

뽕잎 추출액 첨가 김치의 품질 특성에 관한 연구

이 영 숙·노 정 옥*

전북대학교 식품영양학과

A Study on Quality Characteristics of *Kimchi* with added Mulberry Leaves Extracts

Young-Sook Lee and Jeong-Ok Rho[†]

Dept. of Food Science and Human Nutrition, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

ABSTRACT

In this study, the effects of Mulberry leaves extract (ME) addition on the quality of *Kimchi* was investigated during 30 days of fermentation at 5°C. ME was added to salted cabbage at concentrations of 0% (C), 0.4% (ME1), 0.8% (ME2) and 1.2% (ME3) (w/w). The pH of *Kimchi* added above 0.8% ME was higher than that of *Kimchi* without ME after 12 days of fermentation. During overall fermentation, the titratable acidity of *Kimchi* with 1.2% ME remained at the lowest level. The degree of salinity decreased with increasing amount of added ME, whereas control groups showed the highest salinity. In L, a and b values of samples, the highest Figures of L and b were observed in control groups, and ME3 showed the highest value of a. In addition, the cutting force during the fermentation period was higher in all treated groups compared with control groups, and ME3 showed the highest hardness value. Moreover, growth of lactic acid bacteria and total bacteria were inhibited by addition of ME. In the sensory assessment, 0.4% ME improved the quality of *Kimchi*, showing the highest taste score and overall preference. Therefore, addition of 0.4% ME appears to be an acceptable approach to enhance the quality of *Kimchi* without reduction of acceptability.

Key words : Mulberry leaves, *Kimchi*, extracts, texture, sensory evaluation

서 론

김치는 젖산발효 식품으로 채소류의 신선한 맛, 유산 발효에 의한 상쾌한 맛, 고춧가루를 비롯한 향신료의 독특한 맛, 젖갈류의 감칠맛 등이 어우러져 식욕을 돋우는 우리나라의 전통발효 식품이다(Hwang IG *et al* 2012). 김치는 비타민 C, β -carotene, 페놀성 화합물과 같은 생리활성 물질과 발효 중 생성된 유기산과 유산균으로 인한 정장효과, 고혈압 예방, 항노화, 항암성, 항동맥경화성 등의 효능을 가지며, 맛과 영양학적 가치가 인정되면서 세계적인 식품으로 인정받고 있다(Sung JM *et al* 2009). 최근 사회구조와 식생활의 서구화로 순환계 질환과 암 발병률이 증가하여 사회적 문제로 부각되면서 건강을 위한 다양한 기능성 식품의 개발이 현대 산업의 주된 과제로 대두되고 있다. 이에 따라 소비자들의 식품에 대한 건강 지향적 욕구도 증가하여 김치에도 인체에 무해한 한방약재와 천연식품 및 해조류 등의 특수재료를 첨가하여 다양한 김치가 연구 개발되고 있다(Lee HY *et al* 2003; Shin SM *et al* 2007). 김치에 부재료로 첨가되는 미더덕, 녹차, 느

타리버섯, 키토산, 홍국 등을 이용한 김치는 김치의 색과 맛을 향상시키면서 숙성을 지연시키는 등 다양한 기능성을 주목받고 있다. 이는 매일 섭취하는 김치를 통해 건강을 지키고자 하는 소비자의 요구가 반영된 시장의 변화라 할 수 있겠다(Kim HY *et al* 2010).

뽕잎은 중국의 전통 생약으로 당뇨병의 예방과 치료 및 각종 해소에 효과가 있으며, 중풍 예방, 항고혈압, 콜레스테롤 저하, 체지방 축적 억제 등의 생활습관병 예방에 효능이 있는 것으로 알려져 있다(Jin SY 2013). 뽕나무의 잎은 상엽이라 하여 이른 봄에 새로 싹이 트는 작은 잎과 서리를 맞은 묵은 잎을 모두 사용하며, 뽕잎의 영양성분으로는 단백질 함량이 20% 이상, 무기질 2.7~3.1%, 비타민 4.1~7.4%, 특히 칼슘, 칼륨, 철분 등의 함유율이 높다. 기능성 성분으로는 rutin, γ -aminobutyric acid (GABA), moracenin, sanggenone, moracin, chalcomoracin, umebelliferone, morusin, 1-deoxinojirimycin (DNJ), N-methoxy-DN(N-Me-DNJ), fagomine 등과 flavonoid계 물질이 다량 함유되어 있다(Lee WC *et al* 2003, Choi JL *et al* 2006). 뽕잎 추출물 분석에 따르면 항균활성과 항산화 효과(Cho YJ *et al* 2007), 중금속 제거 능력(Yen GC *et al* 2005)이 있으며, 풍부한 섬유질과 함께 칼슘의 함량이 양배추의 60

[†]Corresponding author : Jeong Ok Rho, Tel: +82-63-270-4135, Fax: +82-63-270-3854, E-mail: jorho@jbnu.ac.kr

배(Lee JM *et al* 2009) 정도로 많이 함유되어 있어 식품제조 시 기능성 소재로 이용되고 있다. 지금까지 김치에 대한 연구로는 홍삼추출액 첨가 김치(Kim HY *et al* 2010), 전복과 다시마 추출물 첨가 김치(Lim JH *et al* 2013), 백련초 추출물 첨가 김치(Lee YS *et al* 2012), 키토산 첨가 김치(Seo JS *et al* 2004), 오미자 추출물 첨가 김치(Moon YJ *et al* 2003), 인삼 첨가 김치(Chang KS *et al* 1995), 경엽식물 첨가 김치(Park DI *et al* 2010), 감초분말 첨가 김치(Ko & Lee 2006)와 뽕잎 분말 첨가 김치(Shin SM *et al* 2007) 연구가 있다. 따라서 본 연구에서는 기능성 성분을 다양하게 함유한 뽕잎 추출액을 김치에 첨가하여 저장기간 중 미생물에 미치는 변화와 이화학적 특성, 물성측정, 관능적 특성에 대한 품질 특성을 비교 분석하여, 향후 뽕잎 추출액을 이용한 김치 개발에 활용될 수 있는 기초자료로 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

김치의 준비를 위해 배추, 무, 다진 마늘, 생강, 대파, 양파, 미나리, 소금(주)신송 2014), 백설탕(주)CJ, 2014), 고춧가루(주)농협, 2014), 참쌀분(주)이마트, 2014), 멸치액젓(주)대상, 2014), 새우젓(주)대상, 2014), 배는 지역의 마켓에서 국내산을 구입하여 사용하였다. 뽕잎은(Mulberry leaves)은 2013년 5월에 부안지역에서 수확한 제품을 (주)세만금 김치에서 구입하여 5℃에서 냉장 보관하며 사용하였다.

2. 시료의 제조

1) 뽕잎 추출액의 제조

뽕잎은 증류수에 3회 세척하여 분쇄한 후 증류수를 5배하여 환류냉각관을 부착시킨 플라스크에 넣고, 80℃의 Water bath (Yooju Scientific Co, Seoul, Korea)에서 3시간씩 2회 추출한 후 여과지(Whatman International Ltd, Maidstone, England)로 여과하였으며, 여과 후 rotary vacuum evaporator(EYELA, Tokyo, Japan)를 사용하여 40℃에서 감압 농축하였다. 용매를 완전히 제거한 추출액은 -40℃의 냉동고(SANYO, Tokyo, Japan)에 보관하며 사용하였다.

2) 김치의 제조

김치의 제조는 선행연구(Lee YS *et al* 2011, Lee YS *et al* 2012)를 참고하여 결정하였다. 배추는 겉잎을 제거하고 실온에서 배추 중량의 10%(w/v) 소금용액에 20시간 절인 후 3회 세척하여 3시간 동안 자연 탈수시켰으며, 이 때 절임 배추의 최종 소금농도는 2%이었다. 탈수된 배추는 김치의 조직감

측정용을 위한 전잎을 제외하고, 나머지 배추를 3×3 cm 크기로 준비하였으며, 무는 3×0.3×0.2 cm, 대파와 미나리는 3 cm의 크기로 준비하여 다진 마늘, 다진 생강, 다진 양파, 멸치액젓, 새우젓, 참쌀풀, 고춧가루, 배즙, 소금, 설탕을 용기에 담아 고루 혼합하였다. 뽕잎 추출액은 조직감 측정을 위해 전잎을 이용한 김치와 실험용 김치무게에 대하여 0%(C), 0.4%(ME1), 0.8%(ME2), 1.2%(ME3)를 각각 첨가하고, 모든 재료를 고루 잘 혼합한 후 김치를 제조하였다. 김치는 4℃에서 30일 정도의 유통기간을 가지므로(Chung HK *et al* 1996), 제조된 김치는 1 kg씩 플라스틱 용기에 담아 5℃에서 30일간 저장하면서 김치의 품질 특성 평가에 사용하였으며, 김치의 제조 배합비율은 Table 1과 같다.

Table 1. Ingredient of Kimchi added with mulberry leaves extract

Ingredient (g)	Treatments			
	C ¹⁾	ME1	ME2	ME3
Salted Chinese cabbage	760	760	760	760
Red pepper powder	40	40	40	40
Mixed garlic	30	30	30	30
Mixed ginger	7	7	7	7
Onion	30	30	30	30
Radish	36	36	36	36
Green onion	4	4	4	4
Waxy rice paste	20	20	20	20
Sugar	4	4	4	4
Fluid anchovy sauce	10	10	10	10
Salt-fermented shrimps	10	10	10	10
Salt	3	3	3	3
Draining solution	30	26	22	18
Water dropwort	10	10	10	10
Mixed pear	6	6	6	6
Mulberry leaves extract	0	4	8	12
Total	1,000	1,000	1,000	1,000

¹⁾ C: control(0%)

ME1: addition of 0.4% (w/w) mulberry leaves extract of *Kimchi* (g).

ME2: addition of 0.8% (w/w) mulberry leaves extract of *Kimchi* (g).

ME3: addition of 1.2% (w/w) mulberry leaves extract of *Kimchi* (g).

3. 실험방법

1) pH 및 산도 측정

배추조식과 김치액은 Polytron homogenizer(IKA-Labortechnik, Staufen, Germany)를 이용하여 균질화 하였고, 원심분리기(Beckman, Maryland, USA)로 1089(\times g)에서 10분간 원심분리한 후 pH를 측정하였다. 상층액의 pH와 적정산도는 pH meter(Sartorius, Goettingen, Germany)와 pH-metric 방법을 이용하여 각각 측정하였고, 산도의 측정은 0.1 N NaOH 용액을 pH 8.3이 될 때까지 적정한 후, 그 소비 mL수를 젖산(lactic acid 함량(%))으로 환산하여 3회 반복 측정 후 평균값을 산출하였다(Kang KO *et al* 1991).

2) 염도 측정

염도 측정은 김치액 50 mL를 취해 염도계(Takemura electric works Co, Ltd, Tokyo, Japan)를 이용하여 3회 반복 측정한 후 그 평균값을 산출하였다.

3) 색도 측정

색차계(Denshoku Co, Tokyo, Japan)를 사용하여 각 시료의 색을 측정하고, Hunter system에 의하여 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness) 값으로 나타내었다. 이때 표준백판(standard plate)의 L, a, b value는 각각 92.50, 0.06, 1.92이었으며, 모든 실험은 3회 반복 측정 후 그 평균값을 산출하였다.

4) 물성 측정

김치의 질긴 정도와 씹힘성을 나타내는 조직감 측정은 Texture Analyzer(Stable Micro System Ltd, Haslemere, England)를 사용하였으며, 김치의 발효 정도에 따라 1일(제조당일), 15일(적숙기), 30일(과숙기)에 측정하였다. 채취 부위는 Han ES *et al*(1996)의 방법에 따라 배추 잎 전장의 1/4되는 지점을 제 1측정점으로 정하고, 그 지점에서 3 cm 하단을 제 2측정점으로 정한 뒤 그들을 기준으로 하여 그 둘레를 길이 8 cm, 가로 2 cm, 세로 2 cm 되게 잘라 측정재료로 사용하였다. 모든 시료에 대한 텍스처는 10번 반복 측정하여 측정치가 가장 높거나 가장 낮은 것을 제외한 측정값으로 평균값 산출하였으며, 이때의 측정조건은 Table 2와 같다.

5) 미생물 측정

시료 10 g을 무균적으로 취하여 0.1% 멸균 펩톤수 90 mL를 넣어 Stomacher lab blender(Tekmar Co, Ohio, USA)로 균질화 한 후 상층액은 0.1% 펩톤으로 희석하였다. 총 균수의 측정을 위해 희석액 0.1 mL를 Plate count agar(Difco, St. Louis

Table 2. Texture analyzer setup condition

Cutting force	
Test mode and option	Return to start
Pre-test speed	5.0 mm/s
Test speed	1.0 mm/s
Post-test speed	10.0 mm/s
Strain	60%
Trigger force	Auto - 5 g
Probe type	Blade set with knife

Missouri, USA)배지에 도말하여 37 \pm 1 $^{\circ}$ C에서 24시간 배양하였다. 젖산균 수는 0.05% Bromocresol purple(BCP) 지시약이 첨가된 MRS agar(Difco, St. Louis, Missouri, USA)를 부어 굳인 후, 배지 표면에 colony의 확산집락을 방지하여 젖산균의 수를 측정하기 위해 PCA배지를 중첩하였으며, 혐기팩을 사용하여 37 \pm 1 $^{\circ}$ C에서 48시간 혐기배양한 후 colony 수를 계수(CFU/mL)하였다(Oh YA *et al* 1998).

6) 관능평가

Kim WJ *et al*(1991), Lee EH *et al*(2012)의 연구에 따르면 김치의 적숙기는 김치의 상큼한 신맛과 채소의 세포벽이 적절히 파괴된 상태의 아삭아삭함이 느껴지는 시기로 저장온도 4 $^{\circ}$ C에서 2주 정도이며, 이후 저장기간이 길어짐에 따라 과숙기에 이른다. 따라서 김치의 관능평가는 제조된 김치를 5 $^{\circ}$ C에 저장하면서 김치의 발효 정도에 따라 제조당일(1일)과 적숙기(15일), 과숙기(30일)에 실시하였다. 관능평가요원은 J대학교 식품영양학과 대학원생 15명을 선정하여 실험목적과 관능적 품질요소를 잘 인식하도록 설명하고, 예비실험을 통하여 훈련시킨 후 7점 평점법(Scoring test)을 이용하여 실시하였다. 전 시료에 대한 관능적 특성이 다음 시료에 영향을 주지 않도록 하기 위해 각 시료의 검사 전에는 물을 제공하여 입안을 헹구도록 하였으며, 동반식품으로 밥의 제공은 시료를 평가하는데 영향을 주지 않을 정도의 100 g씩을 제공하였다. 관능평가 항목은 색(Color), 향미(Flavor), 젓갈냄새(Jeotgal odor), 아삭함(Crispness), 맛(Taste), 전체적인 기호도(Overall acceptance)로 가장 좋으면 7점, 보통이면 4점, 매우 나쁘면 1점으로 구분하여 평가를 실시하였으며, 젓갈냄새는 냄새가 강할수록 높은 점수로 평가하였다.

4. 통계처리

통계분석은 SPSS for Windows 12.0(SPSS Inc., 2004, Chicago, USA)을 사용하여 평균값과 표준편차를 산출하였다. 실

험결과는 일원 분산분석(one-way ANOVA)에 의해 유의성을 분석하였고, 유의차는 Duncan의 다중범위 검정(Duncan's multiple range test)를 실시하여 $p < 0.05$ 수준으로 검증하였다.

결과 및 고찰

1. pH

뽕잎 추출액을 첨가하지 않은 대조군(C)과 추출액 0.4%(ME1), 0.8%(ME2), 1.2%(ME3)를 첨가한 김치를 5°C에서 30일 동안 저장하면서 pH를 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 김치 특유의 신선한 맛은 김치의 발효과정으로 인한 각종 유기산들에 의한 것으로 김치의 pH와 산도는 김치의 주요한 품질 지표이다(Park BH *et al* 2002). 저장 1일째 대조군(C)의 pH는 5.58로 실험군(ME1~3)에 비해 높은 값을 보이며 유의적인 차이를 보였다($p < 0.001$). 저장 12일째 대조군과 ME1의 pH는 급격히 감소하여 김치의 적숙기 상태인 pH 4.2~4.4 범위(Kim WJ *et al* 1991)를 나타냈으나, ME2와 ME3는 4.66~5.10으로 완만한 감소를 보였다. 이후 대조군은 저장 18일째, ME1과 ME2는 저장 24일째 4.1~4.06의 과숙기 상태를 나타내었으나, ME3는 pH 4.26으로 적숙기 상태를 유지하였다. Kang SS *et al*(1998)은 김치의 발효과정 중 pH 감소 현상은 숙성이 진행됨에 따라 생성되는 여러 유기산들의 증가에 의한 것이며, 숙성 후기에 pH의 변화가 느린 것은 김치즙액의 유리 아미노산과 무기이온들의 완충작용에 의한 것으로 보고하였다. Ko & Baik(2002)은 김치가 적당히 익어 맛이 좋은 시기는 pH 4.2~4.4수준이며, pH가 4.2 수준 이하로 낮은 경우에는 과숙된 김치로서 김치의 품질이 현저히 떨어진다고 하였는데, ME2와 ME3는 대조군에 비해 김치의 적숙기 범위를 약 1~2주 정도 유지함으로써 발효기간을 연장하는 것으

로 보인다. Shin SM *et al*(2007)은 뽕잎 분말 첨가 김치연구에서 뽕잎 분말을 첨가하지 않은 대조군의 발효가 뽕잎 분말을 첨가한 김치에 비해 빠르게 진행되었으며, 뽕잎 분말 첨가량이 증가할수록 김치의 pH 값이 저장기간 동안 가장 높게 측정되었다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다.

2. 산도

뽕잎 추출액 첨가 김치의 총산도 변화는 Fig. 2와 같다. 김치의 산도는 신맛을 나타내는 직접적인 지표로서 총산도가 0.6~0.8% 수준일 때 가장 맛이 좋은 것으로 알려져 있다(Park & Lee 2005). 저장 6일째의 ME1, ME2는 0.60~0.62%의 값으로 적숙기 수준의 범위를 나타내었으나, 대조군과 ME3는 0.50~0.53%로 초기 발효 수준을 보였다. 그러나 대조군은 저장 12일째부터 0.7%의 높은 산도를 보이며 급속하게 발효되기 시작하여 저장 18일째부터는 과숙기 상태를 보였다. 반면, ME2과 ME3는 저장 12일째부터 완만한 값의 증가를 보이며, 저장 18일째까지 0.68~0.82% 수준으로 적숙기 상태를 유지하였으며, ME3의 발효 속도가 가장 느린 것으로 나타났다. 이후 저장기간이 길어질수록 모든 실험군의 산도는 증가하였으나, 뽕잎 추출액 첨가량이 증가할수록 낮은 값을 보였다.

3. 염도

뽕잎 추출액 첨가 김치의 염도 측정 결과는 Fig. 3과 같다. 김치의 저장 중 염도가 감소하는 것은 김치의 숙성과정 중 김치조직의 세포액이 유출되어 김치의 염도를 낮추는 것으로 알려져 있으며(Rhie & Kim 1984), 발효 후기에 염도가 증가하는 것은 삼투압 현상에 의해 김치즙과 주·부재료의 조직 사이의 염도 평형이 이루어진 것으로 보고되었다(Lim JH *et al* 2013). 제조 당일 대조군의 염도는 2.40%로 가장 높았

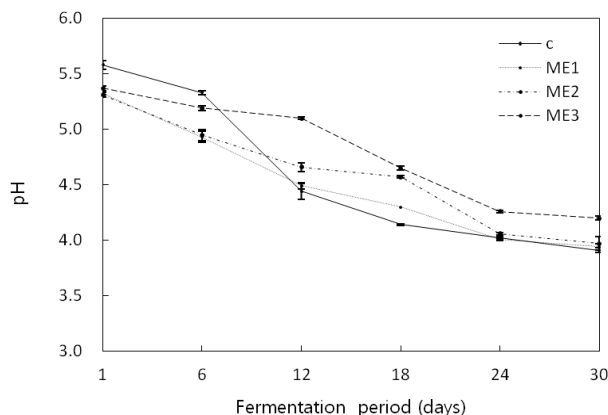


Fig. 1. Changes in pH of *Kimchi* prepared with different mulberry leaves extract ratios during fermentation for 30 days at 5°C.

C, ME1, ME2, ME3 : See the legend in the Table 1.

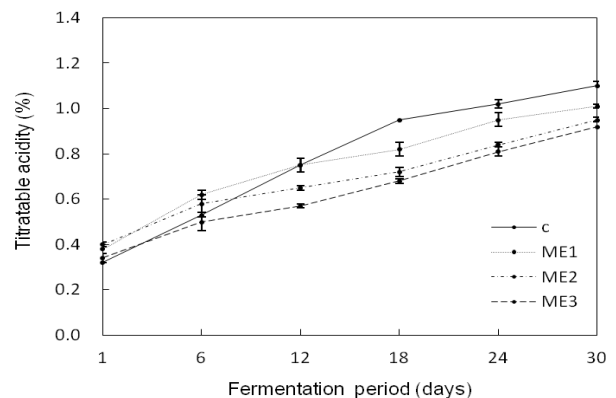


Fig. 2. Changes in titratable acidity of *Kimchi* prepared with different mulberry leaves extract ratios during fermentation for 30 days at 5°C.

C, ME1, ME2, ME3 : See the legend in the Table 1.

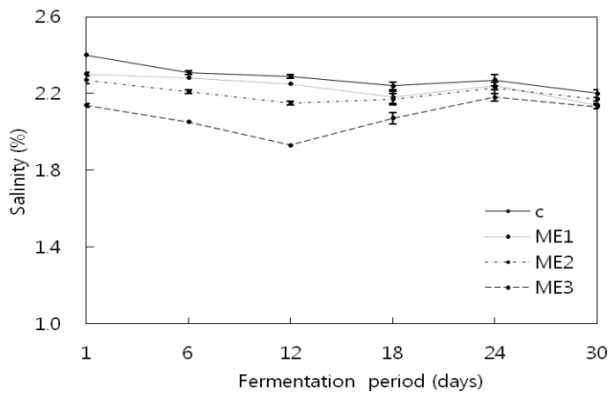


Fig. 3. Changes in salinity of *Kimchi* prepared with different mulberry leaves extract ratios during fermentation for 30 days at 5°C.

C, ME1, ME2, ME3 : See the legend in the Table 1.

으며, ME1과 ME3는 2.05~2.30% 수준으로 대조군에 비해 낮은 염도를 보이며, 유의적 차이를 나타냈다($p < 0.001$). 저장 6일부터 18일까지 모든 실험군의 염도는 점차적으로 감소하다가 이후 값의 증가를 보였는데, 뽕잎 추출액의 첨가량이 증가할수록 낮은 염도를 보였다.

4. 색도

뽕잎 추출액 첨가 김치의 색도 측정 결과는 Table 3과 같다. L값은 저장 초기부터 말기까지 값의 증가를 보이며 담금 직후와 비슷한 수준을 보였으나, 대조군이 가장 높은 값을 유지하였고 뽕잎 추출액 첨가량이 증가할수록 낮은 값을 보이며 유의적 차이를 보였다($p < 0.001$). a값은 적숙기를 지난 저장 18일째 모든 실험군의 값이 감소하였으나, 이후 다시 증가하는 현상을 나타내었으며, 추출액 첨가량이 증가할수록 a값

Table 3. Changes in L, a and b values of *Kimchi* prepared with different mulberry leaves extract ratios during fermentation for 30 days at 5°C

Fermentation period (days)	Treatments				F-value	
	C ¹⁾	ME1	ME2	ME3		
L	0	11.84±0.06 ^{a2)}	10.65±0.02 ^b	9.98±0.05 ^c	9.79±0.0 ^d	135.661 ^{***}
	6	14.37±0.07 ^a	13.46±0.02 ^b	11.61±0.04 ^c	11.13±0.00 ^d	360.647 ^{***}
	12	11.87±0.00 ^a	11.02±0.11 ^b	10.37±0.05 ^c	10.01±0.01 ^d	152.965 ^{***}
	18	12.66±0.02 ^a	11.72±0.02 ^b	11.20±0.00 ^c	10.19±0.00 ^d	120.698 ^{***}
	24	11.98±0.02 ^a	11.93±0.02 ^b	11.67±0.02 ^c	11.53±0.00 ^d	294.240 ^{***}
	30	15.27±0.01 ^a	14.03±0.06 ^b	12.88±0.00 ^c	11.87±0.00 ^d	596.169 ^{***}
a	0	5.63±0.00 ^b	5.84±0.10 ^b	6.24±0.20 ^a	6.23±0.11 ^a	16.982 ^{***}
	6	5.37±0.01 ^b	5.41±0.02 ^b	5.49±0.17 ^b	5.68±0.00 ^a	9.427 [*]
	12	5.45±0.19 ^b	5.52±0.00 ^b	5.69±0.17 ^{ab}	5.76±0.06 ^a	3.355
	18	5.18±0.08 ^b	5.19±0.09 ^b	5.42±0.20 ^a	5.54±0.18 ^a	5.109 [*]
	24	5.50±0.09 ^b	5.54±0.09 ^b	5.56±0.08 ^b	5.82±0.09 ^a	7.310 [*]
	30	5.57±0.14	5.59±0.16	5.67±0.00	5.74±0.07	2.282
b	0	7.14±0.05 ^a	6.64±0.05 ^b	6.30±0.07 ^c	6.19±0.00 ^d	206.127 ^{***}
	6	7.58±0.06 ^a	7.40±0.01 ^b	6.82±0.04 ^c	6.68±0.00 ^d	376.131 ^{***}
	12	8.21±0.02 ^a	6.94±0.02 ^b	6.69±0.09 ^c	6.40±0.04 ^d	685.129 ^{***}
	18	7.04±0.02 ^a	6.81±0.00 ^b	6.77±0.00 ^c	6.30±0.02 ^d	830.921 ^{***}
	24	7.02±0.01 ^a	6.93±0.04 ^b	6.81±0.02 ^c	6.74±0.02 ^d	52.036 ^{***}
	30	7.78±0.01 ^a	7.34±0.02 ^b	7.11±0.02 ^c	6.89±0.02 ^d	616.107 ^{***}

¹⁾ C, ME1, ME2, ME3 : See the legend in the Table 1.

²⁾ a~d Mean±S.D. (n=3), Value with different superscripts in the same row are significantly different at $p < 0.05$. * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$.

이 높은 것으로 나타났다. b값도 L값과 같은 결과로 대조군이 저장기간 동안 가장 높은 값을 유지하였으며, 추출액 첨가량이 증가할수록 낮은 값을 보였다($p < 0.001$). Shin SM *et al*(2007)의 연구에 따르면 뽕잎 분말을 첨가하지 않은 대조군에 비해 뽕잎 분말의 첨가량이 증가할수록 L값과 b값은 낮아지는 경향을 보였으며, a값은 감소하는 것으로 보고하였다. L값과 b값의 감소 현상은 본 연구 결과와도 일치하였으나, a값의 감소는 본 연구와는 다른 결과를 나타내어 김치에 뽕잎 분말의 첨가보다 추출물의 첨가가 김치의 적색도를 더 좋게 하는 것으로 보인다. 이와 같이 김치에 뽕잎 추출액 첨가 시 뽕잎 분말에 비해 적색도가 높게 나타남으로써 뽕잎 추출액이 김치의 색상을 더욱 선명하게 하여 기호도에 영향을 미치는 것으로 판단되며, 관능평가 결과에서도 뽕잎 추출액을 첨가한 김치가 대조군보다 색상과 기호도가 높게 나타났다.

5. 물성 측정

뽕잎 추출액 첨가 김치의 조직감 측정 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 김치의 절긴 정도나 씹힘성을 나타내는 절단력은 김치의 품질을 좌우하는 중요한 요소로(Chung HJ *et al* 2005), 본 연구에서는 대조군에 비해 실험군(ME1~ME3)이 저장기간 동안 다소 높은 값을 유지하여 조직의 단단함을 보였다. 제조 당일 대조군과 실험군은 비슷한 절단력을 보였으며, 15일째는 실험군이 대조군에 비해 높은 값을 보였으나 유의적 차이는 없었다. Choi YM *et al*(2006)은 배추 조직의 경도는 펙틴과 관계가 있어 칼슘이 펙틴과 결합하고, 조직의 경도를 증가시켜 김치의 아삭거림을 증가시킨다고 하였는데, 뽕잎에

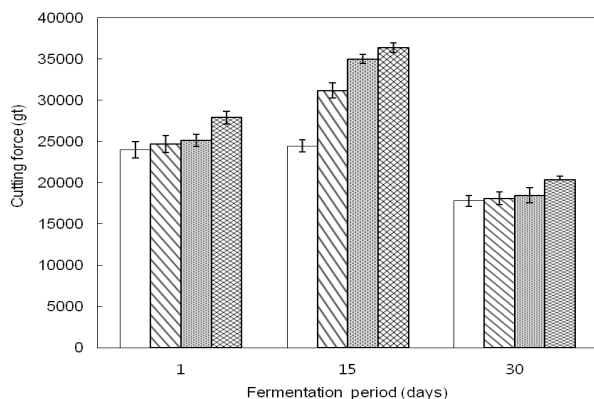


Fig. 4. Changes in cutting force of Kimchi prepared with different mulberry leaves extract ratios during fermentation for 30 days at 5°C.

Mean±S.D. (n=10), Bars with different superscript letters mean significantly different ($p < 0.05$). □(C): no addition, ▨(ME1): 0.4%, ▩(ME2): 0.8%, ▤(ME3): 1.2%.

풍부하게 함유되어 있는 칼슘(2,699 mg)과 섬유질(53%)(Kim AJ *et al* 2000)이 김치의 조직감에 영향을 미치는 것으로 보인다. Shin SM *et al*(2007)의 연구에서도 뽕잎 분말의 첨가량이 증가할수록 칼슘과 철분의 함량이 높아 대조군에 비해 김치의 조직감이 좋은 것으로 보고하였다. 과숙기인 저장 30일째는 대조군과 실험군의 값이 급격하게 감소하였으나, 대조군에 비해 뽕잎 추출액 첨가량이 증가할수록 다소 높은 값을 유지하였다. Kim & Lee(1999)는 김치를 15°C에서 9일간 저장하면서 김치 시료의 절단변형력을 측정된 결과, 김치숙성 7일 이후 적숙기에 최대변형력을 보이다 이후 감소하였으며, 발효 후기 절단변형력 감소는 김치의 발효산물이나 미생물에 의해 조직이 연화된 것으로 보고하였다. Paik JE(2007)도 김치 발효 중 조직감의 변화는 pectin과 그와 관련된 효소 활성의 변화 및 미생물에 의해 생성된 유기산의 함량에 의해 달라진다고 하였다.

6. 미생물 측정

뽕잎 추출액 첨가 김치의 저장기간에 따른 젖산균수와 총균수의 변화는 Fig. 5~6과 같다. 김치의 발효에 가장 큰 영향을 미치는 젖산균수는 발효초기 pH의 감소에 따라 급격히 증가하다 산도가 증가함에 따라 서서히 감소하며, 김치의 초기 발효 우세균인 *Leuconostoc*속 균주는 감소하면서 내산성 균주인 *Lactobacillus*속 균주가 증가하는 것으로 알려져 있다(Kim YS *et al* 2008). 김치의 발효가 진행됨에 따라 모든 실험군의 젖산균수는 저장 6일째부터 급격히 증가하여 적숙기인 저장 12일째에 대조군(C)은 9.17 log CFU/mL로 최대치를 나타내었고, 실험군(ME1~ME3)은 8.11~8.62 log CFU/mL의 균 증식을 보였는데, ME3가 대조군에 비해 약 1 log CFU/mL 정도 억제율을 나타내었다. 이후 저장 30일까지 뽕잎 추출물의 첨가량이 증가할수록 낮은 균의 생육을 보였으며, ME3가 가장 높은 균 증식 억제율을 보였다. Shin SM *et al*(2007)의 연구에서도 김치의 적숙기에 젖산균수가 최대로 증가하다 이후 감소하였으며, 뽕잎 분말 첨가량이 증가할수록 젖산균수의 생육이 억제되었다고 하였는데, 이는 본 연구결과와도 유사하였다.

총 균수의 변화도 젖산균수의 결과와 같이 저장기간 동안 대조군에 비해 뽕잎 추출액 첨가량이 증가할수록 미약하게 균 활성의 억제를 보였다. 대조군과 실험군은 저장 6일째부터 급격하게 균의 증식을 보이다 적숙기 상태인 저장 12일째 최대치를 나타내었다. 대조군은 저장 6일과 12일에 8.37~9.36 log CFU/mL의 균 증식을 보였으나, 실험군(ME1~ME3)은 6일째에 7.94, 7.38, 7.09 log CFU/mL와 12일째 8.60, 8.56, 8.27 log CFU/mL의 균 활성을 보임으로써 대조군보다 다소 낮은 균 증식을 보였다. 이후 저장 30일까지 대조군과 실험군은

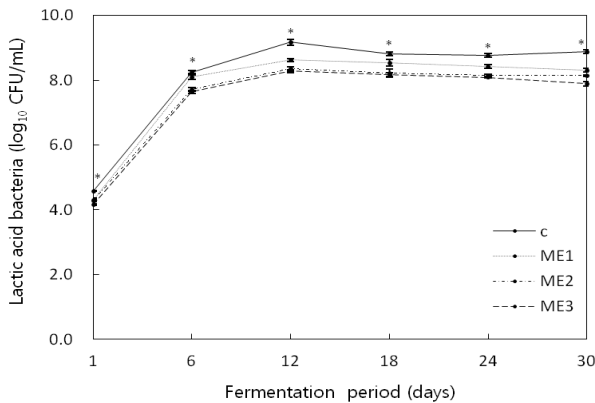


Fig. 5. Changes in lactic acid bacterial counts of *Kimchi* prepared with mulberry leaves extract ratios during fermentation for 30 days at 5°C.

C, ME1, ME2, ME3 : See the legend in the Table 1.

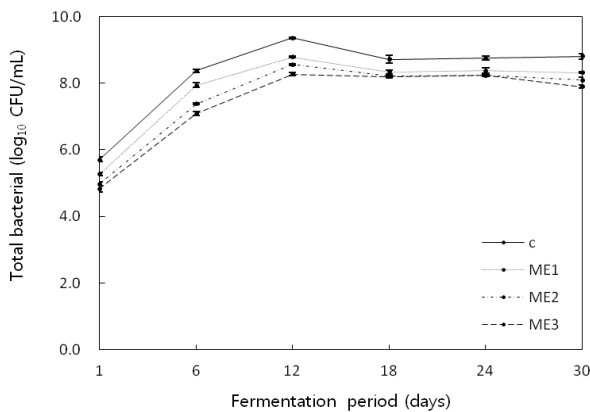


Fig. 6. Changes in total bacterial counts of *Kimchi* prepared with mulberry leaves extract ratios during fermentation for 30 days at 5°C.

C, ME1, ME2, ME3 : See the legend in the Table 1.

비슷한 수준의 균수를 유지하였다.

7. 관능평가

뽕잎 추출액 첨가 김치의 관능평가 결과는 Table 4와 같다. 김치의 색은 제조당일에 ME3가 높은 평가를 받았으며, 적숙기와 과숙기에는 ME1이 유의적으로 높은 평가를 받았다($p < 0.01$, $p < 0.05$). Shin SM *et al*(2007)은 뽕잎 분말을 첨가하여 김치를 제조하였을 때 일반김치보다 외관상으로 색감이 떨어질 수 있다고 보고하였는데, 본 평가에서도 저장 10일부터 뽕잎 추출액 첨가량이 증가될수록 낮은 값을 보였으나, 저장기간 동안 대조군에 비해 실험군의 평가가 높게 나타남으로써 뽕잎 분말보다는 추출액 첨가 김치의 색상이 좋은 것으로 평가되었다. 향미는 제조당일과 적숙기에서 ME1이 높

은 평가를 받았으며, 과숙기에는 대조군이 높은 평가를 받았으나 실험군간 유의적 차이는 없었다. 젓갈냄새는 제조당일과 적숙기에 ME3가 유의적으로 가장 낮은 값을 나타내어 추출액 첨가량이 증가할수록 젓갈냄새가 감소하였다($p < 0.01$, $p < 0.05$). 아삭함은 저장기간 동안 추출액의 첨가량이 증가할수록 아삭함이 좋은 것으로 평가되었는데, 이는 뽕잎 추출액의 첨가량이 증가할수록 높은 절단력을 유지한 결과와 상관관계가 있는 것으로 판단된다. 맛과 전체적 기호도는 저장기간 동안 ME1이 유의적으로 높은 점수를 받음으로써 맛과 전체적 기호도가 좋은 것으로 평가되었다. Shin SM *et al*(2007)의 뽕잎 분말 첨가 김치연구에서도 뽕잎 분말을 첨가한 김치가 뽕잎 분말을 첨가하지 않은 김치보다 품질의 전반적인 결과가 좋았으며, 숙성지연효과가 있음을 보고하였다. 그러나 Kim YA(2002)의 뽕잎 분말첨가 국수 연구에서 뽕잎 분말의 첨가량이 많을수록 뽕잎 분말의 향에 대한 거부감으로 전체적인 기호도에 부정적인 영향을 준다고 하였다. 본 연구에서도 뽕잎 추출액 첨가량이 증가할수록 발효 지연 효과와 조직감은 높게 나타났으나, 관능평가에서는 뽕잎 추출액을 적정량 이상 첨가 시 향에 대한 거부감으로 기호도가 감소하는 것으로 나타났다. 이상의 결과, 뽕잎추출액을 첨가하여 제조한 김치가 전반적인 품질에서 좋은 결과를 보였으나, 색상 향의 변화 및 전체적인 기호도 등을 고려할 때 뽕잎 추출액을 첨가하여 김치를 제조할 때는 0.4%가 가장 바람직하겠다.

요약 및 결론

뽕잎 추출액의 첨가량을 달리한 김치의 이화학적, 미생물학적, 관능적 특성 분석 결과는 다음과 같다. pH와 산도는 ME3가 적숙기 상태를 1주일 정도 유지하는 것으로 나타났으며, 염도는 저장기간 동안 뽕잎 추출액 첨가량이 증가할수록 낮은 염도를 나타내었다. 색도의 L값과 b값은 저장기간 동안 대조군이 가장 높은 값을 유지하였고, a값은 실험군(ME2~ME3)가 높은 적색도를 유지하였다. 김치의 조직감을 나타내는 물성은 추출액의 첨가량이 증가할수록 김치 조직감이 좋은 것으로 나타났다. 젖산균수와 총 균수는 대조군에 비해 뽕잎 추출액의 첨가량이 증가할수록 균의 생육이 미약하게 억제되었으며, ME3가 저장기간을 약 1주일 정도 연장하는 것으로 나타났다. 관능평가는 전체적으로 대조군에 비해 실험군의 모든 항목에서 높은 평가를 받았으며, ME1이 맛과 전체적 기호도에서 가장 높은 평가를 받았다. 이상의 결과, 뽕잎 추출액 첨가 김치(ME1~ME3)가 대조군에 비해 전반적인 품질, 조직감 및 저장성이 좋은 것으로 나타났으며, 특히 ME1이 발효기간 동안 김치의 색상, 맛, 향 및 기호도에서 가장 좋은 평가를 받아, 김치 제조 시에는 뽕잎 추출액을 김치

Table 4. Sensory evaluation scores on *Kimchi* prepared with mulberry leaves extract ratios during fermentation for 30 days at 5°C

Sensory characteristics	Treatments	Fermentation period (days)			F-value
		1	15	30	
Color	C ¹⁾	4.42±1.44 ^{b2)}	3.92±0.99 ^b	4.42±1.16 ^b	0.677
	ME1	5.17±1.11 ^{ab}	5.33±0.65 ^a	5.67±0.88 ^a	0.951
	ME2	5.25±1.13 ^{ab}	4.67±1.07 ^{ab}	4.92±0.99 ^{ab}	0.896
	ME3	5.83±1.03 ^{aA}	4.42±1.16 ^{bB}	4.83±1.11 ^{abB}	5.215 [*]
	F-value	2.855 ^{ns}	4.247 ^{**}	2.969 [*]	
Flavor	C	4.75±0.86	5.17±1.40	4.83±1.19	0.754
	ME1	5.00±0.73	5.25±0.96	4.67±1.15	1.188
	ME2	4.25±1.35	4.75±0.86	4.08±0.79	1.346
	ME3	4.17±1.11	4.58±0.90	4.00±0.42	1.454
	F-value	1.751	1.114	2.328	
Jeotgal odor	C	4.75±0.90 ^a	4.59±0.65 ^{ab}	4.58±1.16	0.000
	ME1	4.42±1.37 ^a	4.83±0.93 ^a	4.17±1.11	1.468
	ME2	4.25±1.05 ^a	4.08±0.67 ^b	4.00±0.95	1.291
	ME3	3.08±0.90 ^b	4.00±0.73 ^b	3.75±0.86	1.383
	F-value	5.512 ^{**}	3.307 [*]	1.387	
Crispness	C	4.50±0.67 ^b	4.52±0.90	4.33±0.98	0.149
	ME1	5.00±0.85 ^{ab}	4.92±1.44	4.67±0.77	0.449
	ME2	5.58±0.79 ^a	5.00±1.27	4.92±0.66	1.688
	ME3	5.58±0.51 ^a	5.42±0.90	5.00±0.95	1.637
	F-value	6.316 ^{***}	1.267	1.469	
Taste	C	5.17±0.71 ^{ab}	5.16±1.26 ^{ab}	5.08±0.66 ^{ab}	0.032
	ME1	5.58±0.99 ^a	5.50±1.00 ^a	5.42±0.99 ^a	0.084
	ME2	4.83±0.71 ^b	4.50±1.00 ^b	4.83±0.57 ^{ab}	0.721
	ME3	4.58±0.51 ^b	4.33±0.98 ^b	4.50±0.67 ^b	0.345
	F-value	3.934 [*]	3.181 [*]	3.243 [*]	
Overall acceptance	C	4.67±1.07 ^{ab}	5.00±0.95 ^{ab}	5.08±0.90	0.609
	ME1	5.92±0.66 ^a	5.42±0.66 ^a	5.33±0.98	1.923
	ME2	5.17±0.93 ^{ab}	4.83±0.57 ^b	4.75±0.75	0.983
	ME3	4.58±0.79 ^{ab}	4.42±0.66 ^b	4.58±0.90	0.177
	F-value	5.795 ^{**}	3.849 [*]	1.715	

¹⁾ C, ME1, ME2, ME3 : See the legend in the Table 1.

²⁾ ^{a~d} Mean±S.D. (n=3), Value with different superscripts in the same column are significantly different at $p<0.05$. * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

³⁾ ^{A~D} Value with different superscripts in the same row are significantly different at $p<0.05$, * $p<0.05$.

무게의 0.4%를 첨가하는 것이 바람직하겠다.

REFERENCES

- Chang KS, Kim MJ, Kim SD (1995) Effect of ginseng on the preservability and quality of Chinese cabbage *Kimchi*. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 313-322.
- Cho YJ, Ju IS, Kim BO, Kim JH, Lee BG (2007) The antimicrobial activity against *Helicobacter pylori* and antioxidant effect from the extracts of mulberry leaves. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 50: 334-343.
- Choi JL, Jung MA, Jung SH (2006) Antimicrobial effect of mulberry leaves extracts. *J Dental Hygiene Sci* 6: 251-254.
- Chung HJ, Kim HR, Yoo MJ (2005) Change in texture and sensory properties of low-temperature and long-term fermented baechu *Kimchi* during the fermentation. *Korean J Food culture* 20: 426-432.
- Choi YM, Whang JH, Kim JM, Suh HJ (2006) The effect of oyster shell powder on the extension of the shelf-life of *Kimchi*. *Food Control* 17: 695-699.
- Chung HK, Yeo KM, Kim MH (1996) Kinetics modeling for quality prediction during *Kimchi* fermentation. *J Food Sci Nutr* 1: 41-45.
- Han ES, Seok MS, Park JH, Lee HJ (1996) Quality changes of salted Chinese cabbage with the package pressure and storage temperature. *Korean J Food Sci Technol* 28: 650-656.
- Hwang IG, Kim HY, Hwang Y, Jeong HS, Lee JS, Kim HY, Yoo SM (2012) Changes in quality characteristic of *Kimchi* added with the fresh red pepper (*Capsicum annum* L.). *Korean J Food Cookery Sci* 28: 167-174.
- Jin SY (2013) Quality characteristics and antioxidant activities of *maejakgwa* added mulberry leaf powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 23: 597-604.
- Kang KO, Ku KH, Lee HJ, Woo SJ (1991) Effect of enzyme and inorganic acid salts addition and heat treatment on *Kimchi* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 23: 183-187.
- Kang SS, Kim JM, Byun MW (1998) Preservation of *Kimchi* by ionizing radiation. *Korean J Food Hygiene* 3: 225-232.
- Kim AJ, Lim YH, Kim MW, Kim MH, Woo KJ (2000) Mineral contents and properties of *pongihp julpyum* preparation by adding mulberry leaves powder. *Korean J Soc Food Sci* 16: 311-315.
- Kim YA (2002) Effects of mulberry leaves powder on the cooking characteristics of noodle. *Korean J Soc Food Cookery Sci* 18: 632-636.
- Kim HY, Mo EK, Sung CK (2010) The effect of red ginseng extract on fermentation of *baechu Kimchi*. *Korean J. Food Preserv* 17: 555-562.
- Kim WJ, Kang KO, Kyung KH, Shin JI (1991) Addition of salts and their mixtures for improvements of storage stability of *Kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 23: 188-191.
- Kim YK, Lee GC (1999) Contents of pectic substance and minerals and textural properties of leek added *Kimchi* during fermentation. *Korean J Soc Food Sci* 15: 258-263.
- Kim YS, Kim YS, Whang JH, Suh HJ (2008) Application of *omija* (*Schiandra chinensis*) and plum (*Prunus mume*) extracts for the improvement of *Kimchi* quality. *Food Control* 19: 662-669.
- Ko YT, Baik IH (2002) Changes in pH, sensory properties and volatile odor components of *Kimchi* by heating. *Korean J Food Sci Technol* 34: 1123-1126.
- Ko YT, Lee JY (2006) Quality of licorice (*Glycyrrhiza uralensis*) powder added *Kimchi*. *Korean J Food Sci Technol* 38: 143-146.
- Lee EH, Lee MJ, Song YO (2012) Comparison of fermentation properties of winter *Kimchi* stored for 6 months in a *Kimchi* refrigerator under ripening mode or storage mode. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 1619-1625.
- Lee WC, Kim AJ, Kim SY (2003) The study on the functional materials and effects of mulberry leaf. *Food Sci Industry* 36: 2-14.
- Lee YS, Jung EJ, Rho JO (2012) Quality characteristics of *Kimchi* with added *backryeoncho* (*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*) extract and its acceptability by middle school students. *Korean J Human Ecology* 21: 1211-1222.
- Lee YS, Sohn HS, Rho JO (2011) Changes in the quality of baechu *Kimchi* added with *backryeoncho* (*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*) powder fermentation. *Korean J Food Cookery Sci* 27: 59-70.
- Lee, HY, Paik JE, Han YS (2003) Effect of powder-type dried *Alaska pollack* addition on the quality of *Kimchi*. *Korean J Food Cookery Sci* 19: 254-262.
- Lee JM, Kim JA, Lee MI (2002) Sensory and physicochemical attributes of boogags using mulberry leaf. *Korean J Dietary Culture* 17: 103-110.
- Lim JH, Park SS, Jeong JW, Park KJ, Seo KH, Sung JM (2013)

- Quality characteristics of *Kimchi* fermented with abalone or sea tangle extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 450-456.
- Moon YJ, Park S, Sung CK (2003) Effect of ethanolic extract of *Schizandra chinensis* for the delayed ripening *Kimchi* preparation. *Korean J Food & Nutr* 16: 7-14.
- Oh YA, Choi KH, Kim SD (1998) Changes in enzyme activities and population of lactic acid bacteria during the *Kimchi* fermentation supplemented with water extract of pine needle. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 20: 244-251.
- Paik JE (2007) Effects of potato on the storage of *Kimchi*. *Korean J Food Nutr* 20: 421-426.
- Park BH, Cho HS, Oh BY (2002) Phytochemical characteristics of *Kimchi* treated with chitosan during fermentation. *Korean J Human Ecol* 5: 85-93.
- Park DI, Choi AR, Woo HJ, Rhee SK, Chae HJ (2010) Effects of sclerophyllous plant leaves addition on fermentative and sensory characteristics of *Kimchi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 580-586.
- Park SH, Lee JH (2005) The correlation of physico-chemical characteristic of *Kimchi* with sourness and overall acceptability. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 103-109.
- Rhie SG, Kim HZ (1984) Changes in riboflavin and ascorbic acid content during ripening of *Kimchi*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 13: 131-135.
- Seo JS, Bang BH, Jeong EJ (2004) Studies on the prolonging of *Kimchi* fermentation by adding chitosan. *Korean J Food & Nutr* 17: 60-65.
- Shin SM, La SH, Choi MK (2007) A study on the quality characteristics of *Kimchi* with mulberry leaf powder. *Korean J Food & Nutr* 20: 53-62.
- Sung JM, Lim JH, Kim SI, Jeong JW (2009) Effect of mashed red pepper admixed with various freezing point depression agents on the quality characteristics of *Kimchi*. *Korean J Food Preserv* 16: 861-868.
- Yen GC, Wu SC, Duh PD (1996) Extraction and identification of antioxidant components from leaves of mulberry (*Morus alba* L.). *J Agr Food Chem* 44: 1687-1690.

Date Received	Sep. 11, 2014
Date Revised	Dec. 5, 2014
Date Accepted	Dec. 6, 2014