

증숙 및 습식분쇄 조건에 따른 인삼의 품질 특성

임가영 · 장세영 · 정용진[†]
계명대학교 식품가공학과 및 (주)계명푸드텍스

Quality Characteristics of *Panax ginseng* C. A. Meyer with Steaming Heat and Wet Grinding Conditions

Ga-Young Im, Se-Young Jang, and Yong-Jin Jeong[†]

Dept. of Food Science and Technology, Keimyung University and Keimyung Foodex Co., Ltd., Daegu 704-701, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate the steaming and wet grinding conditions to save effective compositions and to utilize whole roots of ginseng. The sweetness at the 3 different steaming conditions of non steaming group (A), 95°C/3 hr group (B) and 121°C/15 min group (C) resulted in 7.7, 10.7 and 11.2°Brix, and the browning intensity of 0.37, 1.97 and 1.50, respectively. The contents of crude saponin at the different steam heat treatments were 7.19 (A), 6.99 (B) and 8.83 mg/g (C). When sensory evaluation was conducted, the ginseng products processed at C condition showed the highest scores in the evaluation categories of bitter taste reduction, sweetness and overall acceptance. These results suggest that sensory characteristics of ginseng could be enhanced by the steam heat treatments. When the wet grinding with water addition volume to the steamed ginseng treated at 121°C for 15 min was also investigated, the smallest particle size resulted from the water addition volume of 300%. The grinding efficiency of ginseng was found to be high at 30 min of grinding time and 3 times of grinding frequency with the mean particle size of 67.66 µm. The content of effective component did not show significant differences by grinding time and grinding frequency. Based on the results, the steam heat treatments (121°C/15 min) and wet grinding procedures were found to be effective in utilizing whole roots and saving the effective compositions of ginseng.

Key words: ginseng, steaming, wet grinding, crude saponin

서 론

고려인삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 오가피과(*Araliaceae*) 인삼속(*Panax*)에 속하는 다년생 숙근초로 여러 가지 질병의 생약 보조식품으로 사용되어 왔다(1). 고려인삼은 형태나 성분에서 세계적으로 최고의 품질로 평가되며 연차 및 채굴시기 등에 따라 구성성분 함량에 차이가 발생한다(2). 고려인삼의 구성성분은 탄수화물(60~70%), 질소화합물(12~16%), 사포닌(3~6%), 지용성 성분(1~2%), 회분(4~6%) 및 비타민(0.05%) 등으로 보고되었으며, 주요 약리성분으로는 인삼 사포닌(ginsenoside), 산성다당체, 폴리아세틸렌, 알칼로이드, 항산화성 방향족화합물, 고미신(gomisin-N과 A) 등이 보고되어 있다(3). 인삼은 사포닌계와 비사포닌계의 성분들이 복합적으로 작용하여 중추신경억제, 항당뇨, 부신피질 호르몬 분비 촉진, 암전이 및 암세포 증식억제, 항스트레스 및 항피로효과 등의 다양한 생리활성 효과를 가지고 있다(1,4-6).

인삼은 가공방법에 따라 말리지 않은 수삼, 건조한 반백

삼, 잔뿌리를 자르고 껍질을 벗겨 만든 백삼, 수삼을 수증기나 기타방법으로 썰서 익혀 말린 홍삼으로 구분하고 있다(7). 수삼은 75% 내외의 수분을 함유하여 장기적 보존이나 유통이 어려워 대부분 백삼 및 홍삼류로 가공되는데, 원형이 그대로 유지되는 본삼류와 원형이 유지되지 않는 가공제품으로 나뉜다. 홍삼은 수삼을 증숙, 건조 및 정형하여 제조하며, 이러한 가공처리 중 열처리에 의해 사포닌과 아미노산 변화, 갈변반응, 전분 호화 등 다양한 화학적인 변화를 수반하여 수삼 및 백삼보다 약리효과가 증가한다(8). 수삼의 열처리는 내·외부 조직의 물리적 및 화학적 특성을 결정하는 중요한 요인으로 다양한 연구가 진행되고 있다(9-12).

최근 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 병의 예방과 치료를 위한 목적으로 인삼제품 수요가 증가하고 있다(13). 인삼의 연구방향은 소비자의 요구수준에 맞추어 약리 효능평가에서 효능효과 발현에 대한 연구로 전환되고 있으며, 인삼 제품개발은 증숙과 건조에 의한 홍삼가공뿐만 아니라 팽화, 발효, 고온 및 고압처리 등 다양한 가공공정을 적용한 새로운 제형의 제품개발이 시도되고 있다(14,15). 이러한 과정에

[†]Corresponding author. E-mail: yjjeong@kmu.ac.kr
Phone: 82-53-580-5557, Fax: 82-53-580-6477

서 증숙조건에 따라 유효성분의 변화가 발생되며 관능적으로 쓴맛이 감소된 증숙조건 설정은 인삼가공에서 중요한 요인이 되고 있다. 또한 분쇄방법은 입도를 미세화 하여 맛, 향기 및 식감 등의 관능적 특성을 향상시키고, 식품소재를 섭취하기 쉬운 형태로 전환하기 위한 목적으로 활용된다(16). 특히 습식분쇄는 건식분쇄보다 입자 미립화 시간이 짧고 분쇄입자 조절이 용이하여 다양한 식품소재로 활용할 수 있다(17,18).

본 연구에서는 6년근 홍삼에 비하여 활용도가 낮은 4년근 인삼의 효율적 활용방안으로 유효성분을 강화하고, 관능적 특성을 개선하고자 증숙 및 습식분쇄에 따른 인삼의 이화학적 및 관능적 특성 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 인삼은 2009년 경상북도 영주지역에서 재배된 4년근 인삼을 풍기인삼농협에서 구입하여 사용하였다.

증숙

인삼의 증숙조건은 상업적으로 널리 사용되고 있고, 산업화가 용이한 상압조건(95°C에서 3시간)과 가압조건(121°C에서 15분)으로 나누어 제조하였다. 인삼은 세척 후 고압추출기(HB-506-6, Hanbaek Co., Bucheon, Korea)를 사용하여 각각의 조건으로 증숙 후 인삼 중량 대비 2배량의 물을 넣고 homogenizer(HF-93, SMT Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 10,000 rpm에서 10분 동안 균질화 시켜 시료로 사용하였다.

습식분쇄 조건 설정

인삼을 상기에서 설정된 121°C에서 15분으로 증숙 후 중량에 대비하여 3, 5 및 7배로 각각 물을 넣고 homogenizer로 10,000 rpm에서 10분 동안 균질화 시켜 습식분쇄기(LSI, NETZSCH, Selb Bavaria, Germany)로 bead size 0.4 mm, rotor speed 3,000 rpm의 조건으로 분쇄하여 입도를 조사하였다(19). 습식분쇄시간 및 횟수에 따른 입도 및 품질특성은 인삼 중량 대비 3배의 물을 넣어 균질화 시킨 후 분쇄시간 0, 10, 20, 30 및 40분, 분쇄횟수는 30분 동안 분쇄된 시료를 1회, 동일과정으로 반복하여 2회 및 3회로 분쇄하여 조사하였다.

입도분석

습식분쇄한 인삼을 증류수에 분산시켜 입도분석기(LS 13320C, Beckman Coulter, Inc., Fullerton, CA, USA)를 이용하여 입도를 분석하였다.

당도

당도는 digital refractometer(PR-101, Atage Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

색도 및 갈색도

색도 및 갈색도는 시료를 12,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 상등액을 1시간 동안 정치한 여액을 UV-Visible spectrophotometer(UV Spectrophotometer 1601, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하여 측정하였다(20). 갈색도는 420 nm, 색도는 명도(L), 적색도(a), 황색도(b)값을 측정하여 Hunter's color value로 나타내었으며 대조구는 증류수(L=100.00, a=0.06, b=-0.09)를 사용하였다.

환원당 및 총당 함량

환원당은 dinitrosalicylic acid(DNS)법으로 측정하였다(21,22). 시료액 1 mL에 DNS시약 1 mL을 가하여 진탕 수욕조(HB 205SWM, Hanbaek Co.)에서 10분간 가열시킨 후 급냉하고 증류수 3 mL을 첨가하여 UV-Visible spectrophotometer를 이용하여 546 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 당 정량은 glucose를 표준물질로 사용하여 상기의 방법으로 작성한 표준곡선으로부터 환산하였다. 총당도 DNS법으로 측정하였으며, 시료액 10 mL에 HCl 4 mL을 넣고 80°C에서 10분간 반응시키고, 냉각 후 증류수로 희석하여 환원당과 동일한 방법으로 정량하였다.

조사포닌 함량

조사포닌 함량은 *n*-butanol추출법으로 측정하였다(20). 시료 10 g에 80% methanol 50 mL를 가하여 75°C에서 1시간씩 3회 가온 추출하여 여과지(No. 41, Whatman International Ltd., Maidstone, England)로 여과하였다. 여과액을 10,000 rpm에서 15분간 원심분리 하여 상등액을 55°C에서 감압농축 한 다음 30 mL의 증류수에 용해하고, 30 mL diethyl ether로 3회 반복 추출하여 지용성 성분들을 제거하였다. 수층을 수포화 *n*-butanol로 3회 추출한 후 감압농축 하여 105°C에서 건조시켜 시료에 대한 건물량(mg/g)으로 나타내었다.

관능적 특성

증숙처리에 따른 관능적 특성은 식품가공학과 학부생 및 대학원생들에게 관능검사에 필요한 훈련과정을 거치게 한 후 신뢰성과 실험에 대한 관심도 등을 고려하여 15명의 검사요원을 선발하여 관능검사를 실시하였다. 관능검사는 오후 3시에 실시하였으며 시료는 증숙된 인삼을 5 mm 두께로 절단하여 똑같은 그릇에 각각 담아서 제공하였다. 평가방법은 향(flavor), 단맛(sweetness), 쓴맛(bitterness)의 강도 및 전반적인 기호도(overall acceptability)를 7점 채점법을 이용하여 실시하였다.

통계처리

본 연구의 실험결과는 3회 반복하여 실험군당 평균과 표준편차로 나타내었다. 관능검사 결과는 SAS(statistical analysis system) 통계 프로그램을 이용하여 분산분석과 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 유의성을 검정하였다.

Table 1. Sugar content, brown color and Hunter's color value of Korean ginseng with steaming conditions

Steaming conditions ¹⁾	Sugar content (°Brix)	Brown color	Hunter's color value		
			L	a	b
A	7.7±0.32 ²⁾	0.37±0.04	89.38±0.52	3.24±0.11	17.75±1.79
B	10.7±0.4	1.97±0.29	35.83±6.89	5.91±1.48	16.81±4.77
C	11.2±1.0	1.50±0.17	58.56±4.73	5.67±3.09	29.75±1.45

¹⁾A: Non steaming, B: 95°C/3 hr, C: 121°C/15 min.

²⁾Values are mean±SD (n=3).

결과 및 고찰

증숙조건에 따른 인삼의 품질특성

인삼의 증숙조건에 따른 당도, 갈색도 및 색도를 조사한 결과는 Table 1과 같다. 당도는 C 조건(121°C/15 min)에서 11.2°Brix로 가장 높게 나타났으며, B 조건(95°C/3 hr)에서는 10.7°Brix로 A 조건(증숙 무처리)보다 약 3~4°Brix 정도 증가하는 경향을 나타내었다. 갈색도는 B 및 C 조건에서 각각 1.97 및 1.50으로 나타나 증숙 후 갈색도가 증가하는 것으로 나타났으며, 증숙조건에 따른 큰 차이는 없었다. 색도 중 L값은 A 조건에서 89.38로 가장 높은 수치를 나타내었으며, B 및 C 조건에서는 각각 35.83 및 58.56으로 A 조건에 비해 낮게 나타났다. B 및 C 조건에서 a값은 5.91 및 5.67, b값은 16.81 및 29.75로 나타나 A 조건에 비해서 a값은 조금 증가하고, b값은 C 조건에서 크게 증가하는 것으로 나타났다. 인삼은 60°C 이상의 증숙과정을 거치면서 효소적 및 비효소적 갈변반응이 진행되며, 증숙과정에서의 인삼 갈변반응은 비효소적 갈변반응이 주된 작용으로 보고(23)된 바 있으며 상기조건에서 색도의 변화에 영향이 있는 것으로 나타났다.

인삼의 증숙조건에 따른 조사포닌 함량은 Fig. 1과 같이, C 조건에서 8.83 mg/g으로 가장 높게 나타났으며 B와 A 조건은 큰 차이를 나타내지 않았다. Kim 등(24)은 상압조건에서 조사포닌 함량은 증자시간에 따른 유의적인 변화가 없었으나, ginsenoside Rg₁, Re, Rf 및 Rb₂ 등은 감소하였다고 보고한 바 있어 이에 따른 연구가 요망되었다.

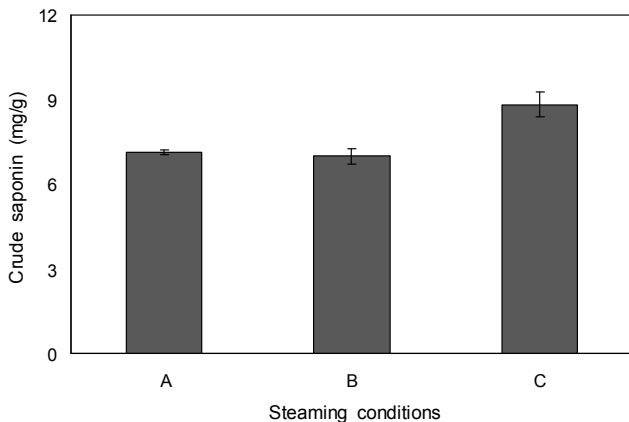


Fig. 1. Crude saponin contents from Korean ginseng with steaming conditions. A: non steaming, B: 95°C/3 hr, C: 121°C/15 min.

증숙처리에 따른 관능적 특성

인삼의 증숙조건에 따른 관능적 특성을 조사한 결과 Table 2와 같이 증숙조건에 따른 인삼향의 강도는 유의적인 차이가 없었으나 B 조건에서 수치가 높게 나타났다. 단맛 강도는 C 조건에서 가장 높게 나타났으며, 쓴맛 강도는 A 조건에서 수치가 높게 나타났다. 증숙 무처리 조건에서 쓴맛이 강하였으나 증숙하였을 때 인삼 특유의 쓴맛이 감소하고 단맛이 증가된 것으로 나타났으며 C 조건에서 쓴맛 강도가 가장 감소한 것으로 나타났다. 전반적 기호도는 시료들 간에 유의적인 차이는 없었으나 C 조건에서 높은 수치를 나타내었다. 인삼은 고유의 쓴맛과 향을 가지고 있어, 쓴맛에 익숙하지 않은 소비자층의 기호성과 특성에 맞는 새로운 제형개발이 필요하다. 가압조건으로 증숙한 인삼은 단맛이 증가하고 쓴맛은 완화되어 관능적인 특성을 개선할 수 있었으며, 이를 이용한 다양한 제품개발에 대한 연구가 필요하다.

습식분쇄에 따른 인삼의 품질특성

인삼을 증숙 최적조건인 C 조건(121°C에서 15분간 처리)으로 증숙한 후 3배의 물을 넣고 균질화시켜 습식분쇄시간에 따른 품질특성을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 습식분쇄시간에 따른 pH는 차이가 없었으며, 당도도 습식분쇄 처리구가 조금 높았으나 큰 차이는 없었다. 환원당 및 총당 함량은 습식분쇄시간이 증가할수록 조금 증가하는 경향으로, 30분 이후에는 더 이상 증가하지 않았다. 습식분쇄횟수에 따른 품질특성을 조사한 결과는 Table 4에 나타내었다. 습식분쇄횟수에 따른 pH는 차이가 없었으며, 당도는 분쇄횟수가 증가할수록 조금 높아지는 경향으로 나타났다. 환원당 및 총당은 분쇄횟수가 증가할수록 조금 높게 나타났으며 2회 및 3회에서 비슷한 경향으로 나타났다. 이러한 결과는

Table 2. Sensory evaluations of Korean ginseng with steaming conditions

Items	Steaming conditions ¹⁾		
	A	B	C
Flavor strength	3.80±1.42 ^{a2)}	4.13±1.41 ^a	3.47±1.25 ^a
Sweetness strength	3.60±1.24 ^b	3.93±1.16 ^b	5.33±0.90 ^a
Bitterness strength	5.13±1.20 ^a	4.27±1.28 ^a	3.27±1.33 ^b
Overall acceptability	4.00±1.31 ^a	4.13±1.24 ^a	4.80±1.32 ^a

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾Values are mean±SD (n=15). Value with different superscripts (a,b) indicate significant difference between the groups (p<0.05).

Table 3. Changes in pH, and sugar, reducing sugar and total sugar contents with wet grinding time of the steamed Korean ginseng treated at 121°C for 15 min (water addition volume of 300%)

Items	Grinding time (min)				
	0	10	20	30	40
pH	5.5±0.0 ¹⁾	5.5±0.0	5.5±0.0	5.5±0.0	5.5±0.0
Sugar content (°Brix)	4.8±0.0	4.9±0.1	5.0±0.0	4.9±0.1	5.0±0.1
Reducing sugar content (mg/g)	4.62±0.14	4.85±0.10	4.89±0.24	4.96±0.18	4.95±0.15
Total sugar content (mg/g)	28.5±0.3	29.5±0.2	30.4±0.7	31.1±0.3	30.3±0.4

¹⁾Values are means of triplicate determinations.

Table 4. Changes in pH, and sugar, reducing sugar and total sugar contents with wet grinding frequency of the steamed Korean ginseng treated at 121°C for 15 min

Items	Wet grinding frequency			
	0	1	2	3
pH	5.5±0.0 ¹⁾	5.5±0.0	5.5±0.0	5.5±0.0
Sugar content (°Brix)	4.8±0.0	4.9±0.1	5.1±0.1	5.2±0.1
Reducing sugar content (mg/g)	4.62±0.14	5.13±0.13	5.34±0.01	5.35±0.33
Total sugar content (mg/g)	28.5±0.3	31.1±0.3	31.4±0.3	31.8±0.2

¹⁾Values are means of triplicate determinations.

Cho 등(25)이 홍삼입자가 작을수록 높은 추출수율을 나타내어 당도가 증가하였다는 보고와 유사한 경향을 나타내었다.

인삼의 습식분쇄시간 및 분쇄횟수에 따른 조사포닌 함량을 조사한 결과 Fig. 2와 같다. 습식분쇄시간에 따른 조사포닌 함량은 큰 차이가 없었다. 분쇄횟수 2회까지는 조사포닌의 함량이 조금 증가하였으며, 3회에서는 큰 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 홍삼의 입자크기가 작아질수록 전분의 보수력(water holding capacity)이 용이하여 조사포닌 추출수율이 원형삼에 비해 높게 나타났다는 보고(26)와 유사한 경향으로 나타났다.

습식분쇄에 따른 인삼의 입자크기

식품소재의 입자크기는 수분결합 능력 및 소화 특성 등에 영향을 주며(25), 식감 개선, 소화·흡수 개선 및 관능적 특성

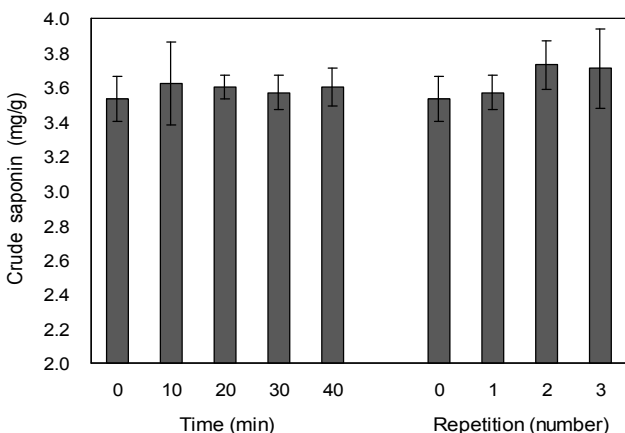


Fig. 2. Crude saponin contents with wet grinding conditions of the steamed Korean ginseng treated at 121°C for 15 min.

을 향상시켜 분쇄기술을 응용한 다양한 식품소재 개발이 가능하다. 인삼의 습식분쇄 가수량 조건을 설정하기 위해 가수량 300, 500 및 700%에 대한 평균입도를 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 인삼의 습식분쇄 가수량을 300%로 하였을 때 평균입자크기가 139.3 μm로 가장 작았으며, 가수량이 많을수록 입자크기는 증가하였다. 이는 가수량이 많을수록 분쇄기 내부의 bead와 인삼과의 접촉이 감소되어 분쇄효과가 감소되기 때문으로 생각된다.

인삼을 증숙하여 습식분쇄 가수량 300%로 분쇄시간에 따른 평균입자크기 및 누적분포를 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 초기 평균입자가 177.2 μm에서 습식분쇄시간이 증가할수록 입자는 감소하며, 분쇄 30분에서 평균입자크기는 94.3 μm, 40분에서 92.2 μm로 분쇄 30분 이상에서는 입자 크기에 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 분쇄시간에 따른 입자 누적분포는 분쇄시간이 증가할수록 분쇄 효율이 높아져 입자 분포가 좁아졌으나 30분 이상에서는 분쇄효율에 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 인삼은 많은 섬유질이 함유되어 건식분쇄 할 때 240분에서 15 μm의 최저 분쇄한계점을 나타내었고(16), 홍삼은 건식분쇄방식의 차이에 따라 18~47 μm의 평균입자크기로 보고된 바 있어(19), 인삼을 습식분쇄를 할 경우에는 건식분쇄보다는 입도가 조금 더 큰 것으로 나타났다. 분쇄횟수에 따른 평균입도를 조사한 결과 Fig. 5와 같이 평균입자크기는 분쇄횟수가 증가함에 따라 작아졌으며, 3회 분쇄할 때 67.66 μm의 입자크기를 나타내었다. 분쇄횟수에 따른 입자 누적분포는 분쇄횟수가 증가할수록 분쇄 효율 증

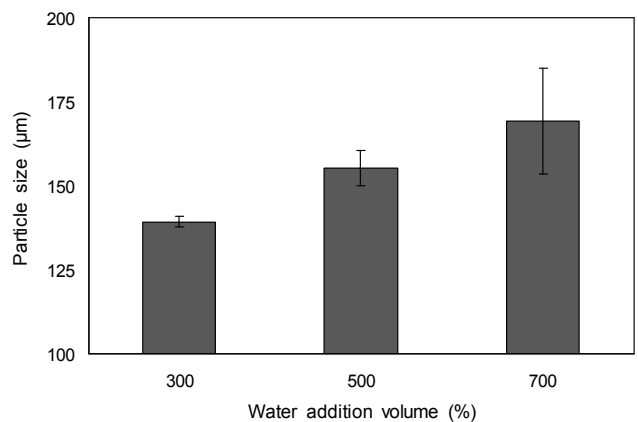


Fig. 3. Particle size with water addition volume to the steamed Korean ginseng for wet grinding.

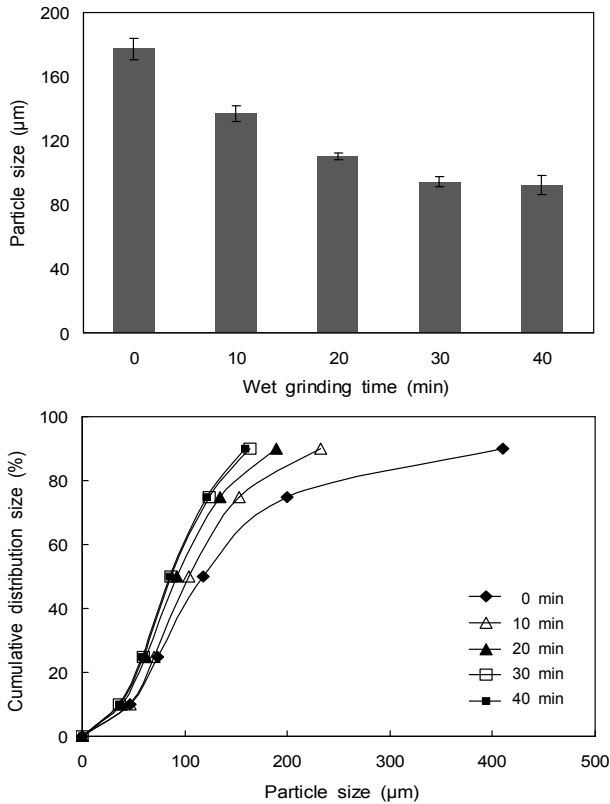


Fig. 4. Particle size and cumulative distribution size with grinding time under water addition volume of 300%.

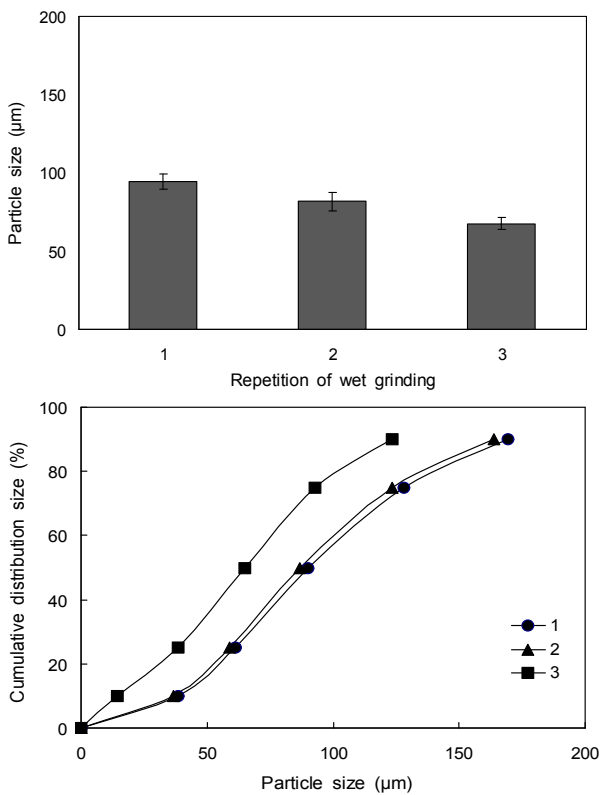


Fig. 5. Particle size and cumulative distribution size with grinding frequency under water addition volume of 300% and grinding time of 30 min.

가로 인해 입자분포가 좁아지는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 Han과 Yoon(19)이 반복적인 분쇄처리가 입도분포를 감소시킬 수 있으며, 분쇄횟수가 증가되면서 작은 크기의 입자비율이 높아졌다는 보고와 유사한 경향으로 나타났다. 일반적으로 미분쇄의 입자크기는 약 10~150 μm, 초미분쇄는 약 10 μm 이하로 나뉘며, 입자가 작아질수록 입자간 응집현상 등의 문제점이 발생한다(27,28). 따라서 식품유형 및 기호도에 따라 선호되는 입자크기는 다르므로 품질기준을 결정하여(29) 최적 분쇄조건을 설정하는 것이 중요하다.

요 약

본 연구에서는 인삼의 유용성분 강화 및 인삼 전근 활용을 위한 증숙 및 습식분쇄 조건을 조사하였다. 그 결과 무처리(A), 95°C/3 hr(B) 및 121°C/15 min(C)의 증숙조건에 의해 각각의 당도는 7.7, 10.7 및 11.2°Brix, 갈색도 0.37, 1.97 및 1.50로 증숙구간에서 당도 및 갈색도가 높게 나타났다. 조사포닌 함량은 7.19(A), 6.99(B) 및 8.83 mg/g(C)으로 C 조건에서 가장 높게 나타났다. 관능검사를 실시한 결과 C 조건에서 쓴맛 감소, 단맛 강도 및 전반적 기호도가 가장 높게 나타나 증숙처리 조건에서 관능적인 특성을 향상시킬 수 있었다. 가수량에 따른 습식분쇄 조건을 조사한 결과 가수량 300%에서 입자가 가장 작게 나타났다. 인삼의 습식분쇄조건은 분쇄 30분 및 3회에서 분쇄효율이 높았으며 평균입자크기는 67.66 μm로 미세화되었다. 분쇄시간 및 횟수에 따른 유효성분 함량은 큰 차이가 없었다. 이상의 결과 증숙처리(121°C/15 min) 및 습식분쇄는 인삼의 전근 활용 및 유효성분 강화에 효과적인 것으로 확인되었다.

문 헌

- Nam KY. 2002. Clinical applications and efficacy of Korean ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer). *J Ginseng Res* 26: 111-131.
- An YN, Lee SY, Choung MG, Choi KJ, Kang KH. 2002. Ginsenoside concentration and chemical component as affected by harvesting time of four-year ginseng root. *Korean J Crop Sci* 47: 216-220.
- Park CK, Jeon BS, Yang JW. 2003. The chemical components of Korean ginseng. *Food Industry and Nutrition* 8: 10-23.
- Kwak YS, Park JD, Yang JW. 2003. Present and its prospect of red ginseng efficacy research. *Food Industry and Nutrition* 8: 30-37.
- Lee JY, Lee EJ, Kim DH, Lee JH, Yoo JH, Koh BH. 2008. Studies on absorption, distribution and metabolism of ginseng in humans after oral administration. *J Ethnopharmacol* 122: 143-148.
- Kim EH, Rhee DK. 2009. Anti-oxidative properties of ginseng. *J Ginseng Res* 1: 1-7.
- The National Assembly of the Republic of Korea. 2009. <http://likms.assembly.go.kr/law/jsp/main.jsp>.
- Ryu GH. 2003. Present status of red ginseng products and

- its manufacturing process. *Food Industry and Nutrition* 8: 38-42.
9. Kim CS, Jang DS, Che SY. 2006. Histological characteristics of Korean red ginseng in steaming processes. *Korean J Medicinal Sci* 14: 36-40.
 10. Sung HS, Yang JW. 1986. Effects of the heating treatment on the stability of saponins in white ginseng. *J Korean Soc Food Nutr* 15: 22-26.
 11. Yang SJ, Woo KS, Yoo JS, Kang TS, Noh YH, Lee JS, Jeong HS. 2006. Changes of Korean ginseng components with high temperature and pressure treatment. *Korean J Food Sci Technol* 38: 521-525.
 12. Hong HD, Kin YC, Rho JH, Kim KT, Lee YC. 2007. Changes on physicochemical properties of *Panax ginseng* C. A. Meyer during repeated steaming process. *J Ginseng Res* 31: 222-229.
 13. Lee JW, Do JH. 2005. Market trend of health functional food and the prospect of ginseng market. *J Ginseng Res* 29: 206-214.
 14. Hong HD, Park HJ, Jeong JK, Jang DJ. 2008. Surveys of domestic and foreign patents for process food related ginseng. *J Ginseng Res* 32: 135-149.
 15. Soo HK, Mi SK. 2007. The sensory evaluation of ginseng paste & various ginseng sauce using ginseng paste. *J Foodservice Management Society of Korea* 10: 137-153.
 16. Shu TS, Lee G, Seo YK, Lee KP, Kim DJ. 2004. Micro particle technology in food science. *Food Sci and Ind* 37: 17-21.
 17. Solanki SN, Subramanian R, Singh V, Ali SZ, Manohar B. 2005. Scope of colloid mill for industrial wet grinding for batter preparation of some Indian snack foods. *J Science Publishers* 69: 22-30.
 18. Sim JS, Choi KO, Kim DE, Sun JH, Kang WS, Lim JD, Ko SH. 2002. Development of ultrafine angelica powder-added syrup. *Food Eng Prog* 13: 44-49.
 19. Han MW, Youn KS. 2009. Quality characteristics of spray drying microparticulated calcium after wet-grinding. *Korean J Food Sci Technol* 41: 657-661.
 20. Jang SY, Im GY, Jeong YJ. 2009. Quality characteristics of red ginseng extracts prepared using alkaline water. *Korean J Food Preserv* 16: 172-178.
 21. Dubois M, Gilles KA, Hamilton JK, Rebers PA, Smith F. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal Chem* 28: 350-356.
 22. Jang SA, Moon SK. 2005. Analysis of total sugar by extraction condition and material to develop the extraction process of ginseng polysaccharide. *Korean J Food Preserv* 12: 367-371.
 23. Lee JW, Lee SK, Do JH, Sung HS, Shim KH. 1995. Browning reaction of fresh ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) as affected by heating temperature. *Korean J Ginseng Sci* 19: 249-253.
 24. Kim KY, Shin JK, Lee SW, Yoon SR, Chung HS, Jeong YJ, Choi MS, Lee CM, Moon KD, Kwon JH. 2007. Quality and functional properties of red ginseng prepared with different steaming time and drying methods. *Korean J Food Sci Technol* 39: 494-499.
 25. Cho CW, Kim SW, Rho JH, Rhee YK, Kim KT. 2008. Extraction characteristics of saponin and acidic polysaccharide based on the red ginseng particle size. *J Ginseng Res* 32: 179-186.
 26. Seo CH, Lee JW, Do JH, Chang KS. 2002. Quality characteristics of Korean red ginseng powder on pulverizing methods. *J Ginseng Res* 26: 79-84.
 27. Lee JS, Lee HS. 2007. Effect of grinding methods on particle size and crystalline structure of copper phthalocyanine. *J Korean Ind Eng Chem* 18: 41-47.
 28. Jo GS, Sin JS, Kim JH. 2004. Measurement of particle size and particle size distribution. *Polymer Sci Technol* 15: 198-208.
 29. Park SJ, Kim MH, Choi YK. 2006. Wet fine grinding of rice husk ash using a stirred ball mill. *J Biol Eng* 31: 33-38.

(2010년 4월 6일 접수; 2010년 5월 19일 채택)