



## 국내 유통 김치의 계절별 품질특성 변화

이재용<sup>†</sup> · 천선화<sup>†</sup> · 김수지 · 이희민 · 이해원 · 유수연 · 윤소라 · 황인민 · 정지혜 · 김성현\*  
세계김치연구소 위생안전분석센터

### Seasonal Change in the Quality Characteristics of Commercial Kimchi

Jae Yong Lee<sup>†</sup>, Seon Hwa Cheon<sup>†</sup>, Su-Ji Kim, Hee-Min Lee, Hae-Won Lee, Su-Yeon You,  
So Ra Yoon, In Min Hwang, Ji-Hye Jung, Sung Hyun Kim\*  
*Hygienic Safety and Analysis Center, World Institute of Kimchi*

#### Abstract

This study evaluated the physicochemical and microbial quality characteristic of seasonal commercial kimchi for hygienic safety levels. The pH of seasonal commercial kimchi was 3.84-6.36 and the titratable acidity and salinity of the samples were 0.21-1.16 and 1.19-1.54%, respectively. The content of nitrate and nitrite in the commercial kimchi were lower in the spring and summer, which was affected by acidic condition of the kimchi depending on fermentation. Heavy metal contents in commercial kimchi are not an issue because they were detected only at very low levels. The total aerobic bacteria and coliforms counts ranged from 5.25 to 8.44 Log CFU/g and 0.00 to 5.08 Log CFU/g, respectively. The total aerobic bacteria and coliforms were detected more in summer than in the other seasons. *E. coli* was detected in three of the samples tested. Food-borne pathogens were not detected in any of the samples except for *B. cereus*. *B. cereus* was detected in the fall in more than 70% of samples. These results suggest that commercial kimchi distributed in the fall maintain the quality properties and the microbiological safety of kimchi compared to the other seasons. Therefore, further studies as an effective distribution system for the particular seasons will be needed to guarantee the hygienic safety levels of commercial kimchi required by the consumers.

**Key Words:** Commercial kimchi, seasons, quality characteristics, hygienic safety

## 1. 서 론

한국인의 식생활에서 가장 중요한 역할을 하는 김치는 우리나라 대표적인 전통발효식품으로 2001년 국제식품규격(Codex)을 획득하고, 2006년 미국 Health지에 세계 5대 건강식품으로 선정되면서 세계 각국의 발효식품과는 차별화된 식품으로 인정받고 있다(You et al. 2007; Jeon 2009).

김치는 지역 및 계절에 따라 사용하는 배추와 부재료, 첨가량 등의 차이와 제조 방법이 달라 다양한 맛과 독특한 풍미가 있으며, 발효 중 생성되는 유기산과 미생물 등의 대사산물에서 유래되는 기능성 물질이 성인병 예방, 항암, 항비만, 소화 및 면역증강, 정장작용, 콜레스테롤 저하 등의 다양한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Kang et al. 2016; Ji et al. 2013; Song & Lee 2014; Choi 2005; Hwang & Song 2000; Ku et al. 2007).

김치의 1인당 소비량은 배추 소비량과 함께 4-5년을 주기로 증가와 감소를 반복하고 있다. 과거에는 김치를 가정에서 섭취하기 위해 직접 제조한 김치가 소비되었으나 최근 김치는 경제발전과 더불어 바쁜 현대인들의 식생활 및 주거환경의 변화, 김치냉장고 보급 확대, 여성의 사회참여 확대, 외식 및 급식산업의 발달, 수입 개방 확대 등 다양한 환경 변화로 직접 제조하는 소비자들보다 상품김치를 구매하여 섭취하는 소비자들 증가하고 있다(Seo et al. 2012; Park et al. 2009; Ku et al. 2013).

이에 따라 국내 김치산업은 시판김치와 김치의 상품화를 중점으로 지속적인 증가추세를 나타내고 있으며, 외식 및 급식업계의 수입산 김치 소비로 인해 중국산 김치의 수입량도 꾸준히 증가하고 있는 추세이다. 중국산 김치의 수입은 2007년에서 2016년까지 10년간 수입량은 21.9만 톤에서 25.3만 톤으로 15.5% 증가했으며, 같은 기간 수입액은 1억 1,017만

<sup>†</sup>These first authors contributed equally to this work.

\*Corresponding author: Sung Hyun Kim, Hygienic Safety and Analysis Center, World Institute of Kimchi, 86 Kimchi-ro, Nam-gu Gwangju 61755, Republic of Korea Tel: +82-62-610-1739 Fax: +82-62-610-1810 E-mail: shkim@wikim.re.kr

달러에서 1억 2,149만 달러로 10.3% 증가하였다고 보고되었다(Jeon 2009). 중국산 김치의 특징은 젓갈 냄새가 약하고 한국산 김치보다 매운 맛이 강한 것으로 알려져 있으며, 국내 김치에 비해 가격이 저렴하여 세계 시장 점유율이 증가하고 있다(Lee et al. 2010).

국내 유통 김치에 대한 연구로는 시판김치 중 유해세균의 조사(Shin et al. 2005), 국산 및 수입산 김치의 납 및 카드뮴 안전성 평가(Choi et al. 2004), 김치 제조 및 숙성 과정 중 미생물 변화(Chang et al. 2011), 제조 김치 및 시판 김치의 이화학적 품질 특성 변화(Yi et al. 2009), 한국과 일본 시판김치제품의 화학적 및 미생물학적 비교분석(Cho et al. 2012), 한국, 일본, 중국 김치의 품질 비교 분석(Lee et al. 2016)등의 연구가 이루어졌지만 계절에 따른 유통 김치의 품질 분석에 대한 연구는 이루어지지 않은 실정이다.

따라서 본 연구에서는 국내 유통되고 있는 김치의 계절별 위생 안정성에 대한 모니터링과 김치의 품질 특성을 확인하기 위해 국내 유통 김치를 계절별(봄, 여름, 가을, 겨울)로 수집하여 이화학적 및 미생물학적 품질 특성을 조사하고 이를 바탕으로 계절에 따른 김치의 효율적 품질 유지를 위한 유통시스템 개발에 활용할 수 있는 기초자료로 제공하고자 하였다.

## II. 연구 내용 및 방법

### 1. 시료수집

본 실험에 사용된 배추김치는 계절별로 봄(2018년, 5월), 여름(2018년, 8월), 가을(2018년, 10월), 그리고 겨울(2019년, 1월)에 각각 17개씩 총 68개를 온라인으로 구매하였다. 시료는 경기도, 강원도, 충청도, 경상도, 전라도 등 국내 각지에서 생산된 배추김치와 장쑤, 청도 등 중국에서 생산하여 국내에서 유통되고 있는 배추김치를 이용하여 실험에 사용하였다.

### 2. 이화학적 특성

#### 1) pH 및 산도

김치의 pH와 산도는 여과액을 사용하여 측정하였다. 즉 균질화한 김치를 멸균거즈(Sterile gauze No. 3, Soosung, Yangsan, Korea)를 이용하여 여과한 여액에 electrode(Electrodeh gl bl14, SI Analytics, Mainz, Germany)를 넣어 pH를 측정하였으며, 산도는 AOAC법(17)에 의해 여과액 10 mL를 0.1 N NaOH 용액으로 pH가 8.3이 될 때까지 적정하여 다음 식에 따라 계산하였다.

$$\text{Titrateable acidity (\%)} = \frac{0.1 \text{ N NaOH (mL)} \times 0.1 \text{ N NaOH factor } 0.009}{\text{Sample (g)}} \times 100 \text{ (mL)}$$

#### 2) 염도

균질화한 김치 시료 약 1 g을 정확히 달아 희석하여 여과지(No. 10, Hyundai Micro., Korea)로 여과한 후 여액 10 mL에 2% potassium chromate 1 mL를 넣어 0.02 N AgNO<sub>3</sub> 용액으로 적갈색이 될 때까지 적정한 다음 아래 식에 따라 계산하였다.

$$\text{Salinity (\%)} = \frac{0.02 \text{ N AgNO}_3 \text{ (mL)} \times 0.00117 \times \text{AgNO}_3 \text{ factor} \times \text{dilution rate}}{\text{Sample (g)}} \times 100$$

#### 3) 질산염 및 아질산염

균질화한 김치 5 g을 100 mL 정용 플라스크에 취하여 증류수 80 mL를 가한 다음 초음파 추출기(620, Hwashin Tech, Korea)를 이용하여 30분간 추출한 뒤 75°C의 수욕소에서 5분간 가열하였다. 가열한 시료는 방랭 후 100 mL로 정용하여 여과지(No. 10, Hyundai Micro., Korea)로 여과한 뒤 원심분리기(5810R, Eppendorf, Germany)를 이용하여 10,000 rpm에서 15분간 원심분리 후 상등액을 Ag cartridge(Dionex Oguard, Thermo Scientific Co., USA)를 이용하여 여과 후 시료로 사용하였다. 표준품은 Nitrate (ICNO210X1) 및 Nitrite (ICNO310X1)를 AccuStandard사(New Haven, CT, USA)에서 구매하였으며, 분석기기는 Ion chromatography (ICS-2100, Thermo scientific, USA)를 사용하였다. 컬럼은 IonPac AS9-HC (4 mm ID×250 mm)사용하였으며, Oven 온도는 35°C로 하였다. 이 때 이동상은 70 mM Hydroxide를 사용하였으며, 유속은 1.0 mL/min, 시료는 50 µL 주입하여 분석하였다.

#### 4) 중금속

중금속 분석은 균질화 된 김치 약 2 g을 microwave용 PTFE vessel에 취한 뒤 70% HNO<sub>3</sub> (Dong Woo Fine Chem. Co. Ltd., Iksan, Korea) 7 mL, 30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Dong Woo Fine Chem. Co. Ltd, Iksan, Korea) 1 mL를 첨가하여 microwave Digestion System (Ctrl-M Scientific. Co., C9000, USA)을 이용하여 분해하였다. 반응이 끝난 시료는 증류수(18.2 MΩ)로 50 mL까지 정용하여 실험에 사용하였으며, 표준품은 Multi-Element Calibration Standard (Anapex, Korea) 100 mg/kg를 사용하였다. 기기분석은 ICP-MS (Nexion300D, PerkinElmer, USA)를 이용하여 분석하였으며, 분석 조건은 다음과 같다. RF power는 1,350 (W)이며, Coolant 가스 유량은 16 L/min, Auxiliary 가스 유량은 1.3 L/min, Nebulizer 가스유량은 1.07 L/min, 시료 주입량은 1.0 mL/min로 하였다 (이 때 비소와 납, 카드뮴의 m/z은 각각 75, 111, 208이다).

### 3. 위생지표균

국내에서 유통되는 배추김치에 대한 일반세균수와 대장균

및 대장균 등의 위생지표균을 분석하였다. 시료의 전처리 는 배추김치 시료 25 g에 225 mL의 멸균된 0.85% 생리식염 수를 가한 후 stomacher (BagMixer R400, Interscience, France)를 사용하여 1분 동안 균질화시켜 시험용액으로 사용 하였으며, 시험용액 1 mL를 9 mL의 멸균된 0.85% 생리식염 수를 사용하여 10배 희석법으로 희석하였다. 일반세균수의 분석은 희석액 1 mL를 취해 일반세균수 측정 건조배지 (Aerobic Count Plate, 3M, USA)에 분주한 후 37°C에서 24-48시간 배양시켜 건조 필름에 형성된 붉은 집락수를 계수 하였다. 또한 배추김치 시료별 대장균 및 대장균군의 분석은 희석액 1 mL를 대장균 및 대장균군 측정 건조배지(*E. coli*/coliform plats, 3M, USA)에 분주한 후 37°C에서 24시간 배양하여 건조필름에서 기포를 수반하는 푸른색 균체는 대 장균으로 계수하며, 기포를 수반하는 붉은색 균체는 대장균 군으로 계수하였다.

#### 4. 병원성 미생물 정성 분석

병원성 미생물 7종(*Staphylococcus aureus*, Enterohemorrhagic *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni/coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella* spp., *Vibrio parahaemolyticus*, *Listeria monocytogenes*)은 정성적으로 분석하였다. 균질화한 김치 시료를 25 g씩 채취한 후, *Campylobacter jejuni/coli*는 225 mL의 Bolton broth (Oxoid, UK)에 가해 stomacher (BagMixer, France)를 사용하여 1분 동안 균질화 하였으며 42°C에서 24시간 미호기적으로 증균배양하였고, *Listeria monocytogenes*는 225 mL의 *Listeria* Enrichment Broth (Difco, USA)에 가하여 1분간 stomaching한 후 35°C에서 48시간 증균배양하였다. *Staphylococcus aureus*, Enterohemorrhagic *Escherichia coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella* spp., *Vibrio parahaemolyticus*는 225 mL의 Tryptic Soy Broth (Difco, USA) 배지에 가하여 1분간 stomaching한 후 35°C에서 24시간 증균배양하였다. 각각의 증균배양액을 이용하여 핵산추출용 전자동원심분리장치(QIA cube, Qiagen, Valencia, CA, USA)로 DNA를 추출 한 후, RT-time PCR (7500 Fast RT-PCR, Applied biosystems, USA)를 이용하여 정성 분석 하였다.

#### 5. 병원성 미생물 정량 분석

식품일반의 기준 및 규격에 따라 *Bacillus cereus*와 *Clostridium perfringens*는 정량 분석 하였다. *Bacillus cereus*는 균질화한 김치 시료 25 g을 멸균된 0.85% 생리식염수 225 mL와 혼합한 후 stomacher를 사용하여 1분 동안 균질화 한 다음, 균질화한 희석 용액을 0.2 mL씩 5개의 Mannitol egg yolk polymyxin agar (Oxoid, UK)에 각각 분주하여 도말하였으며, 30°C 배양기에서 24±2시간 배양한 후 집락 주변에 lecithinase 를 생성하는 혼탁한 환이 있는 분홍색 집락을 계수하였다. 또한 기준에서 초과된 집락수인 경우 계수한 평판에서 5개

이상의 전형적인 집락을 선별하여 보통한천배지에 접종한 후 BD Phoenix™ Automated Microbiology System (BD, Germany) 를 이용하여 동정하고, 확인된 집락 수에 희석배수를 곱하여 균수를 산출하였다. *Clostridium perfringens*의 정량 분석은 각 원부재료와 김치 시료를 각각 25 g씩 225 mL의 멸균된 0.85% 생리식염수를 혼합한 후 stomacher (BagMixer, France) 를 사용하여 1분 동안 균질화 한 다음, 균질화된 희석 용액 1 mL씩을 2배 이상의 멸균 페트리접시에 무균적으로 분주하 고 난황을 첨가하지 않은 TSC agar (Oxoid, UK)를 가하여 잘 혼합한 후 응고시킨 후 중첩하여 35~37°C에서 24시간 혐 기 배양하였고, 전형적인 검은색 집락이 확인된 평판을 선별 하여 각 집락수를 계수하였다.

#### 6. 통계분석

실험결과는 평균과 표준편차를 구하여 표기하였으며, SPSS 통계프로그램 (Statistical package for the social sciences, ver 19, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 시료에 따른 결과값에 대해 one-way ANOVA 검정을 실시하여 유 의적인 경우( $p < 0.05$ ), Duncan's multiple range test로 사후 검정하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 이화학적 특성

일반적으로 김치는 숙성 중 유기산 등을 생성하여 김치 특유의 맛과 풍미에 영향을 미치는 데 발효가 진행됨에 따라 김치의 pH는 감소하고 산도는 증가하여 유산균의 생육이나 김치의 발효 정도를 짐작할 수 있는 중요한 지표가 된다(Cho & Cho 1998).

<Table 1>은 계절별로 수집된 유통김치의 pH 및 산도 변 화를 나타낸 것이다. 유통 김치의 pH는 3.84-6.36으로 다양 하게 나타났으며, 평균적으로 약 5.40의 pH를 나타냈다. 일 반적으로 알려진 시판 김치의 담금 직후 pH는 5.80 수준으 로 본 연구에서는 다소 낮게 나타났다(Chang et al. 2011). 계절에 따라 김치의 pH는 유의적 차이를 나타내어 봄에 유통되는 김치의 pH는 4.29-6.00 수준으로 나타났으며, 여름 및 가을, 겨울에는 각각 3.84-6.14, 4.48-6.36, 4.19-6.20 수준 의 pH를 나타냈다. 전체 시료 중 약 76%의 시료가 가을에 유통될 때 김치가 pH가 유의적으로 높게 유지되는 반면 기 온이 높은 여름에 60% 이상의 시료에서 pH가 낮게 나타났 다( $p < 0.05$ ). 또한 유통김치는 17개의 시료 중 계절별로 CK14, CK16, CK17의 시료에서 다른 시료에 비해 유의적으 로 낮은 pH를 나타내어 전체 시료 중 약 13%의 시료가 숙 성이 진행된 상태에서 유통되고 있는 것을 확인할 수 있었다.

김치의 산도는 발효 중 젖산균이 원재료 및 양념에서 유 래되는 당류를 이용하여 생성한 젖산 및 유기산에 의한 것 으로 lactic acid가 가장 많은 것으로 알려져 있다. 김치의 과

<Table 1> Seasonal changes in pH and titratable acidity of commercial kimchi

Samples	pH				Titratable acidity (%)			
	Spring	Summer	Fall	Winter	Spring	Summer	Fall	Winter
CK1 <sup>1)</sup>	5.93±0.02 <sup>IA</sup>	5.93±0.01 <sup>hA</sup>	6.24±0.03 <sup>gC</sup>	6.04±0.01 <sup>hiB</sup>	0.37±0.01 <sup>IC</sup>	0.32±0.00 <sup>EB</sup>	0.29±0.02 <sup>abA</sup>	0.31±0.00 <sup>deB</sup>
CK2	5.53±0.01 <sup>hA</sup>	6.15±0.49 <sup>iB</sup>	5.96±0.01 <sup>deAB</sup>	5.96±0.00 <sup>hAB</sup>	0.36±0.01 <sup>eC</sup>	0.35±0.00 <sup>dB</sup>	0.28±0.03 <sup>abA</sup>	0.33±0.01 <sup>eB</sup>
CK3	4.63±0.01 <sup>dB</sup>	4.42±0.00 <sup>cA</sup>	6.02±0.06 <sup>fd</sup>	5.57±0.08 <sup>eC</sup>	0.58±0.00 <sup>iC</sup>	0.64±0.01 <sup>hiD</sup>	0.22±0.01 <sup>aA</sup>	0.33±0.02 <sup>eB</sup>
CK4	4.51±0.01 <sup>cB</sup>	4.42±0.03 <sup>cA</sup>	6.33±0.04 <sup>hd</sup>	6.20±0.06 <sup>jc</sup>	0.62±0.01 <sup>kC</sup>	0.69±0.01 <sup>iD</sup>	0.21±0.00 <sup>aA</sup>	0.23±0.02 <sup>eB</sup>
CK5	5.88±0.00 <sup>kC</sup>	5.18±0.00 <sup>fA</sup>	5.88±0.00 <sup>dC</sup>	5.82±0.02 <sup>gB</sup>	0.31±0.00 <sup>bcC</sup>	0.42±0.01 <sup>eD</sup>	0.26±0.02 <sup>abA</sup>	0.29±0.01 <sup>bcB</sup>
CK6	5.29±0.03 <sup>gA</sup>	5.27±0.00 <sup>fA</sup>	6.07±0.05 <sup>IC</sup>	5.84±0.01 <sup>gB</sup>	0.45±0.01 <sup>gD</sup>	0.43±0.01 <sup>eC</sup>	0.22±0.01 <sup>aA</sup>	0.28±0.01 <sup>bcB</sup>
CK7	6.00±0.01 <sup>mB</sup>	5.15±0.01 <sup>efA</sup>	5.96±0.03 <sup>deB</sup>	6.01±0.07 <sup>hiB</sup>	0.34±0.00 <sup>dB</sup>	0.47±0.03 <sup>IC</sup>	0.29±0.02 <sup>abA</sup>	0.34±0.02 <sup>eB</sup>
CK8	4.64±0.01 <sup>dA</sup>	5.08±0.01 <sup>eB</sup>	6.07±0.07 <sup>IC</sup>	6.06±0.10 <sup>iC</sup>	0.61±0.00 <sup>kC</sup>	0.52±0.02 <sup>gB</sup>	0.34±0.02 <sup>abA</sup>	0.32±0.02 <sup>efA</sup>
CK9	5.13±0.00 <sup>gB</sup>	4.85±0.01 <sup>dA</sup>	6.10±0.12 <sup>ID</sup>	5.88±0.08 <sup>gC</sup>	0.48±0.00 <sup>hC</sup>	0.49±0.00 <sup>IC</sup>	0.21±0.00 <sup>aA</sup>	0.27±0.01 <sup>BB</sup>
CK10	5.57±0.00 <sup>IA</sup>	5.61±0.00 <sup>gB</sup>	5.88±0.02 <sup>dD</sup>	5.83±0.01 <sup>gC</sup>	0.32±0.00 <sup>NS</sup>	0.32±0.02 <sup>e</sup>	0.29±0.02 <sup>ab</sup>	0.31±0.02 <sup>dC</sup>
CK11	4.34±0.04 <sup>bB</sup>	4.20±0.00 <sup>bA</sup>	5.95±0.04 <sup>deD</sup>	5.84±0.02 <sup>gC</sup>	0.66±0.00 <sup>iBC</sup>	0.78±0.01 <sup>kC</sup>	0.24±0.00 <sup>abcAB</sup>	0.30±0.02 <sup>bcdeA</sup>
CK12	5.70±0.00 <sup>JD</sup>	5.28±0.00 <sup>IC</sup>	5.08±0.00 <sup>BB</sup>	4.81±0.01 <sup>cA</sup>	0.28±0.00 <sup>aNS</sup>	0.29±0.01 <sup>b</sup>	0.27±0.00 <sup>abc</sup>	0.53±0.03 <sup>h</sup>
CK13	5.27±0.03 <sup>gA</sup>	5.74±0.03 <sup>ghC</sup>	6.07±0.05 <sup>ID</sup>	5.55±0.02 <sup>eB</sup>	0.37±0.00 <sup>fAB</sup>	0.23±0.01 <sup>aA</sup>	0.43±0.00 <sup>bcC</sup>	0.34±0.01 <sup>fAB</sup>
CK14	4.33±0.01 <sup>bC</sup>	3.84±0.00 <sup>aA</sup>	5.23±0.00 <sup>dD</sup>	4.19±0.06 <sup>gB</sup>	0.94±0.00 <sup>nB</sup>	1.16±0.01 <sup>D</sup>	0.66±0.01 <sup>eA</sup>	1.07±0.01 <sup>iC</sup>
CK15	5.66±0.04 <sup>IC</sup>	4.51±0.00 <sup>cA</sup>	6.36±0.06 <sup>hd</sup>	5.26±0.01 <sup>dB</sup>	0.30±0.01 <sup>bA</sup>	0.62±0.01 <sup>hB</sup>	0.27±0.00 <sup>abcAB</sup>	0.39±0.00 <sup>gAB</sup>
CK16	4.73±0.00 <sup>dD</sup>	4.33±0.00 <sup>bcA</sup>	4.48±0.01 <sup>aB</sup>	4.60±0.08 <sup>bc</sup>	0.52±0.00 <sup>iB</sup>	0.66±0.01 <sup>IC</sup>	0.26±0.01 <sup>abcA</sup>	0.71±0.02 <sup>ID</sup>
CK17	4.29±0.05 <sup>aA</sup>	4.97±0.02 <sup>deB</sup>	6.20±0.01 <sup>gD</sup>	5.65±0.01 <sup>IC</sup>	0.76±0.01 <sup>mC</sup>	0.36±0.01 <sup>dA</sup>	0.45±0.01 <sup>bcB</sup>	0.39±0.02 <sup>gAB</sup>

<sup>NS</sup>: Not significantly different in seasons.

Any means in the same row (A-D) or column (a-q) followed by different letters are significantly (p<0.05) different by Duncan's multiple range test.

<sup>1)</sup>CK: Commercial kimchi

숙기에는 적숙기와 달리 부패세균 및 잡균류가 증가하여 신맛과 pH 값이 일치하지 않아 김치의 신맛을 나타내는 직접적인 지표로 산도가 사용되고 있다. 일반적으로 김치의 최적 산도는 0.4-0.75%로 알려져 있으며, 0.75-1.0%는 숙성의 최종 단계이며, 1%가 넘으면 과숙된 것으로 보고되고 있다(Lee & Yang 1970; Bang et al. 2008). 본 연구에서 조사한 계절별 유통 김치의 평균 산도는 약 0.43%로 나타났으며, 계절에 따라 봄철 평균 김치의 산도는 0.49%, 여름철에는 0.51%, 가을철 및 겨울철에는 0.30, 0.40%로 나타났으며 <Table 1>. 봄철 김치의 산도는 0.28~0.94%로 나타났으며 시료 중 CK12에서 가장 낮은 산도를 나타내고, CK14에서 가장 높은 산도를 나타내었다. 여름철 김치에서는 0.23-1.16%의 산도가 나타났으며, 시료 중 CK14에서 유의적으로 가장 높은 산도를 나타내고, CK13에서 가장 낮은 산도를 나타내었다(p<0.05). 또한 가을철 및 겨울철의 산도는 각각 0.21-0.66, 0.23-1.07% 수준의 산도를 나타냈으며, CK4에서 가장 낮은 산도를 나타내고 CK14에서 가장 높은 산도를 나타내었다. 특히, 시료 중 CK14는 사계절에 걸쳐 모두 높은 산도를 나타내 적숙기 및 과숙기 상태의 김치로 유통되고 있었다. 이는 중국 칭다오에서 제조되는 김치로 유통 과정에 의해 김치가 숙성되거나 이미 숙성된 김치를 유통하는 것으로 판단된다. 결과적으로 약 65%이상의 시료에서 가을철에 유통되는 김치의 산도가 유의적으로 낮게 나타나고, 기온이 높은 여름철 김치가 다른 계절에 비해 숙성이 진행된 상태

로 유통되는 것을 확인할 수 있었다.

계절별 유통김치 17종의 염도는 1.19-1.91% 수준으로 다양하게 나타났으며 전체 평균 염도는 1.54%로 나타났다. 계절에 따라 봄철에는 평균 1.51%의 염도를 나타냈으며, 여름철에는 1.55%, 가을철 및 겨울철에는 1.53, 1.59%로 겨울철 김치의 염도가 다른 계절에 비해 높게 나타났으며 <Table 2>. 선행연구에서는 계절별 절임배추의 염도를 측정된 결과 봄배추는 1.4-1.8%, 여름배추는 1.2-1.4%, 가을배추는 0.9-1.2%, 겨울배추는 1.4-1.7% 수준의 염도를 나타내며 겨울 김치의 염도가 가장 높은 것으로 확인되었고 본 연구에서도 겨울 김치의 염도가 가장 높은 것으로 나타났으며(Choi et al. 2015).

## 2. 질산염 및 아질산염

국내 유통 중인 김치 16종의 질산염 및 아질산염을 분석한 결과는 <Table 3>에 나타내었다. 유통 김치의 전체 평균 질산염 함량은 1,332.95 mg/kg으로 나타났으며, 계절에 따라 봄철에 유통되는 김치에서 314.21-1811.86 mg/kg 수준이 이 검출되고 평균 1,056.59 mg/kg이 검출되었다. 여름에는 712.76-2,726.58 mg/kg수준이 검출되고 평균 1,473.21 mg/kg 이 검출되었으며, 가을 및 겨울철에는 588.21-2320.59 mg/kg 수준이 검출되고 각각 평균 질산염 함량은 683.90, 588.21 mg/kg이 검출되었다. 즉, 계절에 따라 봄철에 유통되는 김치 중 절반 이상의 시료가 질산염 함량이 적게 검출된 반면 여

<Table 2> Seasonal changes in salinity of commercial kimchi

Samples	Salinity (%)			
	Spring	Summer	Fall	Winter
CK1 <sup>1)</sup>	1.91±0.03 <sup>mC</sup>	1.82±0.03 <sup>iB</sup>	1.82±0.01 <sup>iB</sup>	1.72±0.02 <sup>iiA</sup>
CK2	1.63±0.01 <sup>jkA</sup>	1.75±0.04 <sup>hB</sup>	1.75±0.02 <sup>jiB</sup>	1.79±0.04 <sup>iB</sup>
CK3	1.19±0.01 <sup>aA</sup>	1.23±0.01 <sup>aB</sup>	1.27±0.01 <sup>bC</sup>	1.34±0.02 <sup>aD</sup>
CK4	1.25±0.02 <sup>bcA</sup>	1.23±0.02 <sup>aA</sup>	1.24±0.00 <sup>aA</sup>	1.31±0.01 <sup>aB</sup>
CK5	1.24±0.04 <sup>bA</sup>	1.26±0.01 <sup>abA</sup>	1.25±0.01 <sup>abA</sup>	1.40±0.02 <sup>bb</sup>
CK6	1.55±0.02 <sup>fgA</sup>	1.59±0.01 <sup>eB</sup>	1.67±0.02 <sup>id</sup>	1.64±0.02 <sup>fc</sup>
CK7	1.57±0.01 <sup>ghA</sup>	1.63±0.03 <sup>iB</sup>	1.65±0.02 <sup>hiB</sup>	1.71±0.01 <sup>hiC</sup>
CK8	1.24±0.02 <sup>bA</sup>	1.29±0.01 <sup>bbC</sup>	1.26±0.01 <sup>abAB</sup>	1.32±0.03 <sup>aC</sup>
CK9	1.60±0.01 <sup>hiA</sup>	1.65±0.01 <sup>iB</sup>	1.59±0.01 <sup>gA</sup>	1.68±0.01 <sup>ghiC</sup>
CK10	1.65±0.03 <sup>ka</sup>	1.69±0.02 <sup>gB</sup>	1.64±0.01 <sup>hA</sup>	1.69±0.01 <sup>ghB</sup>
CK11	1.36±0.02 <sup>da</sup>	1.43±0.02 <sup>eb</sup>	1.39±0.01 <sup>da</sup>	1.46±0.02 <sup>ec</sup>
CK12	1.80±0.01 <sup>lBC</sup>	1.83±0.02 <sup>iC</sup>	1.79±0.00 <sup>kB</sup>	1.75±0.03 <sup>jkA</sup>
CK13	1.62±0.02 <sup>ijB</sup>	1.58±0.01 <sup>eA</sup>	1.66±0.02 <sup>hiC</sup>	1.77±0.02 <sup>kiD</sup>
CK14	1.40±0.01 <sup>eA</sup>	1.41±0.00 <sup>fA</sup>	1.44±0.01 <sup>eb</sup>	1.56±0.01 <sup>ec</sup>
CK15	1.79±0.01 <sup>iB</sup>	1.87±0.03 <sup>jc</sup>	1.84±0.00 <sup>iC</sup>	1.75±0.03 <sup>jkA</sup>
CK16	1.27±0.02 <sup>ca</sup>	1.58±0.03 <sup>cC</sup>	1.31±0.01 <sup>ca</sup>	1.50±0.03 <sup>db</sup>
CK17	1.53±0.01 <sup>fc</sup>	1.47±0.01 <sup>da</sup>	1.51±0.01 <sup>fb</sup>	1.67±0.01 <sup>fd</sup>

NS: Not significantly different in seasons.

Any means in the same row (A-D) or column (a-q) followed by different letters are significantly (p<0.05) different by Duncan's multiple range test.

<sup>1)</sup>CK: Commercial kimchi

봄철에는 전체 시료 대비 약 35%, 가을철에는 약 52% 이상의 시료에서 질산염 함량이 유의적으로 높게 검출되었다 (p<0.05). Lee et al. (2005)의 연구에 의하면 엽채류 중 질산염 농도는 계절에 따른 차이를 나타내 동절기에 비해 하절기에 높게 분포하는 것으로 보고되었으며, 또한 질산염 함량은 채소 부위별로 차이가 있어 배추의 경우 내부엽보다는 외부엽, 즉 녹색이 진한 겉부분에 질산염 집적량이 많은 것으로 보고되어 있다(Lee et al. 1982). 그러나 본 연구에서는 여름철에 수집된 김치에 비해 가을철에 유통되는 김치의 질산염 함량이 유의적으로 높게 나타났는데 이는 배추 품종 및 재배조건, 유통시기 등에 따른 차이로 판단된다.

김치를 섭취하는 중에 질산염은 구강 타액에 존재하는 환원미생물에 의해 환원되어 아질산염이 되고 이들 아질산염은 산성조건인 위 내에서 김치 부재료로 사용하는 젓갈 등과 같은 식품에 함유된 아민류 특히 2급 아민과 반응하여 니트로사민을 생성할 수 있는 것으로 알려져 있다. 니트로사민 중의 강력한 발암물질인 NDMA (N-Nitrosodimethylamine)가 생성될 때 제2급 아민인 DMA (dimethylamine)의 농도 및 아질산염의 농도가 중요하기 때문에 본 연구에서는 유통 김치 내 아질산염 함량을 분석하였다(Mirvish 1970; Mirvish et al. 1972; Kang et al. 2016).

아질산염은 0.18~19.42 mg/kg 수준으로 나타났으며, 봄철 평균 함량은 1.21 mg/kg이 검출되고, 여름 및 가을, 겨울 평균 함량은 각각 1.66, 4.34, 2.78 mg/kg으로 질산염의 경향과

<Table 3> Seasonal changes in nitrate and nitrite of commercial kimchi

(Unit: mg/kg)

Samples	Spring		Summer		Fall		Winter	
	Nitrate	Nitrite	Nitrate	Nitrite	Nitrate	Nitrite	Nitrate	Nitrite
CK1 <sup>1)</sup>	1062.65±7.53 <sup>iB</sup>	3.24±0.22 <sup>hNS</sup>	1294.98±17.06 <sup>efD</sup>	3.28±0.62 <sup>g</sup>	891.15±11.51 <sup>bA</sup>	3.06±0.18 <sup>fg</sup>	1170.64±20.86 <sup>efC</sup>	3.11±0.09 <sup>e</sup>
CK2	906.54±8.09 <sup>gA</sup>	0.78±0.06 <sup>cdA</sup>	1698.05±5.77 <sup>iD</sup>	1.24±0.17 <sup>gB</sup>	1548.65±2.35 <sup>eC</sup>	1.73±0.01 <sup>bcC</sup>	1157.39±8.89 <sup>gB</sup>	2.36±0.16 <sup>dD</sup>
CK3	1216.19±0.47 <sup>kA</sup>	0.58±0.10 <sup>bcA</sup>	1413.94±33.46 <sup>gB</sup>	0.63±0.07 <sup>gA</sup>	2091.26±2.20 <sup>nC</sup>	2.45±0.09 <sup>deC</sup>	2126.33±23.48 <sup>hC</sup>	1.41±0.03 <sup>gB</sup>
CK4	1368.11±2.27 <sup>lA</sup>	1.21±0.21 <sup>eA</sup>	1752.65±6.05 <sup>iB</sup>	1.79±0.23 <sup>daB</sup>	2320.59±8.13 <sup>pC</sup>	1.97±0.11 <sup>cdB</sup>	1362.45±13.30 <sup>lA</sup>	3.54±0.56 <sup>eC</sup>
CK5	973.83±10.13 <sup>iA</sup>	0.70±0.00 <sup>ca</sup>	1391.04±2.66 <sup>dD</sup>	0.61±0.01 <sup>aA</sup>	1343.00±4.66 <sup>cC</sup>	10.54±0.16 <sup>kcC</sup>	1198.58±12.87 <sup>fgB</sup>	3.58±0.06 <sup>gB</sup>
CK6	945.73±2.49 <sup>hA</sup>	3.12±0.36 <sup>hB</sup>	1699.35±8.47 <sup>iD</sup>	4.40±0.08 <sup>hC</sup>	1670.77±15.77 <sup>hC</sup>	4.08±0.72 <sup>hC</sup>	1480.68±15.62 <sup>iB</sup>	2.16±0.08 <sup>cdA</sup>
CK7	1585.35±40.53 <sup>oC</sup>	1.37±0.15 <sup>eA</sup>	1047.91±5.31 <sup>eB</sup>	1.18±0.04 <sup>eA</sup>	1795.55±3.93 <sup>iD</sup>	7.33±0.99 <sup>eC</sup>	986.61±7.50 <sup>ca</sup>	3.58±0.69 <sup>gB</sup>
CK8	780.32±1.58 <sup>fb</sup>	0.56±0.08 <sup>bcA</sup>	1755.98±27.28 <sup>iD</sup>	1.75±0.19 <sup>dB</sup>	683.90±3.16 <sup>aA</sup>	5.52±0.02 <sup>eD</sup>	1366.53±15.22 <sup>lC</sup>	4.45±0.03 <sup>fc</sup>
CK9	1667.19±8.25 <sup>pC</sup>	0.75±0.11 <sup>cdA</sup>	2726.58±61.20 <sup>kd</sup>	2.11±0.43 <sup>deB</sup>	1555.44±1.22 <sup>gB</sup>	19.42±0.40 <sup>lC</sup>	1271.99±21.45 <sup>hA</sup>	1.69±0.19 <sup>bcB</sup>
CK10	726.07±2.71 <sup>eA</sup>	0.97±0.19 <sup>dA</sup>	909.08±23.34 <sup>gB</sup>	2.20±0.18 <sup>gB</sup>	1880.91±1.37 <sup>md</sup>	3.52±0.02 <sup>gC</sup>	1214.94±18.10 <sup>gC</sup>	3.73±0.67 <sup>eC</sup>
CK11	1431.70±16.28 <sup>mC</sup>	1.98±0.09 <sup>gB</sup>	712.76±5.62 <sup>aA</sup>	2.56±0.04 <sup>fc</sup>	1707.49±3.73 <sup>iD</sup>	1.24±0.10 <sup>abA</sup>	1119.24±11.26 <sup>db</sup>	5.97±0.34 <sup>lD</sup>
CK12	314.21±2.71 <sup>aA</sup>	0.18±0.04 <sup>aA</sup>	1647.57±13.95 <sup>hC</sup>	1.00±0.01 <sup>bcB</sup>	1732.05±12.13 <sup>id</sup>	1.83±0.09 <sup>eC</sup>	1368.55±22.39 <sup>iB</sup>	1.67±0.15 <sup>bcC</sup>
CK13	657.17±6.21 <sup>da</sup>	0.39±0.01 <sup>abA</sup>	1639.77±17.05 <sup>hC</sup>	1.05±0.01 <sup>bcB</sup>	1770.60±10.54 <sup>kd</sup>	2.56±0.14 <sup>deC</sup>	1293.89±14.00 <sup>hB</sup>	1.24±0.28 <sup>abB</sup>
CK14	429.20±6.14 <sup>bA</sup>	0.30±0.08 <sup>aA</sup>	1642.03±30.67 <sup>hC</sup>	1.29±0.03 <sup>gB</sup>	2209.30±8.66 <sup>oD</sup>	2.45±0.11 <sup>deC</sup>	1188.96±19.18 <sup>fgB</sup>	3.61±0.23 <sup>ed</sup>
CK15	542.59±4.23 <sup>ca</sup>	0.35±0.01 <sup>abA</sup>	1122.31±11.56 <sup>dC</sup>	1.03±0.03 <sup>bcC</sup>	1507.67±4.31 <sup>lD</sup>	1.10±0.08 <sup>gC</sup>	588.21±3.39 <sup>gB</sup>	0.77±0.05 <sup>gB</sup>
CK16	1543.35±31.03 <sup>pc</sup>	2.24±0.10 <sup>gB</sup>	1326.77±10.33 <sup>iB</sup>	1.32±0.06 <sup>gA</sup>	1293.19±2.07 <sup>ib</sup>	2.77±0.17 <sup>fc</sup>	880.01±28.45 <sup>hA</sup>	2.19±0.35 <sup>cdB</sup>
CK17	1811.86±15.60 <sup>pd</sup>	1.76±0.06 <sup>gB</sup>	1263.84±11.34 <sup>cC</sup>	0.74±0.04 <sup>abA</sup>	987.80±3.58 <sup>cb</sup>	2.16±0.06 <sup>dc</sup>	869.63±15.69 <sup>hA</sup>	2.28±0.12 <sup>adC</sup>

NS: Not significantly different in seasons.

Any means in the same row (A-D) or column (a-q) followed by different letters are significantly (p<0.05) different by Duncan's multiple range test.

<sup>1)</sup>CK: Commercial kimchi.

<Table 4> Seasonal changes in heavy metal content of commercial kimchi

Samples	Heavy metal content (mg/kg)		
	Pb 208	Cd 111	As 75
CK1 <sup>1)</sup>	0.027±0.005 <sup>a</sup>	0.014±0.003 <sup>abcd</sup>	0.081±0.004 <sup>bcde</sup>
CK2	0.023±0.006 <sup>a</sup>	0.008±0.001 <sup>a</sup>	0.074±0.010 <sup>bcde</sup>
CK3	0.026±0.007 <sup>a</sup>	0.011±0.002 <sup>abcd</sup>	0.055±0.005 <sup>ab</sup>
CK4	0.031±0.011 <sup>a</sup>	0.010±0.001 <sup>abcd</sup>	0.062±0.005 <sup>abcd</sup>
CK5	0.025±0.006 <sup>a</sup>	0.012±0.002 <sup>abcd</sup>	0.074±0.003 <sup>bcde</sup>
CK6	0.024±0.005 <sup>a</sup>	0.019±0.004 <sup>d</sup>	0.102±0.012 <sup>cde</sup>
CK7	0.021±0.003 <sup>a</sup>	0.015±0.004 <sup>abcd</sup>	0.104±0.018 <sup>e</sup>
CK8	0.024±0.006 <sup>a</sup>	0.018±0.012 <sup>cd</sup>	0.112±0.050 <sup>e</sup>
CK9	0.023±0.006 <sup>a</sup>	0.018±0.012 <sup>bcd</sup>	0.089±0.044 <sup>bcde</sup>
CK10	0.027±0.013 <sup>a</sup>	0.016±0.004 <sup>abcd</sup>	0.103±0.018 <sup>de</sup>
CK11	0.032±0.012 <sup>a</sup>	0.008±0.004 <sup>ab</sup>	0.030±0.021 <sup>a</sup>
CK12	0.026±0.002 <sup>a</sup>	0.009±0.001 <sup>abc</sup>	0.050±0.016 <sup>ab</sup>
CK13	0.024±0.003 <sup>a</sup>	0.009±0.002 <sup>abc</sup>	0.049±0.002 <sup>ab</sup>
CK14	0.022±0.003 <sup>a</sup>	0.013±0.003 <sup>abcd</sup>	0.062±0.012 <sup>abcd</sup>
CK15	0.019±0.002 <sup>a</sup>	0.006±0.004 <sup>a</sup>	0.052±0.390 <sup>ab</sup>
CK16	0.078±0.084 <sup>b</sup>	0.012±0.001 <sup>abcd</sup>	0.050±0.013 <sup>ab</sup>
CK17	0.023±0.009 <sup>a</sup>	0.011±0.000 <sup>abcd</sup>	0.060±0.011 <sup>abc</sup>

NS: Not significantly different in seasons.  
 Any means in the same row (A-D) or column (a-q) followed by different letters are significantly (p<0.05) different by Duncan's multiple range test.  
<sup>1)</sup>CK: Commercial kimchi.

동일하게 가을철에 가장 많이 검출되었다<Table 3>. 즉, 봄철에 수집된 유통김치에서 대부분의 시료가 아질산염이 적게 검출된 반면, 가을철에 수집된 유통 김치에서 약 70% 이상 아질산염 함량이 유의적으로 높게 나타났다(p<0.05). 또한 시료 중 CK15를 제외한 뚜렷한 경향은 나타나지 않았으며, CK15의 경우 가을 및 겨울철에 다른 시료와 비교하여 가장 적은 질산염 함량을 나타내었다. Nordin(1969)은 pH가 0.86 단위만큼 감소됨에 따라 아질산염이 두 배로 소거되며, 아질산염이 질소 등의 gas성 물질로 전환되는 속도는 산성 pH에서 증가된다고 하였다. 또한 Oh et al.(2004)의 연구에서는 고온(30°C)에서 pH 감소와 아질산염의 소거가 직선적인 관계를 나타내는 것으로 보아 pH 감소가 부분적으로 아질산염의 소거에 기여하고 있다고 보고하였으며, 김치의 경우 *L. mesenteroides* subsp., *L. lactis*, *L. sake*, *L. plantarum*, *L. casei* subsp. 등 다양한 젖산균들이 아질산염을 활성적으로 소거시킬 수 있다는 보고가 이루어졌다(Ko et al. 2009). 본 연구에서도 pH가 낮고 산도가 높게 나타난 봄 및 여름철 김치에서 다른 계절에 비해 아질산염 함량이 적게 검출된 것을 확인할 수 있었다.

<Table 5> Seasonal changes in number of total aerobic bacteria of commercial kimchi

Samples	Number of total aerobic bacteria (Log CFU/g)			
	Spring	Summer	Fall	Winter
CK1 <sup>1)</sup>	6.65±0.08 <sup>aC</sup>	7.74±0.01 <sup>dD</sup>	6.40±0.03 <sup>gB</sup>	5.80±0.02 <sup>fA</sup>
CK2	7.44±0.02 <sup>dD</sup>	7.27±0.05 <sup>abC</sup>	5.55±0.06 <sup>bA</sup>	6.22±0.14 <sup>gB</sup>
CK3	6.60±0.08 <sup>aC</sup>	8.23±0.03 <sup>gD</sup>	6.46±0.05 <sup>shB</sup>	5.75±0.00 <sup>fA</sup>
CK4	8.11±0.01 <sup>iC</sup>	8.43±0.01 <sup>hD</sup>	6.51±0.03 <sup>hB</sup>	5.83±0.02 <sup>fA</sup>
CK5	6.83±0.04 <sup>bc</sup>	7.97±0.02 <sup>fD</sup>	6.47±0.06 <sup>shB</sup>	5.73±0.05 <sup>fA</sup>
CK6	7.96±0.02 <sup>ghD</sup>	7.36±0.02 <sup>bC</sup>	6.02±0.03 <sup>dB</sup>	5.36±0.04 <sup>bcA</sup>
CK7	7.85±0.03 <sup>gD</sup>	7.57±0.03 <sup>cC</sup>	7.28±0.02 <sup>kB</sup>	6.74±0.05 <sup>fA</sup>
CK8	7.25±0.05 <sup>cC</sup>	8.27±0.00 <sup>gD</sup>	6.31±0.01 <sup>IB</sup>	5.47±0.06 <sup>deA</sup>
CK9	7.83±0.02 <sup>IC</sup>	8.28±0.00 <sup>gD</sup>	5.25±0.10 <sup>aA</sup>	5.25±0.08 <sup>aA</sup>
CK10	7.27±0.06 <sup>cC</sup>	7.86±0.03 <sup>eD</sup>	5.94±0.03 <sup>cB</sup>	5.52±0.04 <sup>eA</sup>
CK11	7.65±0.04 <sup>eC</sup>	7.90±0.03 <sup>eD</sup>	6.80±0.03 <sup>IB</sup>	5.28±0.06 <sup>abA</sup>
CK12	7.90±0.02 <sup>gD</sup>	7.80±0.03 <sup>deC</sup>	7.01±0.04 <sup>IB</sup>	6.29±0.03 <sup>gA</sup>
CK13	8.23±0.02 <sup>JD</sup>	7.32±0.12 <sup>abC</sup>	6.21±0.02 <sup>gB</sup>	5.41±0.13 <sup>cdA</sup>
CK14	6.80±0.05 <sup>ba</sup>	7.73±0.05 <sup>dC</sup>	7.84±0.06 <sup>JD</sup>	6.92±0.03 <sup>kbB</sup>
CK15	7.69±0.06 <sup>cC</sup>	8.44±0.18 <sup>hD</sup>	6.82±0.05 <sup>IB</sup>	6.45±0.04 <sup>hA</sup>
CK16	8.05±0.20 <sup>hiC</sup>	7.25±0.05 <sup>abB</sup>	8.19±0.01 <sup>mC</sup>	6.59±0.04 <sup>fA</sup>
CK17	7.92±0.08 <sup>gD</sup>	7.31±0.05 <sup>abC</sup>	6.19±0.08 <sup>eA</sup>	6.58±0.05 <sup>IB</sup>

NS: Not significantly different in seasons.  
 Any means in the same row (A-D) or column (a-q) followed by different letters are significantly (p<0.05) different by Duncan's multiple range test.  
<sup>1)</sup>CK: Commercial kimchi.

3. 중금속

계절별 유통 김치의 중금속(납, 카드뮴, 비소) 함량을 분석한 결과를 <Table 4>에 나타내었다. 유통김치의 납 함량은 0.019-0.078 mg/kg 수준으로 나타났으며, 평균 0.028 mg/kg 이 검출되었다. 카드뮴의 경우 0.006-0.019 mg/kg 수준이 검출되었으며 평균 0.012 mg/kg이 검출되었다. 비소는 0.030-0.112 mg/kg 수준이 검출되었으며 평균 0.071 mg/kg이 검출되고 시료에 따라 약 3.5배 이상 차이를 나타냈다(p<0.05). 식품공전(2019)에 의하면 절임류 중 김치류의 납 및 카드뮴 기준은 각각 0.3 mg/kg 이하, 0.2 mg/kg 이하로 고지되어 있으며, 비소의 기준은 제시되지 않았다. 본 연구에서 계절별 유통 김치의 중금속 함량을 분석한 결과 모두 식품공전에서 제시하는 기준치 이하인 것으로 확인되었다.

4. 위생지표균

계절별로 수집한 유통김치를 대상으로 위생지표균인 일반세균수, 대장균군 및 대장균을 분석하여 <Table 5, 6>에 나타내었다. 일반세균수는 전반적으로 5.25-8.44 Log CFU/g 수준으로 검출되었으며, 시료 및 계절에 따른 차이를 나타내

<Table 6> Seasonal changes in number of coliform and *E.coli* of commercial kimchi (Unit: Log CFU/g)

Samples	Coliform				<i>E. coli</i>			
	Spring	Summer	Fall	Winter	Spring	Summer	Fall	Winter
CK1 <sup>1)</sup>	N.D <sup>aA</sup>	4.41±0.05 <sup>deD</sup>	3.48±0.04 <sup>IB</sup>	3.86±0.02 <sup>iC</sup>	N.D <sup>aNS</sup>	N.D <sup>a</sup>	N.D <sup>ns</sup>	N.D <sup>ns</sup>
CK2	2.86±0.03 <sup>dC</sup>	4.28±0.06 <sup>deD</sup>	2.23±0.03 <sup>cB</sup>	1.77±0.07 <sup>eA</sup>	N.D <sup>aNS</sup>	N.D <sup>a</sup>	N.D	N.D
CK3	1.72±0.21 <sup>bA</sup>	4.83±0.02 <sup>ghD</sup>	3.35±0.02 <sup>eC</sup>	3.06±0.07 <sup>sB</sup>	N.D <sup>aNS</sup>	N.D <sup>a</sup>	N.D	N.D
CK4	3.26±0.04 <sup>eA</sup>	4.80±0.02 <sup>ghD</sup>	3.78±0.02 <sup>gB</sup>	3.97±0.01 <sup>iC</sup>	N.D <sup>aNS</sup>	N.D <sup>a</sup>	N.D	N.D
CK5	1.78±0.16 <sup>bA</sup>	4.03±0.03 <sup>dD</sup>	3.10±0.05 <sup>dC</sup>	2.13±0.05 <sup>eB</sup>	N.D <sup>aNS</sup>	N.D <sup>a</sup>	N.D	N.D
CK6	3.30±0.02 <sup>eC</sup>	3.44±0.02 <sup>cD</sup>	N.D <sup>aA</sup>	1.56±0.07 <sup>bb</sup>	N.D <sup>aNS</sup>	N.D <sup>a</sup>	N.D	N.D
CK7	3.79±0.03 <sup>ghC</sup>	3.50±0.03 <sup>cB</sup>	3.09±0.02 <sup>dA</sup>	4.26±0.01 <sup>C</sup>	N.D <sup>aNS</sup>	N.D <sup>a</sup>	N.D	N.D
CK8	3.27±0.07 <sup>cC</sup>	4.29±0.01 <sup>deD</sup>	1.16±0.28 <sup>bA</sup>	1.50±0.17 <sup>bb</sup>	N.D <sup>aNS</sup>	N.D <sup>a</sup>	N.D	N.D
CK9	3.88±0.02 <sup>hC</sup>	4.29±0.03 <sup>deD</sup>	2.27±0.01 <sup>cB</sup>	1.36±0.10 <sup>aA</sup>	N.D <sup>aNS</sup>	N.D <sup>a</sup>	N.D	N.D
CK10	N.D <sup>aA</sup>	4.49±0.02 <sup>eD</sup>	4.06±0.02 <sup>hC</sup>	1.86±0.09 <sup>cdB</sup>	N.D <sup>aNS</sup>	N.D <sup>a</sup>	N.D	N.D
CK11	1.77±0.07 <sup>bb</sup>	3.44±0.09 <sup>cC</sup>	N.D <sup>aA</sup>	4.79±0.04 <sup>kd</sup>	N.D <sup>aNS</sup>	N.D <sup>a</sup>	N.D	N.D
CK12	3.66±0.07 <sup>gC</sup>	4.74±0.02 <sup>ghD</sup>	3.26±0.05 <sup>eB</sup>	2.89±0.03 <sup>fa</sup>	N.D <sup>aA</sup>	2.80±0.01 <sup>cB</sup>	N.D <sup>A</sup>	N.D <sup>A</sup>
CK13	3.59±0.09 <sup>hC</sup>	5.08±0.01 <sup>hd</sup>	2.23±0.04 <sup>cA</sup>	3.09±0.01 <sup>sb</sup>	0.16±0.28 <sup>bnS</sup>	N.D <sup>a</sup>	N.D	N.D
CK14	N.D <sup>aA</sup>	2.17±0.05 <sup>bc</sup>	2.18±0.03 <sup>cC</sup>	1.92±0.06 <sup>db</sup>	N.D <sup>aNS</sup>	N.D <sup>a</sup>	N.D	N.D
CK15	2.64±0.09 <sup>fA</sup>	3.62±0.02 <sup>cC</sup>	3.37±0.06 <sup>efB</sup>	5.03±0.01 <sup>ld</sup>	N.D <sup>aNS</sup>	N.D <sup>a</sup>	N.D	N.D
CK16	2.78±0.07 <sup>lC</sup>	0.98±0.85 <sup>aa</sup>	3.76±0.03 <sup>gd</sup>	1.82±0.07 <sup>cdB</sup>	N.D <sup>aNS</sup>	N.D <sup>a</sup>	N.D	N.D
CK17	N.D <sup>aA</sup>	4.22±0.04 <sup>dcC</sup>	N.D <sup>aA</sup>	3.56±0.06 <sup>hb</sup>	N.D <sup>aA</sup>	1.36±0.32 <sup>bb</sup>	N.D <sup>A</sup>	N.D <sup>A</sup>

N.D: Not detected.

NS: Not significantly different in seasons.

Any means in the same row (A-D) or column (a-q) followed by different letters are significantly (p<0.05) different by Duncan's multiple range test.

<sup>1)</sup>CK: Commercial kimchi.

었다(p<0.05). 즉 계절별로 봄, 여름, 가을, 겨울철에 수집된 유통김치에서 각각 6.60-8.23, 7.27-8.44, 5.25-8.19, 5.28-6.92 Log CFU/g수준이 검출되며, 다른 계절에 비해 여름철에 유통된 김치에서 전반적으로 일반세균수가 많이 검출된 반면 겨울철에 유통된 김치에서 일반세균수가 적게 검출되었다. 시료 중 여름철에 유통된 CK15에서 8.44 Log CFU/g으로 가장 많은 일반세균수가 검출되었고, 겨울철에 CK9에서 5.25 Log CFU/g으로 가장 적게 검출되었다.

계절별 유통 김치의 대장균군 수도 계절 및 시료에 따른 유의적 차이를 나타내었다(p<0.05). 전체 시료에서 대장균군은 불검출되거나 최대 5 Log CFU/g 수준까지 검출되었으며, 여름을 제외한 봄, 가을, 겨울철에 수집된 김치의 평균 대장균군의 수는 2.25, 2.43, 2.84 Log CFU/g수준인 반면 여름철에는 평균 3.91 Log CFU/g로 다른 계절에 비해 1 Log 이상 높은 대장균군 수가 검출되었다. 특히 여름철 시료 중 CK13에서는 5.08 Log CFU/g가 검출되며 사계절 평균 대장균군 수인 2.86 Log CFU/g보다 약 2배 가량 높게 나타났다. 대장균은 대부분의 시료에서 불검출되었으나 봄철 시료 중 CK 13에서 0.16 Log CFU/g, 여름철 시료 중 CK12와 CK17 시료에서 각각 2.80 Log CFU/g, 1.36 Log CFU/g가 검출되었다. 결과적으로 국내 유통 중인 17종의 김치 시료를 계절별로 수집하여 위생지표군을 분석한 결과, 계절에 따른 유의적 차이를 나타내 여름철에 유통되는 배추 김치에서 일

반세균수, 대장균군 및 대장균의 수가 높게 검출되는 것을 확인할 수 있었다. Ku et al.(2014)과 Choi et al.(2015)의 연구에서는 김치의 주재료인 절임배추의 미생물 수가 다른 계절에 비해 여름철에 높게 검출되었다고 보고하였는데 본 연구 결과도 유사하게 나타났다. 본 연구 결과 위생지표군이 여름철에 유통되는 김치에서 많이 검출되는 것으로 보아 김치의 계절별 위생안정성을 높이기 위해 김치 제조 시 작업 환경과 위생 관리 및 유통시스템 개선이 필요한 것으로 생각된다.

### 5. 병원성 미생물

계절별로 수집한 배추김치 시료의 병원성 미생물을 분석하였다. 정성적으로 분석한 *Staphylococcus aureus*, *Enterohemorrhagic Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni/coli*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella* spp., *Vibrio parahaemolyticus*, *Listeria monocytogenes* 등 7종의 식중독균은 계절별 모든 시료에서 음성으로 나타났으며, 정량적으로 분석한 *Clostridium perfringens* 또한 모든 시료에서 불검출되었다(Data not shown). 그러나 *Bacillus cereus*의 경우 계절에 따른 차이를 나타내 봄철에 유통되는 시료에서 최대 1.00 Log CFU/g이 검출되었으며, 여름철에는 최대 1.85 Log CFU/g, 가을철에는 최대 1.70 Log CFU/g, 겨울철에는 최대 2.32 Log CFU/g가 검출되었다<Table 7>. 즉, 사계절 중 봄과 겨울에는 전체

<Table 7> Seasonal changes in number of *B. cereus* content of commercial kimchi

Samples	Number of <i>B. cereus</i> (Log CFU/g)			
	Spring	Summer	Fall	Winter
CK1 <sup>1)</sup>	N.D	N.D	1.48	1.30
CK2	N.D	N.D	1.48	N.D
CK3	N.D	N.D	1.30	N.D
CK4	N.D	N.D	1.00	N.D
CK5	N.D	N.D	1.70	N.D
CK6	N.D	N.D	1.60	N.D
CK7	1.00	N.D	N.D	N.D
CK8	N.D	N.D	1.30	N.D
CK9	N.D	N.D	1.48	N.D
CK10	1.00	N.D	1.30	N.D
CK11	1.00	N.D	N.D	N.D
CK12	N.D	N.D	N.D	2.11
CK13	N.D	N.D	1.48	N.D
CK14	N.D	1.85	N.D	N.D
CK15	N.D	N.D	1.00	N.D
CK16	N.D	1.70	N.D	2.32
CK17	N.D	N.D	1.70	N.D

N.D: Not detected.

<sup>1)</sup>CK: Commercial kimchi.

시료 중 17%가 *B. cereus*가 검출되었고, 가을철에는 70%이상의 시료에서 *B. cereus*가 가장 많이 검출되었으며, 여름철에는 전체 시료 중 10%가 *B. cereus*가 검출되었다. 또한 시료 중 겨울철에 유통된 김치인 CK16에서 2.32 Log CFU/g으로 가장 높은 수준의 *B. cereus*가 검출되었다. 이는 식품공전(2019)에서 고지하는 g 당 10,000 이하로 검출되어 기준치 이하이기 때문에 크게 문제가 되진 않으나 김치 제조 시 더욱 철저한 위생 관리가 필요한 것으로 생각된다.

#### IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 국내 유통되고 있는 김치를 계절별(봄, 여름, 가을, 겨울)로 수집하여 이화학적 및 미생물학적 품질 특성을 분석하였다. 국내 유통 김치 17종의 pH는 3.84-6.36, 산도는 0.21-1.16%, 염도는 1.19-1.54% 수준으로 나타났다. 시료 중 약 76%의 김치(13종)가 가을에 유통될 때 pH가 유의적으로 높게 나타난 반면 기온이 높은 여름에 60%이상의 시료에서 pH가 낮게 나타났다( $p < 0.05$ ). 유통 김치의 산도는 계절에 따른 차이를 나타내 pH와 동일한 경향을 보이며 가을철에 유통되는 김치의 숙성이 진행되지 않은 것을 확인할 수 있었다. 질산염 및 아질산염 함량은 산성 조건에 영향을 받아 봄과 여름철에 유통되는 김치에서 낮게 나타났다. 중금속(납, 카드뮴, 비소)은 사계절에 걸쳐 모든 시료에서 기준치 이하로 검출되었다. 유통김치의 일반 세균수 및 대장균군은

각각 5.25-8.44 Log CFU/g과 0.00-5.08 Log CFU/g 수준으로 검출되었으며, 다른 계절에 비해 여름철에 가장 많이 검출되었다. 대장균은 대부분의 시료에서 검출되지 않았으나 전체 시료 중 3개의 시료에서만 검출되었다. *B. cereus*는 가을철에 70% 이상의 시료에서 검출되었으며, 다른 식중독 균은 계절별 모든 김치에서 검출되지 않았다. 결과적으로 가을철에 유통되는 김치에서 품질변화가 적게 나타난 반면 여름철에 유통되는 김치는 숙성이 진행되어 pH 및 산도 변화가 크고 위생지표균이 많이 검출되어 김치의 계절별 위생안정성을 높이기 위해 김치 제조 시 작업환경과 위생 관리 및 유통시스템의 지속적인 관리와 개선이 필요한 것으로 생각된다.

#### 감사의 글

본 연구는 세계김치연구소 기관고유사업(KE1801-5)의 연구비 지원을 받아 수행되었습니다.

#### Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

#### References

Bang BH, Seo JS, Jeong EJ. 2008. A method for maintaining good kimchi quality during fermentation. *J Korean Soc, Food Sci. Nutr.*, 21(1): 51-55

Chang JY, Choi YR, Chang HC. 2011. Change in the Microbial Profiles of Commercial Kimchi during Fermentation. *Korean J. Food Preserv.*, 18(5): 786-794

Cho HJ, Cho JA. 1998. The study on the kimchi in Chulra-Do. *J. Natural sci.*, 17(1): 166-172

Cho SK, Moon JS, Kim YJ, Kim JE, Choi HY, Ahn JE, Otgonbayar G. E., Eom HJ, Kim TJ, Kim YM, Kim HR, Han HS. 2012. Comparison of Chemical and Microbiological Characteristics of Commercial Kimchi Products in Korea and Japan. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 44(2): 155-161

Choi EJ, Jeong MC, Ku KH. 2015. Effect of seasonal cabbage cultivar (*Brassica rapa* L. ssp. *Pekinesis*) on the quality characteristics of salted-Kimchi cabbages during storage period. *Korean J. Food Preserv.* 22(3): 303-313

Choi EY, Kim JS, Kim HC, Kim HR, Han GJ, Chun HK. 2004. Safety Evaluation of Lead and Cadmium in Domestic and Imported Kimchi. *J. Fd. Hyg. Safety*, 19(1): 911

Choi HS. 2005. Physiological composition and health functionality of Kimchi. *J. Korean Soc. Food Preserv.*, 4(1):2-10

Hwang JW, Song YO. 2000. The effect of solvent fractions of



- Kimchi on plasma lipid concentration of rabbit fed high cholesterol diet. *J. Korean Soc Food Sci. Nutr.*, 29(2): 204-210
- Jeon CG. 2009. Marketing Analysis of the Imported Kimchi and Challenges for the Domestic Kimchi Industry. *Korean Food Marketing Association, KFMA.*, 26(2): 79-101
- Ji YS, Kim HN, Park HJ, Lee JE, Lee HJ, Shin HK, Kim BJ, Franz CMAP, Holzapfel WH. 2013. Functionality and safety of lactic bacterial strains from Korean kimchi. *Food Cont.*, 31(2): 467-473
- Kang H, Moon JS, Lee MG, Han NS. 2016. Immunomodulatory effects of *Leuconostoc citreum* EFEL2061 isolated from kimchi, a traditional Korean food, on the Th2 type-dominant immune response in vitro and in vivo. *J. Funct. Food*, 20: 79-87
- Kang KH, Lee SJ, Ha ES, Sung NJ, Kim JG, Kim SH, Kim SH, Chung MJ. 2016. Effects of Nitrite and Nitrate Contents of Chinese Cabbage on Formation of N-Nitrosodimethylamine during Storage of Kimchi. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 45(1): 117-125
- Ko JL, Oh CK, Oh MC, Kim SH. 2009. Depletion of Nitrite by Lactic Acid Bacteria Isolated from Commercial Kimchi. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 38(7): 892-901
- Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation. 2017. Status of Processed Food Subdivision Market. Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation, Seoul, Korea, pp 64-68
- Ku HS, Noh JS, Kim HJ, Cheigh HS, Song YO. 2007. Antioxidant effects of sea tangle added korean cabbage kimchi in vitro and in vivo. *J Korean Soc Food Sci. Nutr.*, 36(12): 1497-1502
- Ku KH, Choi EJ, Jeong MC. 2014. Comparison of quality characteristics between seanal cultivar of salted-Kimchi cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *Pekinesis*). *Korean J. Food Preserv.* 21(4): 512-519
- Ku KH, Jeong MC, Chung SK. 2013. Industrialization of salted Chinese cabbages and fresh-cut Chinese cabbage. *Food Sci. Indus.*, 46(4): 2-11
- Lee EH, Kim SK, Jeon JK, Chung SH, Cha YJ. 1982. Nitrate and nitrite content of some fermented sea foods and vegetables. *Korean J. Fish Aquat. Sci.*, 15(2): 147-153
- Lee EJ, Park SE, Choi HS, Han GJ, Kang SA, Park KY. 2010. Quality characteristics of kimchi fermented in permeability-controlled polyethylene containers. *J. Korean Food Preserv.*, 17(6): 793-799
- Lee HJ, Jeong SY, Kim JH, Yoo SR. 2016. Comparative quality analysis of kimchi products manufactured in Korea, Japan, and China. *Korean J. Food Preserv.*, 23(7): 967-976
- Lee JY, Park YH, Jang BC, Kim SC, Kim PJ, Ryu SN. 2005. Variation of Nitrate Content on Distributed Vegetables in Korea. *Korean J. Crop. Sci.*, 50(S): 231-238
- Lee YH, Yang LW. 1970. Studies on the packaging and preservation of kimchi. *J. Korean soc. Agric chem. Biotechnol.*, 13(3): 207-218
- Ministry of Food and Drug Safety, Korea Food Standards Codex (식품공전), [http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01\\_03.jsp?idx=34](http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=34) (accessed 2019.03.11)
- Mirvish SS, Wallcave L, Eagen M, Shubik P. 1972. Ascorbate-nitrite reaction: possible means of blocking the formation of carcinogenic N-nitroso compounds. *Science*, 177(4043): 65-68
- Mirvish SS. 1970. Kinetics of dimethylamine nitrosation in relation to nitrosamine carcinogenesis. *J. Natl. Cancer Inst.*, 44(3): 633-639
- Nordin HR (1969) The depletion of added sodium nitrite in ham. *Can Inst Food Sci Technol.*, J., 2(2): 79-85
- Oh CK, Oh MY, Kim SH. 2004. The depletion of sodium nitrite by lactic acid bacteria from kimchi. *J. Med. Food*, 7(1): 38-44
- Park YH, Kim YS, Kim SB. 2009. Consumer preference for salted cabbage in Gyeonggi province. *Food Sci. Indus.*, 42(3): 28-34
- Seo HJ, Han SY, Choi HS, Han GJ, Park HY. 2012. Quality Characteristics of Cabbage Kimchi by Different Packaging materials. *Korean J. Food Cookery Sci.*, 28(2): 207-214
- Shin SM, Park JY, Kim CJ, Hahn YS. 2005. Investigation of some harmful bacteria in commercial Kimchi. *Korean J. Food Cookery Sci.*, 21(2): 195-200
- Song HJ, Lee HJ. 2014. Consumption of kimchi, a salt fermented vegetable, is not associated with hypertension prevalence. *J. Ethn. Food*, 1(1): 8-12
- Yi SH, Park SY, Jeong DH, Kim JY, Lee AJ, Shin HA, Moon JH, Lee JH, Kim SE, Ryou HJ, Om AS. 2009. Survey Research of Homemade and Commercial Cabbage (*Baechu*) Kimchi on Physicochemical Quality Characteristics. *Korean J. Food Cookery Sci.*, 25(6): 671-676
- You JH, Kwak EJ, Shin MJ. 2007. A study on kimchi preference and the types of kimchi purchased at markets to improve kimchi marketing. *J. East Asian Soc. Diet Life*, 17(4): 511-519