

국산과 수입산 포장 배추 김치의 이화학적 특성 비교

김진숙[†] · 최은영 · 한귀정

농업과학기술원 농촌자원개발연구소

Evaluation of Physicochemical Characteristics of Domestic and Imported *Kimchi*

Jin-Sook Kim[†], Eun-Young Choi and Gwi-Jung Han

National Rural Resources Development Institute, Suwon 441-853, Korea

Abstract

This study evaluated the physicochemical characteristics of domestic and imported packaged *Kimchi* in Korea. Six types of domestic and imported *Kimchi* were collected from a supermarket. According to the results, the salt concentrations of the domestic and imported *Kimchi* were 3.83% and 3.06%, respectively. The total lactic acid content was 0.33% for domestic *Kimchi*, and 0.29% for imported *Kimchi*. The total vitamin C content was found to be higher in the domestic *Kimchi* (30.9mg%) than in the imported *Kimchi* (25.9mg%). These results suggest that both are within the standards of the Korea Food and Drug Administration in terms of food containment: 1% or lower for acid, and 1~4% for salt. For the number of aerobic bacteria present in each of them, both contain approximately $10^4 \sim 10^5$ CFU/g, which is safely under the FDA standard of $10^7 \sim 10^8$ CFU/g. Therefore, neither is harmful at all in terms of the number of bacteria but continuous monitoring will be necessary. From texture analysis, the hardness and chewiness of the domestic *Kimchi* was better than the imported *Kimchi*. The hardness and chewiness of the domestic *Kimchi* indicated a better production process than imported *Kimchi*. There may not be a particular difference in terms of the sensory evaluation apart from its crispy taste. However, this also needs to be continuously monitored while the *Kimchi* is undergoing the fermentation process.

Key words : *Kimchi*, domestic, imported, traditional food, codex.

서 론

우리 김치에 대한 생리 활성 기능이 최근 많이 보고되면서 한국인의 건강 유지 및 영양 공급에 꼭 필요한 전통 발효 식품으로 자리하고 있지만, 핵가족화와 외식 산업의 발전 등에 따라 가정이 아닌 공장에서 제조되어 유통되고 있는 김치가 점점 증가하고 있다. 농림부와 한국무역협회의 2004년 7월 보고에 따르면, 김치 수입량은 2001년 393톤, 2002년 1,041톤, 그리고 2003년 28,706톤으로 매년 증가폭이 커지고 있고 수입도 전부 중국에서 이루어지고 있다고 한다.

사실 김치 중추국인 우리나라는 짠 가격으로 수입되고 있는 중국산 김치가 단체 급식소나 외식업체에 대량 공급되고 있는 상황으로 어린 세대나 외국인에게 우리 고유의 김치 맛을 제대로 인식시켜 주기 어려울 뿐만 아니라, 배추 재배농가나 김치 생산업체의 경쟁력이 약화될 것으로 보인다(Kim et al 2003).

값싼 수입산 김치가 국립식품검역소를 통해 국내에 들어

와서 단체 급식소, 식당, 학교 등에 대량 납품되어 국산 김치로 둔갑하는 등 김치의 인식, 김치 시장 등의 여러 문제점을 안고 있는 바 소비자들의 안전성을 높이기 위해서는 식품공전(한국식품공업협회 2002)이나 codex 규격(Codex 2002)에 적합 여부를 판정할 수 있는 품질 비교가 필요하다.

김치는 식품공전(한국식품공업협회 2002)에 의하면 고유의 색택과 향미를 가지고 이미·이취가 없어야 하며 타르 색소와 보존료는 검출되어서는 아니되며, 살균 포장 제품에 한하여 대장균군은 음성이어야 한다고 명시되어 있다. 한편 Codex 규격 및 식품공전에 의하면 김치 고유의 특성을 가지고 정상적인 향, 냄새 및 색을 가져야 하며 적당히 단단하고 아삭아삭하고 씹는 맛이 있어야 하며, 총 산도(젖산)는 1.0%, 염(염화나트륨) 1.0~4.0%, 광물성 이물 0.03% 이하, 또 식품첨가물은 GMP(Good Manufacturing Practice) 관리 수준 이하에서만 사용할 수 있다고 정리되어 있다.

앞서 말한 바와 같이 수입산 김치의 국내 유통이 매년 증가되고 있지만 이들 김치에 대한 정확한 품질 특성과 안전성에 대한 조사 보고는 거의 이루어지지 않고 있으며 일부 수입산 김치와 국산 김치의 중금속과 미생물에 대한 안전성 여

[†] Corresponding author : Jin-Sook Kim, Tel : +82-31-299-0581, Fax : +82-31-299-0553, E-mail : preetyjs@rda.go.kr

부를 조사한 결과가 있을 뿐이다(Choi *et al* 2004).

따라서, 우리나라에서 비교적 많이 섭취되고 있는 배추김치와 주로 많이 수입되고 있는 중국산 배추김치를 일부 지역에서 수집하여 이들의 품질 특성을 비교하였다.

재료 및 방법

1. 시료 수집

국내에서 유통되고 있는 수입산 김치는 국립식물검역소의 검역·통관상의 문제로 시중에 유통되려면 최소한도 김치를 제조한 날로부터 4~5일 정도는 소요되므로 수집하는 국산과 수입산 포장 배추김치(이하 김치라고 명기)의 분석 기준일을 제조일로부터 6일째 되는 날로 정하였다. 국산 김치는 소비자들의 반응이 좋은 PU사, CH사, MA 제품 3종(폴리에틸렌 또는 나일론+PE 적층필름 포장)을 수원 지역의 마트를 통해 구입하여 냉장 보관(3°C)하였다가 사용하였다. 또한 수입산 김치는 국내에 많은 양이 유입되고 있는 중국산인 SY사(대련산), IH사(청도산), IR사(안구산) 3종 제품(폴리에틸렌 포장)을 인천의 수입업체들로부터 직접 수집하여 국산 김치와 같은 방법으로 보관하였다.

확보한 국산과 수입산 배추김치는 포기 김치 형태로 제조된 김치는 나누어 전체 부분을 마쇄하여 냉동 보관하면서 분석용 시료로 사용하였으며, 일부는 Yim KY(1987)과 Lee *et al*(1988)에 의해 김치 줄기 부분을 채취하여 texture를 반복적으로 조사하였다.

2. 일반 성분

AOAC법(1999)에 준하여 마쇄한 시료의 수분, 조단백, 조지방, 조회분 등을 분석하였다.

3. 총 비타민 C

시료에 5% metaphosphoric acid 20 mL와 소량의 해사를 넣고 잘 분쇄한 다음, 5% metaphosphoric acid 30 mL를 가하여 3,000 rpm에서 5분간 원심분리한 후 상등액을 여과지 No.2 (Tokyo, Japan)로 여과한 다음 100 mL에 정용하여 침출액을 제조하였다. 침출액의 일부를 취하여 2,4-dinitrophenyl hydrazine(DNP)법에 의해 측정하였다(The Korean Society of Food and Nutrition 2000).

4. 총 산도

Choi *et al*(1998)의 방법에 의하여 마쇄한 시료에 증류수를 가하여 잘 혼합한 다음 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.3이 될 때 까지 적정하여, 이때 소비된 0.1N NaOH 용액의 양을 lactic acid 함량(%)으로 환산하여 (0.1N NaOH 소비액×0.009/

10) ×100으로 계산 평균값을 표기하였다.

5. 염도

신 등(1989)의 방법에 의하여 시료 2 g을 증류수로 50배 희석하여 여액 5 mL를 취하여 지시약 2% K₂CrO₄ 1 mL를 가한 다음 0.05N AgNO₃ 용액으로 적정하여 NaCl 함량(%)으로 환산하여 평균값을 표기하였다.

6. pH

검액의 pH는 pH meter(720A, Corning Co, NY, USA)를 이용하여 반복적으로 5회 측정하여 평균값을 표기하였다.

7. 색도

시료의 색도는 색차계(ColorEye 3100, GregMacbeth AG, Milltown, NJ, USA)를 이용하여 Hunter's color value인 명암을 나타내는 L값 [lightness, 0~100 (100=white, 0=black)], 적색과 녹색의 정도를 나타내는 a값 [redness, -60~+60 (=green, +=red)], 그리고 황색과 청색의 정도를 나타내는 b값 [yellowness, -60~+60 (=blue, +=yellow)]을 반복적으로 5회 측정하고 이의 평균값을 표시하였다.

8. Texture

Texture analyser(TA-XT2, Stable Micro System Ltd, Haslemere, UK)로 Xtrud program을 이용하여 Yim KY(1987)과 Lee *et al*(1988)의 방법에 의해 texture를 측정하였다. 배추 뿌리 부분부터 7±2 cm 되는 부위인 김치 줄기를 plunger로 눌렀을 때 얻어지는 force와 time의 graph로부터 산출되는 hardness와 chewiness 값에 대하여 5회 반복 측정된 평균값을 표기하였다. 이때 측정 조건은 Carter RE(1990)의 방법을 변형하여 시료의 test option은 texture profile analysis, measuring type에서 force in compression으로 하고 deformation ratio은 90%로 정하였고 plunger는 직경 5 mm의 cylinder를 이용하여 속도는 1 mm/s로 하였다.

9. 총 균수와 유산균수

Shigeo & Toshio(1998)의 방법에 의하여 각 시료는 필요에 의하여 적당히 희석하여 pouring culture method에 의하여 균수를 측정하였으며, 이때 사용된 배지는 총 균수 측정용으로 plate count agar medium을, 유산균 측정용으로 MRS medium을, 각각 30°C와 37°C에서 1~2일간 배양한 후 균수를 측정하였다.

10. 관능적 특성

김 과 이(1998)의 방법에 의하여 훈련된 관능 요원 10명에

게 실험의 목적과 김치의 관능적 품질 요소를 잘 인지하도록 반복 훈련시킨 후 김치 시료에 대한 기호도를 7점 척도법으로 점수화하여 표시하도록 하였다. 김치의 기호도 검사에 사용된 관능적 품질 요소는 색, 맛, 냄새, 아삭아삭함, 전반적인 기호도 등으로 정하여 평가하도록 하였다.

11. 통계처리

도출된 결과는 SAS program을 사용하여 통계 처리하였으며(Cary NC 2002), 유의 수준 5%에서 *t*-test에 의해 국산과 수입산 김치 시료의 품질 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 일반 성분

국산 김치와 수입산 김치의 각각 3종에 대하여 일반 성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 평균적으로 국산 김치는 수분 함량이 84%, 조회분 함량이 3.7%이었고, 수입산 김치의 수분 함량은 86%, 조회분 함량은 3.4%로서 국산 김치가 수입산 김치에 비해 조회분은 별 차이가 없었으나 수분은 약 2% 정도 적었다. 이러한 차이는 국산 배추에 비해 수입산 배추가 크고 배추 줄기가 두꺼워 김치 제조 후 물이 많이 발생되어 생기는 영향으로(Kim *et al* 2003) 배추김치의 원료인 배추의 원산지 및 품종에 따른 차이인 것으로 해석된다.

2. 염도

국산과 수입산 포장 김치의 염도 비교 결과는 Table 2에 제시된 바와 같이, 국산이 3.8%, 수입산이 3.1%로서 국산 김치가 수입산 김치보다 높게 나타났다. 이는 김치의 숙성과

Table 1. Chemical composition of domestic and imported *Kimchi*

(%)

<i>Kimchi</i>	Moisture	Crude ash	Crude lipid	Crude protein	Carbohydrate	
Domestic	PU	84.63±0.26	3.88±0.27	0.18±0.02	2.48±0.02	8.83±0.71
	CH	83.27±0.33	3.94±0.37	0.20±0.04	2.46±0.02	10.13±0.79
	MA	88.64±1.57	3.22±0.61	0.26±0.05	2.51±0.05	10.37±0.98
	Mean±SD	83.46±0.72	3.68±0.41	0.21±0.04	2.48±0.03	9.78±0.83
Imported	SY	85.67±3.03	3.32±0.05	0.24±0.02	2.65±0.11	11.07±1.55
	IH	92.99±4.66	3.43±0.06	0.18±0.03	2.40±0.17	8.0±1.82
	IR	85.82±5.02	3.30±0.09	0.22±0.03	2.29±0.25	8.37±1.68
	Mean±SD	85.61±4.24	3.35±0.07	0.23±0.03	2.45±0.18	9.15±1.68
<i>t</i> -value(<i>p</i> -value)	-0.68*(0.56)	1.41(0.23)	-0.69(0.53)	0.28(0.79)	0.59(0.59)	

¹⁾ Values are mean±SD(*n*=3). * *p*<0.05.

Table 2. Quality characteristics salinity of domestic and imported *Kimchi*

<i>Kimchi</i>	Salinity	pH	Acidity	Vitamin C	
Domestic	PU	3.76±0.05	4.24±0.10	0.50±0.05	30.2±1.24
	CH	3.86±0.04	4.38±0.11	0.51±0.07	30.0±1.38
	MA	3.83±0.05	4.42±0.11	0.60±0.06	32.4±1.36
	Mean±SD	3.82±0.05	4.35±0.11	0.54±0.06	30.9±1.33
Imported	SY	2.79±0.68	4.98±0.50	0.33±0.10	25.9±2.38
	IH	3.98±1.01	5.47±0.47	0.34±0.11	23.4±2.43
	IR	2.40±0.78	4.56±0.42	0.50±0.10	28.3±2.53
	Mean±SD	3.06±0.82	5.00±0.46	0.39±0.10	25.9±2.45

¹⁾ Values are Mean±SD(*n*=3).

정에 수분 함량이 많아진 수입산 김치가 상대적으로 담금 초기보다 국산 김치에 비해 염도가 떨어진다는 Kim *et al*(2003)의 연구 결과와 같은 경향이였다. 그러나 이러한 국산 및 수입산 김치의 염도는 국제식품규격인 Codex 규격(Codex 2002)과 식품공전(한국식품공업협회 2002)에서 제시한 4% 이내에 포함되는 범위이므로 시장에서 수집하여 분석한 국산 및 수입산 김치 모두 Codex 규격과 식품공전에 모두 적합한 것으로 나타났다.

3. 총 산과 pH

김치는 젖산 발효 식품이므로 총 산을 젖산 함량으로 계산하여 Table 2에 표기하였다. 국산 김치의 총 산은 0.33%, 수입산 김치는 0.29%로 국산이 수입산보다는 다소 높은 것은 분석되었다. 김치는 원래 담금 직후부터 먹을 수 있으나 가장 맛이 좋은 상태는 총 산 함량이 0.3~0.6%일 때라고 보고되는데(신동화 1994), 본 실험에 사용된 국산과 수입산 김치 시료는 모두 제조 6일된 김치로서 총 산이 0.3% 전후이므로 익기 시작하는 상태이지만 국산이 수입산보다 약간 산도가 높으므로 먼저 맛이 드는 것으로 보였다. 또한 같은 시기의 국산 김치와 수입산 김치의 pH도 Table 2에서와 같이, 평균적으로 국산 김치의 pH 4.35, 수입산 김치 pH 5.00이었다. Lee *et al*(1991)에 의하면 김치의 pH는 담금 직후에는 5.7~5.9 정도이고, 그 이후부터는 김치가 익어가면서 급속하게 pH가 감소되는데 먹기에 적당한 신맛을 나타내는 발효 중간 단계의 김치 pH는 4.2~4.4라고 한다. 그러므로 앞서 말한 국산 김치의 pH가 발효 중간 단계의 맛있게 숙성된 범위에 속하는 것으로 보인다. 일반적으로 국내에서 유통되는 있는 국산 김치의 경우 유통 기한을 1개월, 수입산 김치는 3개월 기준으로 하고 있지만 추후 발효 숙성 기간에 따른 품질 비교 연구가 이루어져야 한다.

국내에서 유통되고 있는 국산 김치와 수입산 김치 시료를 비교할 때 수분 함량을 제외한 일반 성분, 염도, 그리고 pH와 총 산 함량에 있어 유의적인 차이는 볼 수 없었다.

4. 총 비타민 C

국산과 수입산 김치의 총 비타민 C 함량 분석 결과는 Table 2에서 보는 바와 같이, 평균적으로 국산 30.9 mg%, 수입산 25.9 mg%로 국산 김치가 수입산 김치보다 약 5 mg%나 더 높게 분석되었다. 이러한 결과로부터 김치 자체의 비타민 C 함량은 숙성 온도, 기간, 원료(품종, 산지 등) 등에 따라 그 함량 차이가 생긴다는 기존 연구 결과와 같은 경향이였다 (Kim *et al* 2003).

5. 조직감과 색도

김치의 아삭아삭함과 씹히는 맛을 간접적으로 맛을 표현

할 수 있는 hardness와 chewiness에 대하여 국산 김치와 수입산 김치를 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. Lee *et al*(1991)은 맛있는 김치란 입에 넣고 씹었을 때 아삭아삭하거나 연하거나 흐물흐물하거나 뻣뻣한 성질을 표현해 주는 씹힘성과 경도 등의 texture와 밀접한 관련이 있다고 하였다. 이에 국산 김치가 수입산 김치보다 hardness나 chewiness 값이 더 높게 나타난 것으로 볼 때 김치로서 더 맛이 좋다고 판단할 수 있다. 국산 김치의 경우 Kim *et al*(1988)의 연구 결과보다는 hardness가 높았으나 수입산 김치와는 차이가 거의 없는 것으로 나타났는데, 이러한 경우는 Kim *et al*(2003)이 고찰한 바와 김치의 숙성기간이 다른 김치의 익은 정도, 즉 발효 정도 차이에 따른 texture의 차이이다.

한편 국내에서 유통되고 있는 국산 및 수입산 포장 김치의 색도 측정 결과는 Table 3에서 보는 바와 같이, 평균적으로 국산 김치가 수입산 김치에 비해 L값과 b값이 높게 나타난 반면, a값은 수입산이 국산보다 높게 나타났다. 이는 중국산과 국산의 고춧가루의 색에 의한 차이인 것으로 보인다. 판세청(cb21 뉴스, 2004)에 의하면 중국산 고춧가루는 색깔이 매우 진하고 맛과 냄새가 강해 촉감이 비교적 거칠고, 국산 고춧가루는 붉은 빛과 매운맛, 냄새가 중국산 고춧가루보다 약해 촉감이 부드러운 것으로 전한다.

6. 총 균수와 유산균수

국산과 수입산 김치의 총 균수와 유산균수에 관한 조사 결과는 Table 4와 같다. 국산 김치의 세균수는 4.78×10^5 CFU/g, 수입산 김치는 5.68×10^4 CFU/g으로 국산 김치의 세균수가 더 높은 것으로 조사되었는데 이는 유산균수가 수입산 김치보다 국산 김치에 더 많아서 나타난 영향으로 해석되어진다. 또한 국산과 수입산 김치 모두 총 균수가 $10^4 \sim 10^5$ CFU/g 수준으로 나타났는데, 이는 미국의 FDA(www.cfsan.fda.gov 2002)의 세균 감염량 $10^7 \sim 10^8$ CFU/g에 미치지 못한 범위이므로 위해를 일으키지는 않으나 가능성이 있는 수준으로 검출되었다.

하지만 본 실험에 사용된 제조 6일된 김치 시료는 Choi *et*

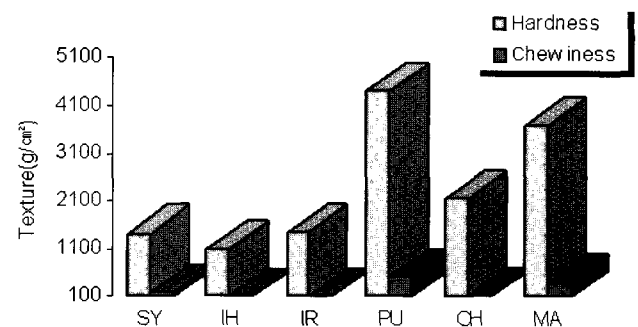


Fig. 1. Texture parameters of domestic and imported Kimchi.

Table 3. Hunter's color value of domestic and imported *Kimchi*

Hunter's ¹⁾ color value	<i>Kimchi</i>							
	Domestic				Imported			
	PU	CH	MA	Mean±SD	SY	IH	IR	Mean±SD
L	66.4±1.5	63.5±1.5	65.6±1.5	65.2±1.5	56.1±1.5	57.2±1.5	58.4±1.5	57.2±1.15
a	7.6±1.5	11.1±1.5	7.7±1.5	8.8±1.97	15.3±1.5	13.5±1.5	18.0±1.5	15.6±2.27
b	22.6±1.5	27.3±1.5	21.2±1.5	23.7±3.2	27.2±1.5	25.3±1.5	32.1±1.5	22.8±0.67

¹⁾ Standard plate : L 95.0, a -0.1, b 1.4, ²⁾ Values are mean±SD(n=3).

Table 4. Aerobic and lactic acid bacteria of domestic and imported *Kimchi*

(unit: CFU/g)

Bacteria	<i>Kimchi</i>							
	Domestic				Imported			
	PU	CH	MA	Mean	SY	IH	IR	Mean
Aerobic	1.12×10 ⁵	1.76×10 ⁵	1.15×10 ⁶	4.78×10 ⁵	4.56×10 ⁴	1.12×10 ⁵	1.32×10 ⁴	5.68×10 ⁴
Lactic acid	1.34×10 ⁵	2.42×10 ⁵	1.18×10 ⁶	5.19×10 ⁵	7.28×10 ⁴	1.32×10 ⁵	1.68×10 ⁵	1.24×10 ⁵

Values are mean(n=3).

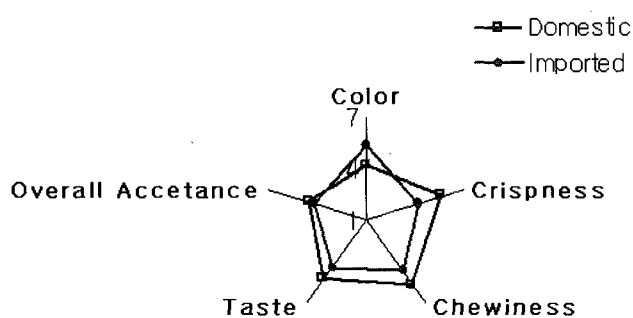


Fig. 2. QDA of sensory evaluation score of domestic and imported *Kimchi*. Score : 7 most acceptable, 1 least acceptable, * $p < 0.05$.

al(2003)의 보고에서 제시한 바와 같이 숙성이 계속 진행될 경우 pH가 낮아져 세균이 더 사멸되는 것으로써 위생학적으로 모두 안전한 수준으로 판단된다.

7. 관능적 특성

김치의 관능적 품질에 영향을 주는 인자는 맛, 냄새, 조직감, 색 등을 포괄적으로 의미하는 맛이라고 한다(Ku *et al* 1988). 이에 국산과 수입산 김치의 품질 차이를 이화학적 특성이 아닌 관능적 특성을 파악하기 위해 김치의 냄새, 맛, 아삭아삭함, 전체적인 기호도 등에 관한 관능검사를 실시하였다. 국산과 수입산 김치 각각 3종의 제품에서 관능적 오차를 줄이기 위해 일차적으로 제일 맛있다고 선정된 국산 김치의

PU사 제품, 수입산 김치의 SY 제품을 대상으로 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 김치의 아삭아삭한 맛(정도)에서 유의적 차이를 보였고($p < 0.05$), 다른 관능적 특성인 색, 맛, 전체적 기호도 등에 대해서는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 일반적으로 김치를 먹었을 때 적당히 단단하고 아삭아삭하고 씹는 맛이 있어야 김치가 맛있다고 정의되므로 국산 김치가 수입산 김치보다 맛있다는 표현을 하여도 무방한 것으로 해석되지만, 국내에서 유통되고 있는 국산 김치와 수입산 김치를 일반인이 구별하는데 다소 어려움이 있을 것으로 사료된다.

요약 및 결론

국내에서 유통되는 포장 배추김치의 품질 조사를 위해 수집한 국산 김치와 수입산 김치 각각 3종을 분석한 결과, 평균적으로 염도는 국산이 3.82%, 수입산이 3.06%, 총산도(젖산 함량)는 국산이 0.33%, 수입산이 0.29%, 그리고 총 비타민 C는 국산이 30.9 mg%, 수입산이 25.9 mg%로서 국산 김치가 수입산 김치보다 높은 값을 나타내었다. 이러한 결과로부터 국산 및 수입산 김치 각 3종은 Codex 규격과 우리나라 식품공전 규격인 총 산도 1% 이내와 염도 1~4%에 속하여 문제가 되지 않는 것으로 나타났다. 그리고 국산 및 수입산 김치의 총 균수 조사 결과, 각각 10⁴~10⁵ CFU/g 수준으로서 미국 FDA의 세균 감염량 10⁷~10⁸에 해당되지 않는 범위로 전혀 위해하지 않은 수준으로 조사되었으나 김치의 품질 모

니터링을 계속적으로 이루어져야 할 것이다. 한편 김치의 hardness나 chewiness의 texture에서는 국산 김치가 수입산 김치보다 높게 나타났으나 관능적 특성상 아삭아삭한 맛을 제외하고 유의적인 차이는 없었다. 따라서 김치 발효 숙성 기간이 완료될 때까지 계속적으로 품질비교가 필요하다고 본다.

문 헌

- 관세청 (2004) cb21.news.go.kr/news.
- 김광옥, 이영춘 (1989) 식품의 관능검사. 학연사, 서울. p 185-188.
- 신동빈, 구민선, 김영수 (1989) 단무지 규격 제정에 관한 조사 연구. 식품표준화사업조사연구보고서. 한국식품개발연구원. 성남.
- 신동화 (1994) 공장김치의 발효온도 및 포장방법별 성분과 미생물의 변화. 한국식품과학회 심포지엄. 김치의 과학 발표논문집. p 82-136.
- 한국식품공업협회 (2002) 식품공전. 훈영사, 서울.
- AOAC (1999) *Official Methods Analysis* 14th ed. Association of official analytical chemists international, Washington. VA. USA. Volume I.
- Carter RE (1990) Rheology of food, pharmaceutical and biological materials with general rheology. Manuals of MHK Trading Co.
- Cary NC (2002) Statical Analysis System Institute Inc., SAS user's guide; SAS Instituent Inc.
- Choi EY, Kim JS, Kim HS, Kim HR, Han GJ, Chun HK (2004) Safety evaluation of lead and cadmium in domestic and imported *Kimchi*. *J Fd Hyg Safety* 19: 9-11.
- Choi EY, Kim SB, Choe JS, Park KJ (2003) Safety evaluation of processed cabbage foods. Rural Resources Development Institute, Suwon, Korea. p 517-512.
- Choi SY, Oh JY, Yoo JW, Han YS (1998) Fermentation properties of *yulmoo mulkimchi* according to the ratio of water to *yulmoo*. *Korean J Soc Food Sci* 14: 327-328.
- Codex (2002) www.codexalimentarius.net/standards_search.asp.
- Kim JS, Kim HR, Choi EY, Chun HY, Han GJ, Lee JM (2003) Evaluation of physicochemical characteristics of processed cabbage, Rural Resources Development Institute, Suwon, Korea. p 507-516.
- Kim WJ, Ku KH, Cho HO (1988) Changes in some physical properties of *Kimchi* during salting and fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 20: 483-487.
- Ku KH, Kang KO, Kim WJ (1988) Some quality changes during fermentation of *Kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 20: 476-482.
- Lee CH, Hwang IJ, Kim JK (1988) Macro- and microstructure of chinese cabbage leaves and their texture measurements. *Korean J Food Sci Technol* 20: 742-748.
- Lee KH, Cho HY, Pyun YR (1991) Kinetic modeling for the prediction of shelf-life of *Kimchi* based on total acidity as a quality index. *Korean J Food Sci Technol* 23: 306-310.
- Shigeo M, Toshio O (1988) Selective media for enumerating lactic acid bacteria groups from fermented pickles. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 35: 610-616.
- The Korean Society of Food and Nutrition (2000) Handbook of Experiments in Food Science and Nutrition. Hyoil Press. Seoul, Korea. p 258-259.
- USA FDA (2002) www.cfsan.fda.gov/~mov/intro.html.
- Yim KY (1987) Changes of total bacteria, lactic bacteria and textural parameters during kimchi preservation. *Korean J Home Economics Soc* 25: 57-61.

(2006년 6월 19일 접수, 2006년 11월 2일 채택)