

녹차의 첨가방법이 김치의 발효특성에 미치는 영향

김경희

영남이공대학 아동복지과

Effect of Addition Methods of Green Tea on Fermentation Characteristics of Kimchi

Kyung-Hee Kim

Department of Child Welfare, Yeungnam College of Science & Technology, Daegu 705-816, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of addition methods of green tea on the fermentation characteristics of kimchi. Kimchis were prepared to 3 methods such as Chinese cabbage soaked in brine containing 1% of green tea extracts(I), salted the cabbage soaked in water containing 1% of green tea extracts(II), salted the cabbage mixed with seasonings containing 1% of green tea extracts(III), and fermented at 10°C. pH of I~III kimchis were higher than that of control kimchi during fermentation, and its acidity showed the same tendency. Total microbe(5.40~8.38 log cfu/mL) and the number of lactic acid bacteria(4.99~8.07 log cfu/mL) in I~III kimchis were lower than those of control kimchi(6.16~9.29 and 4.59~8.42 log cfu/mL). Lightness of kimchi tissue showed the order of I<II<control<III. Sour taste and fishy taste of I~III kimchis were lower than that of control kimchi. Overall quality was best in II estimated by sensory evaluation and fermentation characteristics.

Key words : kimchi, green tea, fermentation characteristics, sensory evaluation

서론

녹차는 불발효차로서 폴리페놀, 아미노산 및 비타민류를 포함한 주요성분이 발효차에 의하여 높고 다양한 기능성이 있어 최근 그 소비량이 크게 증가하고 있다(1). 녹차의 기능성으로는 체내콜레스테롤 저하, 항고혈압, 항암, 동맥경화 및 비만 예방, 항혈소판 작용, 항산화, 항균, 충치예방 등 다양한 결과가 보고되고 있다(2-8). 녹차는 대개 뜨거운 물로 우려낸 추출물로 이용되고 있으나 차엽에 존재하는 주요 성분이 잔유물에 많이 남게되어 버려짐으로 차잎 전체를 사용할 수 있는 말차의 이용률이 크게 증가하고 있다. 식품의 조리 및 가공에 있어 녹차추출물 또는 말차를 이용한 연구사례로 Hwang 등(9)과 Kim(10)의 녹차분말을 이용한 빵의 제조와 품질 특성 연구, Roh 등(11)의 녹차 추출물로 지은 쿠키의 특성, Kwon 등(12)의 녹차 첨가 인절미의 품질 연구, Kim 등(13)의 녹차 추출물을 이용한 기능성 소시지 개발, Kim 등(14)의 녹차가루를 첨가한 유과의 물리적 및 관능적 특성 연구, Bang과 Park(15)의 녹차추출물을 첨가한 요구르트의 발효

특성 연구 등이 있다. 한편, Park 등(16,17)은 녹차추출물 및 녹차잎을 양념과 혼합하여 김치를 담금한 결과 신맛의 감소와 보존성 증진효과가 있으나 조직이 다소 겉게 변하는 문제점이 있다고 보고하였다. 우리나라의 김치 소비량은 1990년대는 1인당 하루 135 g이던 것이 매년 그 소비량이 감소되고 있는 추세이다. 그 감소의 원인은 식생활의 서구화에 따른 특히 신세대들의 섭취량 감소로 알려져 있으며 김치의 매운맛과 비린맛이 높은 때문으로 판단되고 있다.

본 연구에서는 녹차의 주요성분들이 김치 맛에 영향을 줄 수 있음과 동시에 항균성 등으로 인한 김치의 보존성 증진에 영향을 미칠 수 있음을 감안하여 배추의 소금절임시 녹차를 함유하는 절임액을 사용하여 절인 경우와 절임배추를 녹차추출물에 담근 경우 및 양념에 첨가하여 담근 경우가 김치의 발효특성과 관능적 품질에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

김치 담금재료로 배추는 가을 결구배추(가락신 1호)로서 개체당 중량이 2.5 kg 내외의 것을 사용하였으며 소금은 천일염(한주소금)을, 기타 부재료로 고춧가루, 마늘 및 생강을

Corresponding author : Kyung-Hee Kim, Department of Child Welfare, Yeungnam College of Science & Technology, Daegu 705-703, Korea
E-mail: k.k.h@ync.ac.kr

사용하였다. 녹차는 설록차(주, 태평양)를 구입하여 사용하였다.

물 추출물의 제조

녹차 잎 30 g에 증류수 150 mL를 가하여 냉각기를 부착한 추출장치를 사용하여 1시간동안 비등 추출하였다. 추출액은 Miracloth(Biochem. Co., USA)로 여과하여 건조녹차 양으로 1%농도로 조정하였다.

김치의 담금과 숙성

대조구 김치는 배추를 4등분하고 1.5배량의 10% 소금물을 가하여 24시간 절인 후 흐르는 수돗물로 3회 세척하였다. 다음에 4℃의 저온실에서 1 시간동안 탈수시킨 후 양념을 혼합하였다. 양념의 혼합 비율은 절임배추 100에 대하여 마늘 5.4 g, 생강 1.2 g, 고춧가루 13.5 g 및 멸치액젓 13.5 g으로 하였다. 녹차추출물 처리는 3가지 방법(I, II, III)으로 행하였다. I은 배추를 1%녹차를 함유하는 소금물에 대조구의 경우와 같이 절인 후 동일 방법으로 담금하였다. II는 대조구와 동일한 방법으로 절인 절임배추를 1% 녹차추출물을 함유하는 물에 30분 동안 담구어 낸 후 동일방법으로 김치를 담구었다. III은 대조구와 동일한 방법으로 담금하되 양념을 1% 녹차를 함유하는 녹차추출물을 40℃에서 감압농축하여 절임배추 100 g에 대하여 10 mL를 가하였다. 담금 용기는 300 g들이 plastic 용기를 사용하여 head space가 없도록 250 g씩 담아 10℃에서 숙성시켰다.

pH 및 산도

김치의 국물과 즙액을 합하여 Polytron homogenizer (PT-1200C, Switzerland)로 파쇄한 후 Miracloth(Biochem. Co., USA)로 여과하여 pH는 pH meter(Metrohm 632, Switzerland)로, 산도는 20 mL을 취하여 pH 8.2가 될 때까지 0.1 N-NaOH로 적정하여 lactic acid %로 환산하였다(18).

총균수 및 젖산균 수

김치조각과 국물을 합하여 살균한 Polytron homogenizer로 파쇄한 후 무균적으로 시료 1 mL을 0.1% peptone용액으로 단계적으로 희석하여 총균수는 pouring culture method로 plate count agar(Difco)에 접종하여 30℃에서 3일간 배양한 후 계수 하였다(19). 젖산균 수는 0.002% bromophenol blue를 함유하는 MRS(Difco) 배지에 접종하여 37℃에서 72시간 배양한 후 생성된 colony를 계수 하였다(20).

색상

김치의 색상은 색차계(CR 200, Minolta, Japan)로 측정하였으며 숙성 10일째 배추의 백색줄기 부분에 대하여 측정하였

는데 표면에 묻은 양념을 휴지로 닦아낸 후 L*(lightness), a*(redness), b*(yellowness) 및 Hue angle 값을 측정하였다.

관능검사

관능검사는 관능검사 경험을 가진 대학생 30명에 의하여 갈변정도, 짠맛, 신맛, 비린맛 및 종합적인 기호도를 5점 척도법(21)으로 측정하였다. 즉, 갈변정도, 짠맛, 신맛 및 비린맛은 아주 많다(5점), 많다(4점), 보통이다(3점), 적다(2점), 아주 적다(1점)로 하였으며, 종합적인 기호도는 아주 좋다(5점), 좋다(4점), 보통이다(3점), 나쁘다(2점), 아주 나쁘다(1점)로 평가하였다.

통계처리

분석은 3회 반복 측정된 평균치 및 평균치±표준편차로 나타내었으며 관능검사 및 평균치의 유의성 검증은 SPSS (Statistical Package Social Science, Version 7.5)를 이용하여 Duncan's multiple range test를 행하였다.

결과 및 고찰

pH 및 산도

녹차 물추출물의 첨가 방법 즉, 1%의 녹차추출물을 함유하는 소금물로 절인 후 담근 김치(I), 절임배추를 1% 녹차추출물에 일정시간 담금후 제조한 김치(II), 녹차 1%를 양념과 혼합하여 담근 김치(III)의 3가지 방법에 따른 김치의 pH와 산도의 변화를 조사한 결과는 Fig. 1, 2와 같다. 전반적으로 pH는 담금 후 5일까지는 비교적 완만한 변화를 보였으나 그 후부터 15일까지는 급격하게 감소하였다. 대조구에서는 숙성 10일째의 pH가 4.18이었으나 녹차 처리구(I, II, III)는 10~15일까지 pH 5.03~4.29를 유지하였다. 그 중에서도 김치 III에서 가장 높게 나타났으며 김치 I, II는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 산도의 경우도 숙성 15일째까지는 급격한 증가를 보였으나 그 이후는 큰 증가를 보이지 않았다. 숙성 15일째의 김치 I, II, III의 산도는 각각 0.88, 0.82, 0.70로 대조구 1.01보다 낮아 녹차처리구에서 숙성이 지연됨을 나타내었다. 김치는 일반적으로 pH 4.2~4.6, 산도 0.50~0.75%일 때가 가식기간이며 가장 맛있는 김치는 pH 4.2, 산도 0.6%으로 부재료의 종류와 양, 숙성온도 등 여러 가지 인자들이 숙성에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(22).

Park 등(17)은 김치에 녹차분말을 첨가한 결과 pH 감소와 산도의 증가가 지연된다고 보고하였다. 그러나 Bang과 Park(15)은 요구르트에 녹차분말을 첨가한 결과 pH는 감소되고 산도는 증가된다고 하여 김치의 결과는 상반되는 결과를 보고하였다.

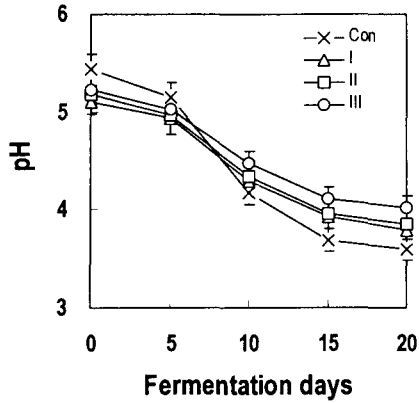


Fig. 1. Effect of green tea extracts on pH of kimchi during fermentation at 10°C.

Abbreviations and symbols: Con; control, I; Chinese cabbage soaked in brine containing 1% of green tea extracts, II; salted the cabbage soaked in water containing 1% of green tea extracts, III; salted the cabbage mixed with seasonings containing 1% of green tea extracts. Values are mean ± standard deviations(SDs) of triplicate determinations.

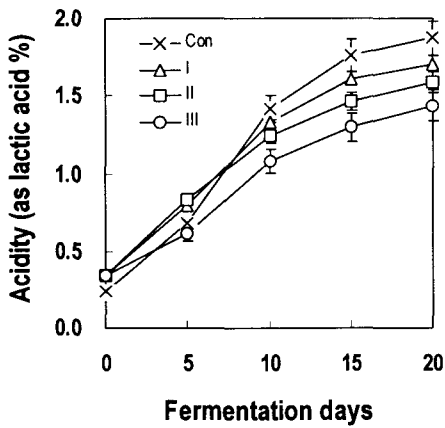


Fig. 2. Effect of green tea extracts on titratable acidity of kimchi during fermentation at 10°C.

Abbreviations and symbols: See Fig. 1. Values are mean ± SDs of triplicate determinations.

총균수 및 젖산균수

김치의 숙성 중 총균수의 변화는 Fig. 3에 나타내었다. 전 숙성기간을 통하여 전반적으로 녹차 물추출물 처리 김치가 대조구에 비하여 균수가 적었다. 즉, 숙성 15일째 대조구의 총균수는 9.21 log cfu/mL을 나타내었으나 김치 I에서는 8.16 log cfu/mL, II에서는 8.38 lof cfu/mL, III에서는 8.10 log cfu/mL이었으며 녹차처리구간에는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 젖산균수(Fig. 4)는 모든 처리구에서 다같이 숙성 10일째까지는 증가하였으나 그 이후는 감소하는 경향을 나타내었다. 즉, 숙성 10일째의 대조구에서는 8.42 log cfu/mL로 가장 높았으나 녹차 물추출물 처리구인 I~III은 7.41~8.07 log cfu/mL로 대조구에 비하여 수가 적었다. 이러한 현

상은 Park 등(16)이 김치에 첨가한 녹차가 젖산균의 생육을 억제시킴으로서 숙성이 지연된다고 한 보고와 일치한다.

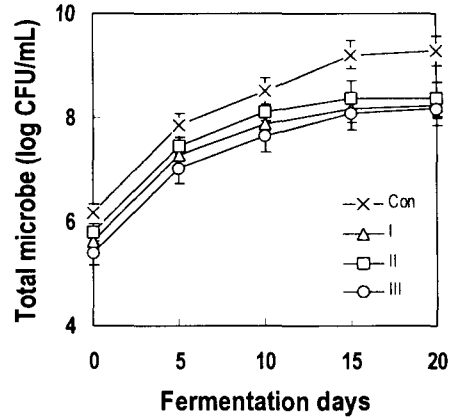


Fig. 3. Effect of green tea extracts on total microbe of kimchi during fermentation at 10°C.

Abbreviations and symbols: See Fig. 1. Values are mean ± SDs of triplicate determinations.

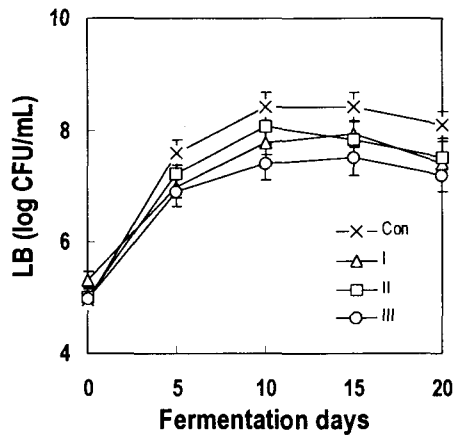


Fig. 4. Effect of green tea extracts on lactic acid bacteria(LB) of kimchi during fermentation at 10°C.

Abbreviations and symbols: See Fig. 1. Values are mean ± SDs of triplicate determinations.

색상

녹차 추출물의 첨가방법에 따른 김치의 색상을 조사한 결과는 Table 1과 같다. 본 결과는 숙성 10일째의 김치를 시료로 사용한 것으로 L* 값은 대조구는 49.25, 김치 I에서는 38.57, II에서는 41.27, III에서는 53.05로 김치 I과 II에서 낮은 값을 나타내었다. 적색도를 나타내는 a*값은 김치 I, II에서는 16.03~16.36으로 대조구 15.57보다 높았으나 김치 III에서는 10.99로 낮았다. Hue angle도 a*값과 유사한 경향을 나타내었는데 이러한 현상은 대조구에 비해 녹차처리구 I, II에서 고추의 붉은 색상의 갈변이 적은 때문으로 보이며, 녹차에 함유된 polyphenol성분의 항산화작용과 관련(4)이 있는 것으로 사료된다.

Table 1. Effect of green tea extracts on color of kimchi fermented for 10 days at 10°C

Color	Con ¹⁾	I ²⁾	II ³⁾	III ⁴⁾
L	49.25±0.13 ^{b5)}	38.57±0.21 ^d	41.27±0.26 ^c	53.05±0.20 ^f
a	15.57±0.26 ^e	16.03±0.16 ^a	16.36±0.15 ^e	10.99±0.23 ^b
b	18.62±0.11 ^a	15.78±0.25 ^c	15.44±0.20 ^f	16.13±0.13 ^b
Hue angle	58.10±0.14 ^d	54.10±0.23 ^c	52.00±0.15 ^b	61.30±0.16 ^e

¹⁻⁴⁾ Abbreviations and symbol: See Fig. 1.

⁵⁾ Values are mean±SDs of triplicate determinations and different superscripts(a~d) in the row indicate significantly different at p<0.05.

Table 2. Effect of green tea extracts on sensory quality of kimchi during fermentation at 10°C.

Attributes	Treatments ¹⁾	Fermentation days				
		0	5	10	15	20
Decoloration degree	Con	1.0±0.43 ^{aC2)}	1.5±0.48 ^{aC}	2.8±0.66 ^{bB}	3.5±0.32 ^{bA}	3.8±0.45 ^{bA}
	I	1.0±0.37 ^{aB}	1.4±0.42 ^{aB}	2.2±0.12 ^{aA}	2.5±0.42 ^{aA}	2.7±0.46 ^{aA}
	II	1.0±0.32 ^{aB}	1.4±0.34 ^{aB}	2.0±0.11 ^{aA}	2.3±0.22 ^{aA}	2.5±0.16 ^{aA}
	III	1.0±0.38 ^{aC}	1.5±0.47 ^{aC}	3.6±0.59 ^{aB}	4.0±0.33 ^{aA}	4.2±0.57 ^{aA}
Astringent taste	Con	1.5±0.29 ^{aA}	1.5±0.45 ^{aA}	1.6±0.27 ^{aA}	1.5±0.25 ^{aA}	1.5±0.49 ^{bA}
	I	3.0±0.44 ^{bA}	2.7±0.47 ^{bAB}	2.5±0.48 ^{aB}	2.4±0.32 ^{aB}	2.4±0.41 ^{aB}
	II	2.8±0.19 ^{bA}	2.5±0.51 ^{bAB}	2.0±0.38 ^{bB}	2.0±0.42 ^{bB}	1.9±0.46 ^{bB}
	III	3.5±0.49 ^{aA}	3.0±0.36 ^{aB}	2.7±0.39 ^{aC}	2.6±0.32 ^{aC}	2.6±0.57 ^{aC}
Sour taste	Con	1.0±0.51 ^{aD}	2.2±0.32 ^{bC}	3.2±0.57 ^{aB}	4.0±0.34 ^{aA}	4.4±0.44 ^{aA}
	I	1.0±0.38 ^{aD}	2.5±0.46 ^{aC}	3.3±0.51 ^{aB}	3.6±0.22 ^{bA}	3.7±0.35 ^{abA}
	II	1.0±0.51 ^{aD}	2.3±0.28 ^{aC}	3.1±0.41 ^{aB}	3.4±0.19 ^{bA}	3.5±0.35 ^{aA}
	III	1.0±0.19 ^{aD}	2.4±0.42 ^{aC}	2.8±0.37 ^{bA}	2.9±0.43 ^{aA}	2.9±0.61 ^{aA}
Fishy taste	Con	3.7±0.48 ^{aA}	2.8±0.43 ^{aB}	2.8±0.28 ^{aC}	2.4±0.52 ^{aC}	2.4±0.55 ^{aC}
	I	3.0±0.48 ^{bA}	2.6±0.12 ^{aB}	2.5±0.26 ^{bB}	1.8±0.37 ^{aC}	1.7±0.34 ^{bC}
	II	2.5±0.41 ^{aA}	1.5±0.32 ^{bB}	1.2±0.38 ^{aB}	1.2±0.38 ^{aB}	1.2±0.67 ^{aB}
	III	2.5±0.32 ^{aA}	1.7±0.22 ^{bB}	1.5±0.57 ^{aB}	1.2±0.59 ^{aB}	1.2±0.85 ^{aB}
Overall acceptability	Con	2.9±0.47 ^{bC}	3.4±0.37 ^{abB}	3.6±0.38 ^{abA}	2.5±0.45 ^{aC}	2.0±0.54 ^{aD}
	I	2.7±0.38 ^{aB}	3.5±0.51 ^{ba}	3.6±0.47 ^{aA}	2.9±0.55 ^{ab}	2.5±0.54 ^{ab}
	II	3.5±0.47 ^{aB}	4.1±0.53 ^{aA}	4.2±0.38 ^{aA}	3.4±0.61 ^{ab}	3.3±0.31 ^{ab}
	III	2.0±0.38 ^{aC}	2.8±0.44 ^{aB}	3.1±0.21 ^{aA}	2.5±0.31 ^{aB}	2.4±0.49 ^{ab}

¹⁾ Abbreviations and symbol: See Fig. 1.

²⁾ Scores of decoloration degree, astringent taste, sour taste and fishy taste were evaluated from very strong(5 points) to very weak(1 point), and overall acceptability was evaluated from very good(5 points) to very poor(1 point). Values are mean±SDs of triplicate determinations and different superscripts in the row(A~D) and column(a~d) indicates significantly different at p<0.05.

관능적 특성의 변화

녹차 물추출물의 첨가방법에 따른 김치의 숙성 과정중의 관능검사를 행한 결과는 Table 2와 같다. 갈변정도는 III>control>II와 I로 김치 III에서 높았으며 김치 II에서 낮았

다. 대조구와 김치 III에서는 발효 15일 이후에 다소 심한 갈변현상이 있었으나 김치 II에서는 20일까지도 이러한 현상이 나타나지 않았다. 김치 III에서는 비교적 강한 떫은맛이 있었으나 II에서는 떫은 맛이 약했다. 신맛은 김치 III에서 가장 낮았는데 이러한 현상은 녹차의 떫은맛과 상호작용(17)에 의한 것으로 사료된다. 김치의 비린맛은 II와 III에서 낮았으며 종합적인 기호도는 II에서 가장 높았다.

요 약

김치제조시 녹차의 첨가방법이 발효특성과 관능적 품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 1%의 녹차추출물을 함유하는 소금물로 절인 후 담근 김치(I), 절임배추를 1% 녹차추출물에 일정시간 담근 후 제조한 김치(II), 녹차 1%를 양념과 혼합하여 담근 김치(III)의 3가지 방법으로 김치를 제조한 후 10°C에서 숙성시키면서 pH, 산도, 균수, 색상 및 관능적 품질을 조사하였다. 대조구의 pH는 숙성중 I~III의 경우보다 낮아 녹차처리구가 숙성이 지연되었다. 산도의 경우도 pH와 역으로 pH의 결과와 일치하였다. 그러나 녹차처리방법에 따른 큰 차이는 보이지 않았다. 대조구의 총균수와 젖산균수는 각각 6.16~9.29 및 4.59~8.42 log cfu/mL로 I~III의 5.40~8.38 및 4.99~8.07 log cfu/mL보다 높았다. 김치조직의 L*값은 I<II<control<III으로 I에서 가장 낮았다. 김치의 신맛은 전반적으로 녹차처리구가 낮은 값을 나타내었으며 특히 II, III의 경우는 대조구보다 비린 맛이 낮았다. 김치의 발효특성 및 관능적 평가를 고려할 경우 절임배추를 녹차추출물에 일정시간 담근 후 제조한 김치(II)의 품질이 가장 양호하였다.

참고문헌

- Graham, H.N. (1992) Green tea composition, consumption and polyphenol chemistry. Preventive Medicine, 21, 334-350
- Kim, S.H., Park, J.D., Lee, L.S. and Han, D.S. (1999) Effect of pH on the green tea extraction. Korean J. Food Sci. Technol., 31, 1024-1028
- Choi, S.H., Lee, B.H. and Choi, H.D. (1992) Analysis of catechin content in commercial green tea by HPLC. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 21, 386-389
- Park, C.O., Jin, S.H. and Ryu, B.H. (1996) Antioxidant activity of green tea extracts to ward human low density lipoprotein. J. Korean Soc. Food Sci., 28, 850-858
- Lee, J.W. and Shin, H.S. (1993) Antioxidant effect of aqueous extract obtained from green tea. J. Korean Soc.

- Food Sci., 25, 759-763
6. Kim, Y.S., Jung, Y.H., Chun, S.S. and Kim, M.N. (1988) The kinetics of non-enzymatic browning reaction in green tea during storage at different water activities and temperatures. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 17, 226-232
 7. Kim, S.S., Lee, M.G., Han, O., Oh, S.L. and Lee, S.W. (1990) Changes in chemical components of green tea leaves during blanching and frying. *Korean J. Dietary Cul. Ture.*, 5, 229-233
 8. Mendel, F. and Hella S.J. (2000) Effect of pH on the stability of plant phenolic compounds. *J. Agric. Food Chem.*, 48, 2101-2110
 9. Hwang, S.Y., Choi, O.K. and Lee, H.J. (2001) In fluence of green tea powder on the physical properties of the bread flour and dough rheology of white pan bread. *Korean J. Food & Nutr.*, 14, 34-39
 10. Kim, J.S. (1998) Sensory characteristics of green tea bread. *Korean J. Food & Nutr.*, 11, 657-661
 11. Roh, H.J., Shin, Y.S., Lee, K.P. and Shin, M.K. (1996) Effect of water extract of green tea on the quality and shelf life of cooked rice. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 28, 417-420
 12. Kwon, M.Y., Lee, Y.K. and Lee, H.G. (1996) Sensory and mechanical characteristics of Heunmi-nokcha-injulmi supplemented by green tea powder. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 34, 329-340
 13. Kim, S.M., Cho, Y.S., Sung, S.K., Lee, I.G., Lee, S.H. and Kim, D.G. (2002) Developments of functional sausage using plant extracts from pine needle and green tea. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, 22, 20-29
 14. Kim, H.S. and Kim, S.N. (2001) Effects of addition of green tea powder and angelica keiskei powder on the quality characteristics of yukwa. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.*, 17, 246-255
 15. Bang, B.H. and Park, H.H. (2000) Preparation of yogurt added with green tea and mugwort tea and quality characteristics. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 29, 854-859
 16. Park, H.J., Kim, S.L., Lee, Y.K. and Han, Y.S. (1994) Effect of green tea on kimchi quality and sensory characteristic. *J. Korean Soc. Food Sci.*, 10, 315-321
 17. Park, M.J., Jeon Y.S. and Han, J.S. (2001) Fermentation characteristics of mustard leaf kimchi added green tea and pumpkin powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 30, 215-221
 18. Park, Y.K., Cha, H.S., Park, M.W., Kang, Y.H. and Seong, H.M. (1997) Chemical components in different parts of pumpkin. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 26, 639-646
 19. Park, W.P. Park, K.D., Kim, J.H., Cho, Y.B. and Lee, M.J. (2000) Effect of washing conditions in salted Chinese cabbage on the quality of kimchi. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 27, 30-34
 20. Harrigan, W.F. and McCance, M.E. (1976) *Laboratory methods in food and dairy microbiology.* Academic Press, New York, USA, p.347
 21. Herbert, A. and Joel, L.S. (1993) *Sensory evaluation practices.* 2nd ed., Academi press, New York, USA, p.68-94
 22. Cho, Y.S. and Park, S.G. (1994) Changes in major taste components and microflora in mustard leaf kimchi during fermentation. *Korea Food Culture Research*, Seoul, P. 183-208