양송이 통조림 공장의 미생물 오염도 변화 추적

신동화·홍재식
전북대학교 식품가공학과

Monitoring of Microbial Contaminants in Processing Line of Some Mushroom Canneries

Dong-Hwa Shin and Jai-Sik Hong
Department of Food Science and Technology,
Chonbuk Nationnal University, Chonju, Chonbuk 560-756, Korea

ABSTRACT-Three mushroom cannerries were selected by size which are representative vegetable processing firms in korea for monitoring microbial contamination of processing water, washing water, mushroom before and after washing through first and second washing tanks and, blanched and prolonged mushroom for certain time at room temperature. Total contamination degree was expressed as colony forming unit (CFU) of mesophilic aerobes.

The contamination degree of processing water was 10^2 CFU/100 m*l* and washing water in first and second washing tank were 10 to 100 times higher than processing water. When 2.3 tons of washing water was used for washing 1 ton of mushroom, washing effect was showed by reduction of microbial load but cutting it to 1.8 tons/1 ton of mushroom, microbial load was higher than that of raw mushroom level. Blanching reduced microbial load to 50-500 CFU/g of blanched mushroom and it was not seen much increase of CFU in blanched mushroom left at room temperature for 3 hours in 16°C processing water. Just after injection of 80°C brine in container, CFU/m*l* of brine in container was 84×10^4 but it was increased rapidly to 20×10^7 after 2 hours at ambient temperature.

Keywords □ mushroom processing, Colony Forming Unit, microbial load

양송이는 우리나라에 1960년대 초에 도입되어 초기 재배기술의 미정립으로 일반에게 크게 보급되지 못하였으나 1970년대 초부터 재배기술 및 가공기술이 정착되면서 주요한 농산물 수출제품[1]으로 그 자리를 굳히게 되었고, 1977년에는 5천만불 이상을 수출하였으나 그 이후 경쟁력 약화로 수출량은 감소하는 경향이나[2] 아직도 가장 중요한 야채통조림의 하나이다.[3]

양송이는 발효된 볏짚퇴비에 복토를 덮어 인공재배하고 있어 퇴비와 복토에서 오염되는 내열성 부패균의 함량이 높을 뿐만 아니라[4] 흙과 퇴비가 표피에 묻어있어 이를 완전히 세척하는 것도 대단히 중요하다. 우리나라 토양에도 상당한 내열성 부패균이 함유되어 있고[5] 부패가 일어난 양송이 통조림에서도 내열성이 강한 균들이 발견되고 있어[6] 이들의 오염방지 및 충분한 살균조건의 설정은 안전제품 생산에 필수적이다.

저산성 식품의 가열살균조건은 함유된 미생물의 내열성과 그 함량에 따라서 크게 달라지며[7,8] 가열에 의하여 지수적으로 그 수가 감소하므로[9,10] 초기의 미생물 수를 될 수 있는대로 극소화시키므로써 제품의 부패빈도를 낮추고 살균시간을 단축할 수 있을 것이다. 본 실험에서는 미생물 오염도가

Received for publication 15 April, 1989
Reprint request; Dr. D.H. Shin at above address

높고 세척의 어려움 때문에 다른 야채에 비하여 더 철저한 세척이 필요한 양송이를 대상으로 하여 세척시 미생물의 증감현상과 자숙 후 변화 및 방치시간별 미생물 증식현상을 추적하여 다른 야채류 가공에 지표 자료를 제공하고자 하였으며 현장 적용성을 높이기 위하여 양송이 가공 공장을 대, 중, 소 구분하여 각각 1개소를 임의 선택, 현장에서 실험을 실시하였다.

재료 및 방법

가공공장의 선택 및 실험시기—일일 50톤 이상 처리공장 1개소, 30-40톤 처리공장 1개소, 30톤 이하 처리공장 1개소를 실험대상 공장으로 정하였으며, 실험시기는 11월 중이었다.

미생물 시험[11]—총균수는 standard plate count method에 따랐다. 희석용액은 pH 7.2의 KH_2PO_4 완충액을 사용하였으며 균의 함량이 낮은 경우 농축배지를 사용하였으며 농축배지는 standard plate count agar의 농도를 2배로 올려 시험액과 희석되도록 하였다. 배양은 35±0.5℃로 24시간 실시하였고 3회 반복실험하여 얻어진 데이타를 산술평균하여 CFU(Colony Forming Unit)로 표시하였다.

시료의 채취—용수의 시료는 저수 탱크를 거쳐 세척탱크로 오는 관에서 발브를 열어 10분간 방류시킨 다음 채취하였고 세척탱크 중 세척용 물은 세척하기전 세척탱크에 받아 놓은 물을 1차 탱크, 2차 탱크로 구분하여 채취하였다.

양송이는 각 처리방법별로 100g을 무균적으로 채취하여 완충액 200 m*l*가 들어있는 플라스크에 넣어 30회 흔들어 세척한 후 그 세척액을 미생물 실험액으로 하였다.

양송이 세척 중량별 세척용수 중 총균수—일정한 용량의 세척용수에 원료 양송이를 1, 2, 3톤 세척하였을 때 세척수와 세척된 양송이를 각각 채취하여 총균수를 측정하였다.

양송이 자숙 후 총균수—일정한 용량의 물에 양송이 1톤을 세척한 후 나온 양송이와 3톤을 세척한 다음 나온 양송이 100g을 취하여 100℃ 수증기 함에서 13분 동안 자숙한 후 이를 완충액에 옮겨 총균수를 측정하였다.

자숙 양송이의 방치 시간별 총균수—자숙이 완료된 양송이를 공장용수로 5분간 냉각하고 2분간 탈수한 후 자숙 양송이 200g을 공장용수(14-16℃) 400 m*l*가 들어 있는 삼각 플라스크에 넣어 면전한 후 실내에 방치하고 방치 시간별로 그 액의 일부를 취하여 총균수를 측정하였다.

권체 후 방치시간별 생균수 변화—동일 조건의 SP (pieces and stems) 양송이 150g을 양송이 4온스 공관에 담고 80℃ 3% 식염수를 주입 후 진공자동권체기로 진공도 40 mmHg에서 권체하여 실내에 방치하면서 액즙으로 실험하였다.

결과 및 고찰

공장용수 및 세척탱크 중 총균수—각 공장에서 사용하고 있는 용수 중 총균수는 Table 1과 같다. Table 1에서와 같이 2개 공장에서는 100 m*l*당 10 CFU 이상으로서 용수 중 상당수준의 미생물이 존재하여 수원지 혹은 저수탱크의 상태를 점검해 볼 필요가 있을 것으로 판단되었다. 한편 이 용수를 세척탱크에 받았을 때 총균수는 Table 2와 같다. Table 1과 2를 비교해 보면 일단 세척탱크에 물을 받아 놓은 상태에서 총균수의 증가가 일어나고 있었으며 특히 2차 탱크에서 그 정도가 심한 경향을 보이고 있다. 이런 현상은 그 전날 작업종료 후 세척탱크의 세척상태가 좋지 못하여 흙 등 세척잔사가 남아 있었거나 일부 물질이 부패를 일으킨 것으로 판단할 수 있다.

Table 1. Total mesophilic aerobic microbial count in processing water of some mushroom canneries.

Cannery	CFU[1]/100 m*l*	Temperature (°C)
Factory 1[2]	15×10^2	16
Factory 2[3]	70×10^0	15
Factory 3[4]	55×10^2	16

1): CFU: colony forming unit
2): Processing over 50 tons of mushroom/day
3): Processing 30-40 tons of mushroom/day
4): Processing less than 30 tons of mushroom/day

Table 2. Total mesophilic aerobic microbial count in washing water[1] of first and second washing tank.

Cannery	CFU[2]/ml	
	First tank	Second tank
Factory 1[3]	43×10^2	21×10^3
Factory 2[4]	48×10^2	13×10^4
Factory 3[5]	– [6]	37×10^2

1): Washing water means the water in washing tank before start washing in the morning
2), 3), 4), 5): Same foot note as Table 1.
6): Factory 3 has only one washing tank.

Table 3. Total mesophilic aerobic microbial count in raw mushrooms cultivated by different growers.

Cannery[1]		CFU[2]/gr of mushroom	Soil contamination
Factory 1	Factory own[3]	19×10^5	slightly
	Farmer[4]	94×10^5	heavy
Factory 2	Factory own	36×10^6	clean
	Farmer	86×10^5	heavy
Factory 3	Farmer	84×10^3	clean

1), 2): Same foot note as Table 1.
3): Mushrooms grown by factory own culture bed.
4): Mushrooms grown by farmer and delivered to factory.

원료 양송이의 총균수—공장에 들어오는 양송이 원료의 미생물 오염도를 지역별, 재배자별로 측정한 결과는 Table 3과 같다. Table 3에서와 같이 양송이 원료에는 대개 10^5-10^6CFU/g 정도의 총균수를 보이고 있으나 지역별로 큰 차이를 보이고 있다. 즉, 공장 3의 경우 84×10^3CFU/g 정도로 타 지역에 비하여 월등히 오염정도가 낮으며 이 결과는 Table 2의 세척탱크의 오염도가 낮은 것과도 상관관계가 있을 것으로 판단된다. 일반적으로 농가에서 수확한 양송이에서 오염도 높은 것은 수송거리와 지체시간과도 관계가 있을 것으로 여겨진다.

세척 중량별 세척용수 및 양송이의 생균수—식품원료를 세척하는 이유는 이물질 및 미생물 제거가 주목적인 바 양송이를 일정한 용량의 세척탱크에 세척할 때 세척수에 이물질과 미생물의 농도는 높아질 수 밖에 없을 것이다. 4.6톤들이 세척탱크에 양송이를 세척하는 경우 세척용수 중 총균수의 변화를 보면 Table 4와 같다. Table 4에서 보면 물 4.6톤당 양송이를 2톤까지 세척하는 경우 2차 탱크 중 총균수는 77×10^4CFU/ml로 원료 양송이의 총균수 10^5-10^6CFU/g(Table 3)보다 낮으나 3톤을 세척하는 경우는 14×10^6CFU으로 원료의 오염수준보다 더 높은 경향을 보이고 있다. 이와 같은 결과는 양송이 1톤당 세척수를 2.3톤까지 사용하여 세척하는 경우 세척효과가 있으나 세척수 1.8톤 이하에서는 세척효과보다는 오히려 미생물 오염도를 높이는 결과를 초래한다고 할 수 있다. 1차 탱크와 2차 탱크의 미생물 오염도 차이가 별로 없는 것은 1차 세척에서 충분한 세척이 이루어지지 않고 있다는 것을 알려주는 것이다. 사과의 경우도 세척 후 마쇄하여 탱크에 보관할 때 미생물 오염도는 17×10^5CFU/ml 정도가[12] 되고 있어 세척 후 양송이 중 미생물 오염도가 10^4-10^5CFU/g 정도는 그렇게 높지 않으나 10^6CFU/g 이상의 경우는 세척효과가 없어진다고 말할 수 있다.

Table 4. Total mesophilic aerobic bacterial count in washing water of washing tank[1] after mushroom washed.

Mushroom washed (in ton)	CFU[2]/ml of washing water	
	First Tank	Second Tank
1	81×10^2	27×10^4
2	15×10^4	77×10^4
3	18×10^6	14×10^6

1): The washing tank has 4.6 tons of water.
2): Same foot note as Table 1.

한편 이와 같은 조건에서 세척한 양송이의 미생물 오염도와 이를 자숙한 후 잔존하는 총균수는 Table 5와 같다. 세척 개시직후 양송이의 미생물 오염도는 80×10^3CUF/g 정도로 상당히 낮았으나 세척물량이 증가함에 따라 급격히 증가하여 3톤을 세척한 경우 11×10^6CFU/g으로 원료의 오염수준과 거의 비슷하게 되는 경향을 보이고 있다. 한편 세척이 끝난 양송이를 자숙한 결과 세척 개시직후

Table 5. Total mesophilic aerobic microbial count in washed and blanched mushroom.

Total Weight washed (in ton)	CFU[1]/gr Mushroom, washed	Mushroom, blanched[2]
Beginning	80×10^3	50×10^0
1	82×10^3	NA[3]
2	15×10^5	NA[3]
3	11×10^6	58×10

1): Same foot note as Table 1.
2): Total count of blanched mushroom equivalent to 1 gr of raw mushroom.
3): Not analysis

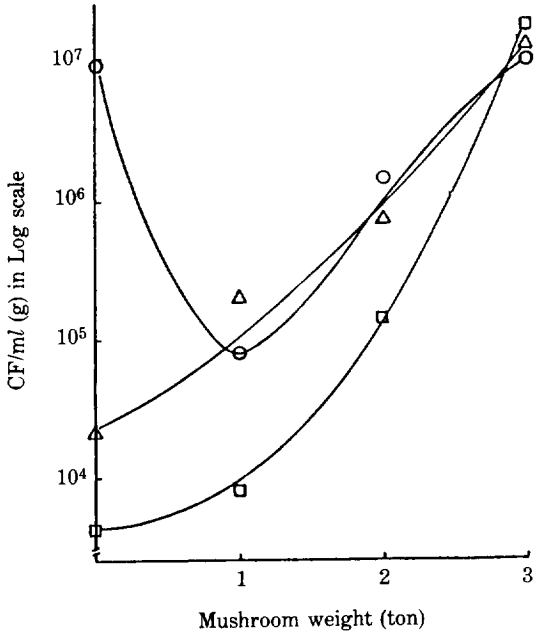

Fig. 1. Total mesophilic aerobic bacterial count in washing water in 1st and 2nd tank, and mushroom after washing
□-□; First tank, △-△; Second tank, ○-○; Mushroom washed

양송이를 자숙한 경우 50 CFU/g으로 상당히 낮으나 3톤을 세척한 경우 58×10 CFU/g으로 10배 정도 증가하였으며 자숙전 많이 오염된 경우 자숙 후에도 생존하는 미생물수가 높은 것을 알 수 있다.

양송이 통조림 부패를 방지하기 위하여 산처리[13]도 이용되고 있으나 초기원료의 오염정도를 될 수 있는 한 낮추고 세척, 자숙 등을 통한 부착 미생물의 수를 감소시키는 것이 더욱 효과적인 방법일 것이다. 1, 2차 세척탱크의 세척수와 세척된 양송이 중 오염도의 경향을 Fig. 1에 나타내었다. Fig. 1에서 보면 세척된 양송이의 오염정도가 사용한 세척수의 양과 밀접한 관계가 있다는 것을 보여주고 있으며 물 1톤에 양송이 1톤을 사용하는 경우 양송이의 부착된 오염균수를 1/100로 감소시킬 수 있으나 3톤 정도에서는 미생물적인 측면에서 세척효과가 없어짐을 알 수 있다.

자숙 후 방치시간별 총균수 변화—보통 공장에서는 양송이를 세척하여 자숙한 후 제조공정상 일정시간 방치되는 현상이 있으나 이 기간 중 세균의 증식상태를 알아보기 위하여 공장 1에서 자숙 후 실온에 방치 시간별 총균수 변화를 관찰한 결과는 Fig. 2와 같다. 냉각직후 침지액의 총균수는 74×

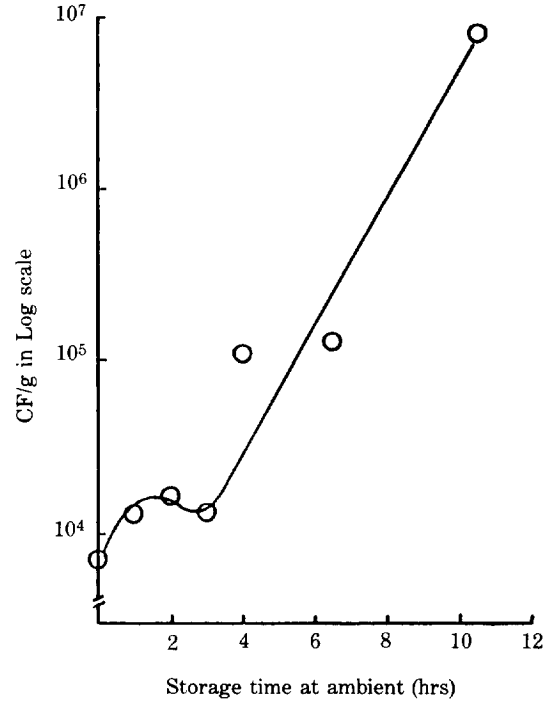

Fig. 2. Total mesohpilic aerobic bacterial count in blanched mushroom stored at ambient temperature

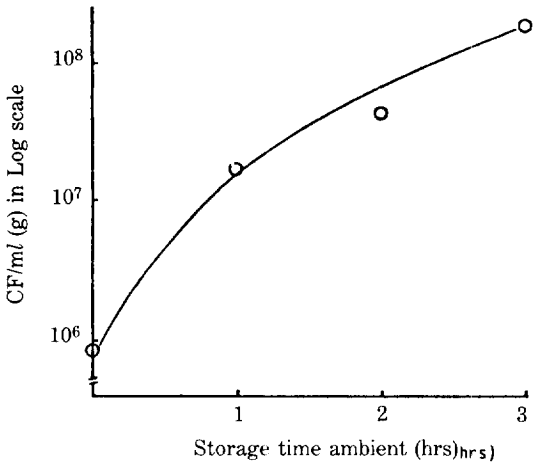

Fig. 3. Total mesophilic aerobic bacterial count in canned product just before retorting process

10^2CFU/m*l* 이었으며 3시간 이후 서서히 증가하여 12시간이 경과하면 75×10^5CFU/m*l* 로 상당히 증가하는 현상을 보이나 보통 3시간 이내에 가공한다면 미생물 증식은 거의 막을 수 있을 것으로 판단된다.

권체 후 방치시간별 총균수 변화—양송이를 자숙하고 탈수한 후 일정량을 관담기하고 가열(80℃)한 액즙을 붓고 권체하여 살균하는데 이 공정 중 상당기간이 지연될 수 있어 이 과정 중 균의 증식 상태를 관찰한 결과는 Fig. 3과 같다. 냉각된 자숙 양송이에 가열한 액즙을 얻었으므로 온도평형이 일어나 주입직후 온도는 40℃ 전후로 미생물 증식이 빨리 일어나며 그 이후도 상당히 빠른 속도로 총균수가 증가하는 볼 수 있었다. 즉, 초기 84×10^4CFU/m*l* 에서 3시간 후에는 20×10^7CFU/m*l* 로 크게 증가되고 있다. 따라서 액즙을 주입하고는 될 수 있는 한 빠른 시간내에 살균처리를 할 필요가 있다.

Table 6. Total mesophilic aerobic microbial count in canned products just before retorting and their initial temperature (I.T.)

Cannery[1)]	I.T. (°C)	CFU[2)]/m*l*[3)]
Factory 1	40	80×10^4
Factory 2	73	60×10^1
Factory 3	81	60×10^0

1), 2): Same foot note as Table 1.
3): Brine in can.

살균직전 권체된 통조림의 초기온도는 열침투속도와 함께 초기 오염도와도 깊은 관계가 있는데 공장별 제품의 초기온도 및 미생물 오염도는 Table 6과 같다. 즉, 처리물량이 많은 경우 자동권체기를 사용하여 초기품온이 40℃ 정도인 반면 소규모 공장에서는 탈기함을 거치므로 대부분 70-80℃에 이르는 총균수는 온도와 반비례하여 공장 1의 경우 80×10^4CFU/m*l* 인 반면 공장 3의 경우 60 CFU/m*l* 에 불과한 현상을 보이고 있다.

국문요약

대표적 야채 가공제품의 하나인 양송이 통조림을 제조하는 공장을 규모별로 선정하여 용수와 원료의 오염도를 측정하고 세척, 자숙 및 경과시간별 총균수의 증감을 관찰하여 야채류 가공시 공정설정에 필요한 미생물학적 기초자료를 얻었다.

이들 공장에서 사용하는 용수의 총균수는 100 m*l* 당 10^2CFU 정도였으며 세척탱크에 받아 놓는 세척용수에는 이미 총균수가 10-100배 증가하는 현상을 보였다. 원료 양송이 중 총균수는 10^5-10^6CFU/g 이었고 이를 세척하는 경우 양송이 1톤당 세척수를 2.3톤까지 사용하는 경우 세척효과가 있으나 1.8톤 이하 사용시는 오히려 미생물 오염도를 높이는 결과를 초래하였다. 자숙에 의하여 균수는 50-500 CFU/m*l* 으로 감소하였고 자숙 후 16℃ 물에 3시간 정도 방치하는 것은 미생물 증식에 큰 영향을 주지 않았으나 액즙(80℃)을 주입 후 살균개시 전까지 방치함에 따라 균수는 초기 84×10^4CFU/m*l* 에서 3시간 후 20×10^7CFU/m*l* 로 증가하였다.

참고문헌

1. 통조림 통계자료 : 한국통조림 수출조합, pp. 3-6(1985).
2. 수출통계 : 상공부 한국무역협회, 4월, p. 42(1988).
3. 식품공업 : 한국식품공업협회, **91**, 99(1987).
4. 민병용 : 양송이 통조림식품의 부패 원인균 구명과 최적 가열살균조건 설정에 관한 연구, 고려대학교 박사학위논문(1980).
5. 구영조, 신동화, 김정옥, 민병용 : 가공식품의 내열성 부패균 분포 조사연구, 한국식품과학회지, **10**, 224-230(1978).
6. 구영조, 민병용, 유태종 : 가공식품의 내열성 부패균 분포 조사연구-제2보-- 내열성 부패균 최적 살균조건 시험, 한국식품과학회지, **11**, 153-156(1979).
7. Hersom, S.C. and Hulland E.D.: Canned Food, J. & A. Churchill LTD., London, pp.122-147 (1969).
8. Lopez, A.: A Complete Course in Canning, The Canning Trade Inc, Matyland, pp.54-56 (1981).
9. Stumbo, C.R.: Thermobacteriolory in Food Processing, AP. New York, 70-77 (1973).
10. The Microbiolory Sub-Committee: Guidlines for the establishment of scheduled heat processes for low acid canned food, The Capden Food Preservation Research Association, Technical Mannal No3 (1977).
11. Thatcher & Clark, D.S. (ed): Microorganisms in Foods 1, University of Toronto Press, Toronto, pp.64-68 (1975).
12. Forgacs, J.: Microbiological Analysis of spple juice processing, *Food Research*, **7**, 442-450 (1942).
13. Beelman, R.B., Witowski, M.E., Doores, S., Kilara, A. and Kukn, G.D.: Acidification process technology to control thermophilic spoilage in chaned mushroom, *J. Food Protec.*, **52**, 178-183 (1989).