



인삼분말 살균기술(분말살균기술) Sterilization Technology for Ginseng Powder

김영찬

한국식품연구원 융합기술연구본부

Young-Chan Kim

Division of Convergence technology, Korea Food research Institute

I. 서론

인삼 및 홍삼은 국내 건강기능식품 시장의 50% 이상을 차지하고 있으며, 1차 가공한 원형삼과 이를 2차 가공한 엑기스, 분말, 차류, 과자류 등이 유통되고 있다. 인삼분말의 경우 2010년 기준으로 174톤을 수출하여 14,195천불의 수출 실적을 보였으며, 꾸준히 증가하는 추세이다. 인삼을 비롯한 분말 제품의 경우 효과적인 살균기술이 요구되고 있으나 안전성, 2차 오염, 가공적성 저하, 품질저하 등의 문제점을 극복할 수 있는 살균기술은 실용화 단계가 부진한 실정이다.

식품공전에는 인삼분말의 미생물 기준을 일반세균은 $5.0 \times 10^4/g$ 이하이어야 하고, 대장균군은 음성으로 규정하고 있는데, 이 기준을 충족하기 위해서 자외선, 전자선, 감마선, 코로나 방전 등 다양한 살균 기술이 연구 되어왔다. 본 내용에서는 인삼분말 살균을 위한 비열처리 기술에 대해 알아보고, 최근 일본에서 연구 중인 고압분체 살균기술에 대해 소개하고자 한다.

II. 본론

1. 자외선 및 마이크로웨이브를 이용한 인삼분말 살균

자외선살균은 260nm 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. 자외선 살균은 투과성이 약해 고형 형태의 식품에는 사용을 할 수 없는 단점이 있는 반면 살균과정에서 식품의 물성, 향미, 조직 등의 품질 변화가 거의 없다는 장점이 있다. 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. 마이크로파랑 파장 1 cm~1 m, 주파수 300 MHz~30 GHz에 걸쳐있는 극히 파장이 짧은 전자파의 일종이다.

과 등은 인삼분말의 자외선 및 마이크로웨이브 처리를 시



Corresponding author : Young-Chan Kim
Division of Convergence technology, Korea Food
research Institute
Seongnam, 463-746, Korea
Tel : +82-31-780-9145
Fax : +82-31-780-9876
E-mail : yckim@kfri.re.kr



인삼분말의 자외선 처리 효과

Time (min)	Viable cell counts ²⁾ (CFU/g)
0	2.9 ± 0.3 × 10 ⁴
1	2.8 ± 0.3 × 10 ⁴
4	2.6 ± 0.5 × 10 ⁴
15	2.4 ± 0.4 × 10 ⁴
60	2.3 ± 0.1 × 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.

인삼분말의 마이크로웨이브 처리 효과

Time (min)	Viable cell counts ²⁾ (CFU/g)
0	5.7 ± 0.3 × 10 ⁴
1	5.1 ± 0.4 × 10 ⁴
2	2.6 ± 0.4 × 10 ⁴
5	1.5 ± 0.3 × 10 ⁴

¹⁾ Microwave 2450 MHz, 600W.

²⁾ The values were expressed as mean ± S.D. by three experiments.

** means significant at p > 0.01 when compared with no-treated powder.

Kwak et al(2001)

험한 결과 자외선 살균보다는 마이크로웨이브 살균이 더 효과적인 것으로 나타났다.

2. 전자빔(Electron Beam) 및 감마선(γ-ray)을 이용한 인삼분말 살균

기존의 건조식품에 대한 살균법으로 널리 사용된 ethylene

oxide(EO), phosphin(phosphine), ethylene dibromide(EDB), methyl bromide(MB) 등을 이용한 화학훈증살균은 안전성 문제가 제기되고, 살균조작의 복잡성, 포장된 제품의 살균효과 불완전, 재포장에 따른 2차 오염 가능성 및 품질에 대한 영향 등의 문제점을 내포하고 있어 이를 대체할 수 있는 살균기술 개발이 요구되고 있다.

백삼분말에 대한 전자선 및 감마선의 살균 효과

Microorganism	Energy type	Storage period (month)	Irradiation dose (kGy)					
			0	2.5	5	7.5	10	15
Total bacteria	EB	0	1.6×10 ⁵	2.3×10 ⁴	4.6×10 ³	1.7×10 ³	0	0
		4	1.4×10 ⁵	2.2×10 ⁴	4.2×10 ³	1.4×10 ³	0	0
	GR	0	1.6×10 ⁵	4.7×10 ⁴	1.5×10 ⁴	9.0×10 ²	0	0
		4	1.4×10 ⁵	4.4×10 ⁴	1.4×10 ⁴	8.9×10 ²	0	0
Yeasts&Molds	EB	0	3.0×10 ¹	0	0	0	0	0
		4	3.1×10 ¹	0	0	0	0	0
	GR	0	3.0×10 ¹	0	0	0	0	0
		4	3.1×10 ¹	0	0	0	0	0
Coliforms	EB	0	9.5×10 ³	1.5×10 ¹	0	0	0	0
		4	9.2×10 ³	1.6×10 ¹	0	0	0	0
	GR	0	9.5×10 ³	6.0×10 ²	0	0	0	0
		4	9.2×10 ³	5.8×10 ²	0	0	0	0

¹⁾ Stored at room temperature in PVC pail.

Codex 식품규격에는 식품에 이용될 수 있는 방사선 에너지 원으로서 감마선(γ), 전자빔(electron beam) 및 X-선을 허용하고 있다. 감마선의 경우 국내에서는 1987년 상업적 감마선 조사시설이 건설된 이후 '87, '88, '91년 3차에 걸쳐 최저 0.15kGy, 최고 10kGy의 감마선 조사가 인삼을 포함한 8개 품목에 대하여 허가되어 상업적 처리가 이루어지고 있다.

이 등은 인삼분말에 대한 전자빔 및 감마선의 살균 효과를 시험하였는데, 백삼 분말의 경우 초기 오염도가 105 CFU/g 수준이었던 총세균은 5~7.5 kGy의 전자선 조사에 의해 2~3 log cycles 정도의 살균효과가 있는 것으로 확인하였다. 효모와 곰팡이의 경우 전자선과 감마선 모두 2.5kGy의 저선량에서도 사멸되어 효과적인 살균기술로 인정된다. 결과적으로 10kGy에서는 전자선과 감마선 모두 백삼분말 중 미생물의 완전 사멸을 가져올 수 있다.

또한 백삼과 홍삼에 대하여 전자선과 감마선의 D10 value를 측정할 결과 백삼의 경우 전자선은 3.75kGy, 감마선은 2.44kGy였으며, 홍삼의 경우 전자선은 2.85kGy, 감마선은 2.33kGy로 각각 나타났다.

3. 코로나 방전을 이용한 인삼분말의 살균

침대평판 간극과 같은 불평등 전계 중에는 corona 방전(corona discharge)이라 부르는 부분파괴가 안정하게 존재하게 되고, 전자파괴에 도달하기까지는 여러 가지 복잡한 과정을 경유한다. 침대평판 또는 선대평판 등의 전극간에 전원이 인가되면 불평등 전계가 존재하게 되며 트리첵 펄스, 타운젠

터 방전, 코로나 방전, 스트리모 방전 아크 등 여러단계의 극간 방전 특성이 일어난다. 그 중에서 일정한 상태에서 불평등 전계 중에서는 코로나 방전이라고 부르는 부분파괴가 안정하게 존재한다. 즉, 코로나 불꽃방전이 일어나게 되고 이것이 식품 표면에 조사되고 이와 함께 전극에서 오존의 발생과 방전에 의한 radiation에 의하여 미생물이 살균되는 원리이다. 코로나 방전은 기존의 방사선 조사에 비하여 설비가 간단하고 인체에 유해한 물질이 생성되지 않는 장점을 가지고 있다.

인삼분말에 코로나 방전 기술을 이용하여 미생물 살균시험을 한 결과 무처리 인삼분말중 초기 총 세균수는 6.14 ± 0.04 CFU/g에서 5kV/cm(15W), 10kV/cm(60W), 15kV/cm(150W), 20kV/cm(330W)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, 20kV/cm 처리에 의해 약 1.5 log cycle 정도의 살균효과를 보였다. 효모/곰팡이의 경우에는 초기 균수 4.65 ± 0.06 log CFU/g에서 5kV/cm의 피크전압에 의한 코로나 방전처리시 유의적인 감소를 보이지는 않았으나(4.49 ± 0.06), 10, 15, 20kV/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, 20kV/cm 처리에 의해 약 2log cycle 정도의 살균효과를 보였다. 대장균군의 경우에도 효모/곰팡이수와 유사한 결과를 보였는데, 초기 균수 2.43 ± 0.05 log CFU/g에서 5kV/cm 피크전압에 의한 코로나 방전처리시 유의적인 감소를 보이지는 않았으나(2.59 ± 0.05), 10, 15, 20kV/cm의 피크

코로나 방전에 의한 백삼분말의 살균 효과

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

a-eMeans in the same column with no common superscripts differ significantly at $p < 0.05$ level. SE=Standard Error.

Kim et al(2003)

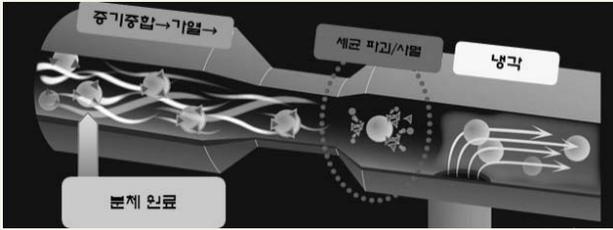


그림 1. 고압분체 살균기술의 개념도

전압에 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 20kV/cm 처리에 의해 약 1.4 log cycle 정도의 살균효과를 보였다.

4. 고압 분체 살균 기술

가. 살균의 원리 및 특징

고압 분체 살균 기술은 미생물이 가지고 있는 수분을 가압, 가열하여 순간적으로 대기압에 분사하여 미생물이 가지고 있는 수분을 비등, 기화 시켜 이때 미생물의 세포를 파괴하여 사멸시키는 기술이다. 가열시간은 0.02-0.2 sec로 극히 짧은 운전시간이 요구된다.

나. 장점

- 1) 가열시간이 짧기 때문에 열변성이 최소화
- 2) 단시간에 처리되므로 증기 농축량이 적고 수분변화가 적음
- 3) 수분 변화가 적기때문에 분말간 흡착 되지 않음

다. 다양한 분말시료에 대한 적용 예

시료	압력 (MPa)	가열시간 (sec)	세균수(CFU/g)	
			처리전	처리후
후추가루	0.46	0.025	3.3×10^6	7.8×10^3
미숫가루	0.45	0.025	1.5×10^3	8.0×10^1
탈지대두	0.3	0.1	1.3×10^3	2.8×10^1
탈지대두분말	0.3	0.1	4.2×10^4	1.3×10^2
쌀가루	0.3	0.1	1.1×10^6	4.9×10^1
소맥분	0.2	0.1	6.3×10^3	5.0×10^2
분말차	0.2	0.1	9.2×10^2	2.2×10^1

(자료: 후지와라 테크노아트, 일본)

III. 결론

식품의 효과적인 살균, 살충제로 널리 이용되어 오던 ethylene oxide(EO)의 사용이 1991년 전면 금지됨에 따라 이에 대한 대체기술의 확보에 큰 어려움을 겪어오고 있다. 또한 가열살균의 경우 단백질변성, 전분질의 α화, 과열증기에 의한 갈변, 분말흡착 현상 등 제품의 품질을 저하시키는 단점들이 있다. 인삼분말의 효율적인 살균기술을 개발하기 위하여 자외선, 마이크로웨이브, 전자선, 감마선, 코로나 방전, 고압분체 살균기술에 대하여 알아보았다. 향후 전통적인 가열살균에 의한 물성, 조직, 향미, 유효성분 변화가 없는 비가열 살균기술이 앞으로도 다양한 형태로 개발 될 것으로 기대된다.

표. 기존 살균기술의 특징

살균 기술	특징	용도
가열 살균 (HTST법 135℃10분 정도, UHT법 145~150℃2분 이내)	일반적인 기술. 강력한 열을 사용하기 때문에 제품의 열변성이 큼	액체를 중심으로 식품 전반에 사용
방사선 살균 (X 선, Y선)	일본에서는 허가 되어 있지 않음	향신료 등 (해외)
적외선 살균 (파장254nm)	비가열성 살균으로 제품 영향(변성)이 거의 없음. 인체에 영향이 있으므로 주의가 필요. 아직 분말 상태의 원료에 전체적으로 균일히 살균하기가 힘들. 안정성에 요주의	분말원료 실험기구
가스 살균 (에틸렌옥사이드(EO), 오존)	용기등의 살균에 사용. 가스 잔류에 주의 필요	분말원료 용, 장치

references

• 참고문헌

1. Kwon, J. H.: Advances in food irradiation technology in Korea and its potential roles in the food industry, Presented at the International Symposium on Safety and Wholesomeness of Irradiated Foods, Seoul, Korea, 24-25 November (1993).
2. KFDA : Food standard code. Korea Food and Drug Administration, Seoul, p. 126 (2002).
3. Codex Alimentarius Commission : Cedex general standard for irradiated foods and recommended international code of practice for the operation of radiation facilities used for the treatment of foods. CAC/VOL. XV. FAO, Rome (1984).
4. Josephson, E.S. and Peterson, M.S. : Preservation of food by ionizing radiation, Vol. I-III, CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, U.S.A (1983).
5. Kwon, J.H., Chung, H.W., Byun, M.W. and Kang, I.J. : Thermoluminescence detection of Korean traditional foods exposed to gamma and electron-beam. Radiat. Phys. Chem. 52, 151-156 (1998).
6. Knorr, D.: Hydrostatic pressure treatment of food. In new Methods of Food Preservation. Gould, G. W. (Ed), pp. 159, Blackie Academic & Professional, London (1995).
7. Kwak, Y.S., Chang, J.K.: Effect of various sterilization methods on growth of microorganism contaminated in ginseng powder. J.Fd Hyg. Safety, 16(23), 221-226 (2001).
8. Lee, M.K., Lee, M.H., Kwon, J.H.: Sterilizing effect of electron beam on ginseng powders. KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL., 30(6), 1362-1366 (1998).
9. Kwon, J.H., Byun, M.W., Cho, H.O., Kim, J.S., Lee, G.D.: Organaoleptin quality of white ginseng powder as influenced by different conditions of decontamination and storage. KOREAN J. POST-HARVEST SCI. TECHNOL. AGRI. PRODUCTS, 2(1), 163-171 (1995).
10. Lee, M.K., Choi, K.J., Kim, J.S., Kwon, J.H.: Effects of electron-beam irradiation on lipid stability of ginseng. J. Ginseng Res., 29(1), 49-54 (2005).
11. Yook, H.S., Kim, S.A., Byun, M.W., Kwon, J.H.: Elimination of microorganisms contaminated in red ginseng powder by irradiation processing. KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL., 28(2), 366-370 (1996).
12. Kim, K.T., Kim, S.S., Ha, S.D.: Effect of corona discharge on the changes in quality and pasteurization of ginseng powder. KOREA J. FOOD SCI. TECHNOL., 35(6), 1237-1243 (2003).

