

전처리 방법이 무청의 표면 미생물 변화에 미치는 영향

구경형[†] · 이경아 · 김영림 · 이명기

한국식품연구원

Effects of Pre-treatment Method on the Surface Microbes of Radish (*Raphanus sativus* L.) Leaves

Kyung-Hyung Ku[†], Kyung-A Lee, Young-Lim Kim and Myung-Gi Lee

Korea Food Research Institute, Gyeonggi 463-746, Korea

Abstract

It was investigated the effects of pre-treatment method on the microbes on the surface of radish (*Raphanus sativus* L.) leaves. Independent variables put in water washing (X_1), microwave treatment (X_2) and steam treatment (X_3) using central composite design and response surface analysis. It was not detected in the pathogenic microbes, *Salmonella* spp., *Camphylobacter* spp., *Vibrio* spp., *Shigella* spp., *Staphylococcus* spp., on the surface of collected radish leaves without pre-treatment. But general microbes showed $3.90 \times 10^5 \sim 1.20 \times 10^7$ CFU/g of total microbes, $1.10 \times 10^2 \sim 2.00 \times 10^5$ CFU/g of *E. coli*, $2.40 \times 10^3 \sim 3.55 \times 10^6$ CFU/g of yeast/mold on the surface of various radish leaves and lactic acid bacteria was detected or not according to collected samples. The best method of pre-treatment was steam treatment on the microbe reduction effect of samples surface. Also, the multiplex regression coefficients analysis was calculated three independent variables (X_1 , X_2 , X_3) and dependent variables (total microbes, lactic acid bacteria and yeast/molds). It showed high correlation R^2 , 0.89, 0.87, 0.85, respectively. For effective reduction of surface microbes, the best method was water washing with microwave or steam treatment at the same time.

Key words: radish leaves, pre-treatment, surface microbes

서론

최근 급격한 경제성장, 식생활의 서구화로 영양섭취 과다와 함께 정제된 곡류를 이용한 가공 식품 및 인스턴트식품의 선호도 증가로 암, 동맥경화, 고혈압, 심장질환, 뇌질환 등 각종 성인병에 노출되어 있다. 이러한 변화에 따라 만성적인 질병이 비만에서 기인한다는 경각심이 일어나면서 채소류에 관한 수요와 공급이 확산되었고, 가공되지 않은 신선채소와 이를 최소 가공한 농산물 구매가 증가하고 있는 실정이다. 한편 우리나라 전체 채소 생산량 대비 무는 10~15%, 배추는 25% 내외를 차지하고 있는 대표 채소로 배추는 김치가공원료로 무의 경우는 그 품종에 따라 김치, 단무지, 외식업체의 식재료로서 사용되고 있다. 이러한 무는 품종에 따라 엽채와 뿌리를 함께 사용하기도 하고 뿌리만 또는 엽채만을 선별하여 식재료로 사용하기도 하는데, 김치 제조업체에서는 무의 뿌리부분은 깎두기로 사용하고, 뿌리부분을 제외한 잎부분인 무청은 무청 김치와 무청을 말린 우거지로 많이 사용하고 있다. 무청은 비타민 A와 C, 칼슘이 뿌리부분에 비하여 더 많이 함유하고, 식이섬유도 풍부하게 함유하고

있다(1). 이러한 무청은 건조된 우거지 외에 열처리 등의 가공처리도 하지 않고, 발효되기 전 양념을 배합하여 절절이 형태로 섭취하거나 신선야채와 가까운 형태로 섭취할 경우도 많다.

최근 미생물학적 안전성에 있어 식중독 발병의 원인으로 문제시되고 있는데, 식중독을 일으키는 미생물 중 *Listeria monocytogenes*는 무, 오이, 양배추 등의 채소와 감자 등에서 검출되었으며, 북미지역에서는 식중독 발생 원인으로 양배추로 만든 샐러드인 경우도 있었다(2-6). 또 *Escherichia coli* O157:H7은 1982년 미국에서 식중독을 일으킨 인체 병원균으로 확인되었으며(7), *Staphylococcus aureus*는 식품 중 장내 독소를 생성하여 식중독을 일으키는 독소형 식중독균으로 우유뿐만 아니라 상추, 오이 등 야채에서도 발생했다고 보고되었다(8). 이러한 식중독 원인균의 제거 방법으로 열처리, 산처리 등의 화학적 방법(9-13)과 초음파, 마이크로웨이브 등 물리적 방법(14-16)이 활용되고 있다.

본 연구는 품종별 무청의 표면 미생물 분포와 중심합성계획과 반응표면분석법을 이용하여 물세척, 마이크로웨이브 처리 및 스팀처리를 독립변수로 두고, 이들 전처리 조건에

[†]Corresponding author. E-mail: khku@kfri.re.kr
Phone: 82-31-780-9052. Fax: 82-31-709-9876

다른 표면 미생물의 변화를 조사하여 안전성 향상을 위한 기초 자료로 활용하고자 수행되었다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용한 무청은 2004년 5월에 강원도 정선에서 수확한 북중국무 품종인 관동무(RL1), 영동무(RL2), 청일품(RL3), 탐스러운 무(RL4)와 11월 충청북도 서산에서 수확한 남중국무 품종인 미농단백무(RL5)와 강원도 정선에서 가을에 수확한 관동무(RL6)를 제공받아 실험재료로 사용하였다.

전처리 방법

무청의 잔존 미생물 분석은 수확한 무청을 실험실로 이동시킨 후 전체 무청을 200~300 g으로 소분하여 시료로 이용하였다. 무청에 잔존해 있는 오염 미생물을 측정하기 위하여 무청을 어떠한 전처리를 하지 않고 10 g을 생리식염수로 희석한 후 stomacher(Lab-Blender 400, England)을 이용하여 1분간 균질화하여 1 mL를 취한 다음 멸균 생리식염수로 단계적으로 희석하였다. 전처리에 의한 무청의 미생물균수 변화는 전처리를 거치지 않은 무청 10 g씩을 소분하여 물세척 1~3회, 마이크로웨이브(LG ER-654MB) 1~3분, 스팀처리 1~10분으로 처리하였다. 이 때 물세척은 1회당 흐르는 수도물로 30초간 세척을 하였고, 전처리한 시료들은 위의 방법과 동일한 방법으로 처리한 다음 멸균 생리식염수로 단계적으로 희석하였다.

또 무청의 각 처리조건에 따른 잔존해 있는 미생물의 변화를 반응표면분석법(response surface methodology, RSM)을 이용하여 조사하였다(17,18). 중심합성계획(central composite design)에 의하여 Table 1과 같이 독립변수는 세척횟수(X_1)와 마이크로웨이브처리(X_2), 스팀처리(X_3)로 하였고, 각 처리효과는 예비실험을 기준으로 세척횟수는 0~2회까지 마이크로웨이브 처리시간은 0~3분, 스팀 처리시간 0~6분으로 하였다. 시료의 잔존 미생물 분석을 위한 시료는 Table 1과 같이 처리한 무청 중 10 g 취하여 생리식염수로 희석한 후 stomacher(Lab-Blender 400, England)를 이용하여 1분간 균질화하여 1 mL를 취한 다음 멸균 생리식염수로

단계적으로 희석하였다.

무청의 잔존 미생물 분석

수확 직후의 무청에 잔존해 있는 병원성 미생물 측정은 전처리를 하지 않고 시료처리 방법에 따라 희석된 시료 희석액을 선택배지를 이용하여 균수를 측정하였다. 이때 사용한 선택배지의 경우 *Salmomella* spp.는 Lysin iron Agar(Merck Co., Germany), *Campylobacter* spp.는 Campylobacter selective agar(Merck Co., Germany), *Vibrio* spp.는 TCBS agar(Merck Co., Germany), *Shigella* spp.는 Hektoen enteric agar(Merck Co., Germany), *Staphylococcus* spp.는 Baird parker agar(Merck Co., Germany), *Enterococcus* spp.와 *Pediococcus* spp.는 KF-Streptococcus agar(Merck Co., Germany)를 사용하였다. 이외에 전처리 및 반응표면분석법을 이용하여 처리한 무청은 총 호기성균, 대장균군, 유산균 및 효모/곰팡이수를 측정하였다. 총균수와 젖산균은 plate count agar(PCA, Merck Co., Germany) 배지와 MRS 배지(Merck Co., Germany)를 이용하였고, 대장균군(total coliforms)과 효모/곰팡이는 3M 주식회사의 Petrifilm™을 이용하여 pour plate method 방법에 의해 각각 30°C와 25°C에서 48~72시간 배양한 후 계수하였다.

통계분석

중심합성계획에 의한 미생물균수 결과는 SAS(19) program을 이용하여 독립변수는 세척횟수(X_1)와 마이크로웨이브처리(X_2), 스팀처리(X_3)와 종속변수인 총균수, 젖산균, 대장균군, 및 효모/곰팡이 수와의, 상관계수를 유도한 후 상관계수가 높은 항목인 종속변수와 다중회귀 분석하여 모형을 유도하고 반응표면분석법에 의하여 독립변수가 무청의 잔존 미생물에 미치는 영향을 조사하였다.

결과 및 고찰

무청의 잔존 미생물 분석

산지에서 수확한 품종별 무청에 잔존하는 미생물균수를 조사한 결과(Table 2), 품종에 관계없이 병원성 미생물인 *Salmomella* spp., *Camphylobacter* spp., *Vibrio* spp., *Shi-*

Table 1. Experimental design of the coded and composite design matrix using washing times, microwave and steam treatment for radish leaves

Design point	X_1 (Washing times)	X_2 (Microwave, min)	X_3 (Steaming, min)
1	-1 (0)	-1 (0)	-1 (0)
2	1 (2)	-1 (0)	-1 (0)
3	-1 (0)	1 (3)	-1 (0)
4	1 (2)	1 (3)	-1 (0)
5	-1 (0)	-1 (0)	1 (6)
6	1 (2)	-1 (0)	1 (6)
7	-1 (0)	1 (3)	1 (6)
8	1 (2)	1 (3)	1 (6)
9	0 (1)	0 (1.5)	0 (3)
10	0 (1)	0 (1.5)	0 (3)

Table 2. Survey of hazardous microbes on the radish leaves from collected by season and varieties

Microbes	Varieties ¹⁾ (CFU/g)					
	RL1	RL2	RL3	RL4	RL5	RL6
<i>Salmonella</i>	ND ²⁾	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Camphylobacter</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Vibrio</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Shigella</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Staphylococcus</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Enterococcus</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Pediococcus</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Total viable cell	1.56×10 ⁶	1.20×10 ⁷	5.15×10 ⁶	7.65×10 ⁶	3.90×10 ⁵	1.31×10 ⁶
Lactic acid bacteria	4.70×10 ³	3.35×10 ³	-	2.05×10 ⁷	1.30×10 ²	-
<i>E. coli</i>	5.95×10 ⁴	1.75×10 ⁴	2.00×10 ⁵	1.77×10 ⁴	7.50×10 ⁴	1.11×10 ²
Yeast and mold	5.15×10 ⁴	6.40×10 ⁴	5.20×10 ⁴	3.55×10 ⁶	3.30×10 ⁴	2.40×10 ³

¹⁾RL1: KwandongI, RL2: Yongdong, RL3: Chunilpung, RL4: Tamsureun, RL5: Minongdanbaek, RL6: KwandongII.

²⁾ND: not detected.

gella spp., *Staphylococcus* spp., *Enterococcus* spp. 및 *Pediococcus* spp.는 전혀 검출되지 않았다. 그러나 총균수의 경우는 품종에 따라 약간의 차이는 있었는데, 3.90×10⁵~1.20×10⁷의 범위를 보였고, 대장균 군은 1.11×10²~2.00×10⁵ CFU/g, 효모/곰팡이는 2.40×10³~3.55×10⁶ CFU/g를 보인 반면 젖산균은 검출되지 않은 시료도 있었다. 이 결과는 Cho 등(20)의 유통 중인 국내산 양배추의 미생물 균총을 본 결과 총 호기성균은 1.6×10⁹ CFU/g, 젖산균은 1.2×10⁶ CFU/g, 효모/곰팡이의 수는 4.5×10³ CFU/g였고, Brocklehurst 등(21)의 연구결과인 총균수 10⁸~10⁹ CFU/g, 대장균군 10⁵~10⁷ CFU/g, 유산균 10⁵~10⁹ CFU/g, 효모/곰팡이 10⁴~10⁸ CFU/g이라고 보고한 결과와 비교하여 총균수는 약간 작게 나타났으나, 효모/곰팡이 균수는 비슷한 수준이었다. 본 연구에 사용된 무청의 경우 병원성 미생물은 검출되지 않았으나, Beuchat와 Kim(22,23)의 연구에서 야채나 과일에 *Shigella* spp., *Salmomella* spp., *Capylobacter* spp., *Enterobacter* spp. 등이 존재할 수 있고, 만약 신선과일이나

야채에 병원성 미생물이 오염되었다면 최종제품의 안전성에 영향을 준다고 보고한 결과가 있으므로, 가공원료로서 사용하는 초기원료부터 최종제품에 이르는 전 과정의 철저한 위생의 필요성이 요구된다.

전처리 및 실험계획에 따른 무청의 잔존 미생물 변화

원료 무청의 전처리 방법에 따른 무청의 미생물균수 변화를 조사하기 위하여, 현장에서 실제 사용하는 물세척, 식중독원인균의 증식억제 및 제거방법에 쉽게 접목시킬 수 있는 마이크로웨이브처리와 스팀처리를 하여 미생물의 감균 효과를 조사하였다. 이때 물세척 1~10회, 마이크로웨이브 1~3회, 스팀처리 1~10분으로 각각 처리한 후, 총균수, 젖산균수, 대장균군 및 효모/곰팡이 균수를 측정하였다(Table 3).

총균수의 경우 노지에서 수확한 무청의 1.75×10⁷ CFU/g에서 1회 물 세척으로 5.20×10⁶ CFU/g, 2회 세척 6.50×10⁵ CFU/g, 3회 세척 3.20×10⁵ CFU/g으로 감소하였는데, 이는 Cho 등(20)의 양배추를 물로 세척한 경우 1.6×10⁹에서 1.23

Table 3. Effects of various pre-treatment on the microbes of radish leaves

Pre-treatment method	The number of cell (CFU/g)			
	Total viable cell	Lactic acid bacteria	<i>E. coli</i>	Yeast and mold
Control	1.75×10 ⁷	7.90×10 ³	3.20×10 ³	1.05×10 ⁵
Water washing	1 time	5.20×10 ⁶	1.0×10 ²	ND ¹⁾
	2 times	6.50×10 ⁵	6.0×10	ND
	3 times	3.20×10 ⁵	ND	ND
	5 times	2.00×10 ⁵	ND	ND
	10 times	1.40×10 ⁵	ND	ND
Microwave	1 min	9.20×10 ²	3.0×10	ND
	2 min	4.30×10 ²	ND	ND
	3 min	3.10×10 ²	ND	ND
Steam	1 min	9.60×10 ³	ND	ND
	2 min	7.20×10 ²	ND	ND
	3 min	1.50×10 ²	ND	ND
	5 min	3.00×10	ND	ND
	10 min	ND	ND	ND

¹⁾ND: not detected.

×10⁸ CFU/g 감소되었다는 결과와 Nascimento 등(24)의 상추를 물로 처리할 때 9.0×10⁶에서 1.6×10⁶ CFU/g으로 약 1 log₁₀ CFU/g 감소하였다는 결과와 유사하였다. 마이크로웨이브 처리의 경우 1분 처리시 9.20×10² CFU/g, 2분 4.30×10² CFU/g, 3분 처리 시 3.10×10² CFU/g이었고, 그 이상 처리 시에는 과도한 열처리에 의해 시료가 타서 실험이 불가능하였다. 반면 100°C 스팀처리 시 1분에 9.60×10³ CFU/g, 2분 처리 7.20×10² CFU/g, 3분 처리 1.50×10² CFU/g이었고 10분 이상 처리에서는 검출되지 않았다.

젖산균은 원료 무청의 경우 7.90×10³ CFU/g에서 1회 물세척은 1.0×10² CFU/g, 2회 이상 세척한 경우 검출이 되지 않았고, 마이크로웨이브처리하는 2분 이상, 스팀처리하는 1분만 처리하여도 젖산균이 검출되지 않았다. 또 대장균 군의 경우 원료 무청에만 검출되었을 뿐 모든 처리구에서 검출되지 않았고, 효모/곰팡이는 원료 무청의 1.05×10⁵ CFU/g에서 물세척 5회 이상 처리하여야 검출되지 않았고, 마이크로웨이브 및 스팀처리 1분만 하여도 검출되지 않았다. 이는 Cho 등(20)의 원료 양배추의 초기 젖산균 1.20×10⁶ CFU/g에서 물세척을 한 경우 7.30×10⁵ CFU/g의 유의적인 수로 감소되었다는 결과와 유사하였으나, 효모/곰팡이의 경우 양배추의 4.50×10³ CFU/g에서 3.0×10³ CFU/g으로 감소하였다는 결과 보다는 물세척에 의해 효모/곰팡이가 뚜렷하게 감소되었다.

Table 4는 무청의 각 처리조건에 따른 잔존해 있는 미생물의 변화를 중심합성계획(central composite design)에 의한 실험계획에 의하여 처리된 시료의 균수와 독립변수와와의 다중회귀분석을 한 결과이다. 즉 원료 무청의 전처리 방법을 독립변수(independent variables)로 하고, 총균수, 젖산균수 및 효모/곰팡이균 수를 종속변수(dependent variables)로 하여 회귀 분석한 결과 상관관계를 나타내는 R² 값이 각각

0.89, 0.87, 0.85로 상관성이 높았다. 이는 독립변수인 전처리 방법인 세척횟수, 마이크로웨이브처리 시간 및 스팀처리 시간이 종속변수인 원료 무청의 잔존 미생물에 큰 영향을 주는 것을 의미한다.

종속 변수인 총균수에 대한 독립 변수의 회귀식은 다음과 같다.

$$Y = 1.08 \times 10^7 - 8.56 \times 10^6 - 5.55 \times 10^6 X_1 - 1.07 \times 10^7 X_2 - 1.07 \times 10^7 X_3 + 5.55 \times 10^6 X_1 X_2 + 5.55 \times 10^6 X_1 X_3 + 1.07 \times 10^7 X_2 X_3 \quad (1)$$

회귀식 (1)에서 X₁(세척횟수)와 X₁*X₃를 제외하고 5% 이내의 유의성이 있었다. 또한 종속변수인 젖산균과 효모/곰팡이에 대한 독립 변수의 회귀식은 각각 다음과 같았다.

$$Y(\text{젖산균수}) = -26.25X_1 - 38.75X_2 - 38.75X_3 + 26.25X_1X_2 + 26.25X_1X_3 + 38.75X_2X_3 \quad (2)$$

$$Y(\text{효모/곰팡이}) = -7.98 \times 10^3 - 8.28 \times 10^3 X_1 - 9.98 \times 10^3 X_2 - 9.98 \times 10^3 X_3 + 8.28 \times 10^3 X_1 X_2 + 8.28 \times 10^3 X_1 X_3 + 9.98 \times 10^3 X_2 X_3 \quad (3)$$

독립변수 젖산균(2)과 효모/곰팡이의 회귀식(3)의 경우 X₁*X₂항을 제외하고 5% 이내의 유의성을 보였다. 독립변수인 원료 무청의 전처리 방법인 세척횟수(X₁), 마이크로웨이브 처리시간(X₂)과 스팀 처리시간(X₃)과 종속변수인 미생물균수 간의 회귀분석한 모델식 중 총균수의 변화를 반응표면 분석법으로 도시하였다.

Fig. 1-a는 독립변수인 마이크로웨이브 처리(X₂)를 고정하고, 세척횟수(X₁)와 스팀처리(X₃)가 총균수에 미치는 영향을 조사한 결과, 세척횟수보다는 스팀처리에 의한 감소

Table 4. The number of microbes and values of regression equation calculated with independent and dependent variables in surface microbes of the radish leaves

Design point	The number of microbes (CFU/mL)				<i>E. coli</i>
	Total viable microbes	Lactic acid bacteria	Yeast and mold		
1	7.50×10 ⁷	3.60×10 ²	6.30×10 ⁴		ND
2	3.06×10 ⁷	4.00×10	5.80×10 ³		ND
3	3.11×10 ³	ND	ND		ND
4	2.80×10 ²	ND	ND		ND
5	3.00×10	ND	ND		ND
6	ND	ND	ND		ND
7	ND	ND	ND		ND
8	ND	ND	ND		ND
9	ND	ND	ND		ND
10	ND	ND	ND		ND
Independent variables	Regression equation ¹⁾			R ²	
Total microbes	= -8.56×10 ⁶ - 5.55×10 ⁶ X ₁ - 1.07×10 ⁷ X ₂ - 1.07×10 ⁷ X ₃ + 5.55×10 ⁶ X ₁ X ₂ + 5.55×10 ⁶ X ₁ X ₃ + 1.07×10 ⁷ X ₂ X ₃			0.89	
Lactic acid bacteria	= -26.25X ₁ - 38.75X ₂ - 38.75X ₃ + 26.25X ₁ X ₂ + 26.25X ₁ X ₃ + 38.75X ₂ X ₃			0.87	
Yeast and mold	= -7.98×10 ³ - 8.28×10 ³ X ₁ - 9.98×10 ³ X ₂ - 9.98×10 ³ X ₃ + 8.28×10 ³ X ₁ X ₂ + 8.28×10 ³ X ₁ X ₃ + 9.98×10 ³ X ₂ X ₃			0.85	

X₁: washing times, X₂: microwave treatment, X₃: steam treatment.

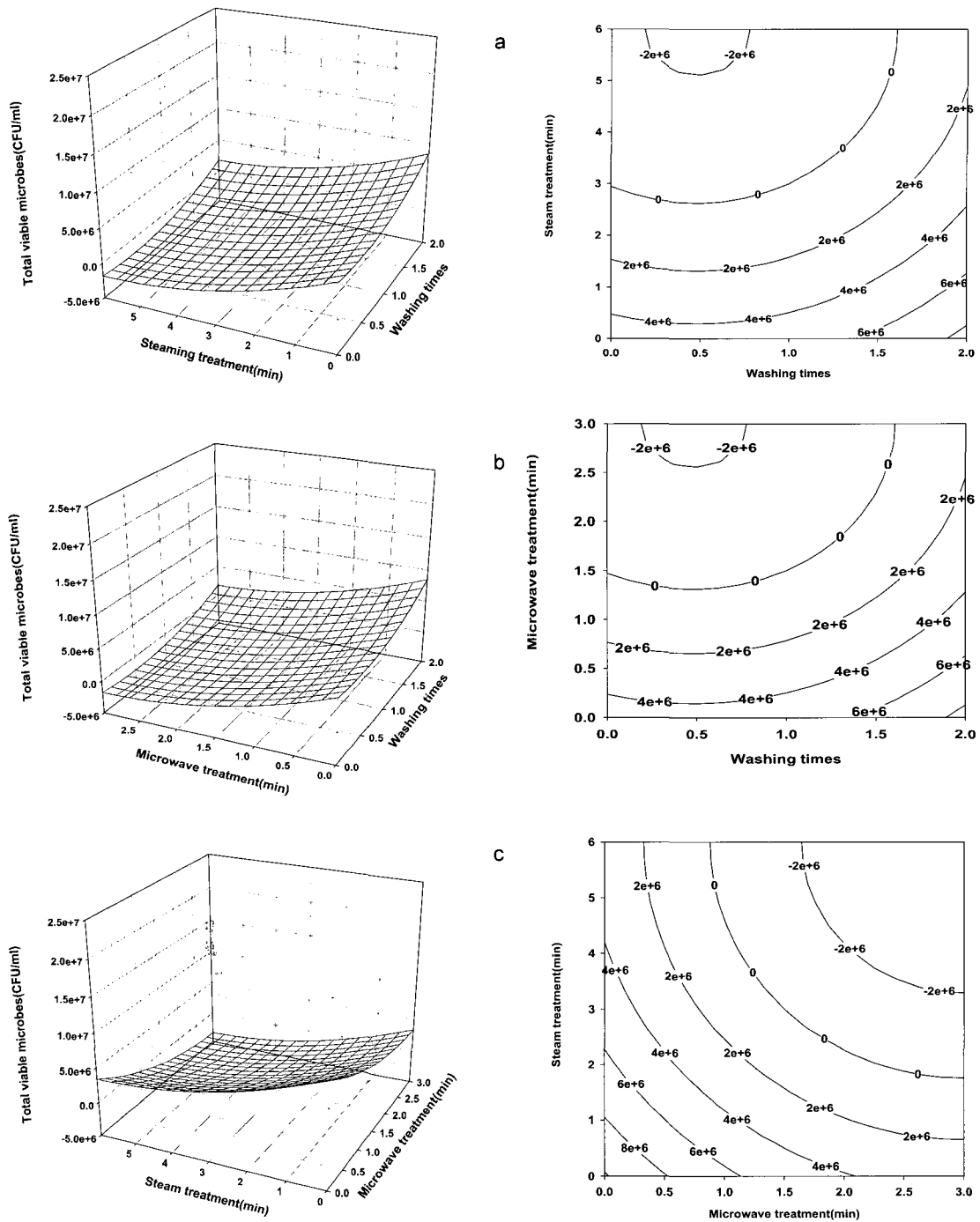


Fig. 1. Response surface plot and contour plot of independent and dependent variables for reduction in the surface microbes of radish leaves.

효과가 높았는데, 스팀처리 3분 이상, 세척횟수 1회에 의하여 유의적인 감균 효과가 있었다. 또 스팀처리(X_3)를 고정할 경우(Fig. 1-b), 마이크로크로웨이브처리(X_2)가 세척횟수(X_1)보다 감균 효과가 높았고, 세척횟수(X_1)를 고정할 때 (Fig. 1-c), 마이크로웨이브처리 1분 이상 스팀처리 2분 이상하면 원료 무청의 잔존 미생물을 효과적으로 제거할 수 있었다. 또한 회귀식(2)와 (3)을 반응표면분석법으로 도시

한 경우 Fig. 1과 균수의 차이만 있을 뿐 유사한 경향을 보였다. 이상의 결과에서 세척횟수에 의한 감균 효과는 제한적이므로, 식중독균의 증식억제 및 제거하기 위하여 편리함과 비용적 측면을 고려하여 1회의 세척 후 마이크로웨이브처리 및 스팀처리를 조합하여 처리하면 효과적으로 균을 제거할 수 있을 것으로 여겨진다. 그러나 본 논문은 무청을 소량 취하여 실험한 결과이므로, 대규모 처리를 위하여 본 연구결

과를 기초로 하여 대규모 실험이 수행되어야 할 것으로 여겨진다.

요 약

품종별 무청의 표면 미생물 분포와 중심합성계획과 반응 표면분석법을 이용하여 물세척, 마이크로웨이브처리 및 스팀처리를 독립변수로 두고, 이들 전처리 조건에 따른 표면 미생물의 변화를 조사하였다. 그 결과 무청 품종에 관계없이 병원성 미생물인 *Salmonella* spp., *Camphylobacter* spp., *Vibrio* spp., *Shigella* spp., *Staphylococcus* spp., *Enterococcus* spp. 및 *Pediococcus* spp.는 전혀 검출되지 않았다. 그러나 총균수의 경우는 품종에 따라 약간의 차이는 있었는데, $3.90 \times 10^5 \sim 1.20 \times 10^7$ CFU/g의 범위를 보였고, 대장균군은 $1.11 \times 10^2 \sim 2.00 \times 10^5$ CFU/g, 효모/곰팡이는 $2.40 \times 10^3 \sim 3.55 \times 10^6$ CFU/g을 보인 반면 젖산균은 검출되지 않은 시료도 있었다. 또 전처리 방법에 따른 무청의 잔존 미생물의 감균 효과가 가장 좋은 전처리 방법은 스팀처리 방법이었다. 원료 무청의 각각의 전처리 방법을 독립변수(independent variables)로 하고, 총균수, 젖산균수 및 효모/곰팡이균수를 종속변수(dependent variables)로 하여 회귀 분석한 결과 상관관계를 나타내는 R^2 값이 각각 0.89, 0.87, 0.85로 상관성이 높았으며, 물세척 횟수에 의한 감균 효과는 제한적이므로 마이크로웨이브처리나 스팀처리를 병행하여야 효과적이었다.

감사의 글

이 연구는 2004년도 농림기술개발사업 연구비에 의하여 수행된 결과의 일부이며, 지원에 감사드립니다.

문 헌

- National Rural Living Science Institute, R.D.A. 1996. *Food Composition Table*. p 100-102.
- Ahn YS, Shin DH. 1999. Antimicrobial effects of organic acids and ethanol on several foodborne microorganisms. *Korean J Food Sci Technol* 31: 1315-1323.
- Welshmer HJ. 1986. Isolation of *Listeria monocytogenes* from vegetation. *J Bacteriol* 95: 300-320.
- Weiss J, Seeliger HPR. 1975. Incidence of *Listeria monocytogenes* in nature. *Appl Envir Microbiol* 6: 29-32.
- Skovagard N, Moreagn CA. 1989. Detection of *Listeria* spp. in faces from animals, in feeds, and in raw foods of animal origin. *Int J Food Microbiol* 6: 229-242.
- Wehr HM. 1987. *Listeria monocytogenes* -A current dilemma. *J Assoc Off Anal Chem* 70: 769-772.
- Riely LW, Remis RS, Helgerson DD, Mcgee HB, Wells JG, Davis Br, Hebert RJ, Olcott ES, Johnson LM, Hargert NT, Blake PA, Cohen ML. 1983. Hemorrhagic colitis associated with a rare *Escherichia coli* serotype. *N Engl J Med* 308: 681-685.
- Marks S, Robert T. 1993. *Escherichia coli* O157:H7 ranks as the fourth most costly foodborne disease. *Food Rev* 16: 51-59.
- Bergdoll MS. 1979. Staphylococcal intoxication. In *Food-borne Infections and Intoxication*. 2nd ed. Reinmann H, Bryan F, eds. Academic Press, New York. Chapter IX.
- Rice Km, Pierson MD. 1982. Inhibition of *Salmonella* by sodium nitrite and potassium sorbate in frankfurters. *J Food Sci* 47: 1615-1617.
- Kim DJ, Kwon OJ, Byun MW. 1997. Combination effects of benzoate, sorbate and pH for control of *Escherichia coli* O157:H7. *J Food Hyg Safety* 12: 200-204.
- Oh DH, Marshall DL. 1994. Enhanced inhibition of *Listeria monocytogenes* by glycerol monolaurate with organic acids. *J Food Sci* 59: 1258-1261.
- Ita PS, Hutkins SW. 1991. Intra-cellular pH survival of *Listeria monocytogenes* Scott A and effect in tryptic soy broth containing acetic, lactic, citric and hydrochloric acids. *J Food Prot* 54: 15-19.
- Kim KT, Kim SS, Hong HD, Ha SD, Lee YC. 2003. Quality changes and pasteurization effects of citrus fruit juice by high voltage pulsed electric fields (PEF) treatment. *Korean J Food Sci Technol* 35: 635-641.
- Shin JK, Pyun YR. 1997. Inactivation of *Lactobacillus plantarum* by pulsed-microwave irradiation. *J Food Sci* 62: 163-166.
- Qin BL, Pothakamurthy UR, Vega H, Martin O, Babosa-Canovas GV, Swanson BG. 1995. Food pasteurization using high-intensity pulsed electric fields. *Food Technol* 49: 55-60.
- Cochran WG, Cox CM. 1957. *Experimental Designs*. 2nd ed. Library of congress Catalog card No.57-5903, New York. p 376-378.
- Cacular MC. 1993. *Design and Analysis of Sensory Optimization*. Food & Nutrition Press, Inc., Connecticut.
- SAS Institute, Inc. 1988. SAS/STAT User's Guide. Version 6.2th ed. Cary, NC.
- Cho JI, Kim KS, Bahk GJ, Ha SD. 2004. Microbial assessment of wild cabbage and its control. *Korean J Food Sci Technol* 36: 162-167.
- Brocklehurst TF, Zaman-Wong CM, Lund BM. 1987. A note on the microbiology of retail packs of salad vegetables. *J Appl Bacteriol* 63: 409-415.
- Beuchat LR. 1996. Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. *J Food Prot* 59: 204-216.
- Beuchat LR, Kim HK. 2005. Survival and growth of *Enterobacter sakazaki* on fresh-cut fruits and vegetables and in unpasteurized juices as affected by storage temperature. *J Food Prot* 68: 2541-2552.
- Nascimento MS, Silva N, Catanozi MP, Silva KC. 2003. Effects of different disinfection treatments on the natural microbiota of lettuce. *J Food Prot* 66: 1697-1700.

(2006년 3월 9일 접수; 2006년 6월 2일 채택)