

Quality characteristics of mayonnaise with varied amounts of yuzu juice added during the storage period

Kyung Mi Kim*, Jong Eun Lee, Jin Sook Kim, Song Yi Choi, Young Eun Jang

Department of Agro-food Resources, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration,
Wanju 565-851, Korea

유자즙 첨가량을 달리한 마요네즈 저장 중 품질특성

김경미* · 이종은 · 김진숙 · 최송이 · 장영은

농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

Abstract

The purpose of this study was to examine the antioxidant activity and quality characteristics of mayonnaise with varied amounts of yuzu juice added during the storage period. The viscosities of the yuzu juice groups were significantly higher than that of the control group ($p<0.05$). In terms of color, the L values of the yuzu juice groups were lower than that of the control group, and these L values significantly decreased during the storage period ($p<0.05$). In the meantime, the a values of the Y-75 and Y-100 groups significantly increased during the storage period ($p<0.05$). The DPPH free-radical scavenging activities of all the groups decreased during the storage period while the yuzu juice groups demonstrated higher DPPH free-radical scavenging activities compared to the control group ($p<0.05$). With an increment in the added amount of yuzu juice lower have been the acid values and peroxide values of yuzu juice groups than that of the control group even though they have been increased with the course of storage period ($p<0.05$). Based on these results, it can be concluded that yuzu juice added to the mayonnaise may be useful for improving its quality and storage stability.

Key words : mayonnaise, yuzu, quality characteristic, storage

서 론

유자(*Citrus Junos* Sieb.)는 분류학상 운향과 감귤속에 속하며, 중국, 일본 등지에서도 생산이 되나 한국산 유자의 향이 가장 우수하다고 알려져 있다(1). 유자는 내한성에 약해 우리나라 남부지방인 전라남도(고흥, 완도, 장흥, 진도 등), 경상남도(거제, 남해, 통영 등) 및 제주도에서 주로 재배되고 있다(1). 유자는 다른 감귤류와는 달리 과육 뿐 아니라 과피까지 모두 이용할 수 있는 장점을 지니고 있으며 신맛이 강하고 향기가 다른 과실에 비해 뛰어나다(2). 또한 유자의 비타민 C는 레몬보다 3배 많은 양이 함유되어 있어 피부미용 및 감기에 좋고, 유기산 또한 풍부하여 노화

와 피로방지도 효과적이며, 그 외에도 비타민 A, B 및 무기질 등의 함량이 높다(2,3). 특히, 유자의 과피에는 항균 작용을 지닌 정유 성분인 리모넨(limonene), 플라보노이드류인 나린진(naringin), 혈압강하, 항알러지 및 발암 억제의 생리활성기능을 가진 헤스페리딘(hesperidine) 등을 함유하고 있다(2,4).

이러한 기능성과 영양을 가진 유자는 건강 식품으로서의 가치가 높아 소비를 활성화하고자 하나 수확기간이 짧고, 저장성도 낮아 대부분 생과나 당절임 형태인 유자차의 원료로 사용되고 있다. 그러나 유자차 제조 시 주로 과피를 사용하기 때문에 과육 및 과즙은 폐기되고 있는 실정이다(5,6). 따라서 유자를 활용한 다양한 제품 개발 뿐 아니라 유자차 제조 시 생기는 부산물을 이용할 다양한 방안도 필요하다.

지금까지 유자를 이용하여 제품을 개발한 연구로는 초콜릿(7), 요구르트(8), 잼(9), 막걸리(10), 젤리(11), 소스(12) 등이 있으나, 최근 소비자들의 요구와 트렌드를 고려한 제

*Corresponding author. E-mail : kimkm@korea.kr
Phone : 82-63-238-3556, Fax : 82-63-238-3842
Copyright © Korean Journal of Food Preservation. All rights reserved.

품들이 더 필요한 실정이다. 한편, Kim 등(6)은 유자차 부산물인 유자즙이 식초와 유사한 pH와 산도를 가지는 특성을 적용하여 마요네즈의 기호성 및 상품성을 향상시켜 유자마요네즈의 개발 가능성을 타진하기도 하였다.

마요네즈는 1972년 국내에서 처음으로 만들어졌으며, 샐러드의 섭취 시 주로 이용하는 드레싱 중 하나로 주 재료인 식용유, 난황 및 식초에 소금과 설탕 등의 조미료를 첨가하여 만든다(6,13,14). 마요네즈에 사용되는 난황의 인지질 레시틴(lecithin)은 친수성기와 소수성기 모두를 가지고 있어, 물리적인 힘을 가하면 식용유인 유지와 식초와 같은 수상이 고루 섞일 수 있도록 도와준다(15).

식품공전상에 마요네즈의 식물성 식용유 함량은 65% 이상으로 규정하고 있는데 식물성 유지인 식용유는 불포화 지방산이 많아 저장 중에 발생하는 생성물질들이 맛, 향 등 기호적인 특성 및 영양적 손실과 같은 기능적 측면에서도 좋지 못한 결과를 가져올 수 있다(9,16). 마요네즈에 함유된 유지의 산패를 막기 위하여 항산화제 등의 합성보존료를 사용하는데, 이는 체내 축적 시 발성독성, 발암성 등의 문제가 야기되어 소비자들은 천연 항산화제 등의 보존료를 사용하기를 원하고 있다(17,18).

마요네즈에 관한 연구로는 단호박(19), 녹차분말(20), 된장분말(21), 키토 올리고당(14), DHA(22), 팜유(23), 마늘(24), 녹차(18), 쌀된장 분말(25), 진피분말(26)등을 첨가하여 제조한 마요네즈의 품질, 산화안정성 및 저장성연구가 일부 진행되었다. 그러나 마요네즈 제조 시 이러한 부재료 첨가는 마요네즈의 색이나 향의 나쁜 영향을 줄 수 있는 한계가 있었다.

따라서 본 연구에서는 기존 마요네즈와 유사한 관능적 특성을 유지하면서 품질 향상을 위해서 유자즙의 첨가량을

달리한 마요네즈를 제조하여 저장기간 중 항산화 활성 및 품질 특성의 변화를 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 유자 마요네즈의 유자는 유기농 유자원액 100%로 에덴식품(고흥군, 대한민국)에서 구입하여 냉동보관하며 사용하였다. 마요네즈 제조를 위해 사용된 계란(CJ), 머스타드(Reine Dijon S.A), 식용유(백설) 식초(오투기), 레몬즙(Polenghi-Las. Italy), 설탕(백설), 소금(해표)은 마트에서 구입하여 냉장보관하며 사용하였다.

유자 마요네즈 제조

유자즙을 첨가한 마요네즈는 Table 1에 제시한 배합비율로 제조하였다. 실험군은 식초양에 대하여 유자즙 0, 25, 50, 75, 100%(v/v) 첨가군 및 레몬즙 100% 첨가군으로 나누어 총 6개의 실험군으로 제조하였다. 난황과 설탕, 소금, 머스타드를 볼에 넣고 핸드블렌더(V-5000, Buwon electronics Co., Ltd., Seoul, Korea)를 이용하여 30초간 교반하였다. 그 후 식용유와 식초 및 유자즙 또는 레몬즙을 가하면서 1분간 교반하는데 3번에 걸쳐 총 3분간 실시하였다.

점도

저장기간 별 유자 마요네즈의 점도는 시료 100g을 비이커에 채취하여 25℃에서 점도계(Brookfield engineering laboratories Inc., Middleboro, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 이 때 10 rpm에서 spindle No.6를 이용하여 2분 처리 후 측정하였다.

Table 1. Formula mayonnaise added with yuzu juice.

Ingredients	sample ¹⁾	Control	Y-25	Y-50	Y-75	Y-100	L-100
Egg yolk (g)		90	90	90	90	90	90
Oil (mL)		600	600	600	600	600	600
Salt (g)		3	3	3	3	3	3
Sugar (g)		15	15	15	15	15	15
Mustard (g)		15	15	15	15	15	15
Vinegar (mL)		135	101.25	67.5	33.75	0	0
Yuzu juice (mL)		0	33.75	67.5	101.25	135	0
Lemon juice (mL)		0	0	0	0	0	135
Total		858	858	858	858	858	858

¹⁾Control : The mayonnaise without yuzu juice

Y-25 : The mayonnaise added with 75% of vinegar and 25% of yuzu juice

Y-50 : The mayonnaise added with 50% of vinegar and 50% of yuzu juice

Y-75 : The mayonnaise added with 25% of vinegar and 75% of yuzu juice

Y-100 : The mayonnaise added with 100% of yuzu juice

L-100 : The mayonnaise added with 100% of lemon juice

탁도

유화안정성을 알아보기 위한 탁도 측정은 Lee와 Song(27)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 0.02 g을 100 mL 삼각플라스크에 취하여 0.1% sodium dodecyl sulfate (SDS)용액으로 1:1000 비율로 희석한 다음 homogenizer (Ultra-Turrax T25, IKA Labortechnik Co., Staufen, Germany)로 3분간 교반하였다. 이 후 2시간 방치한 다음 분광광도계(PR-101a, Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 500 nm에서 흡광도를 측정하여 탁도로 나타내었다

색도

마요네즈 표면의 색도는 Hunter 체계를 이용한 색차계 (Chromateter, CR-300, Minolta Co., Tokyo, Japan)로 측정하였다. 표준색판(L=96.96, a=0.17, b=1.96)으로 보정한 후, 각 시료의 색을 측정하고 명도(lightness), 적색도(redness), 황색도(yellowness) 및 색차(color difference)를 지시하는 L, a, b 및 ΔE 값으로 나타내었다.

DPPH 라디칼 소거능

시료 추출은 Park과 Lee(21)의 방법에 따라 실시하였다. 시료 10g에 2배의 메탄올을 넣고 10분간 균질 시킨 후 원심 분리기(Hitachi koki Co., Ltd., Japan)를 이용하여 8,000 rpm에서 20분간 원심 분리하여 얻은 상등액을 실험에 사용하였다.

DPPH 라디칼 소거능은 Blois(28)의 방법을 변형하여 측정하였다. 에탄올에 용해시킨 0.1 mM DPPH(α, α -diphenyl- β -picrylhydrazyl) 용액과 시료 추출 상등액을 9:1의 비율로 혼합 후 암실에서 10분 동안 반응시켜 분광광도계(PR-101a, Atago Co., Ltd.)를 이용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능은 아래의 식에 따라 산출하였다.

$$\text{Antioxidant effect (\%)} = 1 - \left(\frac{\text{sample Abs}}{\text{control Abs}} \right) \times 100$$

sample Abs : 실험군의 흡광도

control Abs : 대조군의 흡광도

산가

산가는 AOCS의 CS 3a-63법(29)에 의하여 시료 1~3 g씩을 취해 250 mL삼각플라스크에 채취하여 acid value 측정시료로 사용하였으며 시료에 100 mL의 용매(diethyl ether = 1:1 v/v)를 가한 후 혼합하여 0.1 N KOH(potassium hydroxide)로 적정하였다. 지시약은 1% phenolphthalein 용액을 사용하였고, 다음의 식으로부터 산가를 계산하였다(32).

$$\text{Acid Value} = \frac{(v_1 - v_0) \times 5.611 \times F}{S}$$

v_1 : 본시험의 0.1 N KOH 용액의 적정소비량(mL)

v_0 : 공시험의 0.1 N KOH 용액의 적정소비량(mL)

F : 0.1 N KOH 용액의 역가

S : 시료 채취량(g)

과산화물가

과산화물가는 AOCS의 Cd 8-53법(30)에 의하여 시료 1~3 g씩을 취해 250 mL 삼각플라스크에 채취하여 POV의 측정시료로 하였으며, acetic acid와 chloroform의 혼합액(3:2, v/v) 30 mL를 가하여 시료가 완전히 용해될 때까지 흔들어 주었다. 바로 제조한 KI 포화용액 0.5 mL를 정확하게 가한 다음 1분간 정확히 교반 후 증류수 30 mL를 가하고 1% 전분 지시약 1 mL를 첨가하고 0.01 N - $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 용액으로 적정하여, 전분에 의한 착색이 소실되는 때를 종말점으로 하였으며, 다음의 식으로부터 과산화물가를 계산하였다.

$$\text{Peroxide Value (meq/kg oil)} = \frac{(S' - B) \times N \times 1000}{S} \times F$$

S' : 시료의 적정량(mL)

B : 공시험의 적정량(mL)

N : $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 용액의 N농도

S : 시료의 채취량(g)

F : $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 용액의 역가

통계처리

본 연구에서 얻어진 결과는 SPSS(Statistical Package for Social Science, 18.0, Chicago, IL, USA)을 이용하여 평균값과 표준편차를 계산하였다. 시료간의 유의성 검정은 one-way analysis of variance(ANOVA)를 한 후, $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하여 저장기간에 따른 변화와 유자즙 첨가비율에 따른 시료간의 유의적인 차이를 비교하였다.

결과 및 고찰

저장기간에 따른 유자 마요네즈의 점도 변화

유자즙을 첨가하여 만든 마요네즈의 저장 기간에 따른 점도는 Table 2와 같다. 유자즙을 첨가하지 않은 대조군은 49.88×10^3 cP로 측정되었으며, Y-50, Y-75 및 Y-100군은 $59.62 \times 10^3 \sim 67.58 \times 10^3$ cP의 범위로 대조군에 비하여 유의적으로 높은 점도를 나타내었으나($p < 0.05$), Y-25군 및 L-100군의 점도는 대조군과 유의차를 보이지 않았다. 대조군의 점도는 저장기간이 지남에 따라 유의적으로 감소하여 저장 28일에는 26.00×10^3 cP로 가장 낮게 측정되었다($p < 0.05$). 유자즙 첨가군 또한 저장기간이 지남에 따라 점도가 감소함을 보였으나, Y-50, Y-75 및 Y-100군은 대조군에 비하여 높은 점도를 나타내었다($p < 0.05$).

키토올리고당을 첨가한 마요네즈 연구(14)에서도 키토

Table 2. Changes in viscosity of mayonnaise added with yuzu juice during storage.

(x10³ cP)

sample ¹⁾ \ day	0	7	14	21	28
Con	49.88±0.20 ^{C2)a3)}	40.40±1.67 ^{Cb}	29.67±0.34 ^{CDc}	29.23±0.71 ^{Cc}	26.00±0.79 ^{Dd}
Y-25	49.27±1.42 ^{Ca}	30.85±0.77 ^{Eb}	28.30±0.36 ^{Dc}	27.63±0.81 ^{Dc}	26.75±0.25 ^{Dc}
Y-50	60.83±0.71 ^{Ba}	34.60±1.13 ^{Db}	30.50±1.10 ^{BCc}	30.47±0.61 ^{Bc}	29.27±0.25 ^{Cc}
Y-75	67.58±1.26 ^{Aa}	47.67±1.45 ^{Ab}	40.47±0.65 ^{Ac}	37.82±0.83 ^{Ad}	35.25±0.30 ^{Ae}
Y-100	59.62±0.18 ^{Ba}	42.75±0.80 ^{Bb}	40.50±1.15 ^{Ac}	37.95±0.35 ^{Ad}	34.20±0.10 ^{Be}
L-100	49.73±1.38 ^{Ca}	34.67±0.99 ^{Db}	31.90±1.37 ^{Bc}	27.38±0.37 ^{Dd}	26.53±0.35 ^{Dd}

¹⁾All mean values are triplicate determinations; Mean±standard deviation; The abbreviation is same as Table 1.²⁾The same superscripts in a column (A-E) are significantly different each other at p<0.05 stage by Duncan's multiple range test.³⁾The same superscripts in a row (a-f) are significantly different each other at p<0.05 stage by Duncan's multiple range test.

올리고당의 첨가량이 증가할수록 점도가 증가하였으며, 저장기간에 지남에 따라 점도가 감소하는 경향을 보여 본 실험 결과와 유사하였다. Kim과 Hur(31)는 키토산 첨가 마요네즈가 대조군에 비하여 높은 점도를 나타내었다 보고 하였는데 이는 키토산 첨가에 의해 수상의 점도가 증가하고 균질화 과정에서 대조군에 비하여 정체시간이 길어져 입자의 미립화가 더 진행되었기 때문이라 하였다. 본 연구에서도 유자즙 첨가군이 대조군에 비하여 높은 점도를 나타낸 것은 유자즙의 첨가로 마요네즈의 유동성이 감소하고 점도가 증가하여 분산된 유자 입자가 이동하고 응집하려는 경향을 감소시켰기 때문으로 사료된다(14).

저장기간에 따른 유자 마요네즈의 탁도 변화

유자 마요네즈의 저장기간 별 탁도 변화는 Table 3에 나타내었다. Y-25 첨가군 및 L-100군은 각각 2.18의 값으로 대조군 2.33에 비하여 유의적으로 낮은 탁도를 나타내었으며(p<0.05), Y-50 및 Y-75군과는 유의차를 나타내지 않았다. 대조군과 Y-50, Y-75 및 Y-100군은 유의적 차이를 보이지 않았다. 대조군 및 Y-25군의 탁도는 7일까지 증가되었으나 이 후에는 저장일수에 따른 차이를 보이지 않았다.

Y-100군의 탁도를 측정한 결과, 저장 21일까지는 유의차를 보이지 않았으나 28일에 유의적으로 낮은 탁도를 나타내었다(p<0.05). Park(25)은 짙은 두유마요네즈의 탁도가 저장기간에 따라 유의적으로 감소하였다고 보고하였으며, 짙은 된장분말의 첨가량이 많아질수록 탁도가 증가하였다고 보고하였다. 또 다른 연구에 의하면 진피분말을 첨가한 마요네즈의 진피분말 첨가량이 많아질수록 탁도가 증가하였고 저장기간이 지남에 따라 높은 탁도를 보였으나(26), 검류를 첨가한 저열량 마요네즈의 경우에는 저장기간 동안 탁도가 조금 증가하거나 미미한 감소를 나타내었다고 하였다(27). 본 연구에서는 대조군을 제외한 실험군에서 저장 중기에 탁도가 증가되었다가 저장 후기에 감소를 나타내었는데, 저장기간이 지날수록 지방구의 크기가 커져 마요네즈의 탁도가 감소되는 것으로 생각된다(25).

유화 안정성에는 점도, 지방구의 입도분포, 상의체적, 유화제 농도 및 종류, 밀도 차, 구성성분의 비율 및 성질 등 여러 가지 요인이 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(32). 특히 점도가 높아질수록 마요네즈의 유화안정성이 증가하고 지방구의 크기가 작을수록 빛을 조사하였을 때 통과하는 빛의 양이 적어지며 따라서 흡광도가 높아진다(33). 본 연구

Table 3. Changes in turbidity of mayonnaise added with yuzu juice during storage.

sample ¹⁾ \ day	0	7	14	21	28
Con	2.33±0.05 ^{A2)b3)}	2.41±0.01 ^{Aa}	2.41±0.02 ^{Aa}	2.42±0.01 ^{NS4)a}	2.46±0.03 ^{Aa}
Y-25	2.18±0.07 ^{Bb}	2.33±0.05 ^{Ba}	2.34±0.08 ^{aABa}	2.39±0.05 ^a	2.35±0.09 ^{ABa}
Y-50	2.26±0.06 ^{ABb}	2.37±0.01 ^{Ba}	2.35±0.01 ^{ABab}	2.36±0.10 ^{ab}	2.15±0.01 ^{Cc}
Y-75	2.28±0.05 ^{ABbc}	2.42±0.00 ^{Aa}	2.39±0.04 ^{ABab}	2.33±0.08 ^{ab}	2.20±0.11 ^{Cc}
Y-100	2.37±0.07 ^{Aa}	2.35±0.01 ^{Ba}	2.36±0.01 ^{ABa}	2.36±0.01 ^a	2.23±0.01 ^{BCb}
L-100	2.18±0.09 ^{Bb}	2.35±0.01 ^{Ba}	2.31±0.01 ^{Ba}	2.31±0.01 ^a	2.27±0.11 ^{BCab}

¹⁾All mean values are triplicate determinations; Mean±standard deviation; The abbreviation is same as Table 1.²⁾The same superscripts in a column (A-E) are significantly different each other at p<0.05 stage by Duncan's multiple range test.³⁾The same superscripts in a row (a-f) are significantly different each other at p<0.05 stage by Duncan's multiple range test.⁴⁾NS, not significant

에서 유자즙 첨가로 인해 마요네즈의 탁도가 감소된 것으로 보아 유화 안정성에 영향을 미치는 것으로 보인다.

저장기간에 따른 유자 마요네즈의 색도 변화

유자즙을 첨가한 마요네즈의 명도를 나타내는 L값은 Table 4-1에 나타내었다. L값에서는 모든 실험군 중 L-100 군이 90.47로 가장 높은 값을 나타내었으며, 대조군 90.32에 비하여 유자즙 첨가군이 89.86~90.11로 낮은 명도를 나타내었다($p<0.05$). 저장기간에 따른 L값은 모든 실험군이 저장 0일에 가장 높게 나타났으며, 저장기간이 지남에 따라 마요네즈의 L값이 유의적으로 단계적 감소를 보였다($p<0.05$). 진피 첨가량을 달리하여 제조한 마요네즈의 L값은 진피 첨가량이 증가할수록 감소하여 어두운 색의 마요네즈가 제조 된다고 보고하였으며(26), 이는 본 실험 결과와 비슷한 경향을 보였다. 일반적으로 마요네즈의 색은 난황 자체의 색과 사용량 등에 의한 것으로 저장 기간이 지남에 따라 점차 어두운 색을 갖게 된다. 이러한 이유는 유자의 산화, 난황색의 퇴색 및 유화 불안정화에 의한 명도 감소에 의한

것으로 사료된다(34). 적색도를 나타내는 a값은 Table 4-2와 같다. 대조군의 a값은 저장기간에 따라 저장 0일에는 0.68로 저장 7일차에 급격히 증가하여 0.82의 값을 나타낸 후 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). Y-75 및 Y-100군의 경우 저장기간에 따라 a값이 유의적으로 증가하였으며, Y-25, Y-75 및 L-100군은 저장초기 a값이 증가하다가 저장기간에 따라 감소하였다($p<0.05$). 황색도를 나타내는 b값을 측정한 결과는 Table 4-3에 나타내었다. 대조군은 16.43으로 유자즙의 첨가량이 증가할수록 b값이 증가하여 Y-100군에서 19.91로 가장 높은 b값을 나타내었다($p<0.05$). 또한 L-100군도 18.28로 대조군에 비하여 높은 b값을 나타내었다($p<0.05$). Y-100 및 L-100군은 저장기간이 지남에 따라 b값이 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 유자를 이용한 초콜릿(7)과 과편(35) 제조 시 유자 첨가량이 증가할수록 황색도가 증가하여 유자의 노란색이 제품의 색에 영향을 미치는 것으로 보고되어 본 연구와 유사한 결과를 보였는데, 마요네즈 제조 시 유자즙 첨가가 최종 제품에서 특유의 노란색을 띄는데 영향을 주는 것으로 생각된다. 백색판과의 색차를

Table 4. Color value of mayonnaise added with yuzu juice.

color value	sample ¹⁾	day	0	7	14	21	28
L	Con		90.32±0.03 ^{B2(a3)}	89.42±0.12 ^{Bb}	88.96±0.09 ^{Ac}	88.40±0.02 ^{Be}	88.59±0.16 ^{Ad}
	Y-25		90.11±0.13 ^{Ca}	89.43±0.02 ^{Bb}	88.74±0.03 ^{Bc}	88.68±0.08 ^{Ac}	88.43±0.02 ^{Bd}
	Y-50		89.92±0.10 ^{Dfa}	89.38±0.14 ^{Bb}	88.78±0.20 ^{ABc}	88.39±0.09 ^{Bd}	88.28±0.08 ^{Cd}
	Y-75		90.06±0.07 ^{CDa}	88.87±0.06 ^{Cb}	88.41±0.09 ^{Cc}	88.05±0.01 ^{Cd}	87.94±0.05 ^{Dd}
	Y-100		89.86±0.01 ^{Ea}	88.81±0.11 ^{Cb}	87.75±0.07 ^{Dc}	87.35±0.06 ^{Dd}	87.19±0.08 ^{Ed}
	L-100		90.47±0.06 ^{Aa}	89.74±0.11 ^{Ab}	88.94±0.03 ^{Ac}	88.77±0.09 ^{Ad}	88.25±0.04 ^{ABe}
a	Con		0.68±0.01 ^{D2(c3)}	0.82±0.01 ^{Ba}	0.74±0.02 ^{Cb}	0.73±0.03 ^{Eb}	0.59±0.01 ^{Fd}
	Y-25		0.82±0.01 ^{Bb}	0.87±0.02 ^{Aa}	0.87±0.04 ^{Ba}	0.83±0.01 ^{CDb}	0.85±0.02 ^{Cab}
	Y-50		0.64±0.03 ^{Eb}	0.62±0.02 ^{Cb}	0.75±0.05 ^{Ca}	0.80±0.02 ^{Da}	0.78±0.01 ^{Ea}
	Y-75		0.67±0.01 ^{Dd}	0.81±0.02 ^{Bc}	0.93±0.02 ^{Bb}	0.98±0.03 ^{Ba}	0.96±0.01 ^{Ba}
	Y-100		0.73±0.01 ^{Cd}	0.83±0.03 ^{ABc}	1.13±0.01 ^{Ab}	1.24±0.01 ^{Aa}	1.20±0.02 ^{Aa}
	L-100		0.86±0.03 ^{Ab}	0.82±0.02 ^{Bb}	0.91±0.03 ^{Ba}	0.84±0.02 ^{Cb}	0.83±0.01 ^{Db}
b	Con		16.43±0.07 ^{D2(c3)}	17.33±0.17 ^{Ea}	16.77±0.16 ^{Eb}	16.67±0.02 ^{Eb}	15.58±0.12 ^{Fd}
	Y-25		18.11±0.31 ^{Cb}	18.91±0.04 ^{Ca}	18.87±0.19 ^{Ba}	18.22±0.05 ^{Cb}	18.14±0.02 ^{Cb}
	Y-50		18.14±0.10 ^{Cab}	17.96±0.28 ^{Dab}	18.30±0.40 ^{Ca}	18.35±0.10 ^{BCa}	17.85±0.07 ^{Db}
	Y-75		18.94±0.04 ^{Bb}	19.32±0.08 ^{Ba}	18.72±0.13 ^{Bbc}	18.54±0.30 ^{Bc}	18.42±0.09 ^{Bc}
	Y-100		19.91±0.06 ^{Aa}	19.73±0.03 ^{Ab}	19.57±0.07 ^{Ac}	19.18±0.03 ^{Ad}	19.26±0.24 ^{Ad}
	L-100		18.28±0.07 ^{Ca}	18.08±0.16 ^{Db}	17.88±0.10 ^{Dc}	17.05±0.12 ^{Dd}	16.78±0.04 ^{Ec}
ΔE	Con		14.69±0.07 ^{D2(c3)}	15.87±0.13 ^{Ea}	15.55±0.17 ^{Eb}	15.70±0.02 ^{Eab}	14.66±0.18 ^{Ec}
	Y-25		16.34±0.32 ^{Cc}	17.33±0.04 ^{Ca}	17.56±0.18 ^{Ba}	16.99±0.08 ^{Db}	17.02±0.01 ^{Cb}
	Y-50		16.42±0.10 ^{Cb}	16.46±0.31 ^{Db}	17.02±0.44 ^{Ca}	17.22±0.11 ^{Ca}	16.81±0.03 ^{Cab}
	Y-75		17.13±0.05 ^{Bc}	17.91±0.09 ^{Ba}	17.55±0.14 ^{Bb}	17.55±0.27 ^{Bb}	17.49±0.10 ^{Bb}
	Y-100		18.11±0.06 ^{Ac}	18.32±0.05 ^{Abc}	18.62±0.07 ^{Aa}	18.45±0.04 ^{Aab}	18.59±0.25 ^{Aa}
	L-100		16.39±0.08 ^{Ca}	16.44±0.19 ^{Da}	16.57±0.08 ^{Da}	15.89±0.07 ^{Eb}	15.76±0.02 ^{Db}

나타내는 ΔE 값의 결과는 Table 4-4와 같다. 대조군의 ΔE 는 14.69로 가장 낮았고, 유자즙 첨가군의 경우 유자즙의 첨가량이 증가할수록 ΔE 값이 유의적으로 증가하였다($p<0.05$).

저장기간에 따른 유자 마요네즈의 DPPH 라디칼 소거능 변화

유자즙을 첨가한 마요네즈의 DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과는 Table 5에 나타내었다. 대조군의 DPPH 라디칼 소거능은 35.90%이었으며, 유자즙 첨가군은 41.74~55.16%로 대조군에 비하여 높게 나타났다($p<0.05$). 유자즙 첨가군의 첨가량이 많아질수록 라디칼 소거능이 유의적으로 증가하여 항산화활성이 높아지는 것으로 나타났다($p<0.05$). L-100군은 37.42%로 대조군과 유의차를 보이지 않았으며, 유자즙 첨가군보다 낮은 소거능을 보였다. 저장 기간에 따른 라디칼 소거능 변화는 모든 실험군에서 소거능이 다소 낮아지는 경향을 보였으나, 유자즙 첨가군이 대조군에 비해 높게 나타났다($p<0.05$). Park(25)의 찐된장 분말을 첨가하여 제조한 두유마요네즈 연구에서는 찐된장 분말 첨가량이 증가할수록 DPPH 라디칼 소거능이 증가하였다 보고하여 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다. 일반적으로 전자공여능만으로 항산화 활성을 설명할 수 없지만, 추출물 중의 항산화 물질은 유지의 자동산화 과정 중 전자공여능이 중요한 작용을 하는 것으로 알려져 있다(25,36). 유자에는 비타민 C가 레몬의 3배 많은 양이 함유되어 있고 플라보노이드류인 naringin 및 hesperidine이 함유되어 있으며(2-4), 유자 추출물은 강한 항산화 활성을 가지고 있다고 보고된 바 있다(3,4). 따라서 본 연구에서도 유자즙에 함유된 비타민 C 등으로 인한 항산화 효과로 유자즙 첨가군에서 높은 DPPH 라디칼 소거능을 나타낸 것으로 보이며, 이는 마요네즈 제조 시 유자즙 첨가가 마요네즈의 품질을 향상시키는데 도움이 되는 것으로 사료된다.

저장기간에 따른 유자 마요네즈의 산가 변화

산가를 측정한 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 대조군의 산가는 5.69 mg KOH/g으로 가장 높게 측정되었으며, 유자즙의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 감소하여 대조군에 비하여 낮은 산가를 나타내었다($p<0.05$). L-100군은 0.37 mg KOH/g의 값으로 Y-100군(0.33)과 유의차를 보이지 않았다. 저장기간의 변화에 따라 마요네즈의 산가는 유의적으로 증가하였으며 대조군이 가장 높은 산가를 나타내었다($p<0.05$). 저장기간에도 유자즙의 첨가량이 증가할수록 대조군에 비하여 낮은 산가를 나타내어 Y-100군은 저장 28일에 0.87 mg KOH/g을 나타내었다($p<0.05$). Jeong 등(24)의 연구에서는 저장기간이 경과함에 따라 분쇄 마늘을 첨가한 마요네즈 타입 드레싱의 산가가 증가하는 경향을 보였는데, 대조군과 비교하여 분쇄 마늘을 첨가한 군이 유리지방

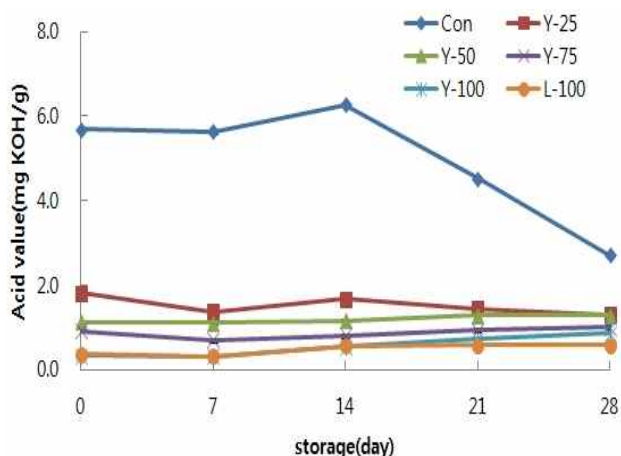


Fig. 1. Changes in acid value of mayonnaise added with yuzu juice during storage.

Control : The mayonnaise without yuzu juice, Y-25 : The mayonnaise added with 75% of vinegar and 25% of yuzu juice, Y-50 : The mayonnaise added with 50% of vinegar and 50% of yuzu juice, Y-75 : The mayonnaise added with 25% of vinegar and 75% of yuzu juice, Y-100 : The mayonnaise added with 100% of yuzu juice, L-100 : The mayonnaise added with 100% of lemon juice. Values are presented as means \pm SD (n=3)

Table 5. DPPH radical scavenging activity of mayonnaise added with yuzu juice.

		(%)				
sample ¹⁾	day	0	7	14	21	28
Con		35.90 \pm 4.34 ^{D2jah3)}	38.84 \pm 0.51 ^{Ea}	34.19 \pm 1.46 ^{Eb}	33.05 \pm 0.74 ^{Eb}	22.32 \pm 1.95 ^{Bc}
Y-25		41.74 \pm 1.16 ^{Ca}	41.06 \pm 0.56 ^{Da}	39.45 \pm 1.26 ^{Ca}	40.09 \pm 0.22 ^{Ca}	25.59 \pm 5.16 ^{Bb}
Y-50		50.47 \pm 2.52 ^{Ba}	43.21 \pm 0.91 ^{Cb}	42.30 \pm 1.25 ^{Bb}	41.72 \pm 1.12 ^{Bb}	32.90 \pm 0.60 ^{Ac}
Y-75		50.56 \pm 0.41 ^{Ba}	45.49 \pm 0.15 ^{Bb}	41.02 \pm 0.87 ^{Bcc}	42.13 \pm 0.39 ^{Bc}	33.19 \pm 1.59 ^{Ad}
Y-100		55.16 \pm 1.74 ^{Aa}	48.42 \pm 0.57 ^{Ab}	46.15 \pm 0.56 ^{Ac}	45.87 \pm 0.29 ^{Ac}	36.93 \pm 0.83 ^{Ad}
L-100		37.42 \pm 0.79 ^{Da}	37.63 \pm 0.59 ^{Fa}	37.46 \pm 0.31 ^{Da}	37.09 \pm 0.40 ^{Da}	24.74 \pm 2.75 ^{Bb}

¹⁾All mean values are triplicate determinations; Mean \pm standard deviation; The abbreviation is same as Table 1.

²⁾The same superscripts in a column (A-E) are significantly different each other at $p<0.05$ stage by Duncan's multiple range test.

³⁾The same superscripts in a row (a-f) are significantly different each other at $p<0.05$ stage by Duncan's multiple range test.

산 생성을 억제하는 것으로 보고하여 본 실험 결과와 유사하였다. 또 다른 연구보고에 의하면 찐장분말 첨가군에서 찐장분말 무첨가 군보다 저장기간이 지남에 따라 산의 생성이 적은 것으로 나타났으며, 이는 찐장분말의 항산화능으로 인하여 유리지방산의 생성을 억제해 산가의 증가를 늦추었기 때문이라 하였다(25).

마요네즈의 산가는 식품공전상 따로 규정하고 있지는 않으나 정제한 신선한 유지는 1.0 mg KOH/g 이하이고, 산가가 30 mg KOH/g 이상은 식용에 부적당하다(37). 본 연구의 모든 실험군은 산가가 30 이하로 본 연구에서도 유자즙 첨가군이 대조군에 비하여 낮은 산가를 보인 것은 유자즙의 첨가가 저장 기간 동안 마요네즈에서 생성되는 유리지방산을 억제함으로써 산가의 증가를 늦추었기 때문으로 생각된다.

한편 대조군의 산가가 저장 21일부터 감소하였는데 이는 저장초기에 산화작용의 결과로서 생성된 유리지방산으로 인해 산가가 증가하다가 저장기간이 길어질수록 오히려 유리지방산의 증가가 새로운 과산화물의 생성을 유도하여 (33) 산가가 감소하는 것으로 추측된다.

저장기간에 따른 유자 마요네즈의 과산화물가 변화

유자 마요네즈의 과산화물가 결과는 Fig. 2와 같다. 대조군의 과산화물가는 0.76 meq/kg으로 가장 높았으며, 저장기간이 지남에 따라 유의적으로 크게 증가하여 저장 28일에는 16.56 meq/kg을 나타내었다($p<0.05$). 유자즙 첨가군은 0.63~0.69 meq/kg으로 유자즙의 첨가량이 증가할수록 낮은 과산화물가를 나타내었다. 유자즙 첨가군 또한 저장기간이 지남에 따라 과산화물가가 유의적으로 증가하였으나 대조군에 비하여 낮은 값을 나타내었다($p<0.05$). L-100군의

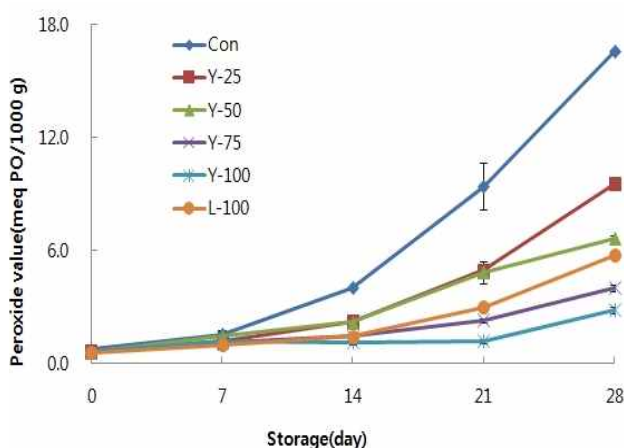


Fig. 2. Changes in peroxide of mayonnaise added with yuzu juice during storage.

Control : The mayonnaise without yuzu juice, Y-25 : The mayonnaise added with 75% of vinegar and 25% of yuzu juice, Y-50 : The mayonnaise added with 50% of vinegar and 50% of yuzu juice, Y-75 : The mayonnaise added with 25% of vinegar and 75% of yuzu juice, Y-100 : The mayonnaise added with 100% of yuzu juice, L-100 : The mayonnaise added with 100% of lemon juice. Values are presented as means \pm SD (n=3)

경우, 저장 0일 0.59 meq/kg으로 가장 낮은 과산화물가를 보였으나, 저장 21일 이후 급격히 증가하여 저장 28일에는 5.76 meq/kg을 나타내었다($p<0.05$). Jeong 등(24)의 마요네즈 연구에 의하면 분쇄 마늘을 첨가한 마요네즈가 대조군에 비하여 낮은 과산화물가를 나타내어 분쇄 마늘 첨가가 마요네즈의 과산화물 생성 억제에 효과적이라고 보고하였다. 또 다른 연구에 의하면 진피 첨가량을 1.5% 및 2% 첨가할 경우 대조군에 비하여 비교적 낮은 과산화물가를 나타내었다고 보고하였으므로(26), 찐장분말을 첨가한 마요네즈에서 저장기간의 경과에 따라 과산화물가의 생성이 적은 것으로 나타났다(21).

과산화물 형성은 유지 산패의 원인이며, 유지의 과산화물가 측정 시 보통 과산화물가가 30 meq/kg 이상인 유지의 경우 독성을 가질 가능성이 크다고 한다(38). 본 연구에서는 모든 실험군에서 30 meq/kg 이하의 수치를 나타내었으며, 특히 유자즙 첨가군의 경우 첨가량이 증가할수록 낮은 과산화물가를 보여 첨가된 유자즙이 마요네즈 안에서 천연 항산화제 역할을 하여 유지의 산패를 억제 한 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 유자즙의 첨가량을 달리한 마요네즈의 저장기간 중 항산화 활성 및 품질특성 변화를 비교하여 마요네즈의 저장성을 알아보고자 실시하였다. 점도는 유자즙 첨가군이 대조군에 비하여 유의적으로 높은 점도를 나타내었다($p<0.05$). 색도에서 유자즙 첨가군의 L값은 대조군에 비하여 낮았으며, 저장기간이 지남에 따라 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). a값은 b값의 경우, 유자 마요네즈는 유자즙의 첨가량이 많아질수록 b값이 증가하였으며, 저장기간이 지남에 따라 Y-100군 및 L-100군은 b값의 감소를 나타내었다($p<0.05$). ΔE 값은 유자즙 첨가량이 증가할수록 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 대조군의 DPPH 라디칼 소거능은 35.90%이었으며, 유자즙 첨가군은 41.74~55.16%로 대조군에 비하여 높게 측정되었고 유자즙 첨가량이 많아질수록 라디칼 소거능이 유의적으로 증가하였다($p<0.05$). 모든 실험군의 라디칼 소거능은 저장기간이 지남에 따라 감소를 보였으나, 유자즙 첨가군은 대조군에 비하여 높은 DPPH 라디칼 소거능을 보였다($p<0.05$). 유자즙 첨가군의 산가는 대조군에 비하여 유자즙 첨가량이 증가할수록 낮은 산가를 나타내었고, 저장기간이 지남에 따라 산가가 증가하였으나 유자즙 첨가군이 대조군보다 낮은 산가를 나타내었다($p<0.05$). 과산화물가도 산가와 같은 결과를 보였는데, 이는 첨가된 유자즙이 마요네즈 안에서 천연 항산화제 역할을 하여 유지의 산패를 억제한 것으로 보인다. 이러한 결과로 마요네즈 제조 시 유자즙의 첨가는 마요네즈의 항산화성을 높이고 저장 중의 산화안정성을 향상시켜 저장성 및 품질

개선에 도움이 될 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호: PJ009409)에 의해 이루어진 것으로서 연구비 지원에 감사드립니다.

References

1. Lee YC, Kim IH, Jeong JW, Kim HK, Park HM (1994) Chemical characteristics of citron (*Citrus junos*) juices. J Korean Soc Food Sci Nutr, 26, 552-556
2. Cha YJ, Lee SM, Ahn BJ, Song NS, Jeon SJ (1990) Effect of replacement of sugar by sorbitol on the quality and storage stability of yujacheong. J Korean Soc Food Sci Nutr, 19, 13-20
3. Jeon JY, Choi SH (2011) Aroma characteristics of dried citrus fruits-blended green tea. J Life Sci, 21, 739-745
4. Chae SC, Kyo EG, Choi SH, Ryu GC (2008) Protective effect naringin on carbon tetrachloride induced hepatic injury in mice. J Environ Toxicol, 23, 325-335
5. Lee SJ, Shin JH, Kang MJ, Jeong CH, Ju JC, Sung NJ (2010) Physicochemical properties, free sugar and volatile compounds of Korean citrons cultivated in different areas. J Korean Soc Food Sci Nutr, 39, 92-98
6. Kim KM, Lee HJ, Kim JS, Kim GC, Jang YE (2013) Quality characteristics of mayonnaise added with yuza juice. J Food Cookery Sci, 29, 733-739
7. Yoo KM, Lee CH, Hwang IK (2008) Preparation of chocolate added with yuza (*Citrus junos* sieb ex TANAKA) and its antioxidant characteristic. J Food Cookery Sci, 24, 222-227
8. Lee YJ, Kim SI, Han YS (2008) Antioxidant activity and characteristics of yogurt added yuza (*Citrus junos* sieb ex TANAKA) extract. J Korean Soc Food Sci Nutr, 21, 135-142
9. Kim JW, Lee KH, Hur JH (2006) Quality characteristics of citron jam made with frozen citron in Korea. Korean J Food Sci Technol, 38, 197-201
10. Yang HS, Eun JB (2011) Fermentation and sensory characteristics of Korean traditional fermented liquor (*Makgrolli*) added with Citro (*Citrus junos* sieb ex TANAKA) juice. Korean J Food Sci Technol, 29, 261-265
11. Kim IC (1999) Manufacture of citron jelly using the citron - extract. J Korean Soc Food Sci Nutr, 28, 396-402
12. Yoo KM, Seo WY, Seo HS, Kim WS, Park JB, Hwang IK (2004) Physicochemical characteristics and storage stabilities of sauces with added yuza (*Citrus junos*) juice. Korean J Food Cookery Sci, 20, 403-408
13. Cha GS, Kim JW, Choi CU (1988) A comparison of emulsion stability as affected by egg yolk ratio in mayonnaise preparation. Korean J Food Sci Technol, 20, 225-230
14. Park GS, Kim JY (2011) Quality characteristics of mayonnaise dressing added with chitooligosaccharide. J Chitin Chitosan, 16, 183-190
15. Kim JS, Koh MS, Choi OJ (1996) A study of the lipid components in egg yolk oil. Korean J Food Cookery Sci, 12, 295-299
16. Okesie IA (1998) Free radicals, oxidative stress and antioxidants in human health and disease J Amer Oil Chem Soc, 75, 199-212
17. Brewer MS, Sprouls GK, Russon C (1994) Consumer attitudes toward food safety issues. J Food Safety, 14, 63
18. Park CS, Park EJ (2002) Oxidative stability of green tea added mayonnaise. Korean J Food Cookery Sci, 18, 407-412
19. Kim KB, Jang JA, Ko JY, Choi SK (2009) Quality characteristics of sweet pumpkin on mayonnaise. Korean J Food ser Asso, 5, 71-87
20. Park GS, Park EJ, Kim HH (2000) Quality characteristics of green tea powder in mayonnaise. J East Asian Soc Dietary Life, 10, 411-418
21. Park HD, Lee SS (2009) Antioxidant activity and quality characteristics of soy milk mayonnaise containing soybean paste powder. Food Eng Prog, 13, 203-210
22. Kim JW, Shim JH, Kim JS, Han SS, Yoo MY, Hur JW (1996) Oxidative stability of DHA added mayonnaise. Korean J Food Sci Technol, 28, 179-183
23. Kim JW, Hong KJ, Chung BS, Hur JW (1997) Characteristics of mayonnaise prepared with palm oil. Korean J Food Sci Technol, 29, 261-265
24. Jeong CH, Shion JH, Kang MJ, Seoung TJ, Shim KH, Choi SG (2007) Effect of garlic addition on oxidative stability of oil dressing and mayonnaise. J Agric Life Sci, 41, 55-62
25. Park HD (2009) Antioxidant activity, storage stability and quality characteristics of soy milk mayonnaise contained rice soybean paste powder. MS Thesis,

- Hanyang University, Seoul, Korea, p 19-29
26. Heo YM (2010) Quality characteristics of mayonnaise containing orange peel. MS Thesis, Sunchon National University, Sunchon, Korea, p14-30
 27. Lee MO, Song YS (2003) Manufacture and stability of low calorie mayonnaise using gums. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 32, 82-88
 28. Blois, M. S (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1204
 29. AOCS. Official and Tentative Methods (1990) 10th AOCS Official Method Cd 3a-63. Am Oil Chem Soc, Chicago, IL, USA
 30. AOCS. Official and Tentative Methods (1990) 10th AOCS Official Method Cd 8-53. Am Oil Chem Soc, Chicago, IL, USA
 31. Kim JW, Hur JW (2002) Improvement of functional properties of mayonnaise with egg-shell calcium and chitosan. *Food Eng Prog*, 6, 195-200
 32. Yang SC, Han JY (2002) The effect of vinegar concentration on the emulsion stability of mayonnaise dressing. *Korean J of Culinary Res*, 8, 295-308
 33. Park HD, Lee SS (2009) Comparison of storage stability between soy milk mayonnaise and mayonnaise containing soybean paste powder. *J Food Hyg Safety*, 24, 247-255
 34. Kim JW, Shim JH, Kim JS, Han SS, Yoo MY, Hur JW (1996) Oxidative stability of DHA added mayonnaise. *Korean J Food Sci Technol*, 28, 179-183
 35. Nam HY, Hyun YH, Pyun JW (2004) A study on the optimum ratio of starch and dilution factors of yuzu extract in preparation of yuzu pyun. *J East Asian Soc Dietary Life*, 14, 591-597
 36. Kim MH, Im SS, You YB, Kim GE, Lee JH (1994) Antioxidative materials in domestic meju and doenjang 4; separation of phenolic compounds and their antioxidative activity. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 23, 792-798
 37. Cho SH, Cho KR, Kang MS, Song MR, Joo NY (2008) Food science. Kyomunsa, Paju, Korea, p 99
 38. Lee JH, Cho NJ (1998) Effect of the pan oil type on the releasing power, changes of peroxide and acid value of the oil. *Korean J Food Nutr*, 11, 137-142

(Received October 24, 2014; Revised December 1, 2014; Accepted December 5, 2014)