

식초 함량을 달리한 차잎 피클의 저장중 품질 및 항산화특성

박보람[†] · 박진주 · 황인국 · 한혜민 · 신말식¹ · 신동선 · 유선미
농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부, ¹전남대학교 식품영양학과

Quality and Antioxidant Activity Characteristics During Storage of Tea Leaf Pickles with Different Vinegar Contents

Bo-ram Park[†] · Jin-Ju Park · In-Guk Hwang · Hye-min Han · Malshick Shin¹ · Dong-Sun Shin · Seon-Mi Yoo

Department of Agrofood Resources, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration
¹Department of Food and Nutrition, Chonnam National University

Abstract

This study investigated the quality characteristics of tea leaf pickle with different pickling solutions. Blanched tea leaf at 100°C for 3 min was pickled using pickling solutions (mixture of water, soy sauce, sugar and vinegar) with different vinegar contents (10, 20, 30 and 40%, v/v) and stored for 30 days at 4°C. The color values, hardness, pH, total acidity, sensory evaluation, antioxidant compound contents, DPPH radical scavenging and ABTS radical scavenging of the pickled tea leaf during storage were determined. The pH of tea leaf pickles decreased consistently and total acidity was increased during storage. The L-value of tea leaf pickles was decreased and the a-value was increased significantly during storage; however, the b-value had no significant changes ($p < 0.05$). The hardness of the tea leaf pickles decreased consistently during storage. On the sensory evaluation, the highest score of overall acceptance was presented to the tea leaf pickle using a 20% vinegar pickling solution stored for 20 days. The antioxidant compound contents and antioxidant activity consistently decreased during storage; further, the experimental group of vinegar with 20% content tea leaf pickle displayed the lowest antioxidant compound content and antioxidant activity.

Key words: green tea, pickle, vinegar

I. 서론

차는 세계의 음료 중에서 가장 오랜 역사를 가지고 있으며 커피, 코코아와 함께 카페인을 함유한 비알콜성 기호음료로 아시아를 비롯하여 160여 개 국가에서 널리 응용되고 있다. 차가 중요한 기호 음료로서 발전해 온 가장 큰 이유는 여러 민족의 구미에 맞는 대중적인 기호성을 가지고 있을 뿐만 아니라 생체의 복잡한 생명활동을 조절하는 식품의 3차 기능으로서 생체리듬의 조절, 면역력의 증진, 질병의 예방이나 회복, 노화억제 등 신체 조절 기능을 갖는 기능성 식품으로서 중요성이 새삼 강조되고 있다(Kim JT 1996).

차는 차나무의 어린잎을 따서 찌거나 열을 가해 효소의 작용을 억제시켜 말린 기호품으로 세계적으로 널리 응용

되고 있으며 caffein, tannin, catechin, 비타민 및 무기염류 등 다양한 생리기능적인 특성과 높은 항산화작용을 가지는 천연물질로 보고되고 있다. 그 중 주성분인 catechin은 폴리페놀화합물로서 epicatechin(EC), epigallocatechin(EGC), epicatechin gallate(EGCG) 및 epigallocatechin(EGCG)의 4종류로 나누어지며 EGC > EGCG > EC > ECG의 순으로 항산화 활성이 보고되며, 이는 혈중 콜레스테롤을 저하시키고, 고혈압과 동맥경화를 예방하며 식품의 항산화제 및 항균제, 중금속 제거효과 등의 연구가 보고 되었으며 (Rhi JW와 Shin HS 1993, Abe Y 등 1995, Ishikawa T 등 1997) 이러한 항산화 활성은 ascorbic acid, tocopherol 또는 β -carotene에 비하여 폴리페놀화합물과 더욱 관계있는 것으로 알려져 있다(Graham HN 1992, Nakabayashi 등 1994, Kim SH 1999).

국내 차(茶) 재배는 1990년대 이후 본격화 되었는데, 최근 웰빙 분위기와 함께 2000년대 이후 국민소득수준의 향상과 건강에 대한 관심증대로 차 소비시장이 크게 확대되었고 이로 인해 많은 농가에서 경쟁적으로 차 산업에 뛰어들면서 최근 10년간 차산업의 규모가 400% 이상

[†]Corresponding author: Bo-ram Park, Department of Agrofood Resources, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration
Tel: +82-31-299-0462
Fax: +82-31-299-0455
E-mail: bboram27@korea.kr

증가하였다. 한국의 차(茶)산업은 1970년대 이후 생활수준의 향상과 함께 점차적으로 수요가 늘어나면서 생산량은 1970년 55톤에서 1993년 617톤, 2010년 3,586톤으로 약 65배 이상 증가하였다(Oh MJ 2012). 그러나, 최근 재배면적의 급속한 증가와 시장개방의 확대에 의한 급격한 커피전문점 수 증가, 소비패턴의 변화로 인한 차 음용 문화 소외 등 산업을 둘러싼 대내외 여건이 변화 되면서 국내 차 소비감소, 재고누적 등으로 인한 생산 농가의 어려움이 당면과제로 대두되고 있다. 따라서 차 소비 시장의 새로운 활로 개척을 위해 차잎을 조리가공 소재로 이용하여 가공하는 방법을 개발하여 소비자의 인식전환과 그 이용 가치를 알아볼 필요가 있는 실정이다.

한편, 피클은 우리나라 전통 식품인 장아찌와 제조방법이 비슷한 서양 요리로서 계절 및 지역별로 생산량이 많은 채소류를 이용하여 만드는 것으로 장기간 보존 할 수 있는 장점이 있고 사용하는 향신료에 따라 강한 방향과 독특한 맛이 생겨 식욕을 증대시키는 역할을 한다. 서양에서는 오이, 양파, 토마토, 피망, 양배추, 콜리플라워, 당근, 비트, 버섯, 올리브 등 여러 가지 채소를 이용하여 만들어지고 있는데 이들은 서양식 침채류로 염지 피클과 스위트 피클로 구분되며, 우리나라에서 많이 이용되는 방법은 초산이나 식초를 첨가한 스위트 피클이다(Chun HJ 와 Lee HJ 1996, Jeong HA 등 2004). 한편, 차잎은 호흡작용으로 인해 장기 저장이 어려워 수확 후 바로 불에 튀어서 차(茶)로 가공하여 이용하고 있으나 소비에 한계가 있어 피클과 같이 장기간 저장하여 섭취할 수 있도록 조리 가공 방법의 개발이 필요하다.

식품은 물과 열에 의해 성분의 이화학적인 변화를 겪게 되므로 식품의 조리나 가공은 영양소나 생리활성물질의 생체이용도를 향상시키는 긍정적인 영향을 주기도 하고 반면 이들 물질들의 화학적인 분해 등 부정적인 영향을 주기도 한다(Shin MS 등 2001). 또한 녹차 catechin류의 pH에 대한 안정성 연구(Park YH 등 2002)의 결과에 따르면 녹차 catechin류는 대부분 산성에서 저장기간이 길고 안정한 것으로 나타났으나 생리활성이 강한 (-)-EGCG는 산성에서도 불안정한 것으로 나타났고 결론적으로 녹차의 기능성 성분을 효율적으로 이용하기 위해서는 pH를 낮게 유지하여야 할 것이라고 하였다.

차잎은 주로 음용하는 소재로 사용되어 왔기 때문에 한국산 보성 덩어 녹차의 가공 및 저장중의 catechin류의 변화(Suh BS와 Suh HS 2007)와, 덩어 차 제조과정 중 덩어 습수가 녹차의 품질에 미치는 영향(Park JH 등 2006) 등 다류 가공 과정에서의 성분변화 연구가 진행되어 있으나 조리가공 과정을 거치면서 나타나는 품질특성, 생리활성물질의 함량과 생리활성능의 변화 등에 대한 연구는 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 식초함량을 달리하여 차잎을 피클로 조리가공하고, 저장하는 과정 중에

일어나는 품질특성의 변화를 관찰하여 차잎을 피클로 이용 시 항산화화합물의 안정화에 미치는 영향을 확인하고자 하였고 항산화화합물의 함량과 항산화활성의 변화를 관찰하여 그 결과를 제시하고자 하였다.

II . 재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용한 차잎의 품종은 ‘야부기다’로 전남 강진 (주)장원 강진 다원에서 2013년 7월 상순에 수확된 두 물차잎을 구입하여 실험에 사용하였다. 차잎 피클의 제조에 사용된 식초는 산도가 12~14%(초산으로, w/v%)인 양조식초((주)오뚜기), 소금은 백설탕소금, 설탕은 (주)큐원 백설탕이고 간장은 (주)샘포 국간장(염도 3~8%)을 사용하였다.

2. 차잎 피클의 제조

본 실험에서 주된 재료인 차잎은 폴리페놀산화효소에 의한 산화를 방지하기 위해 가열처리한 차잎을 피클로 제조하여 사용하였다. 가열처리된 차잎 500 g을 10배 분량의 끓는 물(0.3% 소금 첨가)에 넣고 3분간 데친 후, 찬물에 바로 냉각하였으며 이 후 차잎을 탈수기(W-100T, Hanil, Seoul, Korea)를 이용하여 1분간 탈수하여 사용하였다.

조미액은 양조식초의 첨가비율을 달리하여 설탕, 간장, 물을 배합하여 끓인 4종류를 제조하였다. 각각의 배합 조건은 Table 1과 같다.

전처리 과정을 거친 차잎에 끓인 조미액을 40°C로 식혀 붓고 상온에서 충분히 식힌 뒤 4°C에 저장하면서 0, 3, 5, 10, 15, 20, 30일 경과 후 각 품질특성 실험에 사용하였다.

Fig. 1과 같이 차잎 피클 제조 공정을 나타내었다.

3. 차잎 피클 추출물

차잎피클을 동결건조하여 분말화시킨 시료 2 g을 100%

Table 1. Formulas for tea leaf pickles with different vinegar contents

Samples ¹⁾	Ingredients				
	Tea leaf (g)	Vinegar (mL)	Water (mL)	Soy Sauce (mL)	Sugar (g)
A	1000	700	3500	280	2800
B	1000	1400	2800	280	2800
C	1000	2100	2100	280	2800
D	1000	2800	1400	280	2800

¹⁾A, 10% vinegar contents; B, 20% vinegar contents; C, 30% vinegar contents; D, 40% vinegar contents

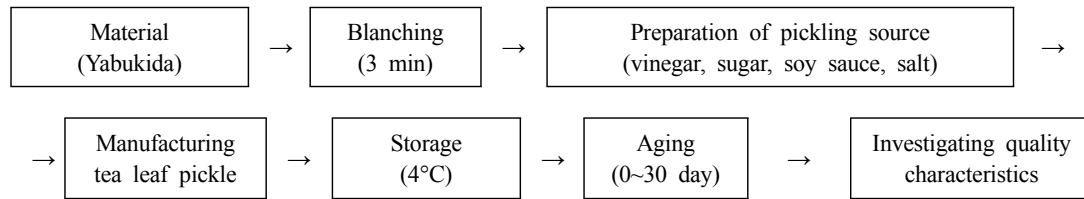


Fig. 1. Manufacturing process of tea leaf pickles

Methanol 200 mL에 녹여 성분을 sonicator(UC-20, Jeiotech, seoul, Korea)를 이용하여 30분간 추출한 후 여과지(No.2, Whatman, Burlington, UK)를 이용하여 감압여과하였고 감압농축기(EYELA CCA-320, Kyoto, Japan)를 이용하여 최종 volume이 50 mL가 되도록 농축하여 항산화 화합물 함량 및 항산화활성 분석에 이용하였다.

4. pH 및 총 산도

차잎 피클의 저장 기간 중 pH와 총산도 변화를 조사하기 위하여 동결건조한 차잎 피클 분말을 증류수에 녹이고 충분히 교반시킨 뒤 whatman paper No.2로 감압여과 한 시료를 사용하였다. pH는 pH meter(PSM11R-090, Thermo Scientific, MA, USA)를 사용하여 측정하였고, 총 산도는 AOAC법(AOAC 1990)에 의하여 0.1 N NaOH로 pH가 8.3이 될 때까지 적정한 뒤 중화시키는데 소요된 NaOH 용량(mL)을 acetic acid 함량(%)으로 환산하여 나타내었다.

5. 텍스처

차잎 피클의 저장 기간 중 텍스처 특성을 Texture analyzer (Model TA-XT2-25, Stable Micro System Ltd., Haslemere, UK)를 이용하여 puncture test를 실시하여 측정하였다. 이때 측정된 차잎의 크기는 가로 7.0±0.5 cm, 세로 4.0±0.4 cm이었고 차잎 3장을 겹쳐 잎사귀의 중앙 측면을 5 mm Cylindrical probe로 1회 침입 시켰을 때 얻어지는 힘-시간 곡선으로부터 질긴 정도의 텍스처 특성을 10회 반복하여 측정하였다. 이때 측정 조건은 Test speed 2.00 mm/sec, Distance 5.00 mm, Trigger force 5.0 g이었다.

6. 색도

차잎 피클의 저장 기간 중 색도 변화를 색차계(X-rite, Eye-One PM510, MO, USA)로 L값, a값, b값을 측정하여 Hunter's color value로 나타내었으며 이때 표준색판(white standard plate)은 L: 95.72, a: -0.15, b: 2.79이었다.

7. 관능검사

차잎 피클의 저장 기간 중 관능검사를 위해 국립농업과학원 가공이용과 연구원 15명을 패널로 선정하여 9점

평점법(scoring test)으로 관능검사를 실시하였다. 이때 시료 간 차이의 영향을 최소화하기 위해 동반음식으로 무가당 크래커를 제공하였고, 측정 항목은 향, 짙은맛, 식감, 전반적 기호도였다.

8. 총 페놀 화합물 함량

총 페놀 함량은 Folin-Denis법에 의하여 측정하였다(Folin O.와 Denis W 1915). 즉, 차잎피클 추출물 시료 0.2 mL에 증류수 0.8 mL를 넣어 1 mL가 되게 한 후 시료 100 μ L와 2% Na₂CO₃ 2 mL를 넣고 Folin-Ciocalteu's phenol reagent 100 μ L를 넣고 30분 반응시킨 후 분광광도계(UV-2550, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 표준물질 gallic acid를 이용하여 만들어진 표준곡선으로부터 환산하여 나타내었다.

9. 총 플라보노이드 화합물 함량

총 플라보노이드 함량은 Markham KR법에 의하여 측정하였다(Markham KR 1982). 즉, 차잎 피클 농축액 시료 0.2 mL에 증류수 0.8 mL를 넣어 1 mL가 되게 한 후 시료 250 μ L와 증류수 1 mL 넣고 5% NaNO₂ 75 μ L넣고 5분간 반응 후 10% AlCl₃·6H₂O 150 μ L넣고 6분 반응시킨 후 분광광도계(UV-2550, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하여 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 표준물질 catechin hydrate를 이용하여 만들어진 표준곡선으로부터 환산하여 나타내었다.

10. DPPH 라디칼 소거능

차잎 피클의 항산화 활성은 DPPH에 대한 전자공여능(Electron-donating activity, EDA)으로 측정하였다(Blois MS 1958). 즉, 차잎 피클 농축액 시료 0.2 mL에 증류수 0.8 mL를 넣어 1 mL가 되게 한 후 1.5×10⁴ DPPH 를 메탄올에 제조한 후 암소에서 2시간동안 방치한다. DPPH 용액 160 μ L에 시료 40 μ L를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 30분 후에 측정하였다. Ascorbic acid(1 mg/mL)를 이용하여 표준곡선을 작성한 후 시료의 항산화력(AEAC, ascorbic acid equivalent antioxidant capacity, mg%)을 계산하였다.

11. ABTS 라디칼 소거능

차잎 피클 농축액의 ABTS radical scavenging 측정은 Robert R 등(1999)의 방법을 이용하였다. 7 mM ABTS (2,2'-azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid(Sigma Chemical Co.))와 2.45 mM potassiumpersulphate를 제조한 후 암소에 하루 동안 방치하여 양이온(ABTS+)을 형성시킨 후, 734 nm에서 흡광도를 측정하여 흡광도 값이 0.70±0.02가 되도록 희석하고 희석된 ABTS+용액 180 µL에 시료 20 µL를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 30분 후에 Microplate reader(Spectramax M2, Molecular device, Toronto, Canada)를 이용하여 측정하였다. Trolox(1 mg/mL)를 이용하여 표준곡선을 작성한 후 시료의 항산화력 (TEAC, trolox equivalent antioxidant capacity, mg%)을 계산하였다.

12. 통계처리

통계 분석은 SPSS(statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package 프로그램을 이용하여 각 측정군의 평균과 표준편차를 산출하고 처리간의 차이 유무를 one-way ANOVA(Analysis of Variance)로 분석한 뒤 Duncan's multiple range test를 이용하여 p<0.05 수준에서 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 차잎피클의 저장 중 pH 및 총산도 변화

조미액의 식초의 함량을 달리하여 제조한 차잎 피클의 저장기간에 따른 pH와 산도 변화는 Table 2와 같다. 제조 직후 차잎 피클의 pH는 식초 함량에 따라 3.96~4.43으로 나타났고 저장기간이 경과함에 따라 모든 시료에서 약간의 감소를 나타내어 30일차에는 3.87~4.37의 범위를 나타내었다. 식초 함량을 달리하여 제조한 차잎 피클의 저장기간에 따른 총산도는 제조 직후 4.04~8.69를 나타내었고 저장기간이 경과함에 따라 총산도가 증가하여 5.10~10.71로 관찰되었다. 차잎 피클 제조시 식초의 함량이 가장 높은 식초 40% 실험군의 pH가 가장 낮았고 총산도는 가장 높게 나타났다. 모든 시료는 저장기간이 길어질수록 pH가 감소하고 총산도가 증가하는 경향을 보였으며 식초 10% 실험군을 제외한 모든 실험군에서 3일차 총산도 변화가 가장 큰 것으로 나타났다. 본 실험에서 제조한 차잎 피클은 처음부터 식초를 넣어 제조하는 것이므로 발효에 의해 산이 생성되어 pH가 감소하는 Fleming HP 등(1988)의 오이 피클에 비해 아주 완만한 pH 감소를 보여 주었다. 또한 차잎 피클의 저장 중 산도가 증가하는 것은 피클의 발효과정에서 산이 생성되어 산도가 증가하는 것이 아니라 Park BH 등(2009)의 연근 피클에 관한 연구

Table 2. Changes in pH and total acidity of tea leaf pickles with different vinegar contents

	Storage time (day)	Tea leaf pickles ¹⁾			
		A	B	C	D
pH	0	^{A4)} 4.43±0.03 ^{3)a}	^B 4.21±0.03 ^a	^C 4.10±0.01 ^a	^D 3.96±0.01 ^a
	3	^A 4.42±0.02 ^a	^B 4.16±0.01 ^b	^C 4.07±0.01 ^b	^D 3.96±0.02 ^a
	5	^A 4.41±0.02 ^{ab}	^B 4.16±0.01 ^b	^C 4.06±0.01 ^b	^D 3.94±0.01 ^a
	10	^A 4.40±0.03 ^c	^B 4.16±0.01 ^b	^C 4.03±0.01 ^c	^D 3.92±0.01 ^b
	15	^A 4.38±0.01 ^b	^B 4.16±0.01 ^b	^C 4.01±0.01 ^d	^D 3.90±0.01 ^c
	20	^A 4.38±0.01 ^b	^B 4.12±0.01 ^c	^C 4.01±0.01 ^d	^D 3.88±0.01 ^{cd}
	30	^A 4.37±0.01 ^b	^B 4.11±0.01 ^c	^C 4.00±0.01 ^d	^D 3.87±0.01 ^d
total acidity ²⁾ (%)	0	^A 4.04±0.17 ^c	^B 5.16±0.19 ^d	^C 6.84±0.19 ^c	^D 8.69±0.26 ^c
	3	^A 4.26±0.10 ^{bc}	^B 5.89±0.17 ^c	^C 7.74±0.17 ^b	^D 9.31±0.10 ^{bc}
	5	^A 4.38±0.45 ^{bc}	^B 6.11±0.42 ^c	^C 8.13±0.42 ^b	^D 9.42±0.17 ^{bc}
	10	^A 4.38±0.17 ^{bc}	^B 6.73±0.50 ^b	^C 8.13±0.59 ^b	^D 10.04±1.01 ^{ab}
	15	^A 4.60±0.26 ^b	^B 6.90±0.00 ^{ab}	^C 8.47±0.26 ^{ab}	^D 10.32±0.26 ^a
	20	^A 4.60±0.10 ^b	^B 7.29±0.10 ^a	^C 8.98±0.26 ^a	^D 10.60±0.17 ^a
	30	^A 5.10±0.26 ^a	^B 7.35±0.26 ^a	^C 9.09±0.58 ^a	^D 10.71±0.35 ^a

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾acetic acid equivalent

³⁾The values are means±SD (n=3)

⁴⁾A-D, a-c different capital letters within the same column are significantly different from each sample, different small letters within the same low are significantly different from each other at p<0.05 by Duncan's multiple range test

와 Oh SH 등(2003)의 순무 피클에 관한 연구에서와 같이 침지액의 식초가 고형물에 침투하여 증가하는 것으로 보여진다.

2. 차잎 피클의 저장 중 색도 변화

조미액의 식초 함량을 달리하여 제조한 차잎 피클의 저장 기간 중 색도 변화는 Table 3과 같다. 제조 직후의 차잎 피클의 명도는 식초 10% 실험군이 가장 낮았고, 식초 20% 실험군이 가장 높았으며 실험군 모두 저장기간이 증가하며 명도가 감소하는 경향을 보였으며 이러한 결과는 Song MR 등(2009)의 감식초와 매실액을 첨가한 마늘 피클과 Son EJ 등(2003)의 키토산 첨가 순무 피클의 저장 중 명도 값이 유의적으로 감소하는 것과 같은 결과를 보였는데 차잎 피클의 경우 조미액에 첨가한 재료가 차잎에 침투되어 명도가 감소한 것으로 사료된다. 또한 식초 20% 실험군의 L 값이 가장 많이 감소하였고, 식초 10%

실험군의 a값이 가장 많이 증가하였다. 저장기간에 따른 식초함량 별 차잎 피클의 전체적인 색도변화는 명도를 나타내는 L값은 감소하였고, 적색도인 a값은 (-)수치를 나타내어 녹색 경향을 보였고 그 값은 증가하였으며, 황색도인 b값은 감소하는 것을 확인하였다.

3. 차잎 피클의 저장 중 텍스처 변화

조미액의 식초 함량을 달리하여 제조한 차잎 피클의 저장 기간 중 텍스처 변화는 Table 4와 같다. 차잎 피클의 경도는 제조 0일차에는 1030.4~1205.5 g/cm²이고 30일차에는 560.4~807.3 g/cm²으로 저장기간이 경과함에 따라 꾸준히 감소하는 결과를 보였다. 또한 차잎 피클의 경도 변화가 식초 10% 실험군은 15일부터 식초 20%, 30% 실험군은 5일부터, 식초 40% 실험군은 3일부터 경도에 유의적인 차이가($p<0.05$) 나타난 것으로 보아 조미액의 식초함량이 피클의 연화현상에 영향을 미치는 것으로 보인다.

Table 3. Changes in Hunter's color values of tea leaf pickles with different vinegar contents

Color value	Storage time (day)	Tea leaf pickles ¹⁾			
		A	B	C	D
L	0	40.66±6.49 ^{2)N.S.4)}	44.18±2.87 ^{ab3)}	41.32±1.92 ^{N.S.}	41.76±1.92 ^{N.S.}
	3	^A 37.05±4.13	^B 44.84±3.94 ^a	^{AB} 41.32±2.49	^{AB} 39.10±3.89
	5	35.84±1.33	39.66±4.09 ^{abc}	39.45±6.05	38.71±4.12
	10	35.21±1.48	39.03±4.13 ^{bc}	37.80±4.60	37.46±0.43
	15	34.06±1.02	38.42±1.37 ^c	37.17±1.99	36.41±4.08
	20	34.41±1.72	35.83±2.05 ^c	36.14±4.12	36.42±1.66
	30	34.23±2.78	34.81±0.91 ^c	35.36±0.85	36.19±1.02
a	0	-3.23±0.77 ^{b3)}	-4.09±0.68 ^{N.S.}	-4.21±0.37 ^b	-4.91±1.67 ^b
	3	-4.06±1.96 ^{ab}	-5.18±1.34	-4.84±1.79 ^{ab}	-5.84±0.57 ^{ab}
	5	^A -4.05±0.14 ^{ab}	^{AB} -5.66±1.56	^{AB} -5.62±0.83 ^{ab}	^B -6.27±0.11 ^{ab}
	10	-5.62±0.97 ^{ab}	-5.39±0.70	-6.99±2.20 ^a	-6.04±0.96 ^{ab}
	15	-6.29±2.83 ^{ab}	-5.98±0.86	-6.31±0.16 ^{ab}	-6.91±0.84 ^{ab}
	20	-6.48±1.75 ^a	-5.92±0.21	-7.13±1.25 ^a	-7.65±2.14 ^a
	30	-7.11±1.27 ^a	-6.17±2.91	-7.14±1.38 ^a	-7.10±0.59 ^{ab}
b	0	^{N.S.} 23.01±1.54 ^{N.S.}	26.24±2.21 ^a	23.28±2.02 ^{N.S.}	22.79±3.71 ^{ab}
	3	24.26±5.99	26.10±0.76 ^a	21.92±1.48	23.73±0.34 ^{ab}
	5	19.02±3.35	22.10±5.29 ^{ab}	24.58±1.36	23.84±2.59 ^{ab}
	10	18.97±4.23	20.34±3.65 ^b	22.19±5.45	26.79±4.99 ^a
	15	18.97±4.23	19.93±1.51 ^b	21.08±2.59	18.97±2.24 ^c
	20	21.50±4.13	19.92±2.21 ^b	19.13±1.16	21.75±2.05 ^{ab}
	30	18.03±3.61	18.52±1.45 ^b	19.05±3.85	21.26±2.77 ^{ab}

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾The values are means±SD (n=3)

³⁾A-B, a-c different capital letters within the same column are significantly different from each sample, different small letters within the same low are significantly different from each other at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test

⁴⁾N.S not significant

Table 4. Changes in hardness (g/cm²) of tea leaf pickles with different vinegar contents

Storage time (day)	Tea leaf pickles ¹⁾			
	A	B	C	D
0	^A 1205.5±180.7 ^{2)a3)}	^A 1030.4±195.1 ^a	^A 1077.8±312.9 ^a	^A 1142.5±182.0 ^a
3	^A 1200.6±205.0 ^a	^B 1011.9±159.4 ^a	^A 1049.8±134.4 ^a	^A 1089.5±203.5 ^{ab}
5	^A 1195.7±161.7 ^a	^C 912.8±181.3 ^{ab}	^{BC} 976.4±187.7 ^{ab}	^{AB} 1083.4±137.4 ^{ab}
10	^A 1178.2±166.4 ^a	^B 904.9±263.6 ^{ab}	^B 960.9±168.4 ^{ab}	^{AB} 1034.8±180.0 ^{ab}
15	^A 1100.5±152.1 ^{ab}	^B 900.1±175.6 ^{ab}	^{AB} 960.9±193.9 ^{ab}	^{AB} 1019.0±118.9 ^{ab}
20	^A 987.4±120.6 ^b	^{AB} 788.1±135.5 ^b	^B 823.4±121.0 ^b	^A 966.1±142.7 ^{ab}
30	^{AB} 732.8±218.4 ^c	^B 560.4±198.8 ^c	^B 571.3±181.9 ^c	^A 807.3±196.5 ^c

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾The values are means±SD (n=10)

³⁾A-C, a-c different capital letters within the same column are significantly different from each sample, different small letters within the same low are significantly different from each other at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

다. 이러한 저장 기간이 경과함에 따라 경도가 감소하는 결과는 Koh JH 등(2012)의 미숙 청방울 토마토 피클 제조 조건에 관한 연구와, 오이지 피클, 오이 피클, 순무 피클 및 연근 피클의 결과(Mcfeeters RF 등 1985, Fleming HP 등 1988, Choi HS 등 1989, Kim JG 등 1989, Park BH 등 2009)와 비슷한 경향을 보였으며, 이는 채소의 조직감에 관여하는 pectin이 산성 조건 하에서 점차적으로 탈메틸화(demethylation)되기 때문인 것으로 판단된다 (Van- Buren JP 1979). 나아가 조미액의 식초의 함량에 따라 경도 감소 시기의 차이가 나타나는 것은 조미액 별 산성 조건이 다르므로 탈메틸화(demethylation)가 진행되는 정도의 차이 때문인 것이라 사료된다.

4. 차잎 피클의 저장 중 관능검사

조미액의 식초 함량을 달리하여 제조한 차잎 피클의 저장 기간 중 관능검사 결과는 Table 5와 같다. 제조 직후 차잎 피클 향의 기호도는 식초 30% 실험군이 가장 높게 나타났으나 저장기간이 경과함에 따라 대체적으로 식초 20% 실험군의 결과가 우수하였다. 또한 차잎 피클 향의 기호도는 시료 별, 저장 기간 별 유의적인 차이($p < 0.05$)는 나타나지 않은 것으로 보아 조미액의 식초함량과 저장기간이 차잎 피클 향의 기호도에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보인다. 차잎 피클의 씹은맛은 식초 40% 실험군을 제외하고는 저장 20일차의 기호도 점수가 가장 높았고, 모든 실험군에서 제조 0일차보다 3일차에 증가하였으며 질감 또한 모든 실험군이 저장기간이 경과하며 기호도가 증가하였으나 저장 15일차엔 다소 감소하였고 식초 10% 실험군만 유의한적인 차이를 나타냈다($p < 0.05$). 제조 직후 차잎 피클의 전반적 기호도는 식초 30% 실험군에서 가장 높게 나타났으나 저장 3일차와 20일차에는

식초 20% 실험군, 저장 5, 10일차에는 다시 식초 30% 실험군으로 변화하며 저장 기간이 지남에 따라 선호하는 조미액에 변화가 있는 것으로 나타났으며 저장 30일차에는 시료 간 유의적인 차이가 나타나지 않았다($p < 0.05$). 식초 10%, 40% 실험군의 저장기간별 전반적 기호도는 저장 30일차에 가장 높게 나타났고 대체적으로 제조 직후보다 저장기간이 증가한 차잎 피클의 기호도가 높은 것으로 나타났다. 식초 20%, 30% 실험군 또한 제조직후보다 대체적으로 저장기간이 증가한 차잎 피클의 기호도가 높게 나타났으나 저장 20일차의 기호도가 가장 우수한 것으로 나타났다($p < 0.05$). 이러한 결과는 저장기간이 증가함에 따라 조미액이 차잎에 침투하여 차잎의 고유한 쓴맛을 약화시켰기 때문인 것으로 사료된다.

5. 차잎 피클의 저장 중 총 페놀화합물 함량과 플라보노이드 함량

조미액의 식초 함량을 달리하여 제조한 차잎 피클의 저장기간에 따른 총 페놀 화합물 함량과 플라보노이드 함량은 Table 6과 같다. 식물유래 페놀성 화합물은 지질의 산화를 억제하는 물질로서 그 종류는 단순 phenol류, phenolic acid류, flavonoid류 등이 있으며, 항균, 항알러지, 항산화, 항암 등의 효과가 있는 것으로 보고되고 있다 (Azuma K 등 1999). 조미액의 식초 함량별 차잎 피클의 총 폴리페놀 화합물함량은 0.488~0.567 mg/mL에서 저장기간이 경과함에 따라 30일차에는 0.365~0.450 mg/mL로 꾸준히 감소하였고 식초 10%, 40% 실험군은 3일차부터, 식초 20%, 30% 실험군은 5일차부터 유의적으로 감소하는($p < 0.05$) 것으로 나타났다. 조미액의 식초 농도에 따른 차잎 피클의 제조 결과 저장기간이 경과하는 동안 총 폴리페놀의 함량의 변화는 식초 40% 실험군이 가장 크게

Table 5. Changes in sensory characteristics of tea leaf pickles with different vinegar contents

Items	Storage time (day)	Tea leaf pickles ¹⁾			
		A	B	C	D
Flavor	0	4.00±2.14 ^{N.S.4)}	3.80±1.90	4.80±1.82	4.67±2.02
	3	4.27±1.75	4.40±1.76	4.07±1.22	4.20±1.70
	5	4.27±1.75	4.37±1.74	4.33±2.09	4.00±2.00
	10	4.27±1.75	4.37±1.74	4.33±2.09	4.00±2.00
	15	4.47±2.10	4.00±2.04	3.80±1.74	4.20±1.90
	20	4.40±1.68	4.33±1.88	4.13±2.23	3.93±2.19
	30	4.20±1.15	4.33±1.59	4.27±2.22	4.00±2.04
Bitter taste	0	4.60±2.38 ^{c3)}	4.53±2.47 ^b	4.27±1.83	4.53±1.81 ^b
	3	4.67±1.91 ^{bc}	5.00±1.73 ^{ab}	5.20±1.70	5.33±1.35 ^{ab}
	5	4.53±1.41 ^{abc}	4.20±1.66 ^{ab}	5.23±1.55	4.90±1.34 ^{ab}
	10	4.53±1.41 ^{abc}	4.20±1.66 ^a	5.23±1.55	4.90±1.34 ^{ab}
	15	4.67±2.02 ^{abc}	4.60±1.99 ^a	4.73±1.87	5.13±1.68 ^a
	20	5.73±1.83 ^a	5.13±2.03 ^a	5.20±1.70	5.33±0.85 ^a
	30	5.33±1.63 ^{ab}	4.73±1.67 ^a	5.13±1.77	5.53±1.30 ^{ab}
Texture	0	4.47±1.51 ^c	4.93±1.39	5.13±1.85	4.93±1.33
	3	^B 5.07±1.94 ^c	^{AB} 5.37±1.37	^{AB} 5.67±1.59	^A 5.67±1.11
	5	5.60±1.30 ^{ab}	5.33±1.35	5.80±1.32	5.67±1.35
	10	5.60±1.30 ^{ab}	5.33±1.35	5.80±1.32	5.67±1.35
	15	5.40±1.59 ^b	5.20±1.82	4.73±1.39	5.00±1.41
	20	6.40±0.99 ^{Aa}	^{AB} 5.73±1.62	^B 5.40±0.91	^B 5.60±0.99
	30	5.33±1.72 ^{ab}	5.33±1.40	4.73±1.28	5.27±1.39
Overall acceptance	0	^B 4.20±1.78 ^c	^B 4.47±1.51 ^c	^A 5.13±2.33	^{AB} 4.53±1.68 ^{ab}
	3	^B 5.10±1.81 ^{bc}	^A 5.60±1.30 ^b	^{AB} 5.27±1.10	^A 5.30±1.81 ^{ab}
	5	5.53±1.51 ^a	4.77±1.43 ^b	5.93±1.03	5.53±1.41 ^a
	10	^{BC} 5.53±1.51 ^{abc}	^A 4.77±1.43 ^{ab}	^{AB} 5.93±1.03	^C 5.53±1.41 ^b
	15	^{AB} 5.40±1.92 ^{ab}	^A 5.67±1.76 ^{ab}	^{AB} 5.20±1.26	^B 4.87±1.06 ^b
	20	^B 5.80±1.97 ^{ab}	^A 6.33±1.76 ^a	^B 5.60±1.24	^B 5.27±0.80 ^{ab}
	30	5.87±1.88 ^{ab}	5.50±1.21 ^b	5.47±1.55	5.53±1.36 ^{ab}

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾The values are means±SD (n=15), hedonic scale of 1 (dislike very much) to 9(like very much),

³⁾A-B, a-c different capital letters within the same column are significantly different from each sample, different small letters within the same low are significantly different from each other at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test

⁴⁾N.S not significant

감소하는 것으로 나타났고 모든 실험군에서 저장기간이 지남에 따라 점차 감소하는 경향을 보였다.

녹차는 flavonols, flavandiols, flavanol 및 phenolic acid 등을 포함한 polyphenol류를 함유하고 있으며, 이러한 물질들은 건조중량의 약 30%를 차지하며, 대부분의 녹차의 polyphenol류는 catechin으로 알려진 flavonoid류이다(Lee MG 등 1989). Flavonoid의 생리활성 작용으로 가장 주목 받는 것 중의 하나는 항산화 작용으로 유리기에 수소원

자를 공여하여 생체 내에서 산화 스트레스에 의해서 과잉으로 생성된 활성산소 등의 자유 라디칼의 생성을 억제시킴으로써 항산화 작용을 발휘하는 것으로 알려져 있다(Son MY 등 2004). 조미액의 식초 함량별 차일 피클의 플라보노이드 함량은 0.128~0.168 mg/mL에서 저장기간이 경과함에 따라 30일차에는 0.109~0.138 mg/mL로 지속적으로 감소하였고 식초 10% 실험군은 3일차부터, 식초 20%~40% 실험군은 5일차부터 유의적으로 감소하는($p<$

Table 6. Changes in antioxidant compound contents of tea leaf pickles with different vinegar contents

	Storage time (day)	Tea leaf pickles ¹⁾			
		A	B	C	D
Total phenol compound contents (mg/mL)	0	^A 0.545±0.003 ^{2)ad4)}	^B 0.551±0.003 ^a	^C 0.567±0.002 ^a	^D 0.488±0.004 ^a
	3	^A 0.510±0.001 ^b	^B 0.547±0.004 ^a	^C 0.560±0.000 ^a	^D 0.439±0.000 ^b
	5	^A 0.482±0.014 ^c	^B 0.502±0.010 ^b	^C 0.488±0.010 ^b	^D 0.432±0.010 ^b
	10	^B 0.472±0.004 ^c	^A 0.508±0.000 ^{bc}	^{AB} 0.466±0.005 ^c	^C 0.394±0.004 ^c
	15	^B 0.454±0.004 ^d	^A 0.489±0.007 ^c	^B 0.446±0.008 ^d	^C 0.404±0.002 ^d
	20	^B 0.442±0.007 ^e	^A 0.472±0.004 ^d	^B 0.442±0.003 ^d	^C 0.377±0.006 ^e
	30	^B 0.433±0.003 ^e	^A 0.450±0.008 ^e	^B 0.436±0.003 ^d	^C 0.365±0.005 ^f
Flavonoid contents (mg/mL)	0	^A 0.168±0.006 ^a	^B 0.155±0.001 ^a	^C 0.144±0.002 ^a	^D 0.128±0.002 ^a
	3	^A 0.163±0.003 ^{ab}	^B 0.154±0.000 ^a	^C 0.144±0.002 ^a	^D 0.125±0.002 ^a
	5	^A 0.158±0.002 ^{bc}	^B 0.144±0.000 ^b	^B 0.131±0.008 ^b	^C 0.111±0.013 ^b
	10	^A 0.152±0.003 ^d	^A 0.148±0.000 ^{ab}	^B 0.129±0.008 ^{bc}	^C 0.108±0.010 ^b
	15	^A 0.144±0.000 ^e	^B 0.132±0.004 ^c	^C 0.120±0.001 ^{cd}	^D 0.106±0.003 ^b
	20	^A 0.141±0.000 ^e	^B 0.127±0.008 ^c	^C 0.116±0.004 ^d	^C 0.108±0.004 ^b
	30	^A 0.138±0.001 ^e	^B 0.125±0.000 ^c	^C 0.114±0.004 ^d	^D 0.109±0.000 ^b

¹⁾Refer to Table 1.

³⁾The values are means±SD (n=3)

^{3)A-D, a-c} different capital letters within the same column are significantly different from each sample, different small letters within the same low are significantly different from each other at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test

0.05) 것으로 나타났다. 조미액의 식초 농도에 따른 차잎 피클의 제조 결과 저장기간이 경과하는 동안 플라보노이드 함량의 변화는 식초 함량 40% 실험군이 가장 크게 감소하는 것으로 나타났고 모든 실험군에서 저장기간이 지남에 따라 점차 감소하는 결과를 보였다.

6. 차잎 피클의 저장 중 DPPH 라디칼 소거능과 ABTS 라디칼 소거능

조미액의 식초 함량을 달리하여 제조한 차잎 피클의 저장기간에 따른 DPPH 라디칼 소거능과 ABTS 라디칼 소거능은 Table 7과 같다. 항산화물질의 가장 특징적인 역할은 oxidative free radical과 반응하는 것으로 이점을 이용하여 항산화능을 측정한다. DPPH는 안정한 free radical로 cysteine, glutathione과 같은 황 함유 아미노산과 ascorbic acid, tocopherol 등의 항산화 물질에 의해 환원되어 탈색되므로 항산화물질의 항산화능을 측정할 때 DPPH 라디칼 소거능 측정법이 많이 이용된다(Ramarathnam N 등 1995). 녹차의 항산화능은 비타민 C와 polyphenol 화합물인 catechin류에 의한 것으로 보고(Park CO 1996) 되고 있다. 조미액의 식초 함량에 따른 차잎 피클의 DPPH 라디칼 소거능은 35.2~30.5 mg%에서 저장기간이 경과함에 따라 30일차에는 18.4~21.3 mg%로 꾸준히 감소하였고, 식초 10% 실험군은 저장 5일차부터, 식초

20%~40% 실험군은 저장 3일차부터 유의적으로 감소하는 것으로 나타났다($p<0.05$). 조미액의 식초 농도에 따른 차잎 피클의 제조 결과 저장기간이 경과하는 동안 DPPH 라디칼 소거능의 변화는 식초 함량 40% 실험군이 가장 큰 폭으로 감소하는 것으로 나타났고 모든 실험군에서 저장기간이 지남에 따라 점차 감소하는 경향을 보였다.

조미액의 식초 함량별 차잎 피클의 ABTS 라디칼 소거능은 24.8~27.5 mg%에서 저장기간이 경과함에 따라 30일차에는 17.5~21.0 mg%로 꾸준히 감소하였고, 식초 10%, 20%, 40% 실험군은 저장 3일차부터 식초 30% 실험군은 저장 10일차부터 유의적인 차이를 보이며 감소하는 것으로 나타났다($p<0.05$). 조미액의 식초 농도에 따른 차잎 피클의 제조 결과 저장기간이 경과하는 동안 ABTS 라디칼 소거능의 변화는 식초 함량 40% 실험군이 가장 큰 폭으로 감소하는 것으로 나타났고 모든 실험군에서 저장기간이 지남에 따라 점차 감소하는 경향을 보였다. Jeong CH 등(2009)의 연구에서 국내 시판되는 녹차, 보이차, 우롱차, 홍차의 항산화를 비교한 결과 ABTS 항산화 활성은 녹차가 가장 높고 보이차, 우롱차, 홍차 순이었다고 보고하고 있으며 이는 차잎을 피클로 가공처리 과정을 거치며 녹차의 항산화성분이 감소한 것과 같은 결과인 것으로 사료된다.

Table 7. Changes in antioxidant activity of tea leaf pickles with different vinegar contents

	Storage time (day)	Tea leaf pickles ¹⁾			
		A	B	C	D
DPPH radical scavenging ²⁾ (mg%)	0	^A 35.2±0.04 ^{2)a3)}	^B 32.6±0.01 ^a	^C 33.4±0.01 ^a	^D 30.5±0.01 ^a
	3	^A 34.3±0.02 ^a	^B 30.9±0.01 ^{ab}	^C 27.7±0.01 ^b	^D 25.5±0.01 ^b
	5	^A 32.7±0.02 ^{ab}	^B 30.7±0.01 ^{ab}	^C 26.2±0.01 ^{bc}	^D 25.5±0.01 ^b
	10	^A 30.4±0.00 ^{bc}	^B 29.0±0.01 ^b	^C 25.0±0.01 ^c	^D 23.7±0.01 ^b
	15	^A 29.4±0.01 ^c	^B 25.5±0.02 ^c	^C 23.2±0.01 ^d	^D 21.7±0.00 ^c
	20	^A 25.5±0.03 ^d	^B 22.5±0.00 ^d	^C 21.6±0.01 ^e	^D 20.5±0.02 ^d
	30	^A 21.3±0.01 ^e	^B 19.8±0.01 ^e	^C 19.3±0.01 ^f	^D 18.4±0.01 ^e
ABTS radical scavenging ³⁾ (mg%)	0	^A 27.5±0.003 ^a	^A 27.5±0.004 ^a	^A 26.9±0.009 ^a	^B 24.8±0.001 ^a
	3	^A 26.7±0.005 ^b	^A 25.7±0.002 ^b	^B 26.6±0.007 ^a	^C 23.9±0.003 ^{ab}
	5	^A 25.1±0.006 ^c	^A 24.8±0.009 ^{bc}	^A 25.3±0.007 ^a	^B 22.7±0.005 ^{bc}
	10	^A 24.9±0.002 ^c	^A 23.8±0.004 ^{cd}	^A 23.7±0.006 ^b	^B 22.3±0.012 ^c
	15	^A 24.8±0.006 ^c	^B 23.4±0.003 ^d	^C 21.2±0.004 ^c	^D 20.0±0.004 ^d
	20	^A 23.4±0.005 ^d	^B 21.3±0.009 ^e	^B 21.2±0.008 ^c	^C 18.8±0.005 ^d
	30	^A 20.6±0.003 ^e	^A 21.0±0.007 ^c	^A 20.3±0.014 ^c	^B 17.5±0.012 ^e

¹⁾Refer to Table 1.

²⁾The values are means±SD (n=3)

³⁾A-D, a-c different capital letters within the same column are significantly different from each sample, different small letters within the same low are significantly different from each other at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test

V. 요약

조미액의 식초 함량을 달리하여 제조한 차잎 피클의 pH는 저장기간이 증가함에 따라 소폭 감소하였고, 총산도는 증가하였다. 차잎 피클의 색도는 저장기간이 지남에 따라 L값은 감소, a값은 증가함을 보였으며 식초 20% 실험군을 제외하고는 L값의 저장기간에 따른 유의적 차이가 없었다($p<0.05$). 경도는 저장기간이 지남에 따라 꾸준히 감소하였는데 식초 10% 실험군은 15일부터 식초 20%, 30% 실험군은 5일부터, 식초 40% 실험군은 3일부터 경도에 유의적인 차이가($p<0.05$) 나타난 것으로 보아 조미액의 식초함량이 피클의 연화현상에 영향을 미치는 것으로 보이며 조미액의 식초의 함량에 따라 경도 감소 시기의 차이가 나타나는 것은 조미액 별 산성 조건이 다르므로 탈메틸화(demethylation)가 진행되는 정도의 차이 때문인 것이라 사료된다. 관능검사 결과 짠맛의 기호도는 저장기간이 지남에 따라 대체로 증가하였으며 전반적 기호도는 식초 함량 40% 실험군 제외한 모든 실험군에서 20일차에 점수가 가장 높게 나타났으며($p<0.05$) 그 중 식초 함량 20% 실험군이 가장 우수한 것으로 나타났다. 차잎피클 제조시 저장기간이 경과함에 따라 총 페놀화합물 함량, 플라보노이드 함량은 감소하였으며 식초 함량 40% 실험군에서 가장 많이 감소함을 보였다. 또한, DPPH 라디칼 소

거능, ABTS 라디칼 소거능도 저장기간에 따라 꾸준히 감소하며 조미액의 식초의 함량 40% 실험군에서 가장 많이 감소한 것으로 나타났다. 이를 종합해 볼 때 조미액의 식초함량을 달리하여 제조한 차잎 피클은 식초 20% 함량으로 저장 20일차에 섭취할 때 전반적인 기호도가 가장 우수하며 저장기간에 따라 항산화 화합물 함량 및 항산화 활성능이 감소하므로 가능한 빠른 시일에 섭취하는 것이 생리활성 물질의 이용면에서 우수할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ009344)의 지원에 의해 이루어진 것으로서 이에 감사드립니다.

References

- Abe Y, Umemura S, Sugimoto KI, Kirawa N, Kato Y, Yokoyama N, Yokoyama T, Iwai J and Ishii M. 1995. Effect of green tea rich in γ -aminobutyric acid on blood pressure of dahl salt-sensitive rats. *Am. J Hypertens* 8(1):74-79
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. USA pp 1127-1134
- Azuma KM, Nakayama M, Koshica K, Lppoushi Y, Yamaguchi

- K, Kohata Y, Yamaguchi H, Ito and H. Higashio. H. 1999. Phenolic antioxidants from the leaves of *Corchorus olitorius* L. *J Agric Food Chem* 47(10):3963-3966
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 26(4):1199-1200
- Choi HS, Kim JG, Kim WJ. 1989. Effect of heat treatment on some qualities of Korean pickled cucumbers during fermentation. *Korean J Food Sci* 21(6):845-849
- Chun HJ, Lee HJ. 1996. *Western Food*. Kyomunsa, Seoul p 296
- Jeong HA, Yun JY, Hwang JS, Ju NM. et al. 2004. Optimization on organoleptic characteristics of cauliflower pickles. *Korean J Food Culture* 19(2):193-199
- Fleming HP, McFeeter RF, Daeschel MA, Humphries EG, Thompson RL. 1988. Fermentation of cucumbers in anaerobic tanks. *J Food Sci* 53(1):127-133
- Folin O. and Denis W. 1915. A colorimetric method for determination of phenols (Phenol derivatives) in urine. *J Bio Chem* 22(3):305-308
- Graham HN. 1992. Green tea composition, consumption, and polyphenol chemistry, *Prev Med* 21(3):334-350
- Ishikawa T, Suzukawa M, Ito T, Yoshida H, Ayaori M, Nishiwaki M, Yonemura A, Hara Y and Nakamura H. 1997. Effect of tea flavonoid supplementation on the susceptibility of low-density lipoprotein to oxidative modification. *Am. J Clin Nutr* 66(2):261-266
- Jeong CH, Kang ST, Joo OS, Lee SC, Shin YH, Shim KH, Cho SH, Choi SG, Heo HJ. 2009. Phenolic content, antioxidant effect and acetylcholinesterase inhibitory activity of Korean commercial green, puer, oolong, and black teas. *Korean J Food Preserv* 16(2):230-237
- Kim JG, Choi HS, Kim SS, Kim WJ. 1989. Changes in physicochemical and sensory qualities of Korean pickled cucumbers during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 21(6):838-844
- Kim JT. 1996. *Science and culture of tea*. Borimsa Publishing Co., Seoul, Korea pp 74-76
- Kim SH. 1999. Effect of pH on the green tea extraction. *J Korean Food Sci Technol* 31(4):1024-1028
- Koh JH, Shin HH, Kim YS, Kook MC. 2012. Properties of immature green cherry tomato pickles. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25(1):77-82
- Lee MG, Lee SW, Kim SS, Lee SH Oh SL. 1989. Changes in tasting constituents (tannin, free sugar, total nitrogen) of green tea by leaching condition. *Korean J Dietary Culture* 4(4):411-416
- Markham KR. 1982. *Techniques of flavonoids identification*. Academic Press. London, UK p 37
- Mcfeeters RF, Fleming HP, Thomopson RL. 1985. Pectinesterase activity pectin methyl methylation and texture changes during storage of blanched cucumber slice. *J Food Sci* 50(1):201-205
- Nakabayashi T, Ina K, and Sakata K. 1994. *Chemistry and function of green, black and oolong tea*. Kogagu press, Japan pp 237-240
- Oh SH, Oh YK, Park HH, Kim MR. 2003. Physicochemical and sensory characteristics of turnip pickle prepared with different pickling spices during storage. *Korean J Food Preser* 10(3):347-353
- Oh MJ. 2012. *Current Status and Prospects of the Korean Green Tea Industry*. Kor. p 11
- Park BH, Jeon ER, Kim SD, Cho HS. 2009. Changes in the quality characteristics of lotus root pickle with beet extract during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38(8):1124-1129
- Park CO. 1996. *Antioxidant activity of boiling water extracts obtained from green tea*. Doctorate thesis. Pusan National University. pp 26-30
- Park JH, Kim YO, Jung JM, Seo JB. 2006. Effect on quality of pan-fired green tea at different pan-firing conditions. *J Bio Environ Con* 15(1):90-95
- Park YH, Won EK, Son DJ. 2002. Effect of pH on the stability of green tea catechins. *J Fd Hyg Safty* 17(3):117-123
- Ramarathnam N, Osawa T, Ochi H, Kawakishi S. 1995. The contribution of plant food antioxidants to human health. *Trends Food Sci Tech* 6(3):75-82
- Rhi JW and Shin HS. 1993. Antioxidant effect of aqueous extract obtained from green tea. *Korean J Food Sci Technol* 25(6):759-763
- Robert R, Nicoletta P, Anna P, Ananth P, Ananth P, Min Y, Catherine RE. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26(9-10):1231-1237
- Shin MS, Kim WS, Lee KE, Kim MJ, Yun HH, Kim SR. 2001. *Foods: experimental perspective/ 4th edition*. Life Science. Seoul. Korea pp 73-99
- Son EJ, Oh SH, Heo OS, Kim MR. 2003. Physicochemical and sensory characteristics of turnip pickle added with chitosan during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32(8):1302-1309
- Son MY, Kim SH, Nam SH, Park SK, Sung NJ. 2004. Antioxidant activity of Korean green and fermented tea extracts. *J Life Sci* 14(6):920-924
- Song MR. 2009. Quality characteristics and antioxidative activity of garlic pickles prepared with persimmon vinegar and maesil (japanese apricot) juice. *J East Asian Dietary Life* 19(6):981-986
- Song MR, Kim MJ, Kwon OY, Kim HR and Kim MR. 2009. Quality characteristics and antioxidative activity of garlic pickles prepared with persimmon vinegar and maesil juice. *J East Asian Soc Dietary Life* 19(6):981-986
- Suh BS, Suh HS. 2007. The Change in catechin content of Korean Bosung green tea by different processes and storage. *J East Asian Soc Dietary Life* 17(3):409-416
- Van Buren JP. 1979. The chemistry of texture in fruits and vegetables. *J Texture Studies* 10(1):1-23

Received on Mar.13, 2014/ Revised on June10, 2014/ Accepted on June30, 2014