

냉동탕수육의 튀김횟수에 따른 튀김유지의 산화안정성

이주영 · 이현규* · 송은승

호서대학교 식품영양학과

*한양대학교 식품영양학과

Effects of Reusing Times on the Oxidative Stability of Frying Fat for Frozen Battered Pork

Ju Young Lee, Hyeon Gyu Lee* and Eun Seung Song

Dept. of Food and Nutrition, Hoseo University, Asan 336-795, Korea

*Dept. of Food and Nutrition, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

Abstract

To evaluate the effect of frying times on the oxidative stability of soybean oil and shortening, they were reused up to 10 times and measured by thiobarbituric acid (TBA) value, acid value (AV), peroxide value (POV) and sensory evaluation. As the reusing time was increased, TBA value of "battered pork" fried with shortening showed more sharply increased than that with soybean oil, while the value of shortening, itself, showed more decreased than that of soybean oil. In frying fat, AV and POV increased with the increase of reusing times. Compared with soybean oil, shortening had rapidly increased for POV as reusing time was increased. Among the sensory analyses, TBA of "battered pork" with soybean oil and shortening exhibited the highest correlation with flavor and texture, respectively. For the "battered pork" fried with soybean oil and shortening, reusing shelf-lives predicted were approximately 9 and 8 times, respectively.

Key words: battered pork, oxidative stability, sensory evaluation, frying fat

서 론

현대인의 식생활패턴은 국민경제가 발전하고 사회생활이 복잡해짐에 따라 다양하게 변화하였고, 국민의 식품에 대한 기호성향 또한 변화하여 튀김조리 이용과 그 섭취량도 증가하고 있다(1-4). 그러나 튀김은 고온에서 이루어지기 때문에 튀김 과정 중 공기 중의 산소와 반응하여 자동산화가 일어날 뿐만 아니라 가열분해, 가열중합 등의 복합적인 가열산화가 발생하여 유지의 품질 저하와 산패된 유지에 의한 튀김물의 영양손실을 초래하게 된다(4, 5). 이러한 일반적인 튀김조리에서 대두유는 조리용과 가정용 튀김에 90%정도 사용되고 있다. 한국농업경제연구원에서 1991년에 발간한 식품수급표를 보면 대두유의 생산량은 1970년에 418 M/T에서 1990년에는 7,695 M/T으로 크게 증가하였으며, 한국식품공업협회에서 발표한 통계에 의하면 1997년에는 256,909T으로 식용유지의 32.72%를 차지(6)하고 있으며 계속 증가추세에 있다. Shortening의 생산량은 1986년 아시아계임과 '88년도 서울올림픽 전후로 급격히 증가하였고 이에 따른 소비량 또한 크게 증

가하였다(7). Shortening은 1995년 식용유지 중 점유율이 10.66%에서 1997년 5.55%(6)로 감소추세에 있지만 아직도 식품제조업계에서는 많이 사용하고 있다. 보통 튀김유는 한 두 번 사용하고 버려야 한다고 생각을 하지만 일반 가정에서 튀김조리를 하는 경우에 튀김유가 한번 쓰고 없어질 때까지 계속 사용하는 경우가 58.9%, 새 기름을 혼합하여 사용횟수에 관계없이 계속 사용하는 경우가 41.1%로 나타났다는 보고가 있다(8). 상업적인 튀김 공정에서도 기름의 가열상태에서 어느 기간동안 튀김이 반복되기 때문에 튀김유에 유지의 산화 분해 산물의 축적과 궁극적으로 튀김 식품에 이들 화합물이 함유될 가능성이 있다(3). 이에 본 연구에서는 튀김유를 일정기간 반복 사용하여 반조리 냉동식품인 탕수육을 튀긴 후, 탕수육의 관능검사 결과와 TBA(thiobarbituric acid)값 측정치를 통해 튀김유의 한계사용횟수를 예측하였으며, 튀김유의 산가와 과산화물가를 측정하여 한계사용횟수를 구하였다. 탕수육의 TBA값과 상관계수가 높은 산패도 측정법을 선택하여 회귀방정식을 구한 후 관능검사와 TBA값으로 구한 한계사용횟수와 비교, 분석하고자 한다.

*To whom all correspondence should be addressed

재료 및 방법

재료 및 조리방법

반조리 냉동식품의 대표적 제품인 탕수육과 대두유, shortening을 대형 소매점에서 구입하였다. 예비실험은 1분 30초, 2분, 2분 30초, 3분, 3분 30초 동안 $180 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 100 g씩 냉동탕수육을 튀긴 후 관능검사를 실시하였으며, 본 실험은 3분간 $180 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 100 g씩 냉동탕수육을 튀겼고, 튀김유는 1주일 간격으로 1회에서 10회까지 재사용하였다.

산패도 측정법

산가

AOAC 측정법(9)을 이용하였다. 3 g의 시료를 삼각플라스크에 넣고 1:1 alcohol-ether 용액을 100 mL 가한 후 1% phenolphthalein 용액 0.1 mL를 가하였다. 0.1 N alcoholic KOH 용액을 가하여 10초 이상 핑크색이 될 때까지 적정하였다.

과산화물가

AOAC 측정법(9)을 이용하였다. 3 g의 시료를 삼각플라스크에 넣고 acetic acid-chloroform 용액을 30 mL 가하고 투명하게 녹인 후 포화 KI용액 0.5 mL를 넣고 1분간 흔들어 섞은 후 5분간 방치하였다. 증류수 30 mL를 가한 후 세계 흔들어 섞었다. 0.1% 전분용액 0.5 mL를 가하고, 0.1 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 로 적정하였다.

TBA값

Tarladgis 등(10)이 사용한 방법으로 측정하였고, TBA값의 계산은 Robles-Martinez 등(11)이 사용한 계산법을 이용하였으며, TMP 표준용액은 Song과 Kang(12)의 방법을 응용하였다. 시료 10 g에 0.3% BHT ethanol 용액 10 mL와 0.5% EDTA를 넣고 균질화시킨 후 500 mL 둥근 플라스크에 넣었다. 여기에 증류수 87.5 mL와 4 N HCl 2.5 mL를 넣었다. Kjeldahl 증류장치로 50 mL 증류한 후 여과하였다. 여과된 시액을 10분동안 끓인 후 여과액 5 mL와 TBA 시약 5 mL를 cap tube에 넣고 1분간 섞

었다. 5 mL 증류수와 TBA 시약 5 mL 넣은 용액을 blank로 사용하였다. 95°C 항온수조에 35분간 넣고, 10분간 흐르는 물에 식힌 후 538 nm에서 흡광도를 측정하였다.

관능검사

각 시료에 대해 색(color), 향미(flavor), 질감(texture), 맛(taste), 전체적인 기호도(overall acceptability)를 9점 항목척도법으로 검사하였다. 관능요원은 호서대학교 식품영양학과 학생 6명을 대상으로 훈련시킨 후 검사에 응하도록 하였다.

통계분석

본 실험의 측정 결과는 SAS package를 이용하였다. 각 시료간의 상관관계는 pearson correlation, 각 군간의 차이는 Duncan's multiple range test로 검증하였으며, 튀김유의 종류와 튀김유의 사용횟수에 대한 변화를 검증하기 위하여 two-way ANOVA를 실시하였다. 또한 다중회귀분석을 이용하여 튀김유의 한계 사용횟수를 예측하였다.

결과 및 고찰

튀김횟수에 따른 튀김유와 탕수육의 TBA값 변화

튀김유의 TBA값을 비교하면, 대두유는 5회 이상 사용하였을 때 크게 증가하였으며, shortening은 대두유보다 TBA값의 증가율이 크진 않지만 비슷한 경향을 나타내었다(Table 1). 이는 Ro 등(4)의 실험에서 튀김유의 TBA값은 초기에는 완만히 증가하다가 후기에 크게 증가한 결과와 같은 경향이다. 튀김횟수의 증가에 따른 대두유의 TBA값은 shortening에 비해 유의적인 증가를 보였다($p < 0.01$). 대두유로 튀긴 탕수육은 초기에는 shortening으로 튀긴 탕수육보다 TBA값이 높게 나타났지만, 사용횟수가 증가할수록 shortening으로 튀긴 탕수육의 TBA값의 증가폭이 유의적으로 높게 나타나 후기에는 shortening으로 튀긴 탕수육의 TBA값이 높게 나타났다. 대두유와 short-

Table 1. Changes of TBA value of frying fat and "battered pork" with reusing times

Reusing times	Frying fat		Battered pork	
	Soybean oil	Shortening	Soybean oil	Shortening
1	$0.76 \pm 0.03^{1,cd2)}$	1.14 ± 0.02^d	1.10 ± 0.03^e	0.88 ± 0.10^f
3	1.48 ± 0.00^{cd}	0.89 ± 0.00^d	2.57 ± 0.03^{cd}	1.77 ± 0.01^{de}
5	1.04 ± 0.01^d	0.76 ± 0.00^d	3.51 ± 0.02^{bc}	2.45 ± 0.04^{cd}
7	2.26 ± 0.09^b	1.14 ± 0.04^d	2.58 ± 0.02^{cd}	3.26 ± 0.08^{bc}
9	3.04 ± 0.01^a	1.56 ± 0.41^c	4.56 ± 0.18^{bc}	6.25 ± 0.07^{ab}
10	3.43 ± 0.06^a	2.28 ± 0.00^b	6.29 ± 0.13^{ab}	8.01 ± 0.04^a

¹⁾Mean \pm S.D.

²⁾Mean score with the same letter are not significantly different at the 0.01 level by the Duncan's multiple range test for reusing times.

ening으로 튀긴 탕수육 group간의 TBA값은 유의적이진 않지만 shortening으로 튀긴 탕수육의 TBA값이 더 높게 나타났다.

튀김횟수에 따른 튀김유의 산가와 과산화물가 변화

대두유와 shortening의 산가와 과산화물가의 변화는 Table 2에서 보는 바와 같이 튀김횟수를 증가시키에 따라 유의적으로 증가하였다($p < 0.01$). 이는 튀김횟수의 증가에 따라 산가가 증가하였다는 다른 보고(13-16)와 같은 결과이다. 대두유와 shortening의 산가를 비교할 때 shortening이 대두유보다 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). 이는 대두유의 산가 증가율이 shortening보다 낮다는 결과(17)와 일치하였으며, 이는 고형 유지가 가수분해가 쉽게 일어나기 때문이라고 하였다(18).

과산화물가의 경우 대두유는 사용횟수가 증가함에 따라 비교적 변화가 적었으나, shortening은 사용횟수가 증가함에 따라 높은 변화를 보였다. 튀김유의 종류에 따른 과산화물가는 shortening이 대두유보다 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). 기름자체의 가열에 의한 과산화물가의 증가율은 대두유가 shortening보다 과산화물가의 증가율이 크다는 보고(17)가 있다. 그러나 본 결과는 식품을 튀긴 후의 과산화물가는 대두유에서 낮게 나온 보고(18)와 같으므로 식품을 튀긴 것과 기름자체의 가열에 의한 과산화물가 변화는 다르다는 것을 알 수 있다.

관능검사와 탕수육의 TBA값을 이용한 튀김유의 한계 사용횟수 예측

대두유와 shortening으로 튀긴 탕수육의 관능평가 요인들과 TBA값에 대한 상관계수 및 회귀방정식을 Table 3과 같이 구하였다. 특히 대두유와 shortening 모두 flavor와 관계가 높았는데 Nolan 등(19)은 TBA값이 비정상적인 냄새(rancid flavor)와 상관관계가 높다고 보고하였다. Gros 등(20)은 TBA값과 관능검사간의 상관관계를 알아본 결과 조리방법에 따른 풍미는 유의적인 차이를 나타내지 않았지만, 풍미와 TBA값은 유의적인 음의 상관관계를 나타낸다고 보고하였다.

가장 상관관계가 높은 관능평가 요인을 각각의 유지에 선택하여 한계 사용횟수를 구하고자 하였다. Table 3에서 대두유의 풍미와 shortening은 조직감이 제일 높아 이들을 선정하여 한계횟수를 측정하는 품질특성으로 삼았다. 관능적 품질 하한점을 5점으로 하여 TBA값과의 회귀방정식에 대입하여 이에 대응하는 TBA값을 4.712와 5.149로 구하였다. 또한 사용횟수에 따른 TBA값의 회귀방정식을 구한 후 4.712와 5.149의 TBA를 다음 식(1)에 대입하여 한계 사용횟수를 구하였다.

$$\begin{aligned} \text{대두유} : Y &= 0.46X + 0.74 \dots\dots\dots (1) \\ \text{shortening} : Y &= 0.75X - 0.61 \\ (Y &= \text{TBA value } X = \text{reusing times}) \end{aligned}$$

Table 2. Changes of Acid value and Peroxide value of frying fat with reusing times

Reusing times	Acid value		Peroxide value	
	Soybean oil	Shortening	Soybean oil	Shortening
1	0.37 ± 0.00 ^{1)(c)}	0.43 ± 0.03 ^a	10.56 ± 0.96 ^d	6.67 ± 0.00 ^d
3	0.54 ± 0.03 ^d	0.59 ± 0.02 ^d	20.00 ± 0.00 ^e	14.00 ± 0.00 ^d
5	0.67 ± 0.00 ^e	0.72 ± 0.02 ^e	15.11 ± 0.77 ^{cd}	16.00 ± 0.00 ^{cd}
7	0.77 ± 0.03 ^{bc}	0.66 ± 0.00 ^{cd}	18.33 ± 0.00 ^c	25.56 ± 0.96 ^b
9	0.84 ± 0.00 ^b	0.84 ± 0.00 ^b	19.44 ± 1.93 ^c	40.00 ± 2.89 ^a
10	0.92 ± 0.02 ^a	0.96 ± 0.05 ^a	20.56 ± 0.96 ^c	48.33 ± 2.89 ^a

¹⁾ Mean ± S.D.

²⁾ Mean score with the same letter are not significantly different at the 0.01 level by the Duncan's multiple range test for reusing times.

Table 3. Regression equation between sensory properties and TBA value of "battered pork" fried with soybean oil and shortening

Frying fat	Sensory properties	Regression equation	Correlation coefficient (R)
Soybean oil	Color	Y = -0.043X + 5.08	-0.71
	Flavor	Y = -0.33X + 6.54	-0.81
	Texture	Y = 0.12X + 4.54	0.27
	Taste	Y = -0.0029X + 5.13	-0.02
	Overall acceptability	Y = -0.0076X + 5.24	0.24
Shortening	Color	Y = -0.30X + 6.01	-0.83
	Flavor	Y = -0.27X + 5.69	-0.88
	Texture	Y = -0.33X + 6.68	-0.93
	Taste	Y = -0.39X + 5.94	-0.89
	Overall acceptability	Y = -0.31X + 5.71	-0.79

Y: Sensory properties, X: TBA value of battered pork.

회귀방정식에 의해 측정된 TBA값과 관능평가 요인에 의한 대두유의 한계 사용횟수를 8.6회로 예측할 수 있었고, shortening의 한계 사용횟수는 7.7회로 예측할 수 있었다.

튀김유의 산패도와 식품규격에 대한 한계 사용횟수 예측

탕수육의 TBA값과 튀김유의 TBA값, 산가와 과산화물가와의 유의성을 알아본 결과, 탕수육의 TBA값과 튀김유의 산가가 높은 유의성을 보여 다음 식(2)을 이용하여 한계사용횟수를 예측하여 보았다.

$$\text{대두유} : Y=0.058X+0.35 \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{shortening} : Y=0.051X+0.40$$

$$(Y=\text{acid value } X=\text{reusing times})$$

현재 식품공전에 규정되어 있는 산가는 0.8이므로 식(2)에 대입하였을 경우 예측된 탕수육의 한계사용횟수와 유사하게 대두유와 shortening 모두 7.8회로 나타났다.

요 약

시판 탕수육을 대두유와 shortening으로 연속적으로 사용하여 튀긴 후 탕수육의 이화학적 및 관능적 변화와 튀김유의 이화학적 변화를 측정하여 이를 통한 한계 사용횟수를 예측하고자 하였다. 튀김유의 TBA값은 대두유가 shortening보다 사용횟수에 따른 증가가 뚜렷하였으나, 탕수육의 경우에는 반대로 shortening을 사용한 탕수육이 대두유로 튀긴 탕수육보다 증가율이 높게 나타났다. 튀김횟수 증가에 따른 튀김유의 산가와 과산화물가는 증가하였으며 shortening에서 과산화물가의 변화가 크게 나타났다. 대두유로 튀긴 탕수육의 TBA값과 가장 상관관계가 높은 풍미를 선정하여 한계사용횟수를 구한 결과 약 9회로 나타났고, shortening으로 튀긴 탕수육의 TBA값과 가장 상관관계가 높은 인자인 조직감을 선정하여 한계 사용횟수를 측정된 결과 약 8회로 나타났다. 대두유와 shortening의 한계사용횟수를 예측하기 위해 식품공전에 규정된 산가를 회귀방정식에 대입한 결과 두 기름 모두 약 8회로 나타나 위의 결과와 비슷한 한계사용횟수를 나타냈다.

문 헌

1. Chang, Y.K., Lee, J.W. and Kim, T.J. : A study on quality changes of domestic frying oils by thermal oxidation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **10**, 112-118 (1978)
2. Choe, E.O. : Effects of heating time and storage temperature on the oxidative stability of heated palm oil. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 407-411 (1997)
3. Choe, E.O. and Lee, J.Y. : Thermooxidative stability of soybean oil, beef tallow and palm oil during frying of steamed noodles. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 288-292 (1998)
4. Ro, K.A., Kim, N.Y. and Jang, M.S. : Effect of frying methods of chickens on the physicochemical properties of frying oil and fried chickens in the school food-service. *J. Korean Dietetic Association*, **4**, 99-108 (1998)
5. 김동훈 : 식용유지의 산패. 고려대학교 출판부, p.20-36, 41-254 (1994)
6. Food Industry: *Korea Food Industry Association*, **99**, 137-157 (1999)
7. 이준식 : 식용유지 가공 공정기술의 현황과 발전 방향. 식품과학과 산업, **23**, 31-40 (1990)
8. Son, J.Y., Chung, M.S. and Ahn, M.S. : The changes of physico-chemical properties of the frying oils during potato and chicken frying. *Korean J. Soc. Food Sci.*, **14**, 177-181 (1998)
9. AOAC : *Office Method of Analysis*. Chap. 33, p.54, Chap. 41, p.9 (1995)
10. Tarladgis, B.G., Pearson, A.M. and Dugan, L.R.J. : Chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for determination of oxidative rancidity in foods. II - Formation of the TBA-malonaldehyde complex without acid-heat treatment. *J. Sci. Food Agric.*, **15**, 602-607 (1964)
11. Robles-Martinez, C.E. and Ke, P.J. : Recommended method for testing the objective rancidity development in fish based of TBARS formation. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, No. 1089, p.1-27 (1982)
12. Song, E.S. and Kang, M.H. : Measurement of lipid oxidation rates in semi-prepared frozen muscle foods during various storage and reheating conditions. *Korean J. Soc. Food Sci.*, **9**, 88-93 (1993)
13. 노신애 : 튀김조리에 있어서 식용유의 산패에 관하여. 대한 가정학회지, **14**, 995 (1976)
14. 윤길숙 : 학교급식에서 튀김유 사용방법이 튀김유의 이화학적 특성에 미치는 영향. 단국대학교 석사학위논문 (1994)
15. Joo, K.J. and Ha, G.S. : Chemical changes of the deep fat frying oils used commercially. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **18**, 247-254 (1986)
16. Kim, Y.M. and Ahn, S.J. : Study for the rancidity of frying oil used at the snack corners (I). *Korean Home Economics Association*, **14**, 655-670 (1976)
17. Kim, D.S., Kim, B.S. and Ahn, M.S. : A study on the formation of trans fatty acids with heating and storage of fats and oils (I) - The change of physicochemical characteristics and total trans fatty acids content -. *Korean J. Soc. Food Sci.*, **6**, 37-49 (1990)
18. 안명수, 육희정 : 팜유와 혼합유의 저장 및 튀김시 이화학적 성질변화. 성신여자대학교 생활문화연구소 생활문화연구, p.285-304 (1994)
19. Nolan, N.L., Bowers, J.A. and Kropf, D.H. : Lipid oxidation and sensory analysis of cooked pork and turkey stored under modified atmospheres. *J. Food Sci.*, **54**, 846-849 (1989)
20. Gros, J.N., Howat, P.M., Younathan, M.T., Saxton, A.M. and McMillin, K.W. : Warmed-over flavor development in beef patties prepared by three dry heat methods. *J. Food Sci.*, **51**, 1152-1155 (1986)

(1999년 12월 3일 접수)