

천연 항산화제 첨가에 따른 식물성 크림의 유통기간 연장

한희탁¹ · 차용준^{2*}

¹동서유지(주) 기술연구소

²창원대학교 식품영양학과

Shelf Life Extension of Non-Dairy Cream with the Addition of Natural Antioxidants

Hee-Tak Han¹ and Yong-Jun Cha^{2*}

¹Technical Research Institute, Dongsuh Oil & Fats Co., Gyeongnam 641-847, Korea

²Dept. of Food and Nutrition, Changwon National University, Gyeongnam 641-773, Korea

Abstract

We conducted a study to select a suitable natural antioxidant from tocopherol, rosemary extract, and green tea extract to be added to commercially-available palm oil to extend the shelf life of non-dairy cream. The green tea extract (400 ppm added) was the most effective of the 3 antioxidants added to the palm oil, increasing OSI time by a factor of 2.3. By examining the correlation coefficients among parameters for storage period, the sensory score indicated that the non-dairy cream was suitable. The shelf life of the TE (green tea extract, 400 ppm) and TEA (TE plus 0.002% ascorbic acid) oils was extended to 24% and 51% more than that of the control at 25°C, respectively. At 20°C, the shelf life of the TE oil was 2.5 months and that of the TEA oil was 5.5 months, increases of 28% and 62.5%, respectively, over the control.

Key words: non-dairy cream, natural antioxidants, green tea extract, shelf life

서 론

식물성크림이란 주원료인 식물성유지에 당류 등을 첨가하여 가공한 것으로 케이크나 빵의 충전, 장식 또는 커피나 식품의 맛을 증진시키기 위하여 주로 사용되며 가장 대표적인 식품으로 커피크리머가 있다(1). 식물성 크림은 비교적 수급이 용이한 원료를 사용하여 가격이 저렴하고 식물성유지와 탄수화물 유래의 물엿을 주원료로 사용하기 때문에 맛을 일정하게 유지할 수 있는 장점이 있다(2).

식물성크림은 형태에 따라 액상형과 분말형으로 구분하며 취급의 편리성이나 장기보관을 위해서 분말형을 선호하고 있다(3). 분말형 식물성크림은 수분이 8% 이하의 것을 말하며(1), 일반적으로 4% 이하가 대부분으로 유통과정에서 상당히 안정한 제품이다. 분말형 식물성크림에서 유통 중 변질에 영향을 미치는 성분은 지방이다. 지방은 제품의 종류나 용도에 따라 다르지만 일반적으로 30% 내외를 차지한다. 사용되는 지방은 지역에 따라 수급사정이나 가격을 감안하여 야자유나 식물성 부분경화유를 많이 사용한다.

그러나 최근 트랜스지방에 대한 건강상 우려와 규제가 강화되면서 식물성 부분경화유의 사용을 지양하고 팜유나 혼합유 등 비교적 안정성이 우수한 가공하지 않은 지방으로

대체하고 있다.

안정성은 유통온도에 따라 영향을 받는데 내수뿐만 아니라 수출시 단순히 식물성지방으로 대체할 경우 높은 온도에서 유통되는 경우 품질이 유통기간(shelf-life) 이전에 손상될 가능성이 크다. 따라서 제품의 수출에 의한 판매량을 증가시키기 위해서는 품질의 안정 및 개선은 필수적이다.

지방의 산화안정성을 향상시키기 위해서는 종래에는 butylated hydroxyanisole(BHA), butylated hydroxytoluene(BHT), tert-butylhydroquinone(TBHQ) 등 합성항산화제를 첨가하는 것이 일반적이었으나 건강에 대한 소비자들의 관심 증대에 따라 천연항산화제를 선호하는 경향이다.

천연산화방지제는 안전성뿐만 아니라 가열에 의해 쉽게 증발되지 않은 장점이 있으나, 단점으로는 지방에 용해성이 낮고 활성물질이 농도에 편차가 크며 식품에 첨가하였을 시 향기나 색상에 좋지 않은 영향을 끼치는 경우가 발생한다(4).

현재 천연항산화제로는 향신료, 허브류, 차류, 씨앗류, 곡물, 코코아껍질, 과채류 등이 널리 사용되고 있다. 또한 ascorbic acid, 토코페롤, 카로티노이드뿐만 아니라 식물추출물에서 얻어진 플라보노이드, 카테킨, 페놀화합물 등이 가지는 항산화 효과에 대한 연구도 집중되고 있다(5).

이에 본 실험에서는 천연항산화제의 종류별 및 함량별로

*Corresponding author. E-mail: yjcha@changwon.ac.kr
Phone: 82-55-213-3513, Fax: 82-55-281-7480

팜유에 첨가하여 활성을 비교한 다음, 활성이 가장 좋은 것을 선정하였고, 다음으로 선정된 항산화제를 팜유에 첨가한 군과 항산화제와 ascorbic acid를 첨가한 군, 팜유만을 첨가한 대조군으로 식물성크림을 만들어 가속실험을 통하여 유통기한의 연장의 가능성을 예측하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료

팜유, whey powder, sodium caseinate, emulsifier 및 buffering agent는 동서유지(창원, 한국)에서, 혼합 토크페롤(d- γ 와 d- δ 를 주성분)과 L-ascorbic acid는 DSM Nutritional products(Basel, Switzerland)로부터, 녹차추출물(녹차추출물 20% 포함된 혼합제제)은 ㈜한미(일산, 한국), 로즈마리 추출물(98%의 rosemary extract와 2%의 saga extract로 구성)은 Evesa(La linea de La Concepcion, Cadiz, Spain)사의 제품을 사용하였다.

항산화력 측정

항산화력의 측정은 AOCS 분석법(Cd 12b-92)에 따라 Rancimet743(Metrohm, Zofingen, Switzerland)을 사용하여 oil stability index(OSI)로 비교하였다(6). 측정방법은 일정량의 시료(2.5±0.2 g)를 취한 다음 온도를 100°C로 유지시키면서 공기를 2.5 mL/sec 속도로 공급하였다. OSI시간의 측정원리는 지방의 산화에 의해 극성의 휘발성물질이 휘발하여 증류수에 포집되면 전도도가 상승하게 되고 이를 증류수병에 연결된 전극을 통하여 감지하게 되는데 산화가 급격히 일어나서 휘발성물질이 급격히 증가하는 시점을 포착하여 이때까지의 시간을 OSI(time)로 나타내었다.

식물성크림의 제조 및 저장실험

분말형 식물성크림의 제조는 Table 1에서와 같은 조성비로 원료를 혼합, 유화, 살균, 균질, 분무건조 및 냉각공정으로 3종류의 크림을 제조하였다. 즉, 대조군(control)으로는 팜유만을 사용하였고 녹차추출물 400 ppm(w/w)을 팜유에 첨가한 TE시료 및 TE시료에 ascorbic acid 0.002%를 첨가(팜유 대비 100 ppm)한 TEA를 각각 제조하였다. 저장실험은 각각

Table 1. Formula of the non-dairy creams

Ingredient	(% , w/w)		
	Control	TE	TEA
Corn syrup (70°Brix)	57.29	57.29	57.288
Palm oil	19.50		
Palm oil ¹⁾		19.50	19.50
Whey powder	3.25	3.25	3.25
Sodium caseinate	0.65	0.65	0.65
Emulsifier	0.20	0.20	0.20
Buffering agent	1.30	1.30	1.30
Ascorbic acid			0.002
Water	17.81	17.81	17.81
	100	100	100

¹⁾Palm oil contains 400 ppm of green tea extract.

알루미늄 라미네이티드 필름(OP/PET/PE/AL/PE, 두께 95 μ m, 동서, 서울, 한국) 포장지에 1회 사용 분량(150 g)으로 나누어 35, 45 및 55°C의 배양기(Eyela, Tokyo, Japan)에 90일간 보관하면서 15일 간격으로 시료를 채취하여 먼저 관능평가를 실시하고 지방을 추출한 후 산가와 과산화물가를 각각 분석하였다.

유지특성실험

유지의 추출은 isopropyl alcohol과 hexane을 1:3으로 혼합한 용제를 사용하였다 (7). 추출은 온수를 시료 대비 2배를 가하고 분액깔대기에 옮긴다. 여기에 용제를 100 mL 가한 다음 자동진탕기(Jisco, 서울, 한국)로 용제를 분리하였다. 이 조작을 3회 반복한 다음 무수황산나트륨으로 탈수 및 여과한 후 진공농축기(Eyela)로 농축하여 분석용 유지시료로 사용하였다.

산가와 과산화물가의 측정은 식품공전(1)의 일반시험분석법에 따라 실시하였으며 모든 분석실험은 3회 측정하였다. 즉, 산가는 시료 1 g를 중성의 에탄올·에테르 혼합(1:2) 100 mL를 넣어 녹인 다음, 페놀프탈레인을 지시약으로 하여 홍색이 30초간 지속될 때까지 0.1 N 에탄올성 수산화칼륨용액으로 적정하여 옅은 분홍색이 30초간 지속되면 종말점으로 측정하였다. 과산화물가는 시료 1 g을 달아 초산·클로로포름(3:2) 25 mL에 녹여 포화 요드화칼륨용액 1 mL를 넣어 암소에서 10분간 방치한 다음 물 30 mL를 가하여 세계 혼든 다음, 전분시액 1 mL를 지시약으로 하여 0.01 N 티오황산나트륨으로 적정하여 무색이 되는 점을 종말점으로 측정하였다.

관능검사

관능검사는 기준시료(-20°C에서 보관된 대조구 시료)와 비교하여 차이의 정도를 평가하는 기준차이검사(difference from control test)를 사용하였다(8-10). 관능검사 패널은 평상시 크림류에 관능검사 경험이 있는 전문가 8명을 선정하였으며, 시료는 5%의 식물성크림 수용액을 85°C 온도에서 약 50 mL씩 컵에 담아 불완전블록 실험계획에 따라 관능검사를 실시하였다. 1회 시료 제시수는 4개씩 제공하였으며, 9점 척도법을 사용하여 9점은 기준시료와 차이 없음, 5점은 중간정도의 차이, 1점은 큰 차이가 있으므로 평가하고 관능의 한계점을 5점으로 하였다.

유통기한의 예측

유통기한의 예측은 온도(35, 45 및 55°C)와 저장기간(90일)에 따른 품질지표들의 변화를 분석 후 가장 신뢰성이 높은 반응차수와 지표를 선정하였다. 반응차수와 품질지표가 선정되면 Arrhenius 방정식(식 1)에 의해 온도의 변화에 따른 품질지표의 활성화 에너지(식 2)를 구하여 임의의 온도에서 유통기한을 예측하는 방법을 사용하였다(8,11).

$$k = Ae^{-E_a/RT} \quad (1)$$

여기서 A는 Arrhenius상수, E_a는 활성화에너지(cal/mol), R

은 기체상수(1.986 cal/mol), T는 절대온도(°K), k는 반응속도상수이다.

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T} \right) \quad (2)$$

통계분석

모든 실험결과는 SPSS program(Ver.17)을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하고 각 측정 평균값간의 차이에 대한 유의성 검정은 Duncan의 다중비교법을 사용하여 p<0.05 수준에서 검정하였다. 또한 실험값들 간의 상관관계는 Pearson의 상관계수로 검정하였다.

결과 및 고찰

항산화제의 항산화력 비교

팜유를 대상으로 하여 토코페롤, 로즈마리 추출물 및 녹차추출물을 예비실험 및 현장에서 상업적으로 사용되는 범위를 고려하여, 각각 200, 400 및 600 ppm을 첨가하여 항산화력(OSI, time)을 측정된 결과는 Table 2와 같다. 항산화제를 첨가하지 않은 팜유의 OSI는 29.4 hr인데 반하여 항산화제 첨가에 의하여 전반적으로 항산화력이 좋아졌다. 항산화제를 200 ppm 이상 첨가한 경우 가장 활성이 우수한 것은 녹차추출물이었고 가장 약한 활성을 보인 것은 로즈마리 추출물이었다. 토코페롤은 첨가량의 증가에 따른 산화안정성의 효과가 유의하였으나 로즈마리 추출물과 같이 항산화성은 크지 않았다. 녹차추출물 400 ppm을 첨가한 경우는 팜유(29.4 hr)에 비하여 약 2.3배 이상(67.7 hr) 증가하였다.

녹차추출물의 항산화효과는 여러 식용유지에서 보고되었

Table 2. Oil stability index (OSI) of palm oil containing anti-oxidants¹⁾

Concentrate (ppm)	Tocopherol	Rosemary extract	Tea extract
200	36.5±3.8 ^{bb}	32.1±4.4 ^{bb}	53.6±1.2 ^{ab}
400	41.6±2.5 ^{baB}	37.9±5.0 ^{baB}	67.7±6.4 ^{aA}
600	43.1±2.7 ^{ba}	42.9±3.2 ^{ba}	71.5±5.0 ^{aA}

¹⁾Reference: OSI of palm oil; 29.4 hr. Means with the same letter in each row (a,b) and column (A,B) are not significantly different (p<0.05).

Table 3. Changes of acid values in non-dairy creams during storage

Time (days)	35°C			45°C			55°C		
	Control	TE ¹⁾	TEA ²⁾	Control	TE	TEA	Control	TE	TEA
0	0.21±0.02	0.18±0.03 ^B	0.21±0.04	0.21±0.02 ^B	0.18±0.03 ^D	0.21±0.04 ^C	0.21±0.02 ^B	0.18±0.03 ^D	0.21±0.04 ^{BC}
15	0.27±0.05	0.29±0.05 ^A	0.27±0.07	0.32±0.02 ^A	0.32±0.03 ^A	0.29±0.02 ^{BC}	0.28±0.01 ^{AB}	0.32±0.02 ^A	0.27±0.02 ^{ABC}
30	0.25±0.08	0.25±0.07 ^{AB}	0.32±0.11	0.23±0.08 ^B	0.23±0.07 ^{CD}	0.25±0.09 ^{BC}	0.31±0.05 ^{abA}	0.26±0.02 ^{bBC}	0.35±0.02 ^{aA}
45	0.29±0.03	0.29±0.05 ^A	0.29±0.04	0.31±0.02 ^A	0.32±0.04 ^{AB}	0.37±0.04 ^A	0.28±0.01 ^{AB}	0.25±0.02 ^C	0.27±0.01 ^{ABC}
60	0.23±0.04	0.18±0.02 ^B	0.20±0.01	0.25±0.01 ^{AB}	0.24±0.05 ^{BCD}	0.21±0.01 ^C	0.21±0.01 ^B	0.20±0.01 ^D	0.19±0.01 ^C
75	0.23±0.01	0.22±0.01 ^{AB}	0.22±0.01	0.31±0.02 ^A	0.30±0.01 ^{ABC}	0.32±0.02 ^{AB}	0.35±0.02 ^{aA}	0.31±0.02 ^{abAB}	0.29±0.01 ^{bAB}
90	0.25±0.03	0.21±0.02 ^{AB}	0.20±0.03	0.26±0.01 ^{AB}	0.28±0.01 ^{ABC}	0.26±0.02 ^{BC}	0.34±0.04 ^A	0.32±0.04 ^A	0.32±0.01 ^A

^{1,2)}Sample codes refer to comment in Table 1.

^{a,b}Means with the same letter in each row among samples in each temperature are not significantly different (p<0.05).

^{A-D}Means with the same letter in column of each samples in each item are not significantly different (p<0.05).

는데, 대두유 및 미강유에 각각 200 ppm의 녹차추출물을 첨가한 경우 유도기의 연장효과가 대조구에 비해 각각 18.5%, 27%의 연장 효과가 있었으며(12), 해바라기유 및 라드에 녹차추출물(200 ppm)을 첨가한 경우도 대조구에 비해 각각 14%, 32%의 유도기의 연장효과와 산화안정성이 있었다(13). 한편 Huang과 Frankel(14)은 항산화효과가 우수한 녹차의 카테킨 성분들이 옥수수유의 O/W유화물 형태에서는 오히려 hydroperoxide 생성을 촉진하는 prooxidant로 작용한다고 하였다.

저장 중 산가의 변화

대조군, TE군 및 TEA군 3종의 시료를 35, 45 및 55°C의 배양기에 저장하면서 산가를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 저장기간에 산가의 변화는 일정한 패턴을 보이지 않았으며 또한 산화방지제의 첨가에 따른 효과도 나타나지 않았다. 전반적으로 산가는 0.5를 넘지 않는 낮은 수준을 유지하였다.

이는 분말상의 식물성크림의 구조에서 기인하는 것으로 보인다. 즉 지방을 탄수화물과 단백질이 외부를 감싸고 있어서 보호막으로 작용하기 때문에 내부의 지방이 안정하게 유지되는 것으로 사료된다. 산가의 상승은 수분의 존재 하에 가수분해에 의해 일어나는 현상인데(15), 시료 중의 수분함량이 낮고 침투가 어렵기 때문이라고 추정된다. 또한 실험에 사용된 포장지의 재질도 산소의 차단효과 높았기 때문인 것으로 생각된다.

저장 중 과산화물가의 변화

저장 중 과산화물가의 변화는 Table 4에 나타내었다. 실험구의 모든 과산화물가는 0.70~2.45 범위로 식품공전규격(1)에서 팜올레인 0.5 이하, 가공유지 제품의 경우 3.0 이하로 설정한 것과 비교하면 대체로 낮았다. 이는 분말유지의 구조적 안정성에 기인하는 것으로 보인다. Baik 등(7)은 어유를 캡슐화(encapsulated)한 경우의 지방이 그렇지 않은 지방(surface oil)에 최대 10배까지 산화에 안정하다고 보고하였으며, Hardas 등(16)도 유지방을 대상으로 한 실험에서 캡슐화 된 지방이 그렇지 않은 지방에 비해 훨씬 안정하다고 보고하였다.

또한 과산화물가의 경우 저장기간이 경과함에 따라 지속

Table 4. Changes of peroxide values in non-dairy creams during storage

Time (days)	35°C			45°C			55°C		
	Control	TE	TEA	Control	TE	TEA	Control	TE	TEA
0	1.88±0.55 ^B	2.44±0.11 ^A	1.84±0.24 ^B	1.88±0.55 ^B	2.44±0.11 ^A	1.84±0.24 ^B	1.88±0.55 ^A	2.44±0.11 ^A	1.84±0.24 ^{BC}
15	1.81±0.21 ^B	1.54±1.13 ^B	2.82±0.66 ^A	0.70±0.06 ^D	0.71±0.09 ^D	0.77±0.10 ^D	1.97±0.09 ^A	2.02±1.48 ^{AB}	1.50±0.25 ^C
30	1.51±0.19 ^C	1.41±0.09 ^B	1.45±0.05 ^B	1.38±0.13 ^{BC}	1.32±0.21 ^{BC}	1.44±0.18 ^C	2.01±0.07 ^{ba}	2.09±0.15 ^{ba}	2.30±0.04 ^{aA}
45	2.45±0.23 ^{aA}	2.05±0.11 ^{baB}	1.76±0.04 ^{bbB}	1.20±0.08 ^{cbCD}	1.05±0.07 ^{bc}	2.40±0.06 ^{aA}	1.43±0.06 ^{aA}	1.08±0.05 ^{baB}	1.53±0.06 ^{caC}
60	1.63±0.07 ^{abB}	1.43±0.05 ^{bbB}	1.60±0.06 ^{abB}	2.79±0.05 ^{aA}	1.34±0.04 ^{cBC}	1.76±0.05 ^{bbBC}	1.11±0.04 ^{abB}	0.91±0.02 ^{bbB}	0.75±0.03 ^{cd}
75	1.44±0.01 ^{bbB}	1.24±0.03 ^{bbB}	1.64±0.05 ^{abB}	1.94±0.08 ^{bbB}	1.47±0.06 ^{cb}	2.25±0.07 ^{aA}	2.11±0.08 ^{aA}	1.43±0.05 ^{ba}	1.59±0.04 ^{bc}
90	1.62±0.05 ^{abB}	1.12±0.06 ^{bbB}	1.52±0.07 ^{abB}	1.45±0.07 ^{cb}	1.37±0.07 ^b	1.48±0.07 ^C	1.89±0.08 ^{abA}	1.69±0.05 ^{ba}	1.98±0.06 ^{caAB}

^{1,2)}Sample codes refer to comment in Table 1.

^{a-c}Means with the same letter in each row among samples in each temperature are not significantly different ($p < 0.05$).

^{A-D}Means with the same letter in column of each samples in each item are not significantly different ($p < 0.05$).

적 상승을 보이지 않고 등락을 보여 품질의 열화척도로서 부적합한 결과를 보였는데, 이는 미세 캡슐화 된 어유(17) 및 스낵의 저장실험(18)에서도 같은 경향을 보였다. 과산화물은 1차 산화물로서 상당히 불안정한 상태이기 때문에 쉽게 알데히드, 케톤류 등의 2차 산화물로 전환된다(15).

관능품질의 변화

저장 중 대조군, TE 및 TEA의 관능적 품질의 변화를 각

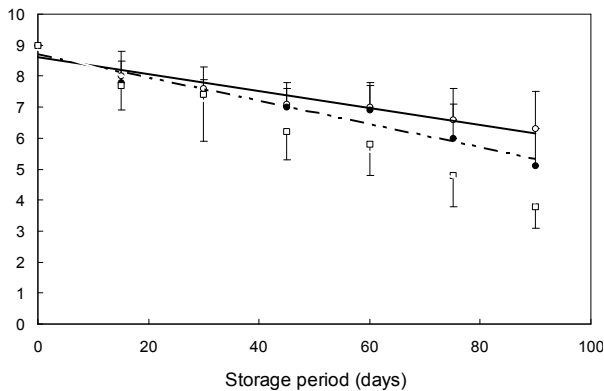


Fig. 1. Changes of sensory scores of control at various storage temperatures. 35°C (—○—): $y = -0.0274x + 8.6036$ ($R^2 = 0.9345$), 45°C (---●---): $y = -0.0376x + 8.7214$ ($R^2 = 0.9470$), 55°C (-□-): $y = -0.0548x + 8.8500$ ($R^2 = 0.9856$).

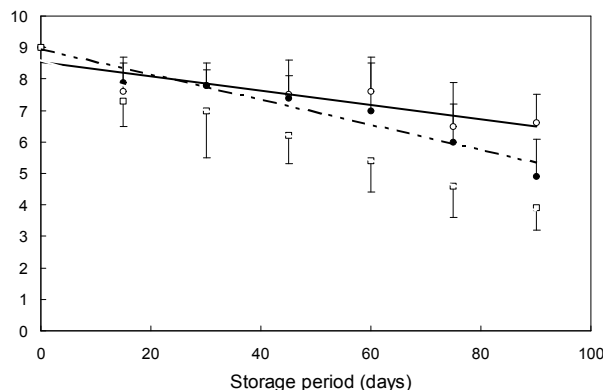


Fig. 2. Changes of sensory scores of TE (green tea extract) at various storage temperatures. 35°C (—○—): $y = -0.0229x + 8.5429$ ($R^2 = 0.7886$), 45°C (---●---): $y = -0.0402x + 8.9536$ ($R^2 = 0.9378$), 55°C (-□-): $y = -0.0531x + 8.5889$ ($R^2 = 0.9769$).

각 Fig. 1~3에 나타내었다. 저장기간이 경과할수록, 그리고 저장온도가 높을수록 관능검사결과 값은 대비 차이가 크게 나타났다. 시료군의 관능변화의 차이를 보면 45°C의 녹차 추출 첨가군을 제외하고는 대조군이 빠른 속도로 관능품질의 저하가 나타났고 녹차추출물과 ascorbic acid 첨가물(TEA)이 가장 양호하였다. Majchrzak 등(19)은 홍차나 녹차추출액에 ascorbic acid를 첨가하였을 때 항산화작용의 상승효과를 확인하였으며, Dai 등(20)은 리놀산을 대상으로 녹차로부터 추출한 폴리페놀에 토코페롤과 ascorbic acid를 첨가하여 항산화성을 측정된 결과 상승효과가 있다고 하였으며, Ahn 등(21)의 미강유에 로즈마리 등 향신료의 용매별 추출물에 대해 ascorbic acid 200 ppm을 첨가한 경우에도 항산화 상승효과를 보였다고 하였다.

품질지표의 선정

품질지표사이의 상관관계를 분석한 결과(Table 5), 산가는 어떤 지표와도 유의적인 상관관계를 보이지 않았고 과산화물가는 관능검사 결과와는 양의 상관관계를, 저장기간과는 음의 상관관계를 보였으나 상관계수는 약 0.27로서 큰 의미는 없다고 볼 수 있다. 산가와 과산화물가의 상관관계는 0.140이었는데, 두 값 모두 유의적인 상관성은 없으며 서로 독립적인 지표이기 때문으로 생각된다. Jonnalagadda 등(18)

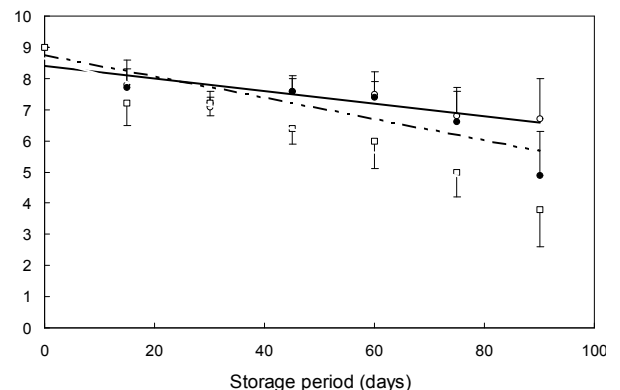


Fig. 3. Changes of sensory scores of TEA (green tea extract + ascorbic acid) at various storage temperatures. 35°C (—○—): $y = -0.0202x + 8.4107$ ($R^2 = 0.7089$), 45°C (---●---): $y = -0.0340x + 8.7321$ ($R^2 = 0.7819$), 55°C (-□-): $y = -0.0505x + 8.6429$ ($R^2 = 0.9490$).

Table 5. Correlation coefficients among parameters during storage

Parameters	Acid value	Peroxide value	Sensory score	Storage period
Acid value	1			
Peroxide value	0.140	1		
Sensory score	-0.002	0.274*	1	
Storage period	-0.076	-0.267*	-0.749**	1

Significant different at *p<0.05, **p<0.01.

의 스낵의 저장실험 결과에서도 관능검사 결과와 유의적 상관성이 있는 화학적 지표는 없는 것으로 보고하였다.

한편 본 실험에서는 관능점수와 저장기간과 상관계수는 0.75로 상관성이 가장 높았고 유의적인 음의 상관관계를 보였다. 또한 품질지표를 선정하기 위해서 지표별 회귀분석을 0차 반응과 1차 반응으로 나누어 실시하였으며, TEA군에서의 실험결과를 Table 6에 나타내었다. 산가 및 과산물가에서는 결정계수(R²)가 반응차수에 관계없이 0.2919 이하였으며, 관능점수는 0.7089~0.9490의 범위였다. 또한 저장온도 55 °C, 0차 반응에서 0.9490으로 가장 높게 나타났다. 따라서 본

Table 6. Linear regression equations of parameters in TEA (green tea extract+ascorbic acid) during storage

Parameters	Reaction rate	Temp (°C)	Equation	Coefficient (R ²)
Acid value	0	35	y=-0.0006x+0.2711	0.1575
		45	y= 0.0004x+0.2546	0.0502
		55	y= 0.0005x+0.2489	0.0817
	1	35	y=-0.0024x-1.3158	0.1676
		45	y= 0.0016x-1.3891	0.0590
		55	y= 0.0019x-1.4091	0.0789
Peroxide value	0	35	y=-0.0075x+2.2144	0.2740
		45	y= 0.0052x+1.4700	0.0962
		55	y=-0.0023x+1.7468	0.0238
	1	35	y=-0.0037x+0.7339	0.2919
		45	y= 0.0040x+0.2982	0.1188
		55	y=-0.0019x+0.5339	0.0294
Sensory score	0	35	y=-0.0202x+8.4107	0.7089
		45	y=-0.0304x+8.7321	0.7819
		55	y=-0.0505x+8.6429	0.9490
	1	35	y=-0.0026x+2.1289	0.7250
		45	y=-0.0050x+2.1853	0.7456
		55	y=-0.0083x+2.1945	0.9271

Table 7. Prediction of shelf life of non-dairy cream by sensory score

	Temp (°C)	Regression equation	Ea (cal/mol)	A0-At	K	Shelf life (month)
Control	20	y=-3,496.6x+7.7423 (R ² =0.9953)	-6,947.7	4	0.01512	8.8
	25				0.01849	7.2
	30				0.02242	5.9
TE	20	y=-4,261.7x+10.102 (R ² =0.9698)	-8,468.0	4	0.01176	11.3
	25				0.01501	8.9
	30				0.01901	7.0
TEA	20	y=-4,684.0x+11.313 (R ² =0.9957)	-9,307.1	4	0.00934	14.3
	25				0.01221	10.9
	30				0.01583	8.4

Ea: activation energy (cal/mol), K: reaction rate constant, A0: sensory score at initial stage, At: limited point of sensory score.

실험에서는 관능검사를 품질지표로 하고 0차 반응식에 따라 유통기간을 예측하였다(8).

유통기한의 예측

유통기한의 산출은 관능검사 점수의 최대 변화값, 즉 초기 값(9점)과 한계치(5점)와의 차이인 4를 반응속도로 나눈 값으로 구하였다. 위의 식에 따른 결과를 Table 7에 나타내었다. 반응속도 상수가 크면 반응이 빠르게 일어난다는 의미로 유통기간이 짧는데, 가장 큰 것은 대조군(55°C)이었고 가장 적은 것은 TEA(35°C)이었다. 활성화에너지 값은 반응을 일으키는데 최소한의 에너지로서 대조군(6,947.7 cal/mol)에 비해, 녹차추출물 400 ppm을 첨가한 TE(8,468.0 cal/mol) 및 녹차추출물에 ascorbic acid를 0.002%를 첨가한 TEA (9,307.1 cal/mol) 순으로 높았다. 그 결과 온도별(20, 25, 30 °C)에서도 대조군이 5.0~8.8개월로 나타난 반면에 TE에서는 7.0~11.3개월로 나타났고, TEA에서는 8.4~14.3개월로 유통기한이 증가되었다. 또한 저장온도가 높아짐에 따라 유통기한은 모든 시료군에서 상대적 감소하였다.

Tak 등(22)은 로즈마리 추출물을 첨가한 돈육을 4°C에서 저장한 결과 7일의 유통기간 연장효과가 있었다고 하였고, Dai 등(20)은 리놀산에 토코페롤, ascorbic acid, 녹차추출물 각각의 항산화효과를 측정된 결과 토코페롤 또는 녹차추출물 단독보다는 ascorbic acid 첨가 시 유도시간의 연장효과가 우수하다고 하였다. 또한 Park과 Kim 등(23)은 유과에 녹차추출물을 첨가하여 40°C에서의 안정성을 비교한 결과 무첨가에 비해 최대 12주의 산패취 발현을 늦추는 것으로 나타나 천연 항산화제에 의한 유통기한의 연장가능성을 제시하였다.

가속실험결과로부터 유통기간을 예측한 결과, 일반적으로 많이 유통되는 온도범위인 20°C에서는 대조군 대비하여 TE는 2.5개월(28%), TEA군은 5.5개월(62.5%) 연장되었으며, 25°C에서는 대조군이 7.2개월인 데 비하여 TE군은 8.9개월(23%), TEA군은 51% 향상된 10.9개월의 결과를 가져왔다. 또한 녹차추출물에 ascorbic acid를 첨가한 것(TEA)은 녹차추출물만을 첨가한 것(TE)에 비해 유통기간이 25°C에서 22% 증가되어 상승효과가 있음을 알 수 있었다.

요 약

트랜스산 문제로 경화공정이 기피되는 상황에서 식물성 유지의 산화안정성 향상과 이를 이용한 분말상 식물성크림의 유통기간 향상을 목적으로, 천연 유래의 산화방지제인 토코페롤, 녹차추출물, 로즈마리 추출물의 항산화 효과와 ascorbic acid의 상승효과도 검토하였다. 또한 가속실험을 통하여 이들 제품의 유통기간 연장 가능성을 예측하고자 하였다. 팜유에 대한 항산화 활성이 가장 큰 항산화제는 녹차추출물이었으며 팜유에 400 ppm 첨가한 경우 OSI 시간은 67.7시간으로 팜유 대비 2.3배 향상되었다. 유통기간 예측을 위한 품질지표는 관능점수가 가장 높은 결정계수를 보였고, 20°C에서는 대조군에 비해 녹차추출물(400 ppm) 첨가군(TE)은 2.5개월(28%), 녹차추출물(400 ppm)과 ascorbic acid(0.002%)를 첨가한 군(TEA)은 5.5개월(62.5%)이 연장되었다. 25°C에서는 대조군이 7.2개월인 데 비하여 TE군은 8.9개월(23%), TEA군은 51% 향상된 10.9개월의 유통기간 연장효과를 보였다.

문 헌

1. KFDA. 2010. *Korea Food Code*. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea. p 5-29-17, 10-1-37, 10-1-40.
2. Furuta D, Murasei S, Adachi S, Tsuji S, Nakamura T. 2003. Technology of functional powder manufacturing and encapsulation for foods. *Science Forum*, Tokyo, Japan. p 252-258, 269-274.
3. The Korea Foods Industry Association. Statistics of production of foods and food additives. Available from: http://kfia.or.kr/n_pds/stt_list.asp?pdsmode&lrq_code=22&sml_code=3. Accessed Dec. 19, 2010.
4. Frankel EN. 2005. *Lipid Oxidation*. The Oily Press, Bridge Water, England. p 209-258.
5. Yanishlieva NV, Marinova E. 2001. Stabilisation of edible oils with natural antioxidants. *Eur J Lipid Sci Technol* 103: 752-797.
6. AOCS. 1993. *Official Methods and Recommended Method*. Boulder, Urbana, IL, USA. Method 12b-92.
7. Baik MY, Suhendro EL, Nawar WW, McClements DJ, Decker EA, Chinachoti P. 2004. Effect of antioxidants and humidity on the oxidative stability of microencapsulated fish oil. *J Am Oil Chem Soc* 81: 335-360.
8. KFDA, KHIDA. 2010. *User's manual on the shelf life establishment program of foods*. Korea Health Industry Development Institute, Seoul, Korea. p 55-57, 145.
9. Yoon SS. 2000. Studies on prediction of shelf life of fish meat paste products on the market. *MS Thesis*. Changwon National University, Changwon, Korea. p 46, 55-58.
10. Kemp S, Hollowed T, Hort J. 2009. *Sensory evaluation: A practical handbook*. Wiley-Blackwell, West Sussex, UK. p 73-76.
11. Steele R. 2008. *Understanding and measuring the shelf-life of food*. Woodhead publishing limited, Cambridge, UK. p 44-45, 209-292, 304-305, 317-339.
12. Park JH, Kim CS. 2002. Antioxidant activity of green tea extract in soybean and rice bran oils. *Nutraceuticals & Food* 7: 151-156.
13. Gramza A, Khokhar S, Yoko S, Gliszczynska-Swiglo A, Hes M, Korczak J. 2006. Antioxidant activity of tea extracts in lipids and correlation with polyphenol content. *Eur J Lipid Sci Technol* 108: 351-362.
14. Huang SW, Frankel EN. 1997. Antioxidant activity of tea catechins in different lipid systems. *J Agric Food Chem* 45: 3033-3038.
15. O'Brien RD. 2004. *Fats and oils*. 2th ed. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. p 194-196.
16. Hardas N, Danviriyakul S, Foley JL, Nawar WW, Chinachoti P. 2000. Accelerated stability studies of microencapsulated anhydrous milk fat. *Lebensm-Wiss Technol* 33: 506-513.
17. Kolanowski W, Ziolkowski M, Weißbrodt J, Kunz B, Laufenberg G. 2006. Microencapsulation of fish oil by spray drying-impact on oxidative stability. part 1. *Eur Food Res Technol* 222: 336-342.
18. Jonnalagadda PR, Bhat RV, Sudershan RV, Naidu AN. 2001. Suitability of chemical parameters in setting quality standards for deep fried snacks. *Food Qual Pref* 12: 223-228.
19. Majchrzak D, Mitter S, Elamadfa I. 2004. The effect of ascorbic acid on total antioxidant activity of black and green teas. *Food Chem* 88: 447-451.
20. Dai F, Chen WF, Zhou B. 2008. Antioxidant synergism of green tea polyphenols with α -tocopherol and L-ascorbic acid in SDS micelles. *Biochimie* 90: 1499-1505.
21. Ahn CK, Han DS, Rhee YK, Lee YC. 2005. Synergistic effects of catechin or ascorbic acid on antioxidative activities of hexane and methanol extracts from rosemary, sage, oregano and ginger. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 586-592.
22. Tak SB, Kim DH, Yoon SK, Lee YC. 2005. Effect of natural preservatives and storage temperatures on quality and shelf-life of Fresh pork meat. *Korean J Food Sci Technol* 37: 557-561.
23. Park JH, Kim CS. 2002. Green tea extract is an effective antioxidant for retarding rancidity of Yukwa (rice snacks) fried in soybean and rice bran oils. *Nutraceuticals & Food* 7: 255-260.

(2011년 2월 11일 접수; 2011년 4월 21일 채택)