바이오시스템공학 (*J. of Biosystems Eng.*)
Vol. 34, No. 4, pp. 234~242 (2009. 8)

인삼의 표면 세척시스템을 개발을 위한 공정처리기술에 관한 연구

이현석 권기현 정진웅 최창현 한재웅

Study on Process Development of Ginseng's Surface Washing System

H. S. Lee K. H. Kwon J. W. Jeong C. H. Choi J. W. Han

Abstract

This study was attempted to develop surface washing-system of ginseng. The effect of sterilization, washing and keeping freshness of ginseng through analyzing unit process were examined to establish optimal condition for washing system. Surface washing method of fresh ginseng used two way and full cone spray type. Sterilization was used at 2℃ water with electrolysis water of 50 and 80 ppm. Ginseng was sterilized with electrolysis water during 30 and 60 s, dehydrated during 1 min and dried during 1min at 30 and 50℃. Hardness of surface-washed ginseng showed good result on 1 min spraying time with 80 ppm electrolysis water at 10℃ storage. Ginseng with 80 ppm electrolysis water was sterilized better with 1.05×103. There are no changes with 0% on appearance quality at 80 ppm electrolysis.

Keywords : Electrolysis water, Full cone, Ginseng, Washing-system, 2℃ water

1. 서 론

인삼은 우리나라의 전통산업으로 품질에 있어서 세계최고의 수준에 달해있다. 그러나 품질상의 우위에도 불구하고 최근 중국, 미국, 캐나다 등 새로운 경쟁자의 출현으로 세계시장 및 우리나라에서의 시장경쟁력이 크게 약화되고 있다. 최근 건강에 대한 소비자의 욕구가 증가함에 따라 수삼의 수요가 꾸준히 증가하고 있는 추세에 있지만 대부분 수삼은 채굴 시 흙이 묻는 비포장상태로 유통되며, 품질에 대한 규격이 명확하지 않다(Kim, 2006; Kim et al., 2007). 우리나라 인삼의 대한 재배기술과 오랜 세월동안 축적된 노하우를 바탕으로 인삼의 신기술을 접목시키고 고부가가치의 인삼산업을 활성화 시키고 발전시킬 필요가 있다(Lee, 2003). 인삼의 고부가가치의 상품으로 미세한 뿌리를 손상시키지 않고 세척하는 작업을 필요로 하며 세척과정을 자동화하여 부가가치를 높일 뿐만 아니라 인건비를 줄이고 관련 산업을 높이는 경제성을 가지는 세척공정 기술이 기여할 새로운 전 처리공정 및 설비 개발이 시급한 실정이다(Song, 2000; Kwon et al., 2008a). 따라서 인삼 전 처리공정에 초미세 터널식 포화 가수 공정 및 병류식 공기분급기법을 이용하여 인삼 원물에 상처를 최소화 하고 잔뿌리가 손상되지 않으면서 투입→세척→살균→탈수→건조→포장→저장→유통→소비자에게 전달되어져야 한다(Kim et al., 2006; Kwon et al., 2008b). TQM(Total Quality Management)방식으로 할 수 있는 가공공정의 개선과 전처리 공정기술을 개발하면서 인삼의 불림, 세척, 살균, 탈수, 건조 등의 공정분석과 품질특성을 분석함으로써 연속식 인삼 표면세척시스템을 개발하기위한 선행연구를 실험하여 그 결과를 정리하였다.

2. 재료 및 방법

가. 실험재료

실험에 사용한 인삼은 충청남도 금산에서 재배된 4년근

The article was submitted for publication on 2009-02-26, reviewed on 2009-05-17, and approved for publication by editorial board of KSAM on 2009-06-27. The authors are Hyun-Seok Lee, KSAM member, Principle Researcher, Ki-Hyun Kwon, KSAM member, Researcher, Jin-Woong Jeong, KSAM member, Researcher, Korea Food Research Institute, Chang-Hyun Choi, Professor, and Jae-Woong Han, KSAM member, Researcher, SungKyunKwan University. Corresponding author: H. S. Lee, Researcher, Korea Food Research Institute, Songnam, 463-746, Korea; Fax: +82-31-709-9876; E-mail: <lhs820327@hanmail.net>.

Table 1 Treatment conditions of washed ginseng

Treatments	Spray method	Washing sterilization	Spray time(s)	Packaging	Storage temp.(℃)
CT-15	·	·	·	P.P	15
CT-25					25
P-15				Coated PCM packaging paper (P.P+Ny)	15
P-25					25
W-10-1	Pulverulent body spray method	2℃ water	30		10
W-10-2			60		
W-15-1			30		15
W-15-2			60		
EW50-10-1		Electroly zed water	30		10
EW50-10-2			60		
EW50-15-1			30		15
EW50-15-2			60		
EW80-10-1			30		10
EW80-10-2			60		
EW80-15-1			30		15
EW80-15-2			60		

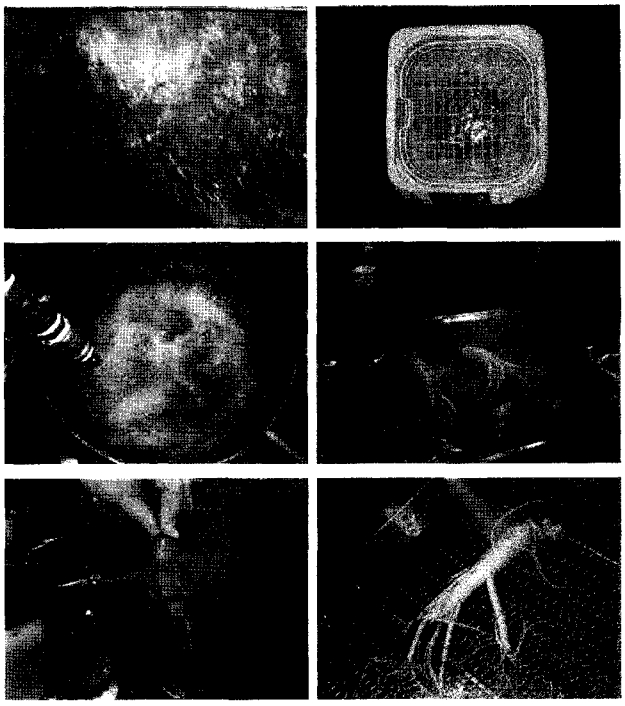

Fig. 1 Process study and surface washing system of ginseng.

(2007)으로 수확 후 육안 선별하여 0℃에 저장하였다. 실험 전 건전한 것으로 선별한 뒤 세척 실험에 사용하였으며, 시약은 모두 시약급 이상의 등급을 사용하였다.

나. 실험방법

세척 방법은 분체분사 방식으로 인삼의 표면 세척을 하였으며(Table 1), 이때 사용한 세척 살균수는 저온냉각수 2℃, 전해수 50, 80 ppm을 사용하였으며 압력은 10±1 kgf/cm^{2}이였다. 세척은 인삼의 표면에 세척 살균수를 각 30, 60 s를 분사하여 세척을 하였으며, 탈수는 1분 동안 제유, 제급 공기를 분사하여 탈수하였다. 건조는 30, 50℃ 조건으로 열풍건조기를 사용하였다. 저온냉각수와 전해수로 세척 살균되어진 인삼은 5분 건조하였다(Fig. 1).

다. 분석방법

1) 세척율

인삼의 세척율(%)는 동일한 인삼을 사용하여 세척의 기준이 되도록 수작업으로 세척하여 기준이 되는 인삼을 설정하였다. 주근 부위의 표면색을 세척전, 후로 colorimeter(CR200, Minolta, Tokyo, Japan)로 측정한 결과 L값을 다음(식 1)에 적용하였다.

$$Washing\ Rate(\%) = \frac{After\ Washing\ Lvalue - Treatment\ Ginseng\ Lvalue}{Standard\ Ginseng\ Lvalue - Treatment\ Ginseng\ Lvalue} \times 100 \quad (1)$$

2) 상처율

인삼의 상처율(%)은 동일한 인삼을 사용하여 세척전, 후 상처 개수를 관능적으로 계수하여 다음(식 2)에 대입하여 계산하였다.

$$Injure\ Rate(\%) = \frac{Injure\ Ginseng}{Washing\ Ginseng} \times 100 \quad (2)$$

3) 탈수율

인삼의 탈수공정 후 탈수율(%)은 표면 흙을 분사 각도 20, 40°, 세척 시간 90, 120 s, 탈수 60 s, 풍속 23 m/s 조건으로 탈수 처리한 후 중량 변화를 아래(식 3)에 대입하여 산출하였다.

$$Dehydration\ Rate(\%) = \frac{Before\ Dehydration - After\ Dehydration}{Before\ Dehydration - Perfection\ Dehydration} \times 100 \quad (3)$$

4) 건조율

세척인삼의 처리조건별 처리 후 건조 온도 30, 50℃, 풍속은 상부 0.02 m/s, 중간부 0.02 m/s, 하부 0.0 m/s, 시간 90 s 조건으로 건조한 후 중량변화를 아래(식 4)에 적용하여 분석하였다.

$$Drying\ Rate(\%) = \frac{Before\ Drying\ Ginseng - After\ Drying\ Ginseng}{Perfection\ Drying\ Ginseng - Before\ Drying\ Ginseng} \times 100 \quad (4)$$

라. 일반 품질 특성 및 생리특성 분석

1) 경도

세척 인삼의 경도는 Rheometer(CR-10K, Sun Scientific, Tokyo, Japan)를 이용하여 세척 후 인삼의 내부 경도 변화를 측정하였으며, probe는 원추형을 이용하여 측정하였다. 경도계 운영 조건은 총 측정 깊이 10 mm, 속도 90 mm/s로 설정한 후, 인삼의 측면 3 지점을 측정 부위로 설정한 후 각 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

2) 색도

세척 인삼의 저장 중 표면 색도의 변화는 colorimeter(CR200, MInolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 저장 기간 동안 5일 단위로 인삼의 외부 색도 변화를 측정하였으며, 외부 색도의 L, a, b 값을 측정한 후 △E값을 계산하였으며, 모든 시료는 각 3회 반복 측정하여 아래(식 5)에 대입하여 평균값을 구하였다.

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (5)$$

3) 호흡률

인삼의 CO_2 방출량을 측정하기 위해 실리콘 격막이 장착된 용기(1.2 L) 내에 150 ± 10 g 의 인삼을 넣어 밀봉한 후 측정 온도에 방치하면서 밀봉 후 24시간 후 1시간 간격으로 gas-tight syringe(Hamilton 81243, USA)를 이용하여 밀폐용기 내 기체를 200 μL씩 취하여 GC(Gc-14A, Shimadzu Co., kyoto, Japan)를 이용하였으며, 분석조건은 column temperature : 3℃, injector temperature : 60℃, TCD temperature : 60℃, carrier gas : He(50 mL/min)이었다. 측정 용기 내 CO_2 농도값을 이용하여 각 측정시간에 대한 기체농도 변화를 선형 회귀 분석한 후 평균 호흡률(mL CO_2/kg·hr)을 계산하였다.

4) 미생물

세척 인삼의 저장 중 미생물의 변화는 대조군과 실험군을 분리하여 미생물의 변화를 측정하였다. 시료는 10배수의 0.85% NaCl을 가한 후 균질기(Stomacher 400 circulator, Seward, UK)로 1분간 균질화 하였으며, 시료는 1 mL씩 취하여 단계 희석하여 pouring culture method에 의하여 균수를 측정하였으며, 이 때 사용한 배지는 일반 세균 측정용으로는 PCA(Plate count agar, Difco, France)를 사용하였으며, 효모 및 곰팡이 측정용으로는 PDA(Potato dextrose agar Difco, France)를 이용하여 실험을 하였다. PCA 배지는 37℃에서 48시간, PDA 배지는 25℃에서 72시간 배양시킨 후 형성된 colony수를 측정하여 colony forming unit(CFU/g)으로 표시하였다.

Table 2 Washing rate and color value of ginseng on washing methods

Treatments*	Color value			Washing rate (%)	
	L	a	b		
CT-1	63.92	7.93	38.99	·	·
CT-2	63.87	8.00	39.14		
CT-3	63.81	8.07	38.99		
W-1	85.66	-2.06	28.65	99.41	91.75
W-2	84.19	-3.6	25.94	92.70	
W-3	85.79	-2.13	28.68	100.00	
EW50-1	78.27	-2.68	13.31	65.70	86.32
EW50-2	85.1	-3.64	20.88	96.85	
EW50-3	85.13	-3.62	20.85	96.99	
EW80-1	78.95	-2.01	26.43	68.80	87.03
EW80-2	65.27	6.14	25.02	6.40	
EW80-3	85.15	-3.68	23.81	97.08	

* Refer to Table 1

5) 외관품질 열화빈도

세척 인삼의 저장 상태 변화를 측정하기 위해 인삼이 저장기간이 경과함에 따른 외관 품질 열화빈도 (%)를 측정하였다. 각 인삼 시료는 세척 후 처리 조건마다 30구를 포장하여 최종 경과 날이 지난 후 곰팡이 발생, 연화, 변색 되어진 인삼을 계수한 후 총 개수 대비 (%) 비율로 계산하였으며, 계수 조건은 곰팡이 발생, 연화, 변색이 진행되어 유통이 부적합하다고 판단되어진 인삼을 육안으로 측정하여 계수하였다. 저장 중 세척인삼의 외관 품질 열화빈도는 다음 식에 기준하여 백분율로 산출하였다.

$$External\ Appearance\ Quality(\%) = \frac{Bad\ Quality\ Ginseng}{Using\ Washing\ Ginseng} \times 100 \quad (6)$$

6) 통계처리

본 실험은 독립적으로 3회 이상 반복 실시하여 실험결과를 평균±표준편차로 나타내었다. 실험군의 유의성을 검증하기 위해 SAS 6.0 for windows program(SAS Institute, Inc., NC, USA)을 이용하여 (ANOVA, analysis of variance)와 Duncan의 다중 검증법(DMRT, Duncan's multiple range test)으로 유의성을 검증하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 인삼의 세척, 탈수, 건조 단위 공정처리기술

1) 세척공정에 따른 인삼의 표면 세척율

표 2는 세척조건별 표면 세척도를 나타낸 것으로 세척 후 L값을 세척 전, 후를 비교한 결과, 세척조건은 대조구와 3가

Table 3 Injure rate of ginseng surface on washing methods

Treatments[1]		Spray distance (cm)	Spray weight (mL/min)	Wind velocity (m/s)	Air pressure (kgf/cm^2)	washing Injure (before)	washing Injure (after)	Injure rate (%)	
A20S60	1	3	200	24.59	6	8	9	10	16.67
	2	3	200	24.59	6	1	5	40	
	3	3	200	24.59	6	6	6	0	
A20S90	1	3	200	24.59	6	2	3	10	16.67
	2	3	200	24.59	6	6	9	30	
	3	3	200	24.59	6	5	6	10	
A40S60	1	5	200	23.49	6	3	4	10	13.33
	2	5	200	23.49	6	2	3	10	
	3	5	200	23.49	6	3	5	20	
A40S90	1	5	200	23.49	6	3	3	0	3.33
	2	5	200	23.49	6	5	5	0	
	3	5	200	23.49	6	4	5	10	

[1] A20S60:Spray angle 20°, Washing 60 s, A20S90:Spray angle 20°, Washing 90 s
A40S60:Spray angle 40°, Washing 60 s, A40S90:Spray angle 40°, Washing 90 s

Table 4 Dehydration and drying rate of washing ginseng on washing methods

Treatments[1]		Weight (g)				Dehydration rate (%)	Drying rate (%)
		Sorting	Washing	Dehydration	Hot air drying		
A20S90	30[2]	175.91	179.72	171.17	170.26	72.58	124.66
	50	160.28	163.81	155.40	154.96	71.39	60.27
A20S120	30	188.33	193.17	183.42	183.53	82.77	-15.07
	50	164.36	166.95	160.11	159.94	58.06	23.29
A40S90	30	213.51	216.82	206.39	205.74	88.54	89.04
	50	188.11	192.37	180.59	179.86	100.00	100.00
A40S120	30	188.07	189.52	180.85	180.35	73.60	68.49
	50	217.62	221.15	211.49	211.01	82.00	65.75

[1] A20S90:Spray angle 20°, Washing 90 s, A20S120:Spray angle 20°, Washing 120 s
A40S90:Spray angle 40°, Washing 90 s, A40S120:Spray angle 40°, Washing 120 s
[2] Dry temperature (℃)

지의 처리구로 구분하였으며, 분사 각도 20, 40°, 분사거리 3, 5 cm, 세척 시간 90, 120 s의 일정한 세척방법과 각기 다른 살균수를 적용하여 (식 1)에 의해 계산한 결과, 처리 조건별 91.75, 86.32, 87.03%로 비교적 유사한 수준에서 효과적인 것으로 나타났다.

2) 세척방법에 따른 인삼의 표면 상처율

표 3은 세척조건별 표면 상처율를 나타낸 것으로 세척조건은 분사 각도 20, 40°, 분사거리 3, 5 cm, 세척 시간 60, 90 s이였다. 세척전, 후를 (식 2)에 대입하여 비교한 결과, 공기 분사각도 40°, 분사거리 5 cm, 세척 90 s 조건에서 상처율이 3.3%로 가장 낮게 나타났다. 이는 세척 후 저장 및 유통 중에 품질에 영향을 줄 수 있는 인자로써 인삼 표면세척시스템 개발을 위한 연속식 공정에 적용하여도 효과적일 것이라 판단되었다.

3) 탈수방법에 따른 인삼의 표면 탈수율

세척한 인삼의 탈수방법으로는 원심분리방법, 분사방법, 자연건조방법 등을 기존에 사용하고 있는데 원심분리는 회전력에 의한 상처가 발생되고 대량으로 탈수할 경우 지근들의 엉킴 현상과 포개짐 현상으로 인한 표면 잔량 수분이 제거되기가 어렵다. 따라서 본 실험에서는 미세한 공기 분사방법을 적용하였으며, 탈수공기 공급조건으로는 압축공기 중에 포함되어 있는 수분제거와 압축열에 의한 열 변성을 방지하기위해 제습, 제유, 냉각 등의 공정을 거친 후 탈수공기를 공급하도록 하였다. 탈수방법은 상, 하, 좌, 우를 탈수함으로 상처를

Table 5 Changes in hardness of washed ginseng by different treatments condition

(unit:kgf/cm^2)

Treatments*	Storage period (day)						
	Initial	5	10	15	20	25	30
CT-15	10.79±0.80	11.54±0.89	10.47±0.12	10.04±0.91	10.08±0.35	11.09±1.10	11.84±0.37
CT-25	10.79±0.80	9.08±0.44	8.98±0.84	7.92±0.58	5.65±0.39	-[1)]	-
P-15	10.79±0.80	8.65±0.12	9.06±0.61	9.11±0.40	12.94±0.51	10.11±0.68	9.62±0.64
P-25	10.79±0.80	8.69±0.26	7.34±1.13	8.41±0.33	2.75±0.32	-	-
W-10-1	11.66±0.36	10.65±0.51	12.44±0.21	10.05±1.04	11.65±0.86	12.27±0.47	12.59±0.25
W-10-2	10.75±0.48	12.37±0.76	10.72±0.66	11.16±0.60	10.63±0.48	13.54±0.69	13.25±0.48
W-15-1	11.66±0.36	11.03±0.40	12.14±0.20	11.62±0.72	11.52±0.82	9.86±0.82	11.36±0.58
W-15-2	10.75±0.48	12.12±0.56	10.54±0.23	10.80±0.74	11.51±0.85	12.68±1.12	9.79±0.24
EW50-10-1	12.01±0.30	10.35±0.97	12.28±0.32	10.90±0.55	10.44±1.20	12.82±0.14	12.26±0.14
EW50-10-2	10.60±0.49	10.31±0.60	12.03±0.49	12.46±0.21	10.08±0.51	11.45±0.66	12.61±0.10
EW50-15-1	12.01±0.30	11.38±0.54	12.12±0.20	9.76±0.56	10.56±0.08	9.90±0.80	11.61±0.34
EW50-15-2	10.60±0.30	12.11±0.47	11.86±0.70	9.59±0.69	10.46±0.92	12.21±1.37	11.36±0.89
EW80-10-1	11.46±0.45	11.73±0.58	11.16±1.09	12.72±0.31	11.73±0.73	11.90±0.87	12.30±0.77
EW80-10-2	11.04±0.73	12.01±0.85	9.58±0.64	10.42±0.74	12.98±0.65	11.10±1.05	10.51±0.88
EW80-15-1	11.46±0.45	12.33±0.87	11.06±0.93	10.45±0.90	12.01±0.86	12.23±0.84	11.48±0.66
EW80-15-2	11.04±0.73	10.55±0.96	11.45±0.37	11.75±0.65	12.82±0.96	11.80±0.65	9.19±0.65

[1)] Rotten of sample

* Refer to Table 1

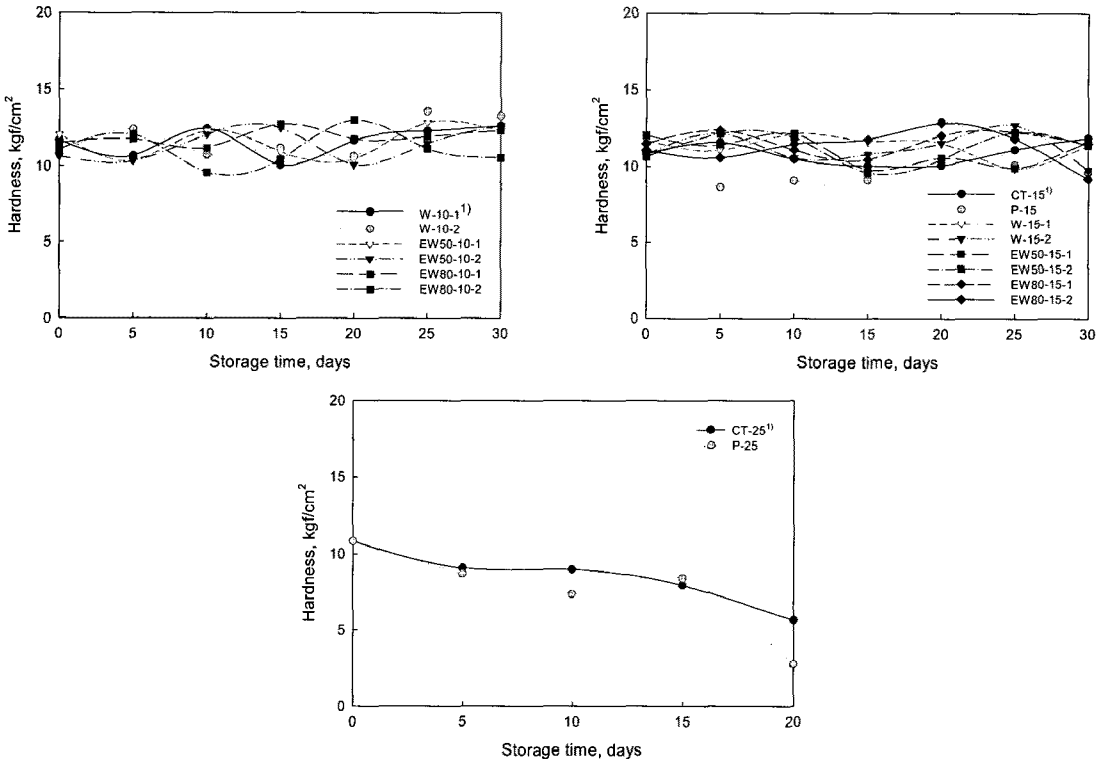

Fig. 2 Changes in hardness of washed ginseng by different treatments condition.

최소화 하면서 탈수효율을 증가시키는 공정을 확립시키고자 하였고 그 결과 값을 (식 3)에 대입하여 표 4에 나타내었다. 세척조건은 분사 각도 20, 40°, 분사거리 3, 5 cm, 세척 시간 90, 120 s, 탈수 60 s, 풍속 23 m/s, 건조온도 30, 50℃로 실험한 결과, 공기 분사각도 40°, 분사거리 5 cm, 세척 90 s, 탈수시간 1 min, 건조온도 50℃조건에서 탈수율이 가장 높게 나타났다.

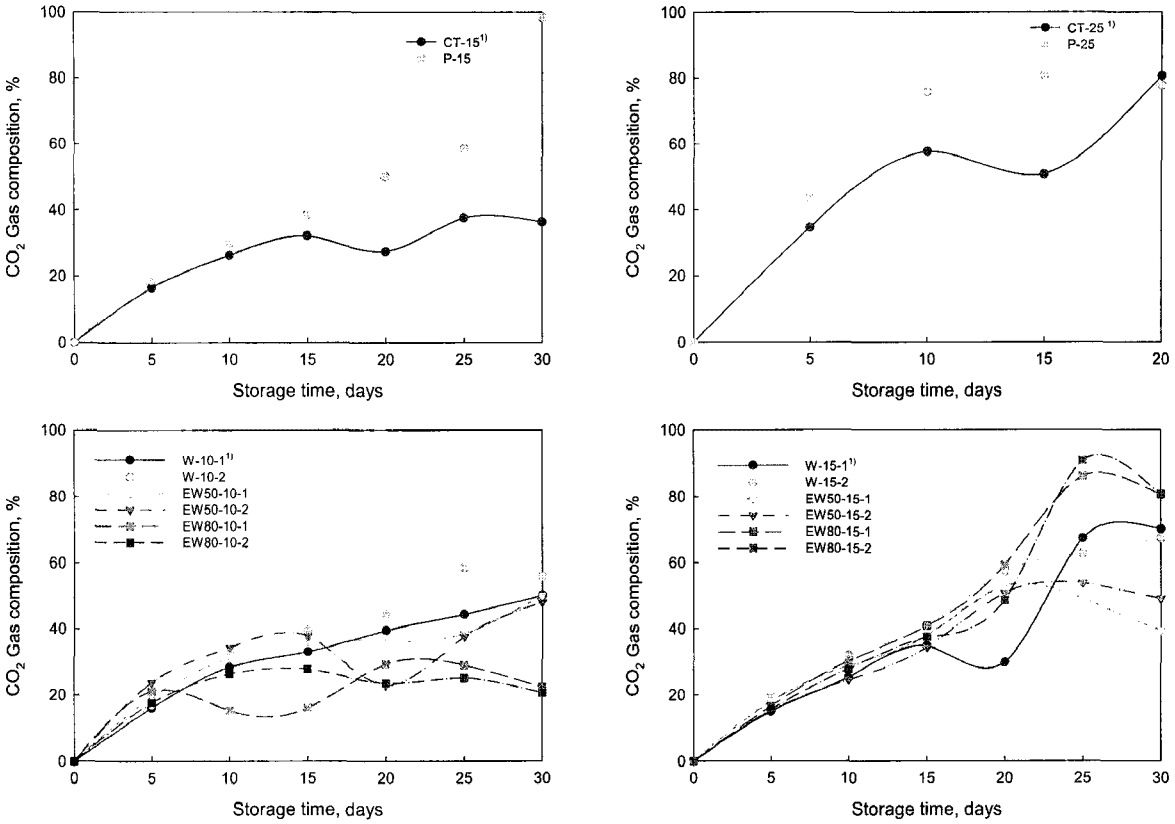

Fig. 3 Changes in gas composition of washed ginseng by different treatments condition.

4) 건조조건에 따른 인삼 표면의 건조율

세척인삼의 처리조건별 처리 후 건조 온도 30, 50℃, 풍속은 상부 0.02 m/s, 중간부 0.02 m/s, 하부 0.0 m/s, 시간 90 s 조건으로 건조한 후 중량변화를 (식 4)에 대입하여 나타내었다. 세척인삼의 마지막 공정으로써 온도에 의한 갈변 및 품질변화를 최소화 하기위한 건조공정은 탈수 후에 이루어지기 때문에 탈수효율에 따라 건조조건이 변화될 수 있다. 분사각도 40°, 분사시간 90 s, 건조온도 30, 50℃의 결과가 탈수율이 각각 88.5%와 100%로 나타난 것은 인삼 표피수분이 탈수공정에서 90% 이상 제거가 가능하면 건조에 의한 품질저하 최소화 하면서 건조가 가능하지만 탈수가 80%이하일 경우에는 건조과정에서 온도를 상승시키고 열 교환에너지가 많이 소비되는 경향이 나타날 수 있다.

나. 인삼의 단위공정 분석을 위한 품질변화

1) 세척방법에 따른 표면경도변화

표 5와 그림 2에 경도 분석 결과 나타내었으며, CT-15의 경우 초기경도 10.79에 비해 약간 증가하는 11.84로 측정된 반면 25℃에서는 초기경도 10.79에서 저장 20일에 2.75로 큰 폭으로 감소하는 연화현상이 발생되었다. 또한 저장 20일 이후에는 측정이 불가능하였다. P-15, 25 처리구의 경우에도 무처리구와 비슷한 경향을 나타내었다. 저온 냉각수 처리조건에서는 처리조건별 초기경도가 10.79~11.66에서 9.79~13.25로 나타났다.

2) 세척 방법에 따른 표면 색도변화

표 6은 세척조건별 인삼 저장 중 표면색도의 변화를 분석한 결과이다. 표면색은 무처리구 15℃에서 △E가 6.47에서 13.58로 초기보다 밝기가 감소하면서 적색도 및 황색도가 증가하는 갈변반응이 나타났으며, 25℃의 경우 저장 5일부터 이미 갈변반응이 나타났다. 이는 세척 및 살균처리가 이루어지지 않아 저장 중 상처나 곰팡이에 의한 갈변반응이 급격히 진행되는 것으로 판단되었다. P-15, 25의 경우도 무처리구와 비슷한 경향을 나타내었다.

3) 포장지 내부 CO_2가스 조성 변화

그림 3은 세척 인삼의 저장 중 장지 내부 CO_2가스 조성 변화 (%)변화를 분석한 결과이다. 무처리 후 저장 조건의 CT-15와 CT-25의 경우 CO_2의 방출량은의 경우 높은 온도에서 과 호흡현상이 나타났다. 또한 P-15와 P-25의 경우 그림 3과 같이 분석되었다. 저온 냉각수 처리의 경우 W-10-1, W-10-2, W-15-1, W-15-2의 경우 일반수 처리 후 저장은 CO_2의 양을 증가시키는 요인으로 분석되었다. 50 ppm의 전해수 처리의 경우 EW50-10-1, EW50-10-2, EW50-15-1, EW50-15-2는 전해수 처리가 CO_2의 양 증가를 감소시키는 것으로 나타났다.

Table 6 Changes in surface color of washed ginseng by different treatments condition

Treatments*	Storage period (day)						
	Initial	5	10	15	20	25	30
CT-15	0	6.47±0.61	9.73±0.00	10.80±0.13	11.07±0.47	11.09±0.11	13.58±0.38
CT-25	0	10.77±0.16	12.42±0.42	11.45±0.16	10.25±0.67	.[1)]	.
P-15	0	11.74±0.20	9.33±0.24	9.51±0.15	15.64±0.21	11.63±0.67	12.12±0.03
P-25	0	13.14±0.20	9.69±0.33	12.67±0.05	11.98±0.34	.	.
W-10-1	0	6.26±1.04	5.58±0.67	7.62±0.74	8.77±0.69	9.35±0.32	8.04±0.79
W-10-2	0	3.55±0.15	8.12±0.19	6.39±0.43	9.57±0.95	5.57±0.14	7.97±0.12
W-15-1	0	4.99±0.63	5.95±0.40	6.78±0.43	7.15±0.25	6.73±0.53	6.71±0.10
W-15-2	0	3.18±0.17	4.42±0.04	7.69±0.26	7.03±0.02	6.46±0.17	9.27±0.97
EW50-10-1	0	5.69±0.27	4.11±0.19	4.02±0.36	4.00±0.19	2.97±0.12	2.99±0.36
EW50-10-2	0	2.71±0.18	4.06±0.22	3.44±0.27	0.92±0.97	2.09±0.04	8.63±0.75
EW50-15-1	0	3.20±0.12	2.43±0.25	2.50±0.20	2.72±0.36	4.33±0.17	7.06±0.18
EW50-15-2	0	2.84±0.16	1.58±0.15	5.13±0.33	3.01±0.31	3.72±0.12	10.31±0.33
EW80-10-1	0	4.66±0.10	1.71±0.39	0.53±0.09	6.65±0.05	6.72±0.45	6.40±0.54
EW80-10-2	0	3.99±0.61	8.10±0.48	7.93±0.99	7.30±0.23	6.72±0.45	8.03±0.10
EW80-15-1	0	4.31±0.24	3.61±0.32	4.14±0.26	1.73±0.04	3.24±0.68	8.57±0.19
EW80-15-2	0	2.69±0.46	9.12±0.43	6.41±0.18	8.21±0.39	7.22±0.37	5.29±0.04

[1)] Rotten of sample
* Refer to Table 1

Table 7 Changes of external appearance quality of washed ginseng by different treatments conditions (expired 30 days)

Treatments*	External appearance quality (%)				
	Total	Normal		Total bad quality	
CT-15	20	20	100%	0	0%
CT-25	20	0	0%	20	100%
P-15	20	19	95%	1	5%
P-25	20	0	0%	20	100%
W-10-1	20	20	100%	0	0%
W-10-2	20	20	100%	0	0%
W-15-1	20	20	100%	0	0%
W-15-2	20	14	70%	6	30%
EW50-10-1	20	20	100%	0	0%
EW50-10-2	20	20	100%	0	0%
EW50-15-1	20	19	95%	1	5%
EW50-15-2	20	18	90%	2	10%
EW80-10-1	20	20	100%	0	0%
EW80-10-2	20	20	100%	0	0%
EW80-15-1	20	19	95%	1	5%
EW80-15-2	20	20	100%	0	0%

* Refer to Table 1

80 ppm의 경우 EW80-10-1, EW80-10-2, EW80-15-1, EW80-15-2는 Fig. 3과 같은 결과를 나타내었다.

4) 세척 및 살균방법에 따른 미생물의 변화

미생물 제균 실험은 인삼 원물을 무처리구로 각각 처리방법에 따라 인삼표면에 잔존하는 생균수와 곰팡이 및 효모 수를 조사하여 그림 4, 5에 나타내었다. 총균수는 세척 전 4.60×10^5 이었으며 기능성 포장지 처리구를 제외한 모든 처리구에서 다소 감소하는 경향이 나타났다. 세척후 저온냉각수 처리구는 4.70×10^4로 1 log cycle, 전해수 50 ppm 처리구는 1.45×10^4로 1 log cycle 정도로 살균효과는 크지 않은 반면 전해수 80 ppm의 경우 3.90×10^3로 2 log cycle로 각 처리방법에 따라 분석한 결과 저온냉각수 처리구와 50 ppm 전해수 처리구는 총균수에 대한 살균효과가 미미한 것으로 나타났다.

5) 저장 중 외관 품질 변화

인삼의 세척방법에 의한 처리가 저장 중 품질에 미치는 영향을 조사하기 위해 무처리구인 원물은 90~92 ㎛ PET(16%)/ PE(75%)으로 포장하였고 세척한 인삼을 65~78 ㎛ Nylon (15%)/ PE(55%)으로 포장하여 10, 15, 25℃에 저장하면서

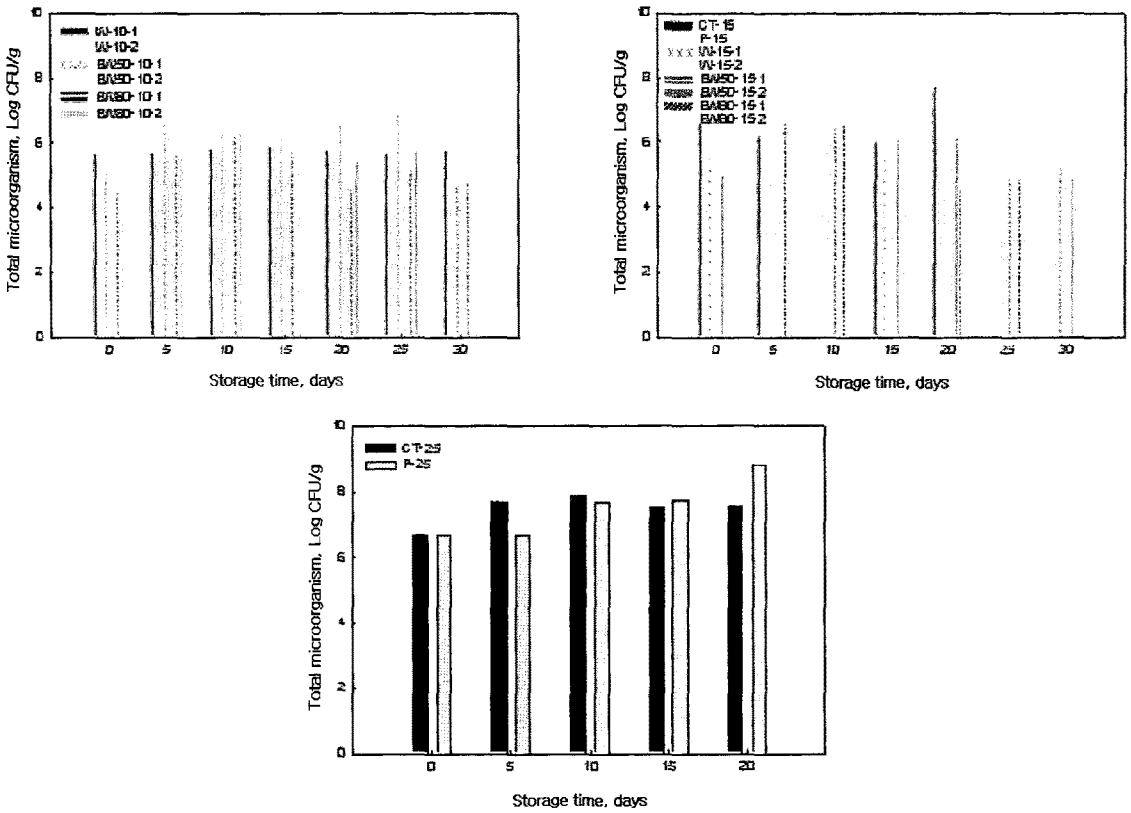

Fig. 4 Changes total microorganism of washed ginseng by different treatments condition and sterilization methods during storage at 10, 15 and 25℃.

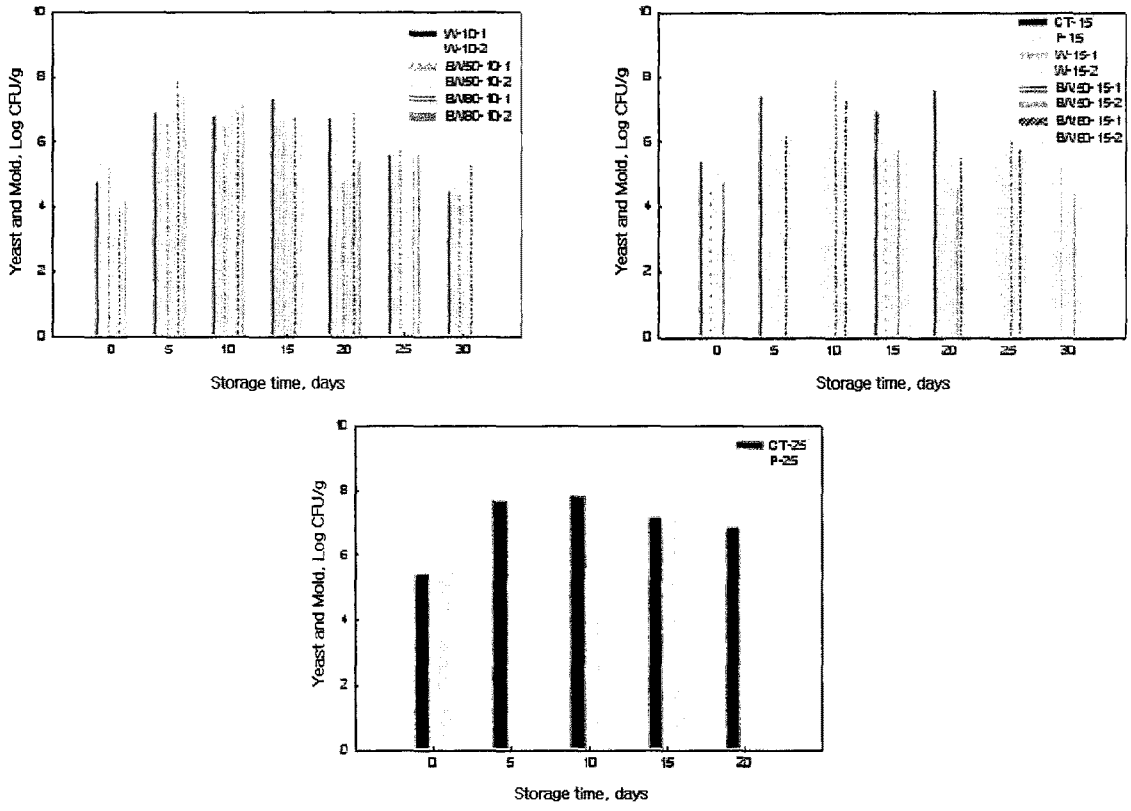

Fig. 5 Changes in yeast and mold of washed ginseng by different treatments condition and sterilization methods during storage at 10, 15 and 25℃.

30일이 경과한 후 외관 품질 열화빈도(%)를 측정하여 표 7에 나타내었다. 총 개수와 비교하여 외관 품질이 변화된 것을 계수 한 결과, 무처리구의 경우에 CT-15 0%, CT-25 100%, P-15 5%, P-25 100%로 나타나 25℃의 저장조건에서는 모든 인삼이 부패하는 것으로 나타났다. 또한 저온 냉각수 처리조건인 W-10-1은 0%, W-10-2 0%, W-15-1 0%, W-15-2 30%로 나타나 15℃의 저장조건에서는 인삼이 20~30% 이상 열화 되어지는 것으로 판단되었다. 50 ppm 전해수 처리구의 경우 EW50-10-1 0%, EW50-10-2 0%, EW50-15-1 5%, EW50-15-2 10%로 전해수 처리구는 일반수 처리구보다 열화율이 낮게 나타났지만 15℃ 이상의 저장 조건에서는 인삼의 저장이 어려운 것으로 분석되었다. 80 ppm 전해수 처리 후 저장조건의 EW80-1 0%, EW80-10-2 0%, EW80-15-1 1%, EW80-15-2 0%로 나타났다.

4. 요약 및 결론

인삼의 전처리 공정기술을 개발하면서 인삼의 불림, 세척, 살균, 탈수, 건조 등의 공정분석과 품질특성을 분석함으로써 연속식 인삼 표면세척시스템을 개발하기위한 단위공정 분석 조사는 다음과 같다.

(1) 세척률은 저온 냉각수 91.75 %, 전해수 50 ppm 86.32%, 전해수 80 ppm 87.03%로 나타나 모든 처리구에서 유사한 값으로 나타났다. 하지만 세척 방법을 연속적인 조건으로 표면세척시스템을 개선하기 위해 상처, 손실, 건조 등을 최소한 공정개발이 필요한 것으로 판단되었다.

(2) 상처율은 분사각도 20, 40°, 분사거리 5 cm, 세척시간 60, 90 s, 조건으로 세척 전, 후를 비교한 결과 분사각도 40°, 분사거리 5 cm, 세척시간 90 s 조건에서 상처율이 3.3%로 가장 낮게 나타났다. 세척인삼의 날수 및 건조조건으로 분사각도 40°, 분사시간 90 s, 건조온도 30, 50℃의 조건에서 탈수율이 각각 88.5%와 100%로 나타나 탈수공정에서 90% 이상 제거가 가능하였다.

(3) 인삼의 세척 및 살균 단위공정 분석을 위한 일반 품질 특성 실험결과, 분체 분사 방식과 저온 냉각수 (2℃), 전해수 (pH 8.0-8.5, HClO 50 ppm, 80 ppm)처리조건에서 경도는 전해수 80 ppm, 분사시간 1 min, 저장온도 10℃에서 경도변화가 적었으며, 색도는 저온 냉각수 및 전해수 처리에서는 표면색의 변화가 가장 적게 나타나 안정적인 것으로 판단되었다.

(4) 포장지 내부의 가스변화는 80 ppm 전해수 전처리 후 저온 저장을 하는 것이 인삼의 품질을 우수하게 유지하며 포장지의 CO_2의 증가로 인한 부풀음 현상도 감소시키는 것으로 분석되었다. 총균수, 곰팡이 및 효모 수는 인삼원물과 비교하여 기능성 포장, 저온 냉각수, 50 ppm 전해수 등 모든 처리구에서 유사한 값을 나타내었으나 80 ppm 전해수의 경우 1.05×10^3로 제균 되어 가장 우수한 제어 효과를 나타내었다. 하지만 저장 30일 경과 후 곰팡이 및 효모수가 모든 처리구에서 증가하는 것으로 분석되었다.

(5) 세척인삼의 저장 중 열화는 전해수의 농도 80 ppm의 처리가 적합한 것으로 저장 온도는 모든 처리구에서 10℃ 저장 조건에서는 열화가 발생되는 않는 것으로 보아 10℃ 이하의 저장 조건이 가장 우수한 것으로 판단되었다.

참고문헌

1. Kim, D. M. 2006. Development of Pre-treatment Technology for Fresh Ginseng. Korea Food Research Institute, Seongnam, Korea. (In Korean)
2. Kim, E. J., K. H, Kim and D. M. Kim. 2007. Effect of surface washing treatment on quality of fresh ginseng during storage. Korea Food Science 39(4):380-385. (In Korean)
3. Kim, J. H., K. H. Kwon, J. W. Jeong, B. S. Kim, H. S. Cha and J. H. Yu. 2006. The Development of Surface Washing system and Quality Assessment of Peach. Korea Food Research Institute, Seongnam, Korea. (In Korean)
4. Kwon, K. H., H. S. Cha, J. H. Kim, H. S. Lee and C. H. Choi. 2008a. Development of washing ginseng surface system. Proceedings of the KSAM 2008 Summer Conference 13(2):237-248. (In Korean)
5. Kwon, K. H., J. H. Kim and H. S. Lee. 2008b. Quality characteristics and process study for surface washing system development of ginseng. Proceedings of the KSAM 2008 Winter Conference 13(1):202-207. (In Korean)
6. Lee, B. Y. 2003. Status of Korean ginseng industry and development of new ginseng products. Food Industry and Nutrition 8(2):1-9. (In Korean)
7. Song, C. S. 2000. An analysis on fluid dynamics and experiment in washing tank for optimal desige of ginseng cleaner. Food Engineering Progress 4(2):98-103. (In Korean)