.00	0.00	1.60	0.00	
	0.50~0.75	0.00	0.00	0.71	0.57	
	0.75~1.00	0.00	0.00	0.14	0.00	
75	0.00~0.25	0.00	0.00	0.21	0.14	
	0.25~0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
	0.50~0.75	0.00	0.00	0.00	0.20	
	0.75~1.00	—	—	—	—	

s에서 최고 542.86 m/s이었으며, 평균값은 294.45 m/s이었고, 홍삼은 최저 1406.78 m/s에서 최고 1878.57 m/s이었으며, 평균값은 1304.34 m/s이었다. 초음파 속도별로 홍삼을 제조한 경우 수삼의 초음파 속도와 제조된 후 홍삼의 초음파 속도는 수삼의 초음파 속도가 높을수록 제조된 홍삼의 초음파 속도가 높은 것으로 높은 상관관계를 나타내었다( $p<0.001$ ).

내공

Table 1에서 보는 바와 같이 4년근 수삼의 경우 55°C 건조조건에서의 내공의 분포보다 75°C 건조 조건에서 적었으며, 초음파 속도가 증가함으로써 내공의 수가 감소하는 것으로 측정되었다. 5년근 수삼의 경우 건조 조건에 상관없이 초음파 속도 제 1구역, 2구역에서는 비슷한 분포를 나타냈으나, 초음파 속도가 증가함으로써 75°C 건조 조건에서의 내공의 분포가 55°C 건조 조건에서의 내공 분포보다 적은 것으로 측정되었다. 6년근 수삼의 경우 전체적인 내공의 분포는 모두 0.5 mm이하의 것으로 나타났으며, 초음파 속도의 증가에 따라 내공의 분포 또한 적은 것으로 나타났다. 내공은 수삼 초기에 생성되기보다는 홍삼 가공 중 건조 과정에서 이루어지는 것으로 초기 55°C 건조 조건에서 대부분의 유리수의 제거를 기대할 수 있으며 이후 건조 조건에서는 단분자층의 결합수를 제거하는 것으로 사료된다. 이에 수삼 상태의 초음파 속도가 높다는 의미는 매질의 충실한 전분층을 이루고 있어 단단하다고 할 수 있으며 이후 홍삼으로 제조시 초음파 속도가 높은 수삼일수록 내공의 수가 현저히 줄어들음을 알 수 있었다.

내백

Table 2에서 보는 바와 같이 4년근 수삼의 경우 55°C 건조 조건과 75°C 건조 조건에서 초음파 속도가 증가함에 따라 내백삼의 분포가 적었으며, 특히 초음파 속도의 전 구간을 통해서 내백삼이 적은 분포를 나타내었고 5년근 수삼의 경우 초음파 속도가 낮은 구간에서 내백삼이 확인이 되었으며 속도가 증가함에 따라 내백삼이 점차 감소하는 것으로 나타났다. 6년근 수삼의 경우 전체적으로 4년근, 5년근 수삼에 비하여 내백삼의 분포가 높았으나 75°C 건조 조건, 초음파 속도 제 2구간에서는 내백삼이 확인되지 않았다. 이는 수삼의 년수가 증가함에 따라 전분질의 과다 생성에 의한 것으로 볼 수 있으며 초음파 속도가 높다는 것은 매질을 통과시 내부가

충실한 전분층으로 이루어져 있음을 알 수 있었다.

갈색도, 홍색도

Table 3에서 보는 바와 같이 갈색도, 홍색도의 경우 55°C 건조 조건보다 75°C 건조 조건에서 2-3배 이상 높게 나타나는 것을 알 수 있었다.

조 사포닌

조 사포닌은 Table 4에서와 같이 초음파 속도와 상관없이 년근이 증가할수록 함량이 증가 하였다.

Table 3. Browniness (440 nm) and redness (520 nm) of red ginseng with various age, dehydration temperature, Ultrasonic velocity

Age (year)	Dehydration Temp. (°C)	Normalization (Ultrasonic velocity)	Absorbance (nm)	
			440	520
4	55	0.00~0.25	0.780 <sup>de</sup>	0.215 <sup>fg</sup>
		0.25~0.50	0.915 <sup>c</sup>	0.255 <sup>ef</sup>
		0.50~0.75	0.670 <sup>ef</sup>	0.187 <sup>fg</sup>
		0.75~1.00	0.747 <sup>def</sup>	0.184 <sup>fg</sup>
		0.00~0.25	2.290 <sup>a</sup>	0.617 <sup>a</sup>
		0.25~0.50	1.650 <sup>b</sup>	0.405 <sup>bcd</sup>
	75	0.50~0.75	1.787 <sup>b</sup>	0.483 <sup>b</sup>
		0.75~1.00	1.750 <sup>b</sup>	0.453 <sup>b</sup>
		0.00~0.25	0.620 <sup>ef</sup>	0.152 <sup>g</sup>
		0.25~0.50	0.647 <sup>ef</sup>	0.166 <sup>fg</sup>
		0.50~0.75	0.5902 <sup>f</sup>	0.147 <sup>g</sup>
		0.75~1.00	-	-
5	75	0.00~0.25	2.217 <sup>a</sup>	0.593 <sup>a</sup>
		0.25~0.50	2.300 <sup>a</sup>	0.617 <sup>a</sup>
		0.50~0.75	1.707 <sup>b</sup>	0.492 <sup>b</sup>
	55	0.75~1.00	1.253 <sup>c</sup>	0.377 <sup>cd</sup>
		0.00~0.25	0.611 <sup>ef</sup>	0.154 <sup>g</sup>
		0.25~0.50	0.595 <sup>ef</sup>	0.157 <sup>g</sup>
6	55	0.50~0.75	0.590 <sup>f</sup>	0.174 <sup>fg</sup>
		0.75~1.00	-	-
		0.00~0.25	2.333 <sup>a</sup>	0.600 <sup>a</sup>
	75	0.25~0.50	2.383 <sup>a</sup>	0.619 <sup>a</sup>
		0.50~0.75	1.377 <sup>c</sup>	0.328 <sup>de</sup>
		0.75~1.00	-	-
L S D			0.188	0.096

Mean value from 3 replications

a~g, means in the same column not followed by the same letter are significantly different (P<0.05)

LSD: Least Significant Difference

**Table 4. Contents of crude saponin of red ginseng with various age, dehydration temperature and ultrasonic velocity**

Age (year)	Dehydration Temp. (°C)	Normalization Data (Ultrasonic velocity)	Crude saponin (%)
4	55	0.00~0.25	4.56
		0.25~0.50	3.58
		0.50~0.75	7.19
		0.75~1.00	7.95
	75	0.00~0.25	5.03
		0.25~0.50	5.86
		0.50~0.75	5.84
		0.75~1.00	4.90
	55	0.00~0.25	6.98
		0.25~0.50	6.01
		0.50~0.75	7.45
		0.75~1.00	-
5	75	0.00~0.25	7.02
		0.25~0.50	7.93
		0.50~0.75	7.19
		0.75~1.00	6.65
	55	0.00~0.25	7.13
		0.25~0.50	8.25
		0.50~0.75	8.78
		0.75~1.00	-
6	75	0.00~0.25	7.21
		0.25~0.50	7.23
	55	0.50~0.75	8.45
		0.75~1.00	-

**총사포닌**

검량선의 추세선은  $Y=0.0077X$ 이었으며  $R^2=0.9963$ 으로 매우 정확한 추세선을 이루었다. 총사포닌의 경우 Table 5에서와 같이 연근이 증가할수록 함량이 높은 것으로 나타났으며 건조 조건간의 초음파 속도별 구간에서는 차이가 없는 것으로 나타났다.

**감사의 글**

본 연구는 1999년도 농림기술개발 연구과제 연구비를 수행된 결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

**문 헌**

Park Jong-Dae. 1996. Recent Studies on the Chemical Constituents of Korean Ginseng (*Panax ginseng* C. A

**Table 5. Contents of total saponin of red ginseng with various age, dehydration temperature and ultrasonic velocity**

Age (year)	Dehydration Temp. (°C)	Normalization (Ultrasonic velocity)	Total saponin (%)
4	55	0.00~0.25	3.53 <sup>ab</sup>
		0.25~0.50	3.49 <sup>abc</sup>
		0.50~0.75	3.03 <sup>bcdef</sup>
		0.75~1.00	3.73 <sup>a</sup>
	75	0.00~0.25	2.55 <sup>f</sup>
		0.25~0.50	3.32 <sup>abcde</sup>
		0.50~0.75	2.93 <sup>cdef</sup>
		0.75~1.00	2.88 <sup>def</sup>
	55	0.00~0.25	2.88 <sup>def</sup>
		0.25~0.50	2.72 <sup>f</sup>
		0.50~0.75	2.99 <sup>bcdef</sup>
		0.75~1.00	-
5	75	0.00~0.25	2.94 <sup>bcdef</sup>
		0.25~0.50	2.95 <sup>bcdef</sup>
		0.50~0.75	3.01 <sup>bcdef</sup>
		0.75~1.00	3.01 <sup>bcdef</sup>
	55	0.00~0.25	2.61 <sup>f</sup>
		0.25~0.50	2.89 <sup>def</sup>
		0.50~0.75	2.76 <sup>ef</sup>
		0.75~1.00	-
6	75	0.00~0.25	3.41 <sup>abcd</sup>
		0.25~0.50	3.00 <sup>bcdef</sup>
	55	0.50~0.75	2.96 <sup>bcdef</sup>
		0.75~1.00	-

L S D

0.59

Mean value from 3 replications

a-f, means in the same column not followed by the same letter are significantly different (P<0.05)

LSD: Least Significant Difference.

Meyer), *Korean J. Ginseng Science* **20**(4): 389-415  
 Lee Sung-Sik. 1996. Effect of Transplanting Angle of Seeding on Root Shape and Growth of Ginseng Plant (*Panax ginseng* C. A. Meyer). *Korean J. Ginseng Science* **20**(1): 78-82  
 Cho Dae-Hui, Yu Yun-Hyun, Ohh Seung-Hwan and Lee Ho-Sa. 1996. Effect of Incubation Time, Temperature and pH on the Production of Conidia and Chlamydo-spore of *Cylindrocarpon destructans* (Zinssm.) Scholten Causing Root Rot of *Panax ginseng*. *Korean J. Ginseng Science* **20**(1): 88-95  
 Ahn Chun-Hee, Yoon Wha-Mo and Ahn In-Ok. 1996. Effects of Auxin and Sucrose on Cell Growth and Production of Phenolic Compounds in Cell Suspension

- Culture of *Panax ginseng* C. A. Meyer. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* **37**(2): 340-344
- Lee Jong-Chul. 1996. Characteristics of Aboveground and Red Ginseng Quality of Polystem Ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer), *Korean J. Medicinal Crop Sci.* **4**(3): 255-260
- Yang Deok-Chun, Park Ji-Chang, Kwon Woo-Saeng, Choi Kyung-Hwa and Choi Kwang-Tae. 1996. Antioxivity in Callus Cultures of Ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) Under Various Culture Conditions. *Korean J. Plant Tissue Culture* **23**(4): 211-215
- 송한덕. 1995. 초음파 진단의 이해. 군자출판사. 서울.
- 마우린, 심정인 역. 1990. 흥미있는 초음파 이야기(초음파 응용학 입문). 이성과 현실. 서울. pp. 30-33
- 韓國人蔘煙草研究所. 1991. 人蔘成分分析法. pp. 57-59
- 韓國人蔘煙草研究所. 1991. 人蔘成分分析法. pp. 59-61
- 송문섭, 조진섭. 1998. Window용 SAS를 이용한 통계자료 분석. 자유아카데미. 서울.