

코로나방전 처리 인삼분말의 살균효과 및 품질변화

김경탁* · 김성수 · 하상도¹

한국식품개발연구원, ¹중앙대학교 식품공학과

Effect of Corona Discharge on the Changes in Quality and Pasteurization of Ginseng Powder

Kyung-Tack Kim*, Sung-Soo Kim and Sang-Do Ha¹

Korea Food Research Institute

¹Department of Food Science and Technology, Chung Ang University

As a newly emerging pasteurization method for improving the shelf-life of powdered ginseng, the corona discharge generated at high voltage conditions was examined for its effects on microbial pasteurization, physicochemical characterization, and sensory evaluation. The pasteurizing effects of corona discharge on total bacteria, yeast, molds, and coliforms increased with increasing voltage. However, corona discharge treatment of 5 kv/cm did not show significant effects of pasteurization on the yeast, molds, and coliforms. Treatment with 20 kv/cm reduced about 95% of the total bacteria ($6.14 \pm 0.04 \rightarrow 4.59 \pm 0.04$) and coliforms ($2.43 \pm 0.05 \rightarrow 1.00 \pm 0.05$) and 99% of the yeast and molds ($4.65 \pm 0.06 \rightarrow 2.73 \pm 0.06$). The proximate analysis, minerals, free sugars, crude saponin, and colors of the control ginseng and the ginseng treated with 20 kv/cm were not significantly different at $P < 0.05$. Corona discharge of up to 20 kv/cm did not affect the proximate analysis, minerals, free sugars, crude saponin, and colors of the powdered ginseng. Sensory evaluation scores on color, flavor, taste and overall acceptability between the control ginseng and ginseng treated with 20 kv/cm corona discharge were not significantly different at $P < 0.05$ level. Consequently, corona discharge treatment is thought to be a good alternative pasteurization method for improving the shelf-life of powdered ginseng due to its effective pasteurization, maintenance of nutrients and good sensory characteristics.

Key words: high voltage corona discharge, non-thermal pasteurization, ginseng powder, microorganism

서 론

인삼은 다양한 제품으로 가공되어 내수는 물론 외국에서 인기가 높아 수출시장이 큰 품목으로, 세계 인삼류 시장의 규모는 대략 4억불을 상회하는 것으로 추정된다. 건조 인삼이 약 278백만불(2억7천8백만불)로 전체 시장의 75.5%를 차지하고 있고 한국산 고려인삼의 세계시장 점유율은 '80년대 초 30~40% 수준이었으나 현재는 10%이하에 머무르고 있으며, 고려인삼 수출은 '90년 164.9백만불을 정점으로 계속 하락하여 '99년에는 84.3백만불로 '90년의 50% 수준까지 감소하였다. 주로 홍삼이 백삼의 2배 가량 많은 물량을 차지하고 있는데, 홍삼류의 경우 홍삼근이 수출량의 78%로 대부분을 차지하고 있는 반면 일반인삼류에 있어서는 가공제품이 81%

를 차지하는 대조적 수출실적을 보이고 있다.

수삼은 대체로 75% 내외의 수분을 함유하고 있어 장기간의 보존이 어렵고, 유통과정 중에 미생물 오염에 의해 부패되어 상품가치는 물론 효능이 저하되는 결과를 초래할 수 있어 건조시켜 백삼으로 가공함으로써 수년간 보존할 수 있고, 증기로 찌서 말린 후 홍삼으로 가공하여 10년 정도의 보존능력을 지니게 하기 때문에 다양한 가공방법이 개발되고 있다.

인삼분말(Ginseng Powder)은 건조한 원료 인삼근을 미세하게 분쇄하여 제조한 것으로 고려인삼 고유의 향취와 맛을 가지고 있으며 입도 100메쉬 이상이 85% 이상, 수분 9% 이하를 말한다⁽¹⁾. 그러나 인삼분말류 역시 가공이나 저장 과정 중 미생물에 쉽게 오염되므로 한국식품공전에서는 총 세균수 50,000 CFU/g 이하, 대장균군 음성 등으로 미생물 규격을 엄격하게 규제⁽²⁾하고 있어 적절한 살균법을 활용한 품질관리체계가 요구되고 있다. 그러나 1995년까지 건조 식품의 살균, 살충 방법으로 사용되었던 ethylene oxide(EO), phosphine(phosphine), ethylene dibromide(EDB), methyl bromide(MB) 등을 이용한 화학훈증살균의 안전성 문제가 지적되면서 국내 및 국제적으로 사용이 금지되고 있는 추세이다. 또한 기

*Corresponding author : Kyung-Tack Kim, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-gu, Seongnam-si, Gyunggi-do 463-420, Korea
Tel: 82-31-780-9096
Fax: 82-31-709-9876
E-mail: tack@kfri.re.kr

술적 측면에서도 살균조작의 복잡성, 포장된 제품의 살균효과 불완전, 재포장에 따른 2차 오염 가능성 및 품질에 대한 영향 등의 문제점을 내포하고 있어^(3,4) 건조식품에 대한 효과적인 살균방법 개발이 중요한 과제로 부각되고 있다.

건조인삼의 화학 혼중살균을 대체하기 위한 여러 살균 방법 중 감마선 살균법은 독특한 생물학적 작용을 지니고 있어 오염된 식품의 미생물이나 해충을 사멸시키고 생체 식품의 성장을 지연시킬 수 있는 가장 일반적이고 효과적인 저장기술로 인식되고 있고^(4,8) 현재 한국식품공전에서 7 kGy까지 인정하고⁽¹⁾ 있으나, 방사성 동위원소에서 발생하는 에너지라는 측면에서 방사능과 혼동되어 소비자의 수용에 많은 기간이 소요⁽⁹⁾될 것으로 판단된다. 그 외 방법으로 250~270 nm의 자외선(UV) 조사법은 투과력이 약하여(1/1,000 mm) 외 표면 이외의 혼입 미생물은 살균할 수 없고, microwave 처리법 역시 식품 자체 수분 함량이 낮으면 살균효과가 불충분하였다. 오존처리살균법 또한 일반 세균은 물론 대장균에 대한 살균력도 약한 것으로 나타나^(10,11) 효과적이지 못한 것으로 평가받고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위한 방법 중 하나로 코로나방전(corona discharge) 처리기술이 있는데 물리, 화학 등의 분야에서 활용되고 있으나^(12,13), 식품분야에의 적용은 국내에서는 본 연구진에 의해 처음으로 시도되었다. 이 기술은 고전압 발생장치와 챔버로 구성되며 챔버 내부의 형상 및 구조, 전원장치의 주파수 및 전압 등의 변수를 최적화할 경우, 챔버 내부에서 코로나 방전이 일어나 건조 식품표면에 기생하는 세균, 해충 등을 사멸시키는 살균법이다. 즉, 고전계가 챔버에 인가되면 코로나 불꽃방전이 일어나게 되고 이것이 식품 표면에 조사되고 이와 함께 전극에서 오존의 발생과 방전에 의한 radiation에 의하여 미생물이 살균되는 원리라고 할 수 있다. 이 기술은 기존의 방사선 조사에 비하여 설비가 매우 간단하고 인체에 유해한 물질을 생성하지 않으며 건조식품 중 미생물을 효과적으로 살균할 수 있는 장점이 있어 활용 전망은 밝다고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 인삼 분말의 저장성을 증진시키기 위한 새로운 살균법으로서 고전계 코로나방전 처리법의 활용 가능성을 미생물살균효과, 이화학적 특성변화, 관능 평가 등을 활용하여 평가하였다.

재료 및 방법

인삼분말 재료

인삼은 경동시장에서 2002년 생산된 4년근 백삼을 구입한 후 분쇄하여 100 mesh를 통과한 분말을 코로나방전 처리 용기에 분말상태로 넣고 실험을 실시하였다.

고전계 코로나방전 처리 장치

본 실험에 사용된 코로나방전 처리 장치는 Fig. 1과 같고 크게 코로나 발생 전원장치와 처리 챔버로 나눌수 있으며 블록도에 나타난 바와 같이 전원장치는 고주파 인버터와 출력 필터 그리고 승압용 고전압 변압기와 전원 제어기로 구성되어 있다. 전원장치의 동작을 살펴보면, 인버터를 통해 주파수 가변이 가능한 정현파 교류전압이 만들어지고 이를 필터하여 정현파 교류 전압을 만든다. 이때, 인가하는 전압의 크기와 주파수는 인버터 제어기의 전압 그리고 주파수 조절기에 의해 이뤄지며 필터된 전압은 변압기를 통해 고전압 교류 전압으로 승압되고 처리 챔버의 전극에 인가된다. 고전계 처리 챔버는 선대 평판 구조의 전극을 가지며 평판 전극상에는 유전체를 두어서 교류 전압을 인가하면 장벽방전 효과가 일어나게 하였다. 챔버의 선간 간격은 10 mm로 두고 선 지름은 0.5 mm로 두었으며 방전 효과를 극대화하기 위해 선 전극은 보다 미세한 선으로 감겨 있는 구조를 취하였다. 그리고 인삼분말에 적용된 고전계 코로나 방전처리 조건은 AC 전압에 주파수 200 Hz, 코로나가 발생하는 전극 침과 시료간의 간격을 10 mm로 고정하였고 피크전압이 5, 10, 15, 20 kV인 정현파를 전극간에 인가하였다. 그리고 처리시간은 60 분, batch 식으로 처리하였다. 이때 인가전압과 입력기준으로

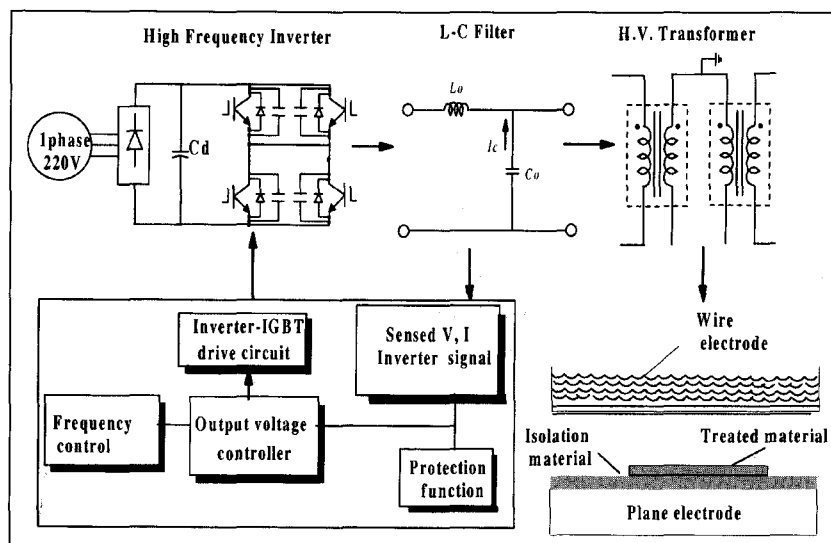


Fig. 1. Block diagram of corona discharge treatment system.

소비되는 전력의 에너지로 전환할 경우 5 kV의 경우 15 W, 10 kV의 경우 60 W, 15 kV의 경우 150 W, 20 kV의 경우 330 W이었다.

일반성분 분석

본 실험에 사용한 인삼분말의 일반성분 분석은 AOAC⁽¹⁴⁾법에 준하여 실시하였다. 조지방은 Soxhlet 추출법, 조단백질은 Buchi사(Switzerland)의 Model 430 Digestor로 분해하여 Model 325 N₂ distillation unit로 증류시킨 후 전질소량을 구한 다음 질소계수 6.25를 곱하여 구하였고, 조섬유는 1.25% H₂SO₄ 및 1.25% NaOH 분해법으로 정량하였으며, 회분은 550°C 회화법을 이용하여 분석하였다.

무기질 분석

본 실험에 사용한 인삼분말을 건식 회화 후 얻어진 회분에 염산을 가하고 water bath 상에서 가온 추출하여 무기질을 용출시킨 다음 물로써 일정량으로 정용시키고 여과한 액을 ICP(Inductively Coupled Plasma) AES(Atomic Emission Spectrometer)에 주입하여 무기성분을 분석⁽¹⁵⁾하였다.

유리당 함량 분석

고전계 코로나 방전 처리한 인삼분말의 유리당 함량은 시료 5 g에 10배량의 80% 메탄올을 가하여 75°C 수욕조에서 환류법으로 4회 반복 추출 여과한 다음 감압 농축하였다. 농축 잔유물을 물에 용해시킨 다음 분액여두에 넣고 에테르로 추출 분획하여 지방질 성분을 제거 시켰다. 이후 다시 그 수층을 수포화 n-부탄올로 추출 분획하여 사포닌 성분을 제거시킨 후 수층을 농축하고 10 mL의 물에 용해하여 HPLC (JASCO AS-950-10, Jasco, Japan)를 이용하여 Lichrosorb-NH₂ column(10 µm, 4 mm ID×250 nm, Merck Co. Germany)에 아세토니트릴/물(84:16, v/v)을 이동상으로 하여 굴절률 검출기(Refractive Index Detector, RI)로 검출 정량하였다⁽¹⁶⁾.

조사포닌 함량 분석

고전계 코로나 방전처리한 인삼분말의 조사포닌 함량 분석은 butanol 추출·증량법⁽¹⁷⁾에 의하여 실시하였다. 인삼 분말시료 2 g에 80% 메탄올 100 mL을 첨가하고 환류냉각 장치를 이용하여 80°C에서 2회 반복하여 추출한 후 추출물을 모아 감압 농축한 후 농축물을 20 mL 증류수에 녹여 250 mL 분액여두에 옮겨 에틸 에테르 20 mL을 이용하여 농축물을 세척한 후 물포화 부탄올 20 mL을 이용하여 3회 반복하여 추출하였다. 추출된 물포화 부탄올층을 함께 모아 분액여두에 옮기고 60 mL 증류수로 2회 세척 후 부탄올층을 칭량한 농축수기에 옮기고 감압 농축한 다음 정확히 칭량하여 수기 무게로부터 조사포닌 함량을 구하였다.

색깔 측정

색차계(Chromameter CR-300, Minolta Camera Co., Japan)를 이용하여 Hunter's value인 L*(Lightness), a*(redness/greenness), b*(yellowness/blueness) 값으로 나타내었다. 이때 사용한 표준 백색편의 L, a, b값은 각각 100, -0.01, 0.00이었다.

미생물 균수 측정

총 균수, 효모/곰팡이와 대장균균 수 측정은 건조배지(petrifilm) 3M사(St. Paul, MN, USA)로부터 구입하여 이용하였다. Ha⁽¹⁸⁾의 방법을 사용하여 총 세균수는 PetrifilmTM aerobic count(PCA, 3M) 배지로 37°C, 24시간 배양하여 측정하였고, 효모/곰팡이는 PetrifilmTM yeast and mold count (PYMC, 3M) 배지를 이용하여 21~25°C 암소에서 3~5일 후 배양 후 측정하였으며, 대장균균은 PetrifilmTM coliform count(PCC, 3M) 배지로 35°C, 24시간 배양하여 colony 주위에 기포가 형성되어 있는 red colony를 coliform 수로 측정하였다⁽¹⁸⁾.

미생물 균수는 log colony forming unit(CFU)/g으로 나타내었으며, SAS 통계처리 프로그램, version 8.01⁽¹⁹⁾에 있는 General Linear Models(GLM) procedure의 PDiff(P-value Differentiation) option에 의해 수행된 least square mean separation 방법에 의해 분석되었으며, 모든 통계처리의 유의성은 P<0.05 범위에서 실행되었다.

관능 평가

코로나방전 처리된 인삼분말의 관능검사를 위하여 인삼고유의 색깔, 향미, 맛 그리고 종합적 기호도에 대하여 훈련된 관능요원 25명을 선발하여 9점 평점법으로 실시하였다⁽²⁰⁾. 관능검사 결과는 분산분석법에 의하여 유의성을 검정하였으며 시료간 차이가 있을 경우는 least significant difference(LSD) 방법⁽²¹⁾에 의하여 다중 비교를 실시하였다.

결과 및 고찰

미생물 살균 효과

코로나방전 처리 인삼분말의 총 세균수, 효모/곰팡이수, 대장균균수 변화는 Table 1과 같다. 무처리 인삼분말중 초기 총 세균수는 6.14±0.04 CFU/g에서 5 kV/cm(15 W), 10 kV/cm(60 W), 15 kV/cm(150 W), 20 kV/cm(330 W)의 피크전압에 의한 코로나 방전처리시 각각 6.03±0.04, 5.83±0.04, 5.63±0.04, 4.59±0.04 log CFU/g로 P<0.05 수준에서 유의적으로 감소하였으며, 20 kV/cm 처리에 의해 약 1.5 log cycle 정도의 살균 효과를 보였다. 효모/곰팡이의 경우에는 초기 균수 4.65±0.06 log CFU/g에서 5 kV/cm의 피크전압에 의한 코로나 방전처리시 유의적인 감소를 보이지는 않았으나(4.49±0.06), 10, 15, 20 kV/cm의 피크전압에 의한 코로나 방전처리시 각각 3.86±0.06, 3.40±0.06, 2.73±0.06 log CFU/g로 P<0.05 수준에서 유의적으로 감소하였는데, 20 kV/cm 처리에 의해 약 2 log cycle 정도의 살균효과를 보였다. 대장균균의 경우에도 효모/곰팡이수와 유사한 결과를 보였는데, 초기 균수 2.43±0.05 log CFU/g에서 5 kV/cm 피크전압에 의한 코로나 방전처리시 유의적인 감소를 보이지는 않았으나(2.59±0.05), 10, 15, 20 kV/cm의 피크전압에 의한 코로나 방전처리시 각각 2.20±0.05, 1.73±0.05, 1.00±0.05 log CFU/g로 P<0.05 수준에서 유의적으로 감소하였고 20 kV/cm 처리에 의해 약 1.4 log cycle 정도의 살균효과를 보였다.

피크전압에 의한 미생물 사멸율을 살펴보면, 피크전압의

Table 1. Changes in viable microorganism counts of ginseng powders treated by corona discharge

Corona discharge treatments	log CFU/g \pm SE		
	Aerobic bacteria	Yeasts and molds	Coliforms
Control	6.14 \pm 0.04 ^a	4.65 \pm 0.06 ^a	2.43 \pm 0.05 ^a
5 kV/cm (15W)	6.03 \pm 0.04 ^b	4.49 \pm 0.06 ^a	2.59 \pm 0.05 ^a
10 kV/cm (60W)	5.83 \pm 0.04 ^c	3.86 \pm 0.06 ^b	2.20 \pm 0.05 ^b
15 kV/cm (150W)	5.63 \pm 0.04 ^d	3.40 \pm 0.06 ^c	1.73 \pm 0.05 ^c
20 kV/cm (330W)	4.59 \pm 0.04 ^e	2.73 \pm 0.06 ^d	1.00 \pm 0.05 ^d

^{a-e}Means in the same column with no common superscripts differ significantly at $p < 0.05$ level.
SE=Standard Error.

Table 2. Proximate analysis of ginseng powders treated by corona discharge

Corona discharge treatments	Proximate composition (% dry weight \pm SE)			
	Crude lipid	Crude protein	Crude fiber	Ash
Control	1.01 \pm 0.067	12.84 \pm 0.33	5.45 \pm 0.23	3.98 \pm 0.22
5 kV/cm (15W)	1.01 \pm 0.043	12.64 \pm 0.32	5.32 \pm 0.17	4.04 \pm 0.13
10 kV/cm (60W)	1.00 \pm 0.052	12.76 \pm 0.14	5.42 \pm 0.21	4.01 \pm 0.08
15 kV/cm (150W)	1.00 \pm 0.023	12.98 \pm 0.18	5.29 \pm 0.09	3.86 \pm 0.24
20 kV/cm (330W)	1.01 \pm 0.051	12.66 \pm 0.26	5.34 \pm 0.31	3.99 \pm 0.09

Means in the same column are not significantly different at $p < 0.05$ level.
SE=Standard Error.

Table 3. Mineral contents of ginseng powders treated by corona discharge

Corona discharge treatments	Mineral contents (mg% \pm SE)								
	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Cu	Zn
Control	2.09 \pm 0.02	0.30 \pm 0.02	1.24 \pm 0.02	0.33 \pm 0.03	0.13 \pm 0.01	39.64 \pm 0.09	86.3 \pm 1.5	7.63 \pm 0.18	19.42 \pm 0.46
5 kV/cm (15 W)	2.06 \pm 0.02	0.30 \pm 0.01	1.23 \pm 0.06	0.32 \pm 0.01	0.13 \pm 0.03	37.48 \pm 0.13	84.2 \pm 1.7	7.48 \pm 0.23	19.36 \pm 0.38
10 kV/cm (60 W)	2.02 \pm 0.01	0.30 \pm 0.01	1.20 \pm 0.04	0.33 \pm 0.04	0.12 \pm 0.01	38.25 \pm 0.08	85.9 \pm 0.8	7.56 \pm 0.28	18.98 \pm 0.56
15 kV/cm (150 W)	2.14 \pm 0.02	0.29 \pm 0.02	1.35 \pm 0.04	0.31 \pm 0.02	0.12 \pm 0.02	38.43 \pm 0.17	86.7 \pm 0.6	7.64 \pm 0.01	19.45 \pm 0.65
20 kV/cm (330 W)	2.12 \pm 0.01	0.30 \pm 0.01	1.23 \pm 0.01	0.31 \pm 0.02	0.13 \pm 0.02	38.71 \pm 0.14	85.8 \pm 0.5	7.72 \pm 0.04	19.36 \pm 0.42

Means in the same column are not significantly different at $p < 0.05$ level.
SE=Standard Error.

세기가 5 kV/cm 일 경우 미생물 사멸효과가 매우 약하다가 피크전압의 세기가 증가할수록 비례적으로 사멸효과가 높아지는 결과를 볼 수 있었는데, 이는 Jayaram 등⁽²²⁾의 피크전압의 세기에 따라서 코로나 방전처리시 미생물의 사멸에 비례적인 영향을 미쳤던 결과와 일치함을 확인할 수 있었다.

일반성분

코로나방전 처리 인삼분말의 일반성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 조지방의 경우 무처리 대조구(1.07 \pm 0.05%)의 값은 5, 10, 15, 20 kV/cm의 피크전압에 의한 코로나 방전처리 처리구의 값인 1.01 \pm 0.04, 1.00 \pm 0.05, 1.00 \pm 0.02, 1.01 \pm 0.05와 $P < 0.05$ 수준에서 유의적인 차이가 없는 것으로 조사되었다. 조단백질 또한 무처리 대조구(12.84 \pm 0.33%)와 5, 10, 15, 20 kV/cm의 피크전압에 의한 코로나 방전처리구의 값인 12.64 \pm 0.32, 12.76 \pm 0.14, 12.98 \pm 0.18, 12.66 \pm 0.26과 $P < 0.05$ 수준에서 유의적인 차이가 없었다. 조섬유도 무처리 대조구(5.45 \pm 0.23%)와 5, 10, 15, 20 kV/cm의 피크전압에 의한 코로나 방전처리 처리구의 값인 5.32 \pm 0.17, 5.42 \pm 0.21, 5.29 \pm 0.09, 5.34 \pm 0.31과 $P < 0.05$ 수준에서 유의적인 차이가

없었다. 또한 회분함량에서도 무처리 대조구(3.98 \pm 0.22%)와 5, 10, 15, 20 kV/cm의 피크전압에 의한 코로나 방전처리구의 값인 4.04 \pm 0.13, 4.01 \pm 0.08, 3.86 \pm 0.24, 3.99 \pm 0.09와 $P < 0.05$ 수준에서 유의적인 차이가 없었다. 전체적으로 20 kV/cm 이내의 피크전압으로 코로나방전 처리한 인삼분말의 경우, 무처리군과 일반성분 함량변화에 있어 유의적 차이가 관찰되지 않아 코로나방전 처리는 시료의 일반성분에 거의 영향을 미치지 않을 것으로 판단되었다. 이는 Lee 등⁽²³⁾의 전자선조사처리 연구결과와 일맥 상통하는데, 전자선조사 고추분말의 가용성 고형분, 총당 및 환원당의 함량면에서 무처리 시료와 유의적 차이가 없어 전자선조사가 고추분말의 영양성분에 거의 영향을 미치지 않는다고 보고한 결과와 유사하였다.

무기질

코로나방전 처리 인삼분말의 무기질 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 대조구 인삼분말은 N 2.09 \pm 0.02 mg%, P 0.30 \pm 0.02 mg%, K 1.24 \pm 0.02 mg%, Ca 0.33 \pm 0.03 mg%, Mg 0.13 \pm 0.01 mg%, Mn 38.64 \pm 0.09 mg%, Fe 86.3 \pm 1.15

Table 4. Free sugar contents of ginseng powders treated by corona discharge

Corona discharge treatments	Free sugar (% dry weight ± SE)			
	Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose
Control	0.36 ± 0.06	0.57 ± 0.06	5.82 ± 0.23	8.94 ± 0.24
5 kV/cm (15 W)	0.34 ± 0.05	0.54 ± 0.07	5.69 ± 0.18	8.67 ± 0.41
10 kV/cm (60 W)	0.35 ± 0.04	0.56 ± 0.05	5.78 ± 0.22	8.92 ± 0.17
15 kV/cm (150 W)	0.35 ± 0.02	0.57 ± 0.05	5.86 ± 0.13	8.87 ± 0.16
20 kV/cm (330 W)	0.33 ± 0.03	0.58 ± 0.04	5.84 ± 0.09	8.81 ± 0.25

Means in the same column are not significantly different at p<0.05 level.
SE=Standard Error.

Table 5. Crude saponin contents of ginseng powders treated by corona discharge

Corona discharge treatments	Crude saponin (% dry weight ± SE)
Control	5.43 ± 0.23
5 kV/cm (15 W)	5.32 ± 0.29
10 kV/cm (60 W)	5.41 ± 0.17
15 kV/cm (150 W)	5.43 ± 0.13
20 kV/cm (330 W)	5.40 ± 0.21

Means in the same column are not significantly different at p<0.05 level.
SE=Standard Error.

mg%, Cu 7.63 ± 0.18 mg%, Zn 19.42 ± 0.46 mg%의 함량을 나타냈으며 피크전압 20 kV/cm로 코로나 방전처리한 인삼분말은 N 2.12 ± 0.01 mg%, P 0.30 ± 0.01 mg%, K 1.23 ± 0.01 mg%, Ca 0.31 ± 0.02 mg%, Mg 0.13 ± 0.02 mg%, Mn 38.71 ± 0.14 mg%, Fe 85.8 ± 0.05 mg%, Cu 7.72 ± 0.04 mg%, Zn 19.36 ± 0.42 mg%를 보여 P<0.05 수준에서 무처리 대조구와 유의적 차이가 관찰되지 않았다. 전체적으로 20 kV/cm 이내의 피크 전압으로 코로나방전 처리한 인삼분말의 경우, 무처리군과 무기질 함량변화의 유의적 차이가 관찰되지 않아 피크전압 20 kV/cm 이내의 코로나방전 처리는 건조 인삼분말의 무기질 함량에 영향을 미치지 않음이 밝혀졌다.

유리당 함량

코로나방전 처리 인삼분말의 유리당 함량을 분석한 결과는 Table 4와 같다. Fructose의 경우 무처리 대조구(0.36 ± 0.06%)의 값은 5, 10, 15, 20 kV/cm의 피크전압에 의한 코로나 방전 처리구의 값인 0.34 ± 0.05, 0.35 ± 0.04, 0.35 ± 0.02, 0.33 ± 0.03와 P<0.05 수준에서 유의적인 차이가 없는 것으로 조사되었다. Glucose 또한 무처리 대조구(0.57 ± 0.06)와 5, 10, 15, 20 kV/cm의 피크전압에 의한 코로나 방전처리구의 값인 0.54 ± 0.07, 0.56 ± 0.05, 0.57 ± 0.05, 0.58 ± 0.04와 P<0.05 수준에서 유의적인 차이가 없었다. Sucrose도 무처리 대조구(5.82 ± 0.23%)와 5, 10, 15, 20 kV/cm의 피크전압에 의한 코로나 방전 처리구의 값인 5.69 ± 0.18, 5.78 ± 0.22, 5.86 ± 0.13, 5.84 ± 0.09와 P<0.05 수준에서 유의적인 차이가 없었다. 또한 Maltose 함량에서도 무처리 대조구(8.94 ± 0.24%)와 5, 10, 15, 20 kV/cm의 피크전압에 의한 코로나 방전처리구의 값인 8.67 ± 0.41, 8.92 ± 0.17, 8.87 ± 0.16, 8.81 ± 0.25와 P<0.05 수준에

서 유의적인 차이가 없었다. 전체적으로 피크전압 20 kV/cm 이내의 코로나방전 처리는 건조 인삼분말의 유리당 함량에 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다.

조사포닌

코로나방전 처리 인삼분말의 조사포닌 함량을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 피크전압에 따른 코로나 방전처리 인삼분말의 조사포닌 함량을 분석한 결과, 코로나방전 처리하지 않은 무처리 대조구(5.43 ± 0.23%)의 값은 5, 10, 15, 20 kV/cm의 피크전압에 의한 코로나 방전 처리구의 값인 5.32 ± 0.29, 5.41 ± 0.17, 5.43 ± 0.13, 5.40 ± 0.21과 P<0.05 수준에서 유의적인 차이가 없는 것으로 조사되었다. Sung 등⁽²⁴⁾의 연구에서도 10 kGy 정도의 감마선 조사에 의해 사포닌 함량은 영향을 없다고 보고되었다. 그러나, Kwak⁽²⁵⁾ 등에 따르면 오존을 이용한 백삼 분말의 살균시 사포닌의 성분 중 diol계 사포닌인 ginsenoside-Re, -Rd, -Rc, -Rb₂ 및 -Rb₁ 함량이 크게 감소한 것으로 보고하였고, 또한 Lee 등⁽²³⁾은 전자선 조사시 고추분말의 주요 성분인 capsaicin 함량에 있어서 전자선조사의 선량에 따라 감소하는 경향을 보고하였으나, 본 연구에서의 코로나방전 처리의 경우, 인삼분말의 조사포닌 함량에 영향을 주지는 않았다. 물론 사포닌의 세부 구성물질 비교가 이루어지지 않았으나, 인삼분말의 총 유효성분인 조사포닌 함량에 영향을 주지 않은 것으로 보아 본 방법이 기존의 살균법을 대체할 수 있는 효율적인 방법이 될 수 있다는 가능성을 확인하였다.

색깔

코로나방전 처리 인삼분말의 색깔변화를 측정된 결과는 Table 6과 같다. 피크전압에 따른 코로나 방전처리 인삼분말의 색깔변화를 분석한 결과, 코로나방전 처리하지 않은 무처리 대조구(73.6 ± 0.19)의 명도(L) 값은 5, 10, 15, 20 kV/cm의 피크전압에 의한 코로나 방전처리구의 값인 73.2 ± 0.05, 73.4 ± 0.06, 73.1 ± 0.14, 73.1 ± 0.17과 P<0.05 수준에서 유의적인 차이가 없는 것으로 조사되었다. a값도 무처리 대조구(0.37 ± 0.07)와 5, 10, 15, 20 kV/cm의 피크전압에 의한 코로나 방전 처리구의 값인 0.37 ± 0.05, 0.41 ± 0.05, 0.44 ± 0.10, 0.42 ± 0.06과 P<0.05 수준에서 유의적인 차이가 없었으나 약간씩은 적색도가 증가하는 경향을 보였다. 또한 b 값에서도 무처리 대조구(17.6 ± 0.10)와 5, 10, 15, 20 kV/cm의 피크전압에 의한 코로나 방전 처리구의 값인 17.8 ± 0.08, 17.5 ± 0.07, 17.4 ± 0.14, 17.4 ± 0.11과 P<0.05 수준에서 유의적인 차이가 없었다.

Table 6. Changes in color of ginseng powders treated by corona discharge

Corona discharge treatments	Color (Hunter's value \pm SE)			
	L ¹⁾	a ²⁾	b ³⁾	ΔE ⁴⁾
Control	73.6 \pm 0.19 ^a	0.37 \pm 0.07 ^a	17.6 \pm 0.10 ^a	0.76 \pm 0.13 ^a
5 kV/cm (15 W)	73.2 \pm 0.05 ^a	0.37 \pm 0.05 ^a	17.8 \pm 0.08 ^a	1.09 \pm 0.06 ^b
10 kV/cm (60 W)	73.4 \pm 0.06 ^a	0.41 \pm 0.05 ^a	17.5 \pm 0.07 ^a	0.98 \pm 0.05 ^b
15 kV/cm (150 W)	73.1 \pm 0.14 ^a	0.44 \pm 0.10 ^a	17.4 \pm 0.14 ^a	1.10 \pm 0.01 ^b
20 kV/cm (330 W)	73.1 \pm 0.17 ^a	0.42 \pm 0.06 ^a	17.4 \pm 0.11 ^a	1.21 \pm 0.02 ^c

¹⁾L: Lightness, ²⁾a: redness/greenness, ³⁾b: yellowness/blueness, ⁴⁾ ΔE *: color difference

^{a-c}Means in the same column with no common superscripts differ significantly at $p < 0.05$ level.

SE=Standard Error.

Table 7. Sensory evaluation of ginseng powders treated by corona discharge

Corona discharge treatments	Sensory evaluation data			
	Color	Flavour	Taste	Overall acceptability
Control	7.4 \pm 1.2	8.2 \pm 0.8	7.6 \pm 1.6	7.7 \pm 0.9
5 kV/cm (15 W)	7.4 \pm 1.3	8.2 \pm 1.3	7.6 \pm 0.9	7.5 \pm 1.2
10 kV/cm (60 W)	7.3 \pm 1.7	8.1 \pm 1.4	7.5 \pm 0.6	7.7 \pm 0.7
15 kV/cm (150 W)	7.3 \pm 1.1	8.2 \pm 0.9	7.5 \pm 1.8	7.6 \pm 1.1
20 kV/cm (330 W)	7.2 \pm 1.1	8.0 \pm 1.0	7.4 \pm 1.2	7.5 \pm 0.9

^aMeans in the same column are not significantly different at $p < 0.05$ level.

SE=Standard Error.

. 모든 처리구에서 색차(ΔE)의 유의적 차이가 관찰되었지만 0.5 이내의 차이므로 “색차가 거의 없는 것”으로 판단된다. 일반적으로 ΔE^* 값이 0~0.5이면, 색차가 거의 없으며, 0.5~1.5는 근소한 차이, 1.5~3.0은 감지할 수 있을 정도의 차이, 3.0~6.0은 현저한 차이, 12 이상이면 다른 계통의 색으로 결정하는 것으로 알려져 있다⁽²⁶⁾. Lee 등⁽²³⁾이 보고한 방사선조사 처리된 고추분말과 생강분말의 경우 대조구 시료와 비교하여 인지(noticeable)할 수 색깔의 차이를 나타내어 건조식품의 전자선 처리시 식품의 일부 색상과 냄새에 변화가 일어나는 현상⁽²⁷⁻³⁰⁾이 나타났다고 보고한 바 있지만, 고전계 코로나방전 처리의 경우 인삼분말의 색깔에 영향을 주지 않는 것으로 확인되어 전자선처리에 비해 색깔 변화 면에서 우수한 것으로 판단되었다.

관능 평가

코로나방전 처리 인삼분말의 색깔, 향기 및 맛에 대한 강도 테스트를 평점법으로 실시한 관능검사와 종합적 기호도 조사 결과는 Table 7과 같다. 색깔특성의 강도는 코로나방전 처리하지 않은 무처리 대조구(7.4 \pm 1.2)와 20 kV/cm 피크전압에 의한 코로나 방전 처리구(7.2 \pm 1.1)가 $P < 0.05$ 수준에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 향기와 맛에서도 역시 코로나 방전 처리하지 않은 무처리 대조구(8.2 \pm 0.08, 7.6 \pm 1.6)와 20 kV/cm의 피크전압에 의한 코로나 방전 처리구(8.0 \pm 1.0, 7.4 \pm 1.2)가 $P < 0.05$ 수준에서 유의적인 차이를 보이지 않았다. 종합적 기호도 역시 무처리 대조구(7.7 \pm 0.9)와 5, 10, 15, 20 kV/cm의 피크전압에 의한 코로나 방전 처리구의 값인 7.5 \pm 1.2, 7.7 \pm 0.7, 7.6 \pm 1.1, 7.5 \pm 0.9과 $P < 0.05$ 수준에서 유의적인 차이가 없는 것으로 조사되었다.

일반적으로 건조식품의 살균처리는 식품의 고유한 색깔을

변화시킬 수 있으나 본 실험에서 나타난 바와 같이 피크전압 20 kV/cm 이하에서의 코로나 방전 처리는 인삼분말의 색깔에 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다.

요 약

인삼 분말의 저장성을 증진시키기 위한 새로운 살균법으로서 고전압 상태에서 발생하는 코로나방전 처리법의 활용 가능성을 평가하기 위하여 미생물살균효과, 이화학적 특성변화, 관능 특성을 비교·분석하였다. 코로나방전 처리한 인삼 분말의 미생물 사멸효과를 살펴본 결과, 일반세균, 효모/곰팡이, 대장균군 모두 피크전압이 5 kV/cm 일 경우 미생물 사멸이 매우 미미하다가 피크 전압이 점차 증가할수록 비례적으로 사멸효과가 높아지는 결과를 볼 수 있었고, 피크전압 20 kV/cm의 코로나 방전 처리구에서 총 세균과 coliform은 약 95%, 효모/곰팡이는 약 99% 정도의 미생물 사멸효과를 나타내었다. 반면 코로나방전 처리한 인삼분말의 일반성분, 무기질, 유리당, 조사포닌, 색깔(Hunter's value) 모두 $P < 0.05$ 수준에서 유의적 차이를 보이지 않았다. 관능검사 역시 색깔특성, 향, 맛, 종합적 기호도 모든 측면에서 $P < 0.05$ 수준에서 유의적 차이를 보이지 않았다. 결론적으로, 코로나방전 처리는 인삼분말에서의 미생물 살균효과가 강하고, 영양소 파괴가 없으며, 관능적으로 무처리 인삼분말과 차이가 없는 것으로 밝혀져 기존의 방사선조사 처리 등 살균법을 대체할 수 있는 새로운 살균법으로서 활용 가능성이 높다고 판단된다.

문 헌

1. Korean Food & Drug Administration. Korean Code of Food Reg-

- ulations, pp. 126-127. Ministry of Health and Welfare, Seoul, Korea (2002)
2. Korean Food & Drug Administration. Korean Code of Food Regulations, pp. 410-411. Ministry of Health and Welfare, Seoul, Korea (2002)
 3. Vajdi, M. and Pereire, R.R. Comparative effects of ethylene oxide, γ -irradiation and microwave treatments on selected spices. *J. Food Sci.* 38: 893-897 (1973)
 4. Kwon, J.H., Byun, M.W. and Cho, H.O. Quality evaluation of ground garlic and onions treated with chemical fumigants and ionizing radiation. *Korean, J. Food Sci. Technol.* 19: 107-112 (1987)
 5. Kwon, J.H., Byun, M.W. and Cho, H.O. Effect of gamma irradiation on the sterilization of red pepper powder. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 26: 188-192 (1984)
 6. Kwon, J.H. Advances in food irradiation and its potential roles in Korea. *J. Food Hyg. Safety* 17: 311-318 (1985)
 7. Kwon, J.H., Kim, S.W., Byun, M.W., Cho, H.O. and Lee, G.D. Determination of ethylene oxide residue and its secondary products in powdered food. *J. Food Hyg. Safety* 9: 43-48 (1994)
 8. Kwon, J.H., Byun, M.W., Lee, S.J. and Chung, H.W. Biological quality and storage characteristics of gamma-irradiated white ginseng. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 40-46 (1999)
 9. Kwon, J.H., Byun, M.W. and Cho, H.O. Development of food irradiation technology and consumer attitude toward irradiation food in Korea. *J. Korean Radi. Protect.* 41: 654-662 (1992)
 10. Sung, H.S., Park, M.H. and Lee, K.S. The effective sterilization of white ginseng powder. *Korean J. Ginseng Sci.* 6: 143-148 (1982)
 11. Wesley, F., Rourke, V. and Darbishire, O. The formation of persistent toxic chlorohydrines in foodstuffs by fumigation with ethylene oxide and with propylene oxide. *J. Food Sci.* 30: 1037-1042 (1965)
 12. Kim, K.H., Kong, H.J., Lee, S.S. and Oh, C.H. Output power characteristics of multiple wire corona discharge transversely excited atmospheric pressure CO₂ laser. *New Phys.* 31: 550-554 (1991)
 13. Kim, C.Y. and Sung, K.J. Effect of corona treatment of polymers on bonds to aluminum. *J. Korean Chem. Soc.* 20: 417-423 (1976)
 14. AOAC. Official Method of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA (1990)
 15. Hwang, J.B., Yang, M.O. and Koo, M.S. Extraction of minerals and elimination effect of heavy metals in water by Nohwado Quartz Porphyry (I). *Analytical Sci. Technol.* 9: 210-219 (1996)
 16. Choi, K.J. Studies on the antioxidant components of the lipid of red and white ginseng. Ph. D. Dissertation, Korea Univ., Seoul, Korea (1983)
 17. Namba, T.M., Yashijake T., Tominori, K., Kobashi, K., Mitsui, K. and Hase, J. Chemical and biological evaluation of ginseng and related crude drugs. *Yakugaku Zasshi* 94: 252-260 (1974)
 18. Ha, S.D. Evaluation of dryfilm method for isolation of microorganisms from foods. *Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 24: 178-184 (1996)
 19. SAS. SAS User's Guide, SAS Institute Inc., Cary NC 27513, USA (2002)
 20. Lee, Y.C. and Kim, K.O. Sensory Evaluation of Food, pp. 185-188. Hak Yeon Publishing Co., Seoul, Korea (1989)
 21. O'nahony, M.O. Sensory Evaluation of Food (Statistical methods and procedures), pp. 153-160. Marcel Dekker Inc., New York, NY, USA (1985)
 22. Jayaram, S., Castle, G.S.P. and Margaritis, A. Kinetics of sterilization of *Lactobacillus brevis* cells by the application of voltage pulses. *Biotechnol. Bioeng.* 40: 1412(1992)
 23. Lee, J.E., Kwon, O.J. and Kwon J.H. Effects of electron beam irradiation on microbiological and organoleptic qualities of powdered red pepper and ginger. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 380-386 (2000)
 24. Sung, H.S., Park, M.H., Lee, K.S., and Cho, H.O. Studies on the preservation of Korean ginseng powder. *Korean. J. Food Sci. Technol.* 14: 136-140(1982)
 25. Kwak, Y.S., No, K.B., Chang, J.K. and Choi, K.J. Effect of Ozone treatment on growth of microorganisms contaminated ginseng powders. *J. Food Hyg. Safety* 10: 45-51 (1995)
 26. Kang, K.H., Noh, B.S., Seo, J.H. and Huh, W.D. Food Analysis, pp. 390-392. Sungkyunkwan Univ. Publishing Co., Seoul, Korea (1998)
 27. Kwon, J.H., Belanger, J.M. and Pare, J.R. Effects of ionizing energy treatment on the quality of ginseng products. *Radiat. Phys. Chem.* 34: 963-967 (1989)
 28. Kwon, J.H., Byun, M.W. and Lee, S.J. Color Characteristics of white ginseng powder as influenced by different conditions of sterilization and storage. *Korean J. Ginseng Sci.* 18: 128-133 (1994)
 29. Byun, M.W., Kang, I.J., Kwon, J.H., Lee, S.J. and Kim, S.K. The improvement of corn starch isolation process by gamma irradiation. *Korean J. Food Sci.* 27: 30-35 (1995)
 30. Josephson, E.S and Peterson, M.S. Preservation of Food by Ionizing Radiation. CRC Press Inc., Boca Raton, FL, USA (1983)

(2003년 5월 19일 접수; 2003년 11월 18일 채택)