

## 구연산과 에탄올 세척에 의한 배춧잎의 미생물 저감화

한응수\* · 양지희

세계김치연구소 연구개발본부

### Microbial Reduction in Kimchi Cabbage Leaves by Washing with Citric Acid and Ethanol

Eung Soo Han\* and Ji Hee Yang

Research and Development Division, World Institute of Kimchi

#### Abstract

The purpose of this study is to develop a method to cultivate lactic acid bacteria (LAB) as a by-product in the fermentation of kimchi through the use of Chinese cabbage leaves. A method to reduce the initial number of microorganisms using citric acid and ethanol to wash cabbage leaves was investigated. In this experiment, Chinese cabbage leaves were washed using a mixture of 3% citric acid and 7% ethanol and the washed cabbage leaves were juiced and used as a sample. The total microorganisms of kimchi cabbage juice (KCJ) was reduced from log 6.53 CFU/g to log 3.69 CFU/g by washing with citric acid and ethanol, and lactic acid bacteria from log 4.40 CFU/g to log 2.01 CFU/g. The salinity of KCJ was appropriate for the growth of lactic acid bacteria but the pH was too low. The yield of washing, juice extraction, and total were 80.82%, 79.32%, and 64.11%, respectively. KCJ made by washing with citric acid and ethanol was good for the culture broth of lactic acid bacteria.

**Key words:** microbial reduction, kimchi cabbage, washing, citric acid, ethanol

## 서 론

김치의 품질을 균일하게 하기 위하여 종균 김치를 생산하는 공장이 늘고 있다. 대부분은 유산균 배양업체에서 생산한 동결건조 종균을 양념에 혼합하여 사용하고 있으나 종균 비용이 많이 소요되고 종균의 활력이 저하되는 문제가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 종균을 김치공장에서 직접 배양하여 절임배추에 접종하는 새로운 연구가 시도되고 있다(Han et al., 2018).

김치공장에서 부산물로 생산되는 배추 겉잎은 대부분은 쓰레기로 버려지고 있으나 이를 유산균 배양 배지로 이용하면 종균을 염가로 생산하고 폐기물 처리비용도 절감할 수 있다.

배추즙을 유산균 배양 배지로 사용하려면 접종한 유산균이 잘 자랄 수 있는 배지환경이 조성되어야 한다. 배추즙은 포도당을 비롯한 영양물질이 고르게 들어 있어 유산균 배양 배지로서의 기본조건을 갖추고 있으나, 배추 겉잎에

는 토양 유래 이물질과 다양한 미생물이 오염되어 있어서 이들을 일정수준 이하로 감소시켜야 배지로 사용할 수 있다. 배추에 오염된 토양 등 이물질은 물로 세척하여 용이하게 제거할 수 있으나 오염된 미생물은 물리적 처리나 화학적 처리 단독으로 살균하기는 어렵다.

물리적 처리방법인 배추즙 가열살균 방법(Jeong et al., 2012)과 고압 가열추출 하는 방법(Moon et al., 2013)은 열에너지가 소요되어 저온을 유지하는 김치공장에 적용하기 어렵고, 방사선조사(Lee & Cho, 2006), 자외선살균(Bang et al., 2016), 광펄스처리(Park et al., 2016) 등의 비가열 처리방법은 초기투자비용이 많이 소요되어 아직은 종균 배양 현장에서 적용되지 못하고 있다. 화학적 처리방법으로 염소계 살균제가 선호되고 있으나(Mir et al., 2018), 염소 특유의 냄새가 나고 유기물과의 반응성이 높아 살균효과가 낮아지는 문제가 있어서 대체제의 연구가 진행되었다(Pablos et al., 2018; Park et al., 2012).

유기산은 과일과 채소에 널리 분포하며 살균효과가 있어 초산, 구연산, 젖산 등 60 여종이 식품첨가물공전에 등록되어 있는데, 유기산에 의해 증가된 수소이온이 미생물 세포막을 파괴하고 대사작용을 저해함으로써 생육을 저해하고 사멸시킨다. 대부분의 유기산은 풍미가 좋고 농도제한이 없어서 신선과채류의 미생물 저감 효과가 보고되었다

\*Corresponding author: Eung Soo Han, Research and Development Division, World Institute of Kimchi, Gwangju, 61755, Korea  
Tel: +82-62-610-1732; Fax: +82-62-610-1850  
E-mail address: hanakimchi@wikim.re.kr  
Received April 11, 2019; revised May 16, 2019; accepted May 16, 2019

(Park et al., 2004; Park et al., 2013). 특히 구연산은 가격이 저렴하고 맛이 좋으며 농도제한이 없어서 신선채소 살균 목적의 첨가물로 사용하기 적합하다.

에탄올은 미생물 세포벽의 가교결합한 펩티도글리칸의 조합을 방해하고 그 결과 세포벽을 붕괴시켜 살균효과를 나타내는데(Ingram, 1981), 30% 이상의 농도에서는 단독으로 살균효과가 있으나 20% 이하에서는 다른 물질과 병용 처리하여야 효과가 있는 것으로 보고되었다(Jang et al., 2003). 특히 유기산, 에탄올과 소금을 복합처리 하면 생물막 형성 세균을 효과적으로 제어할 수 있다고 하였다(Lee et al., 2013).

소금은 삼투압을 높이고 수분활성도를 낮추어 미생물의 생존과 생육을 저해하고 사멸에 이르게 한다. 구체적으로는 탈수작용, 불가역적 원형질 분리, 효소 활성 저해, 염소 이온의 독성, 산소용해도 감소와 이산화탄소에 대한 감수성을 높이기 때문이다(Jang et al., 2003).

본 연구에서는 김치공장에서 부산물로 나오는 배춧잎을 착즙한 배추즙으로 유산균을 배양하는 방법을 개발하고자 배추즙의 초기 미생물수를 낮추기 위한 배춧잎의 세척방법으로 구연산, 에탄올과 소금을 병용 처리하는 방법으로 연구하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 연구에 사용한 배추는 2018년 10월 광주 서부농수산물시장에서 구입한 가을 배추로 포기당 약 3.0 kg 중량인 것을 구입하였으며, 파쇄된 길은 제거하고 푸른 길은 포기당 10잎씩 떼어 시료로 사용하였다.

### 배춧잎 세척과 착즙

배춧잎 3.5-4.0 kg을 세탁기(LG WF-KJ650, Korea)에 넣고 수돗물 20 L에 구연산 300 g(1%)을 에탄올 6 L(20%)에 녹여 부은 다음 수돗물로 총 30 L로 맞춰 저속으로 10분간 교반하여 세척하였다. 세척 후 3분간 원심 탈수 하여 물기를 제거하였다. 소금을 3,000 g(10%) 추가로 용해하여 그 첨가 효과를 시험하였고, 이물질을 먼저 수돗물로 10분간 세척한 다음 세척 효과 증가를 시험하였다. 또한 구연산의 양을 600 g과 900 g으로 늘리고 에탄올의 양을 4 L와 2 L로 줄여서 구연산과 에탄올의 미생물에 대한 감균 효과를 시험하였다.

세척 수율은 세척 전 배춧잎 무게와 세척 후 배춧잎 무게를 측정하여 백분율로 계산하였다. 탈수한 배춧잎을 착즙기(Hurom, HWS-SBF18, Kimhae, Korea)로 착즙하여 즙액을 회수하고 착즙 수율을 측정하였다. 착즙 수율은 착즙 전 배춧잎 무게와 착즙 후 배추즙 무게를 측정하여 백분율로 계산하였다. 총수율은 세척수율과 착즙수율을 곱하여 계산

하였다.

### 배추즙 보관

착즙한 배추즙을 상온에서 배지로 사용할 수 있는 기간을 조사하고자 배추즙을 20°C에서 8일간 보관하면서 염도, pH, 일반세균수와 유산균수의 변화를 측정하였다.

### 염도 및 pH 측정

염도는 Morh법(AOAC 1990)으로 측정하였다. 착즙한 배추즙 1 g을 100배로 희석한 후 10 mL을 취하여 2% potassium chromate ( $K_2CrO_4$ ) 1 mL를 넣고 0.02 N  $AgNO_3$ 로 적정하여 염도를 측정하였다. pH는 착즙한 배추즙의 여과액을 4겹의 거즈(Sterile gauze No. 3, Soosung, Yangsan, Korea)로 여과한 다음 pH meter (TitroLine easy, SI Analytics, Mainz, Germany)로 측정하였다.

$$\text{염도}(\%) = \frac{\text{소비된 } AgNO_3 \times 0.00117 \times AgNO_3 \text{Factor} \times 10 \times \text{희석부피}(mL)}{\text{시료 채취량}}$$

### 일반세균수와 유산균수 측정

착즙한 배추즙의 미생물수를 분석하기 위하여 0.85% 멸균 생리식염수에 넣은 후 stomacher (Bagmixer R400, Interscience Inc., Saint Nom, France)를 이용하여 3분간 균질화시킨 후 균질화 된 용액은 10배수 연속 희석한 후 희석액 1 mL씩 각각의 배지에 분주하였다. 일반세균수는 PCA (plate count agar, Difco, Spark, MD, USA)를 사용하여 단계별로 희석한 시료를 pouring culture method로 접종한 후 37°C에서 48시간 배양하여 집락수를 계수하였다. 유산균 수는 MRS(de Man, Rogosa and Sharpe agar, Difco, Detroit, MI, USA)를 사용하여 37°C에서 48시간 혐기배양하여 집락수를 계수하였다. 검출된 일반세균과 유산균 수는 로그로 나타냈다.

### 통계처리

실험 결과는 Statistical Analysis System(SAS, Cary, NC, USA)을 이용하여 One way ANOVA 분석을 하였으며, Duncan's multiple range test 방법으로 95% 수준에서 유의성을 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 배춧잎의 세척수율과 착즙수율

세척방법에 따른 배춧잎의 세척수율과 착즙수율은 Table 1 및 Table 2와 같다.

배춧잎의 세척수율은 구연산 1%-에탄올 20% 혼합용액(구연산-에탄올)으로 세척 시 76.75%였고 추가로 소금을

**Table 1. Yield of kimchi cabbage juice with under various washing conditions of kimchi cabbage leaves**

Washing condition	Washing yield (%)	Juice extraction yield (%)	Total yield (%)
CA1%+EtOH20% <sup>1)</sup>	76.75±1.13 <sup>b</sup>	78.96±1.10 <sup>b</sup>	60.60±0.86 <sup>b</sup>
CA1%+EtOH20%+NaC10% <sup>2)</sup>	73.05±0.51 <sup>a</sup>	75.24±0.87 <sup>a</sup>	54.97±0.91 <sup>a</sup>
CA1%+EtOH20%+NaC10% aW <sup>3)</sup>	73.49±0.80 <sup>a</sup>	75.41±0.92 <sup>a</sup>	55.42±0.35 <sup>a</sup>
CA1%+EtOH20%+NaC5% aW <sup>4)</sup>	74.05±0.60 <sup>a</sup>	75.50±0.93 <sup>a</sup>	55.91±1.13 <sup>a</sup>

\*CA: Citric acid, EtOH: Ethanol, NaC: Sodium chloride

<sup>1)</sup>Washing kimchi cabbage leaves with 1% citric acid and 20% ethanol solution.

<sup>2)</sup>Washing kimchi cabbage leaves with 1% citric acid, 20% ethanol and 10% sodium chloride solution

<sup>3)</sup>Washing kimchi cabbage leaves with 1% citric acid, 20% ethanol and 10% sodium chloride solution after washing with tap water

<sup>4)</sup>Washing kimchi cabbage leaves with 1% citric acid, 20% ethanol and 5% sodium chloride solution after washing with tap water

<sup>a-b</sup>Means with different small letter in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ )

**Table 2. Yield of kimchi cabbage juice with increasing citric acid concentration in washing solution of kimchi cabbage leaves after washing with tap water**

Washing solution	Washing yield (%)	Juice extraction yield (%)	Total yield (%)
CA1%+EtOH20% <sup>1)</sup>	76.54±0.52 <sup>a</sup>	80.65±0.88 <sup>a</sup>	61.73±0.32 <sup>a</sup>
CA2%+EtOH13% <sup>2)</sup>	78.75±0.38 <sup>b</sup>	80.32±0.86 <sup>a</sup>	63.25±0.83 <sup>b</sup>
CA3%+EtOH7% <sup>3)</sup>	80.82±0.18 <sup>c</sup>	79.32±0.67 <sup>a</sup>	64.11±0.49 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Washing kimchi cabbage leaves with 1% citric acid and 20% ethanol solution.

<sup>2)</sup>Washing kimchi cabbage leaves with 2% citric acid and 13% ethanol solution

<sup>3)</sup>Washing kimchi cabbage leaves with 3% citric acid and 7% ethanol solution

<sup>a-c</sup>Means with different small letter in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ )

10% 첨가한 용액(구연산-에탄올-소금)으로 세척하면 73.05%로 낮아졌다. 착즙수율은 구연산-에탄올 용액으로 세척 시 78.96%였고 구연산-에탄올-소금 용액으로 세척하면 75.24%로 낮아졌다. 총수율은 구연산-에탄올 용액으로 세척 시 60.60%였고 구연산-에탄올-소금 용액으로 세척하면 54.97%로 조금 낮아졌다. 소금을 첨가하여 세척하면 배춧잎이 절여지면서 수분이 빠져나가므로 세척수율과 착즙수율이 모두 낮아진 것으로 보인다. 수율이 낮아지는 현상은 배춧잎을 수돗물로 1회 세척하고 나서 구연산-에탄올-소금 용액으로 세척한 경우에도 비슷하여 수율면에서는 소금을 첨가하지 않은 구연산-에탄올 용액으로 세척하는 것이 양호하였다.

구연산 농도를 높이고 에탄올 농도를 낮추어 세척한 경우 에탄올 농도가 20%에서 7%로 낮아짐에 따라 세척수율이 76.54%에서 80.82%로 증가하였는데 이는 에탄올에 의한 탈수작용이 억제되었기 때문으로 보인다. 착즙수율은 변화 없이 80% 수준이었고 총수율은 세척수율의 영향으로 61.73%에서 64.11%로 증가하였다.

#### 배추즙의 염도와 pH

세척방법에 따른 배추즙의 염도와 pH는 Table 3 및 Table 4와 같다.

**Table 3. Salinity and pH of kimchi cabbage juice with under various washing conditions of kimchi cabbage leaves**

Washing condition	Salinity (%)	pH
CA1%+EtOH20%	0.30±0.02 <sup>a</sup>	3.99±0.36 <sup>b</sup>
CA1%+EtOH20%+NaC10%	1.67±0.03 <sup>b</sup>	4.32±0.07 <sup>c</sup>
CA1%+EtOH20%+NaC10% aW	3.27±0.03 <sup>d</sup>	3.82±0.04 <sup>a</sup>
CA1%+EtOH20%+NaC5% aW	1.86±0.04 <sup>c</sup>	3.95±0.03 <sup>b</sup>

Abbreviations are the same as in Table 1.

<sup>a-d</sup>Means with different small letter in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ )

**Table 4. Salinity and pH kimchi cabbage juice with increasing citric acid concentration in washing solution of kimchi cabbage leaves after washing with tap water**

Washing solution	Salinity (%)	pH
CA1%+EtOH20%	0.25±0.01 <sup>a</sup>	3.82±0.03 <sup>c</sup>
CA2%+EtOH13%	0.25±0.00 <sup>a</sup>	3.27±0.01 <sup>b</sup>
CA3%+EtOH7%	0.26±0.00 <sup>a</sup>	2.98±0.03 <sup>a</sup>

Abbreviations are the same as in Table 2

<sup>a-c</sup>Means with different small letter in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ )

생배춧잎을 착즙한 배추즙의 염도는 0.23±0.05%였고 구연산-에탄올 용액으로 세척한 배춧잎을 착즙한 배추즙의 염도는 0.30%였으며 소금을 10% 첨가하여 세척하면 1.67%로 높아졌다. 물로 1회 세척 후 구연산-에탄올-소금 용액으로 세척하면 염도가 3.27%로 크게 높아졌는데, 이는 물 세척 시 교반 물살에 의해 배춧잎이 일부 깨어지면서 깨어진 부분으로 소금이 빠르게 침투하였기 때문이다. 그래서 세척수의 소금 농도를 5%로 낮춘 결과 배추즙의 염도는 1.86%로 낮아져 유산균 배양에 적합하였다.

생배춧잎을 착즙한 배추즙의 pH는 5.75±0.10 이었고 구연산-에탄올 용액으로 세척한 배춧잎을 착즙한 배추즙의 pH는 3.99였으며 소금을 10% 첨가하여 세척하면 4.32로 더 높아졌다. 물로 1회 세척 후 구연산-에탄올-소금 용액으로 세척하면 3.82로 낮아졌다가 소금의 농도를 5%로 낮추면 3.95로 다시 높아졌다.

구연산 농도를 높이고 에탄올 농도를 낮추어 세척한 결

과 염도는 0.25%로 변화가 없었고, pH는 구연산의 농도가 높아짐에 따라 3.82에서 2.98로 크게 감소하였다. 배추즙이 강한 산성으로 변화하여 pH가 유산균의 배양에 적합하지 않았으나 다른 미생물의 생육도 억제되므로 배추즙을 상온에 단기간 보관하기에 적합하였다. 상온 보관한 배추즙은 사용시에 pH를 중성으로 조정하여 유산균 배양 배지로 사용하기에는 오히려 편리할 수 있을 것이다.

**배추즙의 일반세균수와 유산균수**

세척방법에 따른 배추즙의 미생물수는 Table 5와 같다. 생배춧잎의 일반세균수는 6.53±0.72 log CFU/g였는데 구연산-에탄올 용액으로 세척한 배춧잎은 3.91±0.21 log CFU/g로서 2.62 log CFU/g 감소하였다. 절단 고춧잎에 차아염소산수를 200 ppm 농도로 1분간 처리한 결과 총세균수가 1.0 log CFU/g 감균되었다(Allende et al., 2009)는 보고와 비교하면 구연산 1%와 에탄올 20% 혼합용액으로 세척한 것이 살균효과가 더 높은 것으로 나타났다. 그러나 배춧잎에서 구연산-에탄올 용액의 세척효과는 같은 세척 조건의 적체액에서 일반세균이 5.30 log CFU/g 낮아졌다는 효과(Cho & Park, 2012)보다는 낮게 나타났다.

구연산-에탄올-소금 용액으로 세척하면 일반세균수는 4.03±0.08 log CFU/g로 오히려 높아졌는데 이는 에탄올과 소금의 병용 처리 시 살균 시너지 효과가 높았다는 보고(Jang et al., 2003; Lee et al., 2013)와 다른 결과이다. 그러나 물로 1회 세척 후 구연산-에탄올-소금 용액으로 세척하면 3.41±0.03 log CFU/g로 더 낮아졌는데, 이는 물로 1차 세척 시 이물질이 일부 제거되고, 배춧잎이 교반 물살로 일부 깨어지면서 그 부분으로 소금이 침투하여 소금의 미생물 살균효과가 증가된 것으로 보인다. 그리고 수돗물로 1차 세척하고 구연산-에탄올-소금 용액으로 2차 세척한 결과 일반세균수가 0.62 log CFU/g 낮아지는 효과가 있었다. 그러나 계면활성제를 첨가하여 1차 교반 세척하고 미세기포 발생장치에서 2차로 5분간 세척하면 나루폴(basil)의 세균수가 2-3 log CFU/g 감소했다는 보고(Klintham et al., 2018)만큼의 효과가 배춧잎의 2단 세척에는 나타나지 않았다.

**Table 5. Aerobic bacteria and lactic acid bacteria of kimchi cabbage juice with various washing conditions of kimchi cabbage leaf**

Washing solution	Aerobic bacteria	Lactic acid bacteria
CA1%+EtOH20%	3.91±0.21 <sup>b</sup>	1.65±0.05 <sup>a</sup>
CA1%+EtOH20%+NaCl10%	4.03±0.08 <sup>b</sup>	1.98±0.12 <sup>b</sup>
CA1%+EtOH20%+NaCl10% aW	3.41±0.03 <sup>a</sup>	2.12±0.17 <sup>b</sup>
CA1%+EtOH20%+NaCl5% aW	3.45±0.11 <sup>a</sup>	2.13±0.08 <sup>b</sup>

Abbreviations are the same as in Table 1  
<sup>a-b</sup>Means with different small letter in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test (p<0.05)

생배춧잎의 유산균수는 4.40±0.48 log CFU/g이었는데 구연산-에탄올 용액으로 세척한 배춧잎은 1.65±0.05 log CFU/g로 2.75 log CFU/g 감소하였다. 구연산-에탄올-소금 용액으로 세척하면 1.98±0.12 log CFU/g로 높아졌고 물로 1회 세척 후 구연산-에탄올-소금 용액으로 세척하면 2.12±0.17 log CFU/g로 더 높아졌다. 이는 물 세척 시 배춧잎이 일부 깨어지면서 소금이 배추조직으로 침투하여 일반세균은 살균이 촉진되었으나 내염성이 있는 유산균은 낮은 소금 농도에서 덜 감균되었기 때문으로 보인다. 그리고 에탄올 20% 농도에서 5분간 단독 처리하면 살균효과가 없었으나 10% 소금과 병용 처리하면 *Bacillus cereus*의 생육이 크게 저해되었다(Jang et al., 2003; Lee et al., 2013)는 보고와는 다르게 배춧잎에서는 소금의 유산균 감균효과가 크지 않았다. 이는 배춧잎에는 *Bacillus cereus* 외에 유산균을 포함한 다양한 야생균들이 존재하기 때문으로 보인다.

구연산 농도를 높이고 에탄올 농도를 낮추어 세척한 결과는 Table 6과 같이 일반세균수는 4.44±0.02 log CFU/g에서 3.69±0.01 log CFU/g로 더 낮아졌고, 유산균수도 2.15±0.03 log CFU/g에서 2.01±0.48 log CFU/g로 낮아졌는데 이는 구연산의 살균효과가 농도 의존적으로 증가하였기 때문이다. 이러한 현상은 절단 고춧잎에 구연산을 0.6% 농도로 1분간 처리하면 총세균수가 1.0 log CFU/g 정도 낮아졌으나(Allende et al., 2009), 양상추에 1.0% 농도로 5분간 처리하면 총세균수가 1.4 log CFU/g 정도 낮아졌고(Francis and O'Beirne, 2002), 대장균은 3.1 log CFU/g 가 낮아졌으며(Akbas and Olmez, 2007), 양상추에 유기산과 초음파를 병용 처리한 결과 병원성세균이 2-3 log CFU/g 낮아졌다는 보고(Sagong et al., 2011)와 같은 경향이였다. 그리고 시금치 잎을 구연산 1% 용액에 5분간 침지한 결과 *Escherichia coli* O157:H7이 1.5 log CFU/g 낮아졌고, 40°C에서 5분간 침지하면 2.3 log CFU/g 낮아졌다(Huang & Chen, 2011)는 보고에 의하면 세척 온도를 상온보다 높게 하면 살균효과를 높일 수 있을 것으로 판단된다. 그리고 유기산 농도를 1%에서 2%로 높이면 양상추에서 병원성 세균이 더 많이 감균되었다는 보고(Sagong et al., 2011)와도 같은 경향이였다.

구연산 1%, 에탄올 20%, 소금 10% 용액으로 10분간

**Table 6. Aerobic bacteria and lactic acid bacteria of kimchi cabbage juice with increasing citric acid concentration in washing solution of kimchi cabbage leaves after washing with tap water**

Washing solution	Aerobic bacteria	Lactic acid bacteria
CA1%+EtOH20%	4.44±0.02 <sup>c</sup>	2.15±0.03 <sup>a</sup>
CA2%+EtOH13%	4.22±0.11 <sup>b</sup>	2.32±0.02 <sup>a</sup>
CA3%+EtOH7%	3.69±0.01 <sup>a</sup>	2.01±0.48 <sup>a</sup>

Abbreviations are the same as in Table 2  
<sup>a-c</sup>Means with different small letter in the same column differ significantly by Duncan's multiple range test(p<0.05)

**Table 7. Changes of pH, aerobic bacteria and lactic acid bacteria of kimchi cabbage juice during storage at room temperature**

	0	2	4	6	8
pH	3.85±0.00 <sup>b</sup>	3.84±0.00 <sup>b</sup>	3.83±0.00 <sup>b</sup>	3.33±0.00 <sup>a</sup>	3.32±0.00 <sup>a</sup>
Aerobic bacteria	2.64±0.06 <sup>b</sup>	2.29±0.02 <sup>a</sup>	2.53±0.04 <sup>b</sup>	2.26±0.02 <sup>a</sup>	2.57±0.05 <sup>b</sup>
Lactic acid bacteria	2.46±0.05 <sup>c</sup>	1.90±0.03 <sup>a</sup>	2.32±0.03 <sup>b</sup>	2.23±0.02 <sup>b</sup>	2.57±0.01 <sup>c</sup>

<sup>a-c</sup>Means with different small letter in the same row differ significantly by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ )

처리하여 생물막 형성 *Bacillus cereus*를 7 log CFU/g 감균했다는 보고(Lee et al., 2013)와는 다르게, 배춧잎을 소금의 첨가 없이 구연산 농도를 3%로 높이고 에탄올 농도를 7%로 낮추어 10분간 세척함으로써 일반세균수를 6.53 log CFU/g에서 3.69 log CFU/g으로 2.84 log CFU/g 감균시키고, 유산균수를 4.40 log CFU/g에서 2.01 log CFU/g으로 2.39 log CFU/g 낮출 수 있었다.

### 배추즙 상온 보관

배추즙을 상온에 8일간 보관하면서 염도, pH, 일반세균수와 유산균수를 측정 한 결과는 Table 7과 같다. 염도는 1.68%로 변화가 없었고, pH는 초기 3.85±0.00에서 저장 8일차에 3.32±0.00로 조금 감소하였다. 일반세균수는 초기 2.64±0.06 log CFU/g에서 저장 8일차에 2.57±0.05 log CFU/g로 유지되었고 유산균수는 초기 2.46±0.05 log CFU/g에서 2.57±0.01 log CFU/g으로 거의 변화가 없었다. 배춧잎을 구연산-에탄올-소금 용액으로 세척하여 착즙한 배추즙은 상온에서 8일간 보관하는 동안 pH와 미생물수의 변화가 거의 없어서 유산균 배양 배지로 사용하기에 적합하였다.

## 요 약

배추즙을 유산균 배양 배지로 사용하기 위하여 배춧잎을 구연산 3%, 에탄올 7% 혼합용액으로 10분간 교반하여 세척하고 3분간 탈수하여 착즙한 결과, 세척수율은 80.82%, 착즙수율은 79.32%로 전체수율이 64.11% 이었고, 배추즙의 일반세균수가 3.69 log CFU/g으로 2.84 log CFU/g 감소하였고 유산균수가 2.01 log CFU/g으로 2.43 log CFU/g 낮아졌으며, 염도가 0.26%였고, pH가 2.98로 변화하여 상온에서 8일간 보관하면서 pH와 미생물수의 변화가 유의적이지 않아서 유산균 배양용 배지로 적합할 것으로 보인다. 또한 배춧잎은 구연산-에탄올 용액으로 세척하는 것이 구연산-에탄올-소금 용액으로 세척하는 것보다 수율과 미생물 감균효과가 더 높았다.

## 감사의 글

본 연구는 농림축산식품기술개발사업(고부가가치식품기술개발사업, 과제번호 317036-3)의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## References

- Akbas MY, Olmez H. 2007. Inactivation of *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes* on iceberg lettuce by dip wash treatments with organic acids. *Microbiol Res J Int.* 44: 619-624.
- Allende A, McEvoy J, Tao Y, Luo Y. 2009. Antimicrobial effect of acidified sodium chlorite, sodium chlorite, sodium hypochlorite, and citric acid on *Escherichia coli* O157:H7 and natural microflora of fresh-cut cilantro. *Food Control.* 20: 230-234.
- AOAC Official Methods of Analysis, 15<sup>th</sup> ed. 1990. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA.
- Bang IH, Joung MY, Kwon SC. 2016. Study of the limitation standards setting of sterilization processing to vegetable juice contain barley sprout. *J. Korea Acad-Ind.* 17: 367-373.
- Cho SK, Park JH. 2012. Bacterial biocontrol of sprouts through ethanol and organic acids. *Korean J. Food Nutr.* 25: 149-155.
- Francis GA, O'Beirne D. 2002. Effects of vegetable type and antimicrobial dipping on survival and growth of *Listeria innocua* and *Escherichia coli*. *Int. J. Food Sci. Technol.* 37: 711-718.
- Huang Y, Chen H. 2011. Effect of organic acids hydrogen peroxide and mild heat on inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 on baby spinach. *Food Control.* 22: 1178-1183.
- Ingram LO. 1981. Melchanism of lysis of *Escherichia coli* by ethanol and other chaotropic agents. *Int J. Bacteriol.* 146: 331-336.
- Jang JH, Jang JS, Lee SY, Kim HS, Kang SM, Park JH. 2003. Growth inhibition effects of ethanol and sodium chloride on *Bacillus cereus*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35: 998-1002.
- Jeong EJ, Moon DW, Oh JS, Moon JS, Eom HJ, Choi HS, Kim CS, Han NS. 2012. Composition optimization of cabbage extract medium for cell growth of *Lactobacillus plantarum*. *KSBB J.* 27: 347-351.
- Klintham P, Tongchitpakdee S, Chinsirikul W, Mahakarnchanakul W. 2018. Two-step washing with commercial vegetable washing solutions, and electrolyzed oxidizing microbubbles water to decontaminate sweet basil and Thai mint: A case study. *Food Control.* 94: 324-330.
- Lee TD, Yoo HL, Park JH. 2013. Biocontrol of biofilm-forming *Bacillus cereus* by using organic acid, ethanol, and sodium chloride. *Korean J. Food Sci. Technol.* 45: 120-125.
- Lee KH, Cho CM. 2006. Effect of ozone and gamma irradiation for eliminating the contaminated microorganisms in food materials for kimchi manufacturing. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 35: 1070-1075.
- Mir SA, Shah MA, Mir MM, Dar B.N, Greiner R, Roohinejad S. 2018. Microbiological contamination of ready-to-eat vegetable salads in developing countries and potential solutions in the supply chain to control microbial pathogens. *Food Control.* 85:

- 235-244.
- Moon SH, Chang HC, Kim IC. 2013. Development of a novel medium with Chinese cabbage extract and optimized fermentation conditions for the cultivation of *Leuconostoc citreum* GR1. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 42: 1125-1132.
- Pablos G, Romero A, Diego AD, Vargas G, Bascon I, Perez-rodriguez F, Marugan J. 2018. Novel antimicrobial agents as alternative to chlorine with potential applications in the fruit and vegetable processing industry. Int. J. Food Microbiol. 285: 92-97.
- Park BK, Oh MH, Oh DH. 2004. Effect of electrolyzed water and organic acids on the growth inhibition of *Listeria monocytogenes* on lettuce. Korean J. Food Preserv. 4: 530-537.
- Park HR, Cha GH, Shin JK. 2016. Sterilization of rapeseed sprouts by intense pulsed light treatment. Korean J. Food Sci. Technol. 48: 36-41.
- Park SS, Sung JM, Jeong JW, Park KJ, Lim JH. 2012. Efficacy of electrolyzed water and aqueous chlorine dioxide for reducing pathogenic microorganism on Chinese cabbage. Korean J. Food Sci Technol. 44: 240-246.
- Park KM, Baek MW, Kim HJ, Kim BS, Koo MS. 2013. Susceptibility of foodborn pathogens isolated from fresh-cut products and organic vegetable to organic acids and sanitizers. J. Food Hyg. Saf. 28: 227-233.
- Park SW, Park SH, Kang BS, Lee MK. 2014. Fermentation characteristics of low-salt kimchi with starters on fermentation temperature. Korean J. Food Nutr. 27: 785-795.
- Sagong HG, Lee SY, Chang PS, Heu SG, Ryu SR, Choi YJ, Kang DH. 2011. Combined effect of ultrasound and organic acids to reduce *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, and *Listeria monocytogenes* on organic fresh lettuce. Int. J. Food Microbiol. 145: 287-292.