J. Fd Hyg. Safety 16(3), 221-226 (2001)

여러 가지 살균방법이 인삼분말에 오염된 미생물의 성장에 미치는 영향

곽이성† · 장진규
한국인삼연초연구원

Effect of Various Sterilization Methods on Growth of Microorganism Contaminated in Ginseng Powder

Yi-Seong Kwak† and Jin-Kyu Chang
Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, 302 Sinseong dong, Youseong-Ku, Taejeon 305-345, Korea

ABSTRACT – Various sterilization methods were applied to the powder of ginseng for the improving hygienic quality. Ultra-violet (UV) and Infrared ray (IR) treatments could not inhibit highly growth of bacteria in ginseng powder. However, high hydrostatic pressure treatment showed high inhibition rate against bacterial growth in ginseng powder. Changes of viable cell count by the pressure showed positive relationship between growth inhibition rates and the pressures applied. When powder was treated with 2,000 kg/cm^2 for 10 min at 25°C, initial viable cell count of the powder, 2.0×10^4 CFU/g, was decreased to 1.0×10^4 CFU/g. When it treated with 3,000, 4,000 and 5,000 kg/cm2 of pressures under the same condition, viable cell counts were 8.0×10^3, 7.0×10^3 and 1.8×10^3 CFU/g, respectively. Ginseng saponins of the powders were all detected when analyzed by TLC chromatography after treatment with the pressures. Therefore, it was considered that saponin of ginseng powder was stable under the condition of 5,000 kg/cm^2 of pressure, even though the treatment induced coagulation of the powder.

Key words □ Various seterilzation treatment, high hydrostatic pressure, ginseng powder, saponin

인삼분말은 1991년까지 ethylene oxide (E.O. gas)로 살균하여 왔으나 그 유해성 문제로 사용이 금지된 바 있다[1]. 그러나 인삼분말은 고온 다습한 여름에는 미생물이 급격히 증가하여 분말의 성상 및 성분을 변화시키므로 새로운 인삼분말 살균방법의 개발이 절실한 실정이다. 현행 인삼분말의 미생물 기준[1]은 일반세균은 5.0×10^4/g 이하이어야 하고, 대장균군은 음성이어야 하는데 만약 대장균군이 인삼분말에 오염되어 양성으로 판정되면 고가임에도 불구하고 전량 폐기되어야 한다. 곽 등[4-6]은 오염된 인삼분말에 오존 및 알콜을 처리하였을 때 미생물의 살균효과가 있다고 하였으나, 오존의 경우는 미생물과 함께 인삼의 지표성분인 사포닌이 함께 파괴되고, 알콜살균의 경우도 인삼분말에 오염된 대장균의 살균에는 유효하지만 일반 세균의 성장에는 큰 영향을 미치지 못하고 인삼분말의 조직성상이 굳어져 덩어리가 생성되므로 나중에 재분쇄하여야 하는 문제점이 있다고 보고하였다.

현재 식품에 이용되고 있는 여러 살균방법 중 자외선살균은 260 nm 부근의 파장이 미생물의 DNA에 흡수되어 유전자기능을 파괴시켜 살균하는 방법으로 사용되는 분야는 포장재료, 식품 등의 표면살균과 수질살균, 투명한 액상 식품 살균 및 공기살균 등에 광범위하게 이용되고 있다. UV 살균은 침투력이 약해 고형제에는 사용할 수 없는 단점이 있으나 품질에 대한 영향은 거의 없는 편이다[7]. 적외선 (Infrared ray)은 가시광선 영역보다 파장이 길고 열효과가 큰 전자파의 일종으로 760~1000,000 nm의 파장을 가진다. 적외선은 열선으로 식품성분의 가열, 식품의 건조 등에 주로 이용되지만[8] 병원성 미생물인 *Staphylococcus aureus, Candida albicans* 등의 살균에 이용했다는 보고도 있다[9]. 마이크로파 살균은 마이크로웨이브의 가공열을 이용한 것으로 내부가열과 신속한 온도상승에 의해 미생물을 살균하는 방식이다. 마이크로파 가열은 마이크로파 (전자에너지)가 식품내부에 침투, 흡수되어 열로 변환되어 내부가열 시킨다. 마이크로파란 파장 1 cm~1 m, 주파수 300 MHz~30 GHz에 걸쳐 있는 극히 파장이 짧은 전자파의 일종이다. 우리나라에서도 일반 가정에 전자렌지 (2450 MHz)가 많이 보급되어 있고 공업용으로도 최근 20년동안 식품, 화학, 목재 등의 공업분야에서 실용화가 진행되고 있다. 특히 식품공업에서는 살균, 해동, 조리, 팽화 등에 이용되고 있다[10]. 한편 초고압살균은 비교적 저온처리로 열변성 및 반응성 물질변화를 방지하여 신선도를 유지시킬수 있는 방법으로 알려져 있다. 식품의 미생물제어에 이러한 고압을 이용하는 방법은 커다란 가능성

†Author to whom correspondence should be addressed.

을 보이고 있다. 100 MPa (1,023 kg/cm^2) 이상의 고압을 이용하면 단순히 열을 사용할 때 문제가 되는 영양분의 손실, 이취발생, 이상물질의 생성, 에너지 대량소비 등의 단점이 극복될 수 있으며 풍미를 가진 식품의 살균이 가능하게 된다[11-13]. 미생물은 수십 MPa 정도의 압력에서 형태변화, 세포내 미세구조의 변화, 운동, 분열, 증식의 변화를 수반하며 아울러 단백질합성, ATPase 활성 등의 대사활성이 영향을 받는다. 100 MPa 정도의 압력에서는 미생물은 더 이상 성장하지 못하는 정균상태가 되며 이러한 생화학적 변화는 가역적이지만 100 MPa 이상이 되면 이러한 생화학적 대사변화는 비가역적이 되어 결국 미생물은 사멸한다고 알려져 있다[14,15]. 이러한 초고압살균법의 살균원리는 초고압으로 미생물의 세포막이나 세포벽의 구조에 영향을 미쳐서 세포막을 파괴시킴으로써 균체로부터 각종 이온이나 아미노산, 핵산 등을 누출시키고[16], 단백질 등을 변형시켜 살균하는 방법으로 요약할 수 있겠다. 최근에 이용되고 있는 분야는 가압에의한 단백질의 응고, 잼, 요구르트, 우유, 쥬스, 술 등 액상식품의 보존[9], 미생물의 살균[14] 등 이다. 본 연구는 인삼분말의 최적 살균방법을 모색하기위한 연구의 일환으로 식품에 이용되고 있는 여러 가지 살균방법인 자외선살균, 적외선살균, 마이크로웨이브살균, 초고압살균 등을 인삼분말에 적용하여 인삼분말에 오염된 미생물의 성장에 미치는 효과를 조사하였다.

실험재료 및 방법

인삼분말

실험에 사용한 인삼분말은 살균하지 않은 4 년근 백삼을 대전시내 한약방에서 구입, 조분쇄 (100mesh)하여 세균수를 조사한 후 오염된 (1.0×10^4 CFU/g 이상) 시료를 본 실험에 사용하였다. Saponin 정성분석에 사용된 시약류로서 TLC platesms precoated silica gel 60F254 plate (Merck Co., Art 5554 aluminum sheet, layer thickness 0.25 mm)을 사용하였고 발색시약인 sulfuric acid는 특급시약을, 전개용매류는 일급시약을 사용하였다. 인삼사포닌인 ginsenoside 성분은 한국인삼연초연구원(대전)에서 분리한 표준품을 TLC 확인용 표준품으로 사용하였다.

미생물 생균수 측정

인삼분말의 생균수는 곽등[4,6]의 방법에 따라 nutrient agar 배지를 사용하여 pour plate 방법[17]을 사용하여 측정하였다.

자외선살균

시료분말을 유리판 (10×20 cm)에 약 2 mm의 두께로 깐 후 UV 램프 15 W짜리 3 개를 5 cm 거리에서 1, 4, 15, 60 분간 조사하고 미생물수를 측정하였다.

적외선살균

적외선살균은 수분측정용으로 이용되는 적외선수분측정기 (Infrared moisture determination balance FD-620, Kett, Japan)을 이용하였으며 처리온도 90~130°C에서 10~30 분간 처리한 후 인삼분말의 미생물수를 측정하였다.

마이크로웨이브 살균

마이크로웨이브 살균은 일반가정용 전자렌지 (MR 347-SF, 금성사, 한국)을 사용하여 2450 MHz, 600 W의 조건하에서 0~5분 처리한 후 미생물수를 측정하였다.

초고압살균

인삼분말 약 50 g을 멸균된 polyethylene-aluminum foil (PE-Al foil, Kobe Co., Japan)에 넣고 탈기후 즉시 밀봉한 후 처리하였다. 초고압살균은 초고압살균장치 (Model 134, Kobe Steel Co. Japan)를 사용하여 처리온도는 25°C 및 40 °C, 처리시간은 0~40 분, 압력은 2,000~5,000 kg/cm^2 (196 ~489 MPa)의 조건하에서 살균한 후 미생물수를 측정하였다.

보관온도에 따른 생균수변화

분말을 여러 온도 (-70, -20, 4, 25°C)에서 7일동안 보관하면서 온도에 따른 미생물 생균수를 조사하였다.

인삼분말에서 사포닌 검출

일정한 압력으로 처리한 시료 일정량을 등근 플라스크에 넣고 10배량의 80% MeOH을 가하여 환류냉각관이 부착된 75~80°C의 water bath에서 3 시간씩 3 회 반복하여 추출하였다. 상기추출액은 곽 등[4,6]의 방법에 따라 수포화 n-BuOH 추출법으로 추출분획한 후 농축된 조사포닌을 5% MeOH 용액 (v/w)이 되도록 용해시켜 시료액으로 하였다. Saponin 성분의 확인은 silica gel TLC 판에 약 5 μl씩 점적하여 chloro-form/methanol/water (65:35:10, lower phase)로 전개한 후 30% 황산시약을 분무하여 110°C에서 5 분간 발색시켜 확인하였다.

통계처리

모든 실험결과는 mean ± S.D.로 표기하였으며 대조군과 살균처리된 처리군과의 비교는 grouped student's t-test를 사용하여 통계분석하였다.

결과 및 고찰

자외선살균

인삼분말에 자외선을 조사한 결과 (Table 1) 생균수는 2.9

$\times 10^4$ CFU/g에서 60분 처리시에도 2.3×10^4 CFU/g으로 생균수의 큰 변화는 관찰되지 않아서 살균효과는 인정되지 않는 것으로 생각된다. 芝崎7)는 자외선의 미생물살균 작용기전에 대하여 자외선은 미생물의 핵산에 우선적으로 강하게 흡수되서 미생물 세포내의 DNA 이중구조을 변화시킴으로써, 즉 thymine dimer을 생성함으로써 사멸에 이르게 한다고 하였다. 그러나 UV 살균은 공기중의 미생물의 살균이나 고체표면 살균 등에는 유효하나 고체나 분말의 살균에 응용된 예는 없는데 본 실험의 경우에도 인삼분말 속에 오염된 미생물의 살균에는 큰 효과가 없는 것으로 생각된다. UV에 의한 살균력을 높이기 위해서는 추후 출력이 높은 자외선 램프를 이용한 비산식 UV 조사 살균장치를 이용하는 것도 하나의 방법으로 생각된다.

적외선살균

시료에 90~130°C의 온도범위에서 10~30 분간 적외선을 처리하여 미생물수를 조사한 결과 (Table 2), 인삼분말 무처리군의 생균수는 8.0×10^4 CFU/g에서 90°C, 10분 처리시 7.7×10^4 CFU/g, 20 분 처리시 7.1×10^4 CFU/g, 30분 처리시 6.9×10^4 CFU/g으로 점차 감소하였다. 적외선 처리 온도를 증가하였을 경우에도 110°C에서 30분 처리시 생균수는 5.0×10^4 CFU/g, 130°C, 30분 처리시는 1.3×10^4 CFU/g로 처리온도가 증가함에 따라 감소하였다. 즉, 생균수는 적외선 처리온도가 높을수록 처리시간이 길수록 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 처리온도 및 시간에 따른 생균수의 감소폭은 작았으며 적외선을 처리한 분말은 수분손실로 인한 응고 및 탄화현상이 발생하는 것으로 나타났다. 적외선 살균효과는 内山 등[18]에 의하면 병원성세균 *Staphylococcus aureus*, 효모 *Candida albicans, Saccharomyces cerevisiae, Rhodotorula rebre*, 곰팡이 *Aspergillus niger, Penicillium citrinum* 등은 6 Kw에서 10분 적외선을 조사하면 사멸한다고 보고하였으나 본 실험의 결과에서 나타난 바와 같이 인삼분말에 오염된 일반세균류의 살균에는 순수 배양한 병원성 세균 및 곰팡이류와 같이 큰 살균효과는 나타내지 않은 것으로 생각된다.

Table 1. Effect of UV treatment[1] on bacterial growth in gindeng powders

Time (min)	Viable cell counts[2] (CFU/g)
0	$2.9 \pm 0.3 \times 10^4$
1	$2.8 \pm 0.3 \times 10^4$
4	$2.6 \pm 0.5 \times 10^4$
15	$2.4 \pm 0.4 \times 10^4$
60	$2.3 \pm 0.1 \times 10^{4*}$

[1]UV lamp 15 W × 3, distance 5 cm.
[2]The values were expressed as mean ± S.D. by three experiments.
*means significant at $p < 0.05$ when compared with no-treated powder.

Table 2. Effect of infrared ray on bacterial growth in ginseng powders

Temp. (°C)	Time (min)	Viable cell count[1] (CFU/g)
0	0	$8.0 \pm 0.3 \times 10^4$
90	10	$7.7 \pm 0.4 \times 10^4$
	20	$7.1 \pm 0.7 \times 10^4$
	30	$6.9 \pm 0.6 \times 10^4$
110	10	$7.9 \pm 1.2 \times 10^4$
	20	$5.8 \pm 0.4 \times 10^{4**}$
	30	$5.0 \pm 0.4 \times 10^{4**}$
130	10	$3.4 \pm 0.4 \times 10^{4**}$
	20	$1.8 \pm 0.3 \times 10^{4**}$
	30	$1.3 \pm 0.3 \times 10^{4**}$

[1]The values were expressed as mean ± S.D. by three experiments.
**mean significant at $p < 0.01$ when compared with no-treated powder.

마이크로파살균

분말에 마이크로파 (2450MHz, 600W)를 처리하여 살균을 행한 결과 (Table 3), 5 분처리시 미생물 생균수는 5.7×10^4에서 1.5×10^4 CFU/g으로 감소하였다. 마이크로파살균은 이미 실시한 UV 살균 및 적외선 살균보다도 짧은 시간에 인삼분말에 오염된 미생물수를 감소시키는 것으로 생각된다. 일본의 경우 장유에 마이크로파를 처리할 경우 1.4×10^3 CFU/g의 곰팡이류 (곰팡이, 효모)의 수가 10 CFU/g으로 크게 감소했다는 보고[10]가 있다. 그러나 아직까지 인삼분말 등 분말류에 마이크로파를 처리하여 살균에 이용된 결과는 거의 없는 실정이다. 본 실험의 경우 마이크로파 살균처리는 분말에 오염된 미생물수가 10^3 CFU/g 수준이하로 낮은 경우 단시간에 마이크로파를 처리하면 미생물수를 감소시켜 효과적일 것으로 생각된다.

Table 3. Effect of microwave treatment[1] on bacterial growth in ginseng powders

Time (min)	Viable cell counts[2] (CFU/g)
0	$5.7 \pm 0.3 \times 10^4$
1	$5.1 \pm 0.4 \times 10^4$
2	$2.6 \pm 0.4 \times 10^{4**}$
5	$1.5 \pm 0.3 \times 10^{4**}$

[1]Microwave 2450 MHz, 600W.
[2]The values were expressed as mean ± S.D. by three experiments.
**mean significant at $p < 0.01$ when compared with no-treated powder.

초고압살균

인삼분말을 2,000~5,000 kg/cm^{2}의 고압하에서 처리한 결과 (Table 4) 세균의 생균수는 무처리군의 경우 2.0×10^4 CFU/g에서 3,000~5,000 kg/cm^{2}으로 처리한 대부분의 시료에서 10^3 CFU/g 수준으로 감소하는 경향을 나타내었다. 2,000 kg/cm^2 압력으로 25°C에서 10, 20, 30 분 처리시 생균수는 각각 1.0×10^4, 8.4×10^3, 6.1×10^3 CFU/g으로 감소하였다. 또한 같은 2,000 kg/cm^{2}의 압력에서 처리온도를 40°C로 20분간 처리하면 생균수는 7.0×10^3 CFU/g으로 같은 압력 및 시간이라도 처리온도가 높을수록 감소경향은 더 큰 것을 알 수 있었다. 가압력과 처리온도의 관계에 대해서 Marquis[19]는 대장균(*E. coli*)을 사멸하는데 100 MPa (1,023 kg/cm^2)으로 40°C에서는 12 시간, 30°C에서는 36 시간, 20°C에서는 124 시간이 필요하다고 하였다. 즉, 온도가 높으면 가압시간이 줄어든다고 주장하였다. 이는 어느정도 본 실험의 2,000 kg/cm^2 압력으로 25°C 처리할 때 보다 40°C 처리할 때가 미생물수가 조금 더 감소한다는 본 실험의 결과와도 일치하는 것으로 생각된다. 또한 생균수는 25°C, 10분 처리시 2,000 kg/cm^2 에서는 1.0×10^4 CFU/g, 3,000 kg/cm^2 에서는 8.0×10^3 CFU/g, 4,000 kg/cm^{2}에서는 7.0×10^3 CFU/g, 5,000 kg/cm^2 에서는 1.8×10^3 CFU/g으로 압력이 높을수록 감소되는 경향을 나타내었다. 한편 인삼분말에 동량의 물을 첨가한 후 5,000 kg/cm^{2}으로 처리한 시료의 경우 생균수는 25°C, 10분 처리시 1.5×10^3 CFU/g, 20분 처리시 1.1×10^3 CFU/g으로 물을 넣지 않고 분말자체만 처리한 경우보다 큰 감소효과를 나타내었으나 분말이 죽(paste) 상태로 변하는 등 조직의 성상이 불량하였다. 미생물의 살균압력에 대해서 200 MPa (2,046 kg/cm^2))에서는 *Sachharomyces cerevisiae*의 핵막이 붕괴되고 300 MPa(3,068 kg/cm^2)하에서는 Gram 양성세균이 Gram 음성세균으로 변화하는 등 세포막이 변화한다고 하였다.[20] Knorr[9]는 *Serratiamarcescence, Streptococcus lactis* 등을 20~25°C에서 사멸시키는데 200~300 MPa에서는 60분이 필요하지만 340~400 MPa (3,477-4,091 kg/cm^2)에서는 10분이 필요하고, 580~680 MPa (5,932~6,955 kg/cm^2)에서는 5~10분이 필요하는 등 가압압력이 높으면 가압시간은 짧아도 된다고 하였는데 본 실험의 인삼분말에 적용한 경우에도 이와 유사한 경향을 나타내었다. 2,000~5,000 kg/cm^{2}의 압력으로 처리한 모든 인삼분말 시료는 미생물의 생균수는 크게 감소하였고 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 인삼의 지표성분인 사포닌성분의 파괴가 없었다. 그러나 가압처리된 후 압력으로 인해 모든 분말은 덩어리 (mass) 상태가 되는 등 조직의 성상이 불량한 것으로 나타났다. 덩어리진 인삼분말을 제품으로 사용하려면 재분쇄해야 하고 이러한 공정 중에 미생물의 재오염 가능성이 있으므로 본 살균방법은 추후 오염된 인삼분말을 살균하여 세균의 수를 줄인 후 이용하는 방법으로 생각해 볼 수 있겠다. 인삼분말은 고가임에도 불구

Table 4. The effect of high hydrostatic pressure treatment on bacterial growth in ginseng powders

Pressure (kg/cm^2)	Temp (°C)	Time (min)	Viable cell count[1] (CFU/g)	Texture
Control			$2.0\pm0.3\times10^4$	powder
2,000	25	10	$1.0\pm0.2\times10^{4**}$	mass
		20	$8.4\pm1.2\times10^{3**}$	mass
		30	$6.1\pm0.5\times10^{3**}$	mass
2,000	40	20	$7.0\pm0.4\times10^{3**}$	mass
3,000	25	10	$8.0\pm0.5\times10^{3**}$	mass
		20	$6.0\pm0.5\times10^{3**}$	mass
		30	$4.00.4\times10^{3**}$	mass
4,000	25	10	$7.0\pm0.4\times10^{3**}$	mass
		20	$6.0\pm0.5\times10^{3**}$	mass
		30	$2.0\pm0.4\times10^{3**}$	mass
5,000[2]	25	10	$1.5\pm0.2\times10^{3**}$	paste
		20	$1.1\pm0.2\times10^{3**}$	paste
5,000	40	20	$1.8\pm0.5\times10^{3**}$	mass
		40	$1.3\pm0.3\times10^{3**}$	mass

[1]The values were expressed as mean ± S.D. by three experiments.
[2]In case of 5,000 pressure sample,H_2O was added to powder with the same volume (*v/w*).
**mean significant at $p < 0.01$ when compared with control.

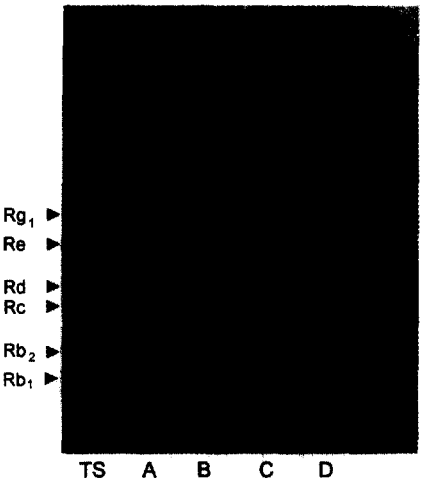

Fig. 1. TLC ginsenoside patterns of ginseng powders treated with high hydrostatic pressure
TS: total saponin standard, A: control, B: ginseng powder treated with 3,000 kg/cm^2 for 20 min at 25°C, C: ginseng powder treated with 4,000 kg/cm^2 for 20 min at 25°C, D : ginseng powder treated with 5,000 kg/cm^2 for 20 min at 25°C.

하고 세균수가 많고 (>5.0×10^4 CFU/g), 대장균군이 오염되면 전량 폐기되기 때문에 본 살균방법을 이용함으로써 인삼분말의 성분파괴는 적게 하면서 미생물의 수를 감소시킨다면 여름철에 다량 발생하는 오염된 인삼분말을 처리하여 완제품이 아닌 2차 가공제품 (인삼타브렛, 인삼환 등)에 이용할 수도 있을 것으로 생각된다.

보관온도에 따른 생균수 변화

여러 온도에 인삼분말을 1주일간 저장하면서 생균수를 측정하였다(Table 5). 오염된 인삼분말은 미생물 수를 감소시키는 것도 중요하지만 살균처리를 즉시 못할 경우 미생물이 성장하지 못하는 온도에 보관하는 것도 중요하다. 통상 인삼분말의 유통과정은 2년 이내이며 이때의 온도는 봄, 여름, 가을, 겨울을 고려하면 40°C 이하가 된다. 실험실에서는 보통 유통과정 중 제품의 품질안정성을 조사하기 위하여 인위적 가혹조건인 40°C에서 3-6 개월 동안 보관하면서 미생물수 및 일반성분의 변화를 측정하게 되는데 본 실험에서는 비교적 저온(25℃ 이하)에 단시간 (1주일) 저장하면서 25°C 이하의 저온저장시 인삼분말에 오염된 미생물의 균수변화를 조사하였다. 생균수는 저장초기의 2.5×10^4 CFU/g에서 4, -20, -70°C 저장시 각각 2.6×10^4, 2.5×10^4, 2.0×10^4 CFU/g으로 저장초기와 큰 차이가 관찰되지 않았으나 25°C 저장시에는 4.3×10^4 CFU/g으로 약간 증가하는 경향을 나타내었다. WHO[22]에서는 냉동은 식품을 장기간 보존하는데 가장 좋은 방법으로써 냉동식품은 본래의 향, 색, 영양가의 대부분을 유지하는 잇점이 있다고 했다. 또한 식품의 온도를 -18°C 이하까지 저하시키면 미생물의 생육은 정지되고 효소활성은 어느정도 수준까지 저하시킬 수 있으므로 효소활성이 중요한 문제로 대두되는 야채와 같은 식품에 있어 가열 등으로 효소를 불활성화 시킨 후 저온에서 보존하는 것이 유리하다고 제시하고 있다. 본 실험에서도 공장에서 인삼분말을 가능한 4℃ 이하의 저온에 저장하면 분말제품의 미생물수 증가를 크게 억제할 수 있을 것으로 사료된다.

Table 5. Effect of stored temperature on bacterial growth in ginseng powders[1)]

Stored Temp.	Viable cell counts[2)] (CFU/g)
4°C	$2.6 \pm 0.5 \times 10^4$
25°C	$4.3 \pm 0.6 \times 10^4$
-20°C	$2.5 \pm 0.4 \times 10^4$
-70°C	$2.0 \pm 0.3 \times 10^4$

[1)]Ginseng powders were stored at various temperature for 1 week and initial viable cell count of the powder was 2.5×10^4 CFU/g.
[2)]The values were expressed as mean ± S.D. by three experiments.

사포닌성분 확인

2,000~5,000 kg/cm2의 초고압처리된 인삼분말의 사포닌성분을 TLC로 확인한 결과(Fig. 1) 3,000, 4,000, 5,000 kg/cm^{2}의 압력으로 25°C, 20분 처리된 인삼분말 시료에서 사포닌은 모두 검출되었다. 이상의 결과로부터 인삼의 사포닌은 5,000 kg/cm^{2}의 압력으로 20분 처리시에도 안정한 것으로 생각된다. 초고압처리는 식품의 풍미변화, 성분변화 및 비타민 등의 영양소 손실 등이 적다고 알려져 있는데,[14,2123] 본 실험에서도 인삼의 지표성분인 사포닌은 5,000 kg/cm의 초고압하에서도 성분파괴 없이 안정한 것으로 나타났다.

국문요약

여러 가지 살균방법이 인삼분말에 오염된 미생물의 성장에 미치는 영향을 조사하였다. 미생물의 성장은 오염된 인삼분말에 UV, 적외선, 마이크로파 및 초고압을 처리한 후 미생물의 생균수를 측정함으로써 조사하였다. UV 및 적외선 살균은 분말의 미생물수에 큰 영향을 미치지 못하였으며 적외선 살균은 분말의 탄화현상을 야기하였다. 또한 마이크로파살균도 이미 실시한 UV 살균 및 적외선 살균보다는 짧은 시간에 인삼분말에 오염된 미생물수를 감소시킬 수 있지만 큰 미생물 감소효과는 나타내지 못하였다. 그러나 인삼분말을 2,000 kg/cm^2 이상의 초고압하에서 처리한 결과 생균수는 무처리군의 경우 2.0×10^4 CFU/g에서 3,000~5,000 kg/cm^{2}으로 처리한 시료에서 모두 10^3 CFU/g 수준으로 감소하는 경향을 나타내었다. 압력별 분말의 생균수 변화는 25°C, 10분 처리시 무처리군의 생균수는 2.0×10^4 CFU/g에서 2,000 kg/cm^2 에서는 1.0×10^4 CFU/g, 3,000 kg/cm^2 에서는 8.0×10^3 CFU/g, 4,000 kg/cm^2 에서는 7.0×10^3 CFU/g, 5,000 kg/cm^2 에서는 1.8×10^3 CFU/g으로 압력이 높을수록 미생물의 감소경향이 큼을 알 수 있었다. 또한 인삼의 지표성분인 사포닌을 TLC로 분석한 결과 초고압처리에서도 모든 사포닌성분이 확인되어 사포닌은 5,000 kg/cm^2 까지의 초고압살균하에서 안정한 것으로 나타났다. 그러나 초고압처리시 분말이 덩어리화 되는 단점이 관찰되었다.

참고문헌

1. Wesley, F., Rourke, B. and Darbishire, O.: The formation of persistant toxic chlorohydrins in foodstuffs by fumigation with ethylene oxide. *J. Food Sci.*, **30**, 1037 (1965).
2. WHO: Ethylene oxide Environmental Health Criteria. pp. 55 (1985).
3. 식품의약품안전청: 식품공전. pp. 399-400 (2000).
4. 곽이성, 노길봉, 장진규, 최강주: 오존처리가 인삼분말에 오염시킨 미생물의 생육에 미치는 영향. 한국식품위생·안전성학회지, **10**, 45-51 (1995).
5. 곽이성, 최강주, 김나미: 오존처리가 인삼분말의 지방산과 유기산함량 및 향미특성에 미치는 영향. 한국식품위생·안전성학회지, **11**(1), 51-55 (1996).
6. 곽이성, 장진규, 주종재: 알콜처리가 인삼분말에 오염된 미생물의 성장에 미치는 영향. 한국식품위생·안전성학회지, **12**(3), 205-209 (1997)
7. 芝岐勳: 紫外線殺菌. 新食品殺菌工學. pp. 344~345, 光琳書院, 日本 (1983).
8. 船山 富晴: 遠赤外線利用の 最新技術. pp. 1~6, 工業技術協會, 日本 (1987).
9. Knorr, D.: Hydrostatic pressure treatment of food. In *New Methods of Food Preservation*. Gould, G. W. (Ed), pp. 159, Blackie Academic & Professional, London (1995).
10. 小倉, 戶石, 中田: マイクロ加熱による 食品の 殺菌. 防菌防徽. **4**(1), 256 (1976).
11. 林 九丸: 食品と 開發. **22**(7), 55 (1987).
12. Hayashi, R.: Engineering and Food. Vol. 2, pp. 815, Elsevier Appl. Sci. Press, London and New York (1989).
13. 林 九丸: 蛋白質·核酸·酵素. **34**, 119 (1989).
14. Zobell, C.E.: High pressure effects on cellular processes. pp. 85, Academic press (1970).
15. Roer, R.D. and Pequex, A.J.R: High pressure effect on selected biological system. pp. 31, Springer-Verlag, Berlin (1985).
16. 鳴田 昇二, 高田 良雄: 食品への 高壓利用, pp.31, さんえい出版, 日本 (1989).
17. Harrigan, W.F. and McCane, M.C.: Laboratory methods in food and dairy microbiology. pp.56, Academic press, London (1976).
18. 內山 均, 江平 重男, 可藤 登: 魚の 品質, 日本水產學會編. pp.81, 恒星社厚生閣, 日本 (1974).
19. Marquis, R.E.: High-pressure microbial physiology. *Adv. Microbial Physiol.*, **11**, 159 (1976).
20. 大隅 正子: 加壓食品-研究と 開發. pp. 157, さんえい出版, 日本 (1990).
21. 윤혜숙, 박석준, 박지용: 초고압과 Carbonation의 병합처리가 오렌지쥬스의 품질특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지, **29**(5), 974-981 (1997).
22. WHO: Food irradiation a technique for preserving and improving the safety of food. pp. 22-24, Geneva, Switzerland (1991).
23. 梅田 圭司, 安本 教傳, 宇田川俊一, 橫山 理雄, 山口 尹通: 食品保存便覽. pp. 576~584, 倉數印刷株式會社, 日本 (1992).