KOREAN J. SOC. FOOD COOKERY SCI.
Vol. 18, No. 3, JUNE, 2002

단체급식에서 재사용 튀김유의 이화학적 특성변화

송연순 · 장명숙*
*단국대학교 식품영양학과

Physicochemical Properties of Used Frying Oil in Foodservice Establishments

Youn-Soon Song and Myung-Sook Jang*
*Department of Food Science and Nutrition, Dankook University

Abstract

Changes in the physicochemical properties of frying oil after single or repeated use in foodservice establishments were studied. The experiment was designed to simulate the practical frying practice based on a survey from the dieticians in the food service establishments. Used oils came from the single frying of mackerel and the sequential frying of 1) potato and mackerel, 2) battered pork and mackerel, and 3) potato, battered pork, and mackerel. The used oil samples were analyzed and compared with the fresh one. Oil quality parameters such as acid value, peroxide value, thiobarbituric acid value, iodine value, viscosity, and color were measured at each step of deep-fat frying. The physicochemical properties of the frying oils have been more or less affected by the frying conditions. However, the used oils resulted from the experimental trials were within the range of acceptance as indicated by the acid and peroxide values.

Key words : used frying oil, fresh oil, potato, battered pork, mackerel, foodservice establishments

Ⅰ. 서 론

오늘날 식생활 수준이 향상되고 다양화되면서 식용유지나 지방질 식품의 수요가 늘고 있다. 또한 기호성의 향상으로 각종 튀김식품(deep-fat fried food)이 제조, 판매되고 있으며 그 소비량도 급격히 증가하고 있는 실정이다. 한편 식용 유지공업의 발달로 식용유지의 공급이 원활해짐에 따라 일반 가정에서뿐 아니라 단체급식에서도 유지를 이용한 튀김조리의 기회가 많아지고 있다.

유지류는 조리와 영양면에서 다양한 역할을 한다. 조리면에서 튀김은 고온의 기름 속에서 단시간 처리되므로 영양소의 손실을 가장 적게 하고 식품의 향미를 증가시키는 보편적인 조리법이다. 영양면에서 유지는 농축된 열량원으로서 중요할 뿐 아니라 세포막의 주성분, 장내의 유화작용, 신체보호막, 소화율 증진 등의 다양한 기능을 수행하고 있다.

반면, 튀김기름을 장시간 고온에서 사용하거나 상온에서 오래 저장할 경우 여러 가지 물리화학적 변화로 인한 독성물질의 생성으로 튀김의 풍미와 안정성은 저하된다. 심하게 손상된 유지는 독성물질을 생성하나 튀김음식에 함유된 그 함량은 건강에 위해할 정도로 심각하지 않다는 보고도 있으나[1], 튀김요리를 선호하여 장기간 섭취하는 사람에 대하여는 좀더 세밀한 연구가 진행되어야 하겠다.

지금까지의 유지 산패에 관한 연구로는 소량의 튀김재료를 이용하여 여러 튀김유를 사용하거나 튀김 온도별 시간별로 저장기간을 달리하여 반복 튀김시 산패도를 측정하는 등 일정 조건하에서 유지의 산패 상황을 조사한 보고들이 있으며[2~6], 다량 튀김시 튀김유의 산패에 관한 연구로는 학교급식에서의 튀김시 튀김유 변화를 조사한 노[7]와 윤[8]의 연구 보고가 있을 뿐이다.

튀김유는 산패 정도가 적을 때에는 큰 문제가 없지만 산패가 급속히 진행되어 사용 한계를 넘은 튀

Corresponding author: Myung-Sook Jang, Dankook University, San #8, Hannam-dong, Youngsan-gu, Seoul 140-714, Korea
Tel: 02-709-2429
Fax: 02-792-7960
E-mail: msjang1@dankook.ac.kr

김유는 사용을 중지하여야만 한다. 그러나 튀김유의 사용한계를 일률적으로 설정하기는 매우 곤란하다.

따라서 본 연구에서는 실무에 있는 영양사들을 대상으로 단체급식에서의 튀김을 할 때 식용유지의 사용방법에 대한 설문지조사 결과를 바탕으로 대다수의 단체급식에서 다량 튀김시 실제적으로 이루어지는 튀김방법을 실험방법으로 하였다. 즉, 자주 급식소에서 사용하는 튀김 재료를 이용하여 튀김유의 재사용과 사용한 튀김유의 저장기간에 차이를 두어 신선유와 비교하여 튀김유의 이화학적 특성변화를 조사함으로써 튀김에 대한 적절한 조리조건을 확립하여 단체급식에서의 튀김에 대한 기초 자료를 제공하고자 한다.

II 재료 및 방법

1. 단체급식에서의 튀김에 대한 설문조사

튀김유의 종류, 저장방법, 튀김유 재사용 방법, 튀김음식에 대한 기호도 등 설문지를 작성하여 단체급식 영양사에게 200부를 배포하여 119부를 회수하였고 대한영양사협회 홈페이지에 설문내용을 띄어서 12명 영양사의 설문자료를 검색하여 각 문항을 백분율로 계산하였다.

2. 재료

설문조사 결과 단체급식에서의 다량 튀김시 실제적으로 많이 이용하는 튀김유와 튀김재료를 사용하였다. 튀김유는 대두유(동원산업) 18 l 를 사용하였으며, 튀김재료는 300인분 기준으로 냉동감자(30kg, crinkle cuts, 제일제당)와 냉동 탕수육(30kg, 동원산업), 가락동 수산물시장에서 국내산 선동 고등어를 당일 입고하여 가식부위(20kg)만 토막을 내어 염 처리하여 사용하였다. 튀김기는 스테인레스스틸 재질의 튀김기(102×82×25㎝)를 사용하였으며, 연료는 LNG를 사용하였다.

3. 튀김방법

보통 사용한 튀김유의 저장 기간은 2~4일 정도, 이를 이용해 1~3회까지 튀김요리에 재 이용(단, 반복 튀김이 가능한 재료일 경우)하고, 1회사용 후 재사용이 불가능한 기름은 대부분 생선 튀김 후 남겨진 기름이라는 설문조사 결과를 바탕으로 튀김방법을 결정하였다.

튀김처리는 아래와 같은 다섯 개 군으로 나누어 실시하였다.

A : 신선한 유지

B : 신선한 유지 18 l 에 고등어 20kg을 밀가루를 입혀 튀김

C : 1차로 신선한 유지 18 l 에 냉동감자 30kg을 튀겼으며 이때 튀김유는 21.2 l 로 증가하였다. 여기에 2차로 고등어를 튀김

D : 1차로 신선한 유지 18 l 에 냉동탕수육 30kg을 튀겼으며 이때 일부 기름이 흡유되어 튀김 후 남은 기름은 17 l 가 되었다. 여기에 신선한 기름 1 l 를 첨가한 후 2차로 고등어를 튀김

E : 신선한 유지 18 l 에 냉동감자를 튀겼으며 이때 튀김유는 21.2 l 로 증가하였다. 여기에 2차로 냉동탕수육 30kg을 튀겼다. 이때 일부 기름이 증발되고 흡유되어 튀김 후 남은 기름은 17 l 가 되었으며 여기에 신선한 기름 1 l 를 첨가한 후 3차로 고등어를 튀김

튀김재료인 감자, 탕수육, 고등어를 각각 7회로 나누어 튀김온도 180±2℃를 유지하며 튀김 하였으며, 튀김시간은 재료에 따라 일정하게 하였다(감자: 9±1, 탕수육: 14±1, 고등어: 19±1분). 각 튀김 후 튀김유는 2일간 정치시키고 다음 튀김을 실시하였으며, 흡수된 기름 양만큼 신선유로 보충하였다. 튀김유는 튀김 후 튀김기에 그대로 가라앉혀 찌꺼기는 걸러내고 뚜껑이 있는 원 용기에 담아 냉암소에서 보관하여 재사용 하였으며, 튀김유 B, C, D, E는 튀김 종료 후 가라앉혀 식히고 상, 중, 하 위치에서 일정하게 채취하여 바로 이화학적 특성을 분석하였다.

4. 튀김유의 특성 측정 방법

(1) 화학적 특성

산가, 요드가, 과산화물가는 AOCS Official Method에 의해 Cd 3a-63[9], Cd 1-25[10], Cd 8-53[11]으로, TBA (Thiobarbituric acid)가는 Tarladgis 등[12]이 사용한 방법으로, 지방산 조성은 AOAC방법 BF_3-methyl ester법[13]으로 분석하였다.

(2) 물리적 특성

1) 점도

점도계(Viscometer, LVDV-Ⅱ$^+$, Brookfield, LA. USA)를 이용하여 튀김유 250㎖을 취하여 온도 25℃가 되었을 때 점도계를 spindle N_0. 2, 30rpm으로 1분간 작동시킨 후 점도를 측정하였다.

2) 색도

색차계(Tri-Stimulus colorimeter, JC-801, color Techno System Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 표준 백색판

의 lightness("L") redness("a")와 yellowness("b"), ⊿E 값을 측정하였다.

(3) 통계 처리

본 실험의 모든 결과는 3회 반복한 결과의 평균치이며 SAS-package[14]를 이용하여 ANOVA 및 Duncan의 다범위 검정(Duncan's multiple range test)을 통하여 5% 수준에서 각 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 설문조사

(1) 단체급식에서의 튀김유의 종류, 보관 및 사용방법

단체급식 중 주로 사업체급식소(78%) 영양사들이 대상이 되었다. Table 1과 같이 대부분의 단체급식에서는 "대두유"를 튀김유로 사용하였으며, 튀김유를 "재사용"하고 있는 것으로 나타났다. 또한 튀김유 재사용시 "새 기름을 첨가"하는 것으로 나타났다. 튀김유는 "튀김 후 가라앉혀 찌꺼기는 버리고 원래 용기에 보관하여 2~4일 저장하는 것"으로 나타났다. 한번 튀김 후 남겨진 튀김유를 재사용하지 못하고 불가피하게 폐 처리하는 재료는 대부분이 "생선"으로 나타났다.

(2) 튀김의 기호도 조사와 개선점 및 기타

Table 2는 단체급식에서는 튀김음식을 1주에 "1~2번" 급식하고 있으며, 자주 급식하는 튀김음식으로는 "생선튀김, 탕수육, 닭튀김, 돈까스, 채소튀김(감자)"으로 나타났다. 튀김유를 재사용 한다면 "채소, 육류, 생선" 순으로 튀김 하는 것이 바람직하다고 하였다.

2. 튀김유의 특성

(1) 화학적 특성

1) 산가

Table 1. Questionnaire responses for frying oil used at institutional food services

Classification	Description	N(%)
Oil and fat at frying	Soybean oil	105(80.1)
	Corn oil	23(17.6)
	Shortening	0(0)
	Lard	0(0)
	The others	3(2.3)
	Total	**131(100)**
Using of used frying oil	Yes	103(81.1)
	No	24(18.9)
	Total	**127(100)**
Using frequency of used frying oil	Once	41(31.9)
	Twice	52(43.0)
	3 times	27(22.3)
	More than 4 times	1(0.8)
	Total	**121(100)**
Addition of fresh oil on used frying oil	Yes	101(80.2)
	No	25(19.8)
	Total	**126(100)**
Addition rate of fresh oil on used frying oil	10% below	3(3.1)
	10~30%	49(5.1)
	30~50%	34(35.4)
	50% over	10(10.4)
	Total	**96(100)**
Storage method of frying oil	In the frying basket	8(6.5)
	In the original oil barrel	3(2.4)
	In the original oil barrel without dregs	97(78.9)
	In the barrel with filtrating	15(12.2)
	Total	**123(100)**
Storage period of frying oil	1~2 days	21(17.9)
	2~3 days	46(39.3)
	3~4 days	32(27.4)
	5 days over	18(15.4)
	Total	**117(100)**

Table 2. Questionnaire responses for food frying at institutional food services

Classification	Description	N(%)
Frequency of meal service for frying food per week	Once	41(30.1)
	Twice	43(31.6)
	3 times	29(21.4)
	More than 4 times	23(16.9)
	Total	**136(100)**
Main Frying food	Potato	5(2.5)
	Fish	59(28.3)
	Pork cutlet	57(27.3)
	Battered pork	33(15.5)
	Chicken	34(16.3)
	Vegetable	12(5.7)
	The others	7(3.4)
	Total	**209(100)**
Order of frying (frying ingredients are potato, battered pork and mackerel)	Potato → Mackerel	16(16.2)
	Battered pork→Mackerel	14(14.1)
	Battered pork→ Potato →Mackerel	3(3.0)
	Potato→Battered pork → Mackerel	66(66.7)
	Total	**99(100)**
Important factors in frying	Frying temperature	100(77.5)
	Cooking hour of frying	10(7.8)
	Frequency of frying oil	9(7.0)
	Absorption quantity of oil	8(6.2)
	The others	2(1.5)
	Total	**129(100)**
Consideration of oil rancidity at frying	Yes	108(83.1)
	No	22(16.9)
	Total	**130(100)**

튀김유의 산가 측정 결과는 Table 3과 같다. 산가는 튀김유의 재사용과 저장기간이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다($p<0.001$).

B, C, D, E는 유의적인 산가의 증가를 보였는데, 신선한 유지 A는 0.07, B는 0.27, C는 0.30, D는 0.42, E는 0.49의 산가를 나타내었다. 신선한 유지와 비교시 B에서 E까지 3.9~7배로 산가가 증가함을 알 수 있었다.

Table 3. Changes in the acid value[1)] of frying oil after frying

Frying material[2)]	Acid value
A(None, fresh oil)	0.07^{d}
B(Mackerel)	0.27^{c}
C(Potato and mackerel)	0.30^{c}
D(Battered pork and mackerel)	0.42^{b}
E(Potato, battered pork, and mackerel)	0.49^{a}
	F-value 82.19^{***}

[1)]Means with different letters column are significantly different from each other as determined by the Duncan's multiple range test.

[2)]Sequential frying in the order of appearing. Used oil was stored for two days between each frying treatment.

***$p<0.001$

1회사용 튀김유인 B의 경우 신선유 A와 비교시 가장 큰 산가의 증가를 보였으며 유의적인 차이를 나타내었다. 1회사용 튀김유인 B와 2회사용 튀김유인 C의 산가 비교시 C의 산가가 높게 나타났으나 유의적인 차이는 없었다. 반면 튀김유 2회사용과 저장기간이 2일로 동일한 방법인 C와 D의 산가 비교시 D의 산가 증가폭이 높게 나타났고 유의적인 차이를 보였다($p<0.001$). 이는 튀김재료와 튀김유와의 상호작용으로 튀김재료에 따라 튀김유의 산패 정도가 달라지는데[15)] 감자튀김의 경우는 감자의 수분이 튀김유에 유출되고 가열시 증발되며 또한 감자에는 산화방지제가 포함되어 있는 반면 탕수육 튀김의 경우에는 탕수육에서 지방이 튀김유에 유출되어 가열시 분해되고 육류에 Fe^{2+}이 함유되어 있기에 산화가 더욱 촉진되어 더 큰 산가의 증가와 요드가의 감소를 나타났음을 알 수 있다. 이는 이 등[4)], 손 등[5)], 우 등[16)]도 같은 결과로 설명하고 있다.

하[3)]는 반복 사용된 유지에 신선유를 첨가하여 사용한 유지의 산가는 가열 전 유지의 수준으로 환원되었다고 하나 본 실험의 D와 E의 경우 냉동 탕수육의 기름 흡수율이 소량(1 *l*)으로 신선유 1 *l* 첨가

Table 4. Changes in the iodine value[1] of frying oil after frying

Frying material[2]	Iodine value
A(None, fresh oil)	124.57[d]
B(Mackerel)	122.11[c]
C(Potato and mackerel)	121.68[c]
D(Battered pork and mackerel)	117.35[b]
E(Potato, battered pork, and mackerel)	107.30[a]
	F-value 39.44***

[1]Means with different letters column are significantly different from each other as determined by the Duncan's multiple range test.
[2]Sequential frying in the order of appearing. Used oil was stored for two days between each frying treatment.
***p<0.001

로 튀김유의 산가에 큰 영향을 미쳤으리라 보이지는 않는다.

이러한 결과 튀김방법에 따라 튀김유의 재사용과 저장기간이 증가함에 따라 튀김유의 산패가 진행되고 유리지방산 함량이 증가되어 산가가 증가하였다는 노[7], 윤[8]의 보고와 서 등[17]의 결과와도 일치하였다.

본 실험에 사용한 신선한 유지의 산가는 0.07로서 서 등[17]과 송[18]의 보고와 일치하며, 우리나라 식품위생법상 식용대두유의 규격 기준 범위인 0.2이하에 비하면 낮은 것으로[19], 실험 결과 나타난 산가는 단체급식에서 주로 사용하는 튀김방법 즉, 튀김유의 재사용과 저장기간에 따라 B~E의 산가가 0.27~0.49의 범위로 튀김기름의 폐기 기준이 산가 0.6이상 일 때라는 吉田[20]의 보고와 Codex[21]의 규제치인 0.6보다 낮은 수치를 나타내었다.

2) 요드가

Table 4에서 보는 바와 같이 각 튀김유의 요드가 변화는 B에서 E까지 튀김유의 재사용과 저장기간이 증가함에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었다($p<0.001$).

B, C, D, E는 유의적인 요드가의 감소를 보였는데, 신선한 유지 A의 요드가는 124.57에 반해 B는 122.11, C는 121.68, D는 117.35, E는 107.30을 나타내었다.

B와 C의 요드가는 비교적 적은 폭의 감소를 보이다가 튀김유 3회사용과 총 4일 저장 방법인 E의 경우 요드가가 107.30까지 큰 폭의 유의적 감소 결과를 보였다($p<0.001$). 이는 요드가의 감소는 튀김온도에 의한 큰 차이는 없었으나 튀김 횟수를 증가하게 되면 요드가의 감소가 나타났다는 박[22]의 보고와 유사한 경향이었다.

또한, 튀김유 2회사용과 저장기간이 2일로 동일한 방법인 C와 D의 경우 C보다 D의 요드가가 더 감소되어 유의적인 차이를 보였다($p<0.001$).

이는 튀김재료에 따른 차이로 감자튀김보다는 탕수육 튀김에서 튀김유의 불포화도가 더 감소되었기 때문으로 손 등[5]의 감자 및 닭튀김 중의 튀김유의 특성변화 연구결과와 같은 결과를 나타내었다. 반면 본 실험에서 점도는 B, C, D, E는 각각 5.88, 6.38, 6.56, 6.63cP로 유의적인 증가를 보였는데 이는 요드가의 감소는 점도의 증가를 나타낸다는 고 등[23], 신 등[24]의 결과와도 일치하였다.

본 실험에서 사용한 신선한 유지의 요드가는 124.57로서 현행 식품위생법[19] 규격 기준의 범위내인 123~142내의 것이었으며, 山口[25]에 의하면 튀김유의 요드가 한계를 100이하라고 하였는데, 실험 결과 나타난 요드가는 튀김유의 재사용과 저장기간에 따라 B~E의 요드가는 122.11~107.30의 범위를 나타내어 요드가 100이하의 한계치보다는 높게 나타났다.

3) 과산화물가

튀김유의 과산화물가 측정 결과는 Table 5와 같다. 사용 전 신선한 유지 A의 과산화물가는 0.60meq/kg이었다. B, C, D, E의 네 가지 방법에서 모두 튀김유 재사용과 저장일수가 증가할수록 과산화물가가 유의적으로 증가하였다($p<0.001$).

한번 사용한 기름인 B는 2.33meq/kg이었고 2회사용과 2일 저장 기름인 C, D는 각각 4.33, 4.63meq/kg으로 증가폭이 컸으며 3회사용과 총 4일 저장 기름인 E에서는 과산화물가 6.13meq/kg으로 급격히 증가하였다. 이는 서 등[17]의 연구에서 단체급식에서 튀김유 저장기간이 길수록 과산화물가 수준이 높았고 1, 2회 사용유에서는 큰 차이가 없으나 3회 사용유의 경우는 유의성 있게 증가하였다는 보고와 일치

Table 5. Changes in the peroxide value[1] of frying oil after frying

Frying material[2]	Peroxide value
A(None, fresh oil)	0.60[d]
B(Mackerel)	2.33[c]
C(Potato and mackerel)	4.33[b]
D(Battered pork and mackerel)	4.63[b]
E(Potato, battered pork, and mackerel)	6.13[a]
	F-value 36.52***

[1]Means with different letters column are significantly different from each other as determined by the Duncan's multiple range test.
[2]Sequential frying in the order of appearing. Used oil was stored for two days between each frying treatment.
***p<0.001

하였다. 그리고 C, D의 과산화물가는 각각 4.33, 4.63으로 값의 증가를 보이나 유의적인 차이는 볼 수 없었다.

일반적으로 과산화물가는 가열에 따라 증가하다가 다시 감소하는 경향을 보이는 것은 비교적 고온에서 행해지는 튀김 과정 중에서 과산화물의 형성 속도 못지 않게 분해 속도도 가속화되어 과산화물이 축적되지 않기 때문에 초기에는 과산화물이 생성되어 증가하다가 산패가 진행됨에 따라 분해되어 감소한다고 하였는데[5], 본 실험에서는 과산화물가가 증가 후 감소될 정도로 산패가 일어나지 않아 증가하는 경향만 나타낸 것으로 생각된다.

본 실험에서 사용한 신선유의 과산화물가는 0.60meq/kg으로 우리나라 식품위생법에 과산화물가에 대한 명확한 기준은 없으나 미국 대두가공협회[26]가 제안한 탈취전 신선유의 과산화물가 기준 최대치인 2.0과 비교시 낮았고 原田[27]의 연구에서 인체에서 간의 경우 과산화물가의 허용한계량은 개인차가 있는 것으로 먹는 빈도 등 여러 가지 요인이 관련되어 있으나 장기간에 걸쳐 매일 먹는 경우를 제외하고는 과산화물가가 20.0이하는 안전선으로 볼 수 있다는 보고에 비추어 볼 때 본 실험 결과에서는 산패취도 발생하지 않았으며 과산화물가 역시 6.13meq/kg이하로 규제치에 못 미치는 훨씬 낮은 수치로 나타났다.

4) TBA가

튀김유의 TBA가 측정 결과는 Fig 1과 같다. 사용

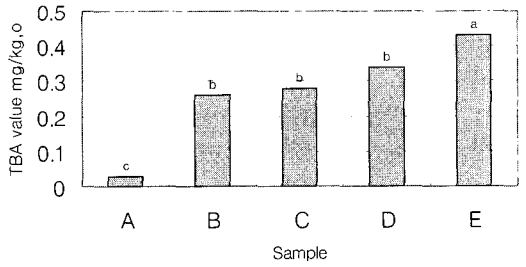

Fig. 1. Changes in the TBA value of frying oil after frying

A: fresh oil; B~E, oils used for frying of mackerel(B); potato and mackerel(C), battered pork and mackerel(D), and potato, battered pork, and mackerel(E). For multiple food materials, each has been fried separately in the order of appearing.

[a-c]Means with different letters column are significantly different from each other as determined by the Duncan's multiple range test.

전 신선한 유지의 TBA가는 0.03이었다. B, C, D, E의 네 가지 방법에서 모두 튀김유의 재사용과 저장기간이 증가할수록 TBA가가 유의적으로 증가하였다($p<0.001$).

B, C, D, E는 유의적인 TBA가의 증가를 보였는데, 신선한 유지 A의 TBA가 0.03에서 B는 0.26, C는 0.28, D는 0.34, E는 0.43으로 유의적으로 증가하였다($p<0.001$).

이는 튀김유 재사용시 튀김유에 malonaldehyde 함량이 증가하여 TBA가가 유의적으로 증가한 것으로 생각된다. 또한 서 등[17]과 박[22]의 보고와 같이 신선유 A와 1회 사용유인 방법 B 사이에서 TBA가의 증가도가 가장 컸으며 2, 3회 사용유에서는 1회 사용유와 같이 큰 변화가 없고 완만히 증가함을 알 수 있었다는 보고와 유사하였다.

또한 이 등[4]의 보고와 같이 튀김유의 가열에 따른 TBA값의 변화는 튀김횟수 증가에 따른 대두유의 TBA값은 유의적인 증가를 보였다는 결과와 일치하였으며, 또한 튀김유의 TBA값과 산가와의 유의성을 알아본 결과 TBA값과 산가가 높은 유의성을 보였다고 하였다. 이는 본 실험에서도 산가가 B, C, D, E 각각 0.27, 0.30, 0.42, 0.49로 유의적으로 증가하였으며 TBA가 역시 유의적인 증가로 같은 경향을 보였다.

5) 지방산 조성

튀김유의 지방산 조성 측정 결과는 Table 6과 같다. 신선한 유지의 지방산 조성을 분석한 결과 5종의 구성 지방산이 확인되었는데 신선한 유지일 때 지방산 조성은 palmitic acid(C_{16}) 11.58%, stearic acid(C_{18}) 3.89%, oleic acid($C_{18:1}$) 20.98%, linoleic acid($C_{18:2}$) 56.25%, linolenic acid($C_{18:3}$) 7.30%이었다.

3회 사용하고 저장기간이 4일인 E의 경우에는 palmitic, stearic, oleic, linoieic 및 linolenic acid의 함량은 17.54, 5.42, 25.17, 46.43, 5.28%로 나타났다.

위의 결과와 같이 신선한 유지에 비하여 튀김유의 재사용과 저장기간이 증가할수록 지방산의 조성이 변화되었는데, 포화지방산인 palmitic acid, stearic acid, oleic acid는 전반적으로 약간씩 증가하는 반면 불포화지방산은 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 가열로 인한 유지의 산화 중합 때문인 것으로 생각되며 이러한 경향은 황 등[28]의 보고와 일치하며, 그 중 전반적으로 가장 크게 감소한 것은 필수지방산인 linoleic acid로 하 등[3], 임 등[6]과 신 등[24]의 연구 보고와도 일치하였다.

Table 6. Changes in the fatty acid composition[1] of frying oil after frying

Frying material[2]	Myristic	Palmitic	Stearic	Oleic	Linoleic	Linolenic
A	-	11.58^{c}	3.89^{d}	20.98^{b}	56.25^{a}	7.30^{d}
B	0.09^{c}	12.75^{c}	3.94^{d}	21.34^{b}	55.00^{ab}	6.88^{b}
C	0.12^{b}	13.88^{b}	4.02^{c}	22.34^{b}	54.13^{b}	6.41^{c}
D	0.13^{a}	16.94^{a}	5.27^{b}	23.99^{ab}	47.54^{c}	6.13^{c}
E	6.16^{a}	17.54^{a}	5.42^{a}	25.17^{a}	46.43^{d}	5.28^{a}
F-value	99.52***	103.33***	217.23***	105.21***	301.14***	425.32***

[1]Means with different letters column are significantly different from each other as determined by the Duncan's multiple range test.

[2]Sequential frying in the order of appearing. Used oil was stored for two days between each frying treatment.

***p<0.001

(2) 물리적 특성

1) 점도

튀김유의 점도 측정 결과는 Fig. 2와 같다. 튀김유의 재사용 및 저장 기간이 증가할수록 점도는 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.001$). 신선한 유지 A의 점도는 4.95cP에서 B, C, D, E는 각각 5.88, 6.38, 6.56, 6.63cP로 점도의 유의적인 증가를 보였다($p<0.001$).

위의 결과와 같이 점도의 증가는 임 등[6], 고 등[23]이 가열시간이 길어질수록 가열온도가 높을수록 점도는 증가한다는 결과와 일치한다.

또한 증가된 점도의 변화는 불포화지방산이 가열에 의해 분해됨과 동시에 중합에 의해 고분자들이 형성되기 때문인데, 이 점도의 증가는 결국은 요드가의 감소와 관련이 있다. 본 논문에서도 튀김유의 재사용과 저장기간이 증가할수록 요드가의 감소와 더불어 점도의 증가를 볼 수 있었다.

또한 신 등[24]의 연구 결과에 의하면 대두유의 점도는 가열산화온도와 시간이 증가함에 따라 증가하였는데 특히 가열산화온도가 180℃이상의 온도 일 때 크게 증가하였다고 한다. 본 실험에서도 튀김재료들을 180℃이상의 온도에서 튀김 하였기에 큰 폭의 점도 증가를 초래하였다고 본다.

山口 등[25]은 가정에서 사용할 수 있는 유지의 점도는 평균 6.73cP 이하라고 하였으며 본 실험의 결과도 5.88~6.63cP로 이 범주에 포함된다.

2) 색도

튀김유의 재사용과 저장기간에 따른 색도의 변화는 Fig. 3과 같다. 튀김유의 재사용과 저장기간이 증가할수록 명도, 황색도, 적색도, 총색차는 유의적으

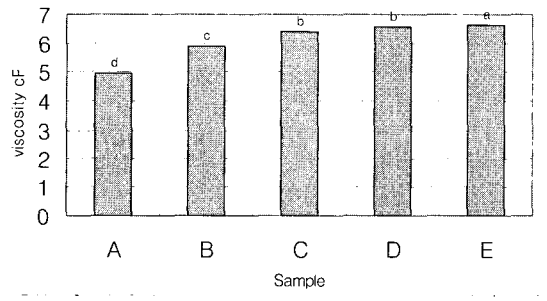

Fig. 2. Changes in the viscosity of frying oil after frying.

A: fresh oil; B~E: oils used for frying of mackerel(B); potato and mackerel(C), battered pork and mackerel(D), and potato, battered pork, and mackerel(E). For multiple food materials, each has been fried separately in the order of appearing.

[a-d]Means with different letters column are significantly different from each other as determined by the Duncan's multiple range test.

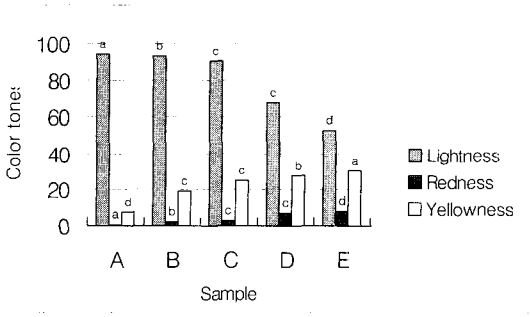

Fig. 3. Changes in the color tones of frying oil after frying

A: fresh oil; B~E: oils used for frying of mackerel(B); potato and mackerel(C), battered pork and mackerel(D), and potato, battered pork, and mackerel(E). For multiple food materials, each has been fried separately in the order of appearing.

[a-c]Means with different letters column are significantly different from each other as determined by the Duncan's multiple range test.

로 증가하는 경향을 보였다($p<0.001$).

명도(lightness, "L")는 신선한 유지가 94.4에서 B, C, D, E 각각 93.0, 90.5, 67.7, 52.4까지 유의적인 감소를 보였다($p<0.001$). 반면 적색도(Redness, "a")는 신선한 유지가 0.53에서 B, C, D, E 각각 2.0, 2.5, 6.7, 8.2까지 유의적인 증가를 보였다($p<0.001$). 황색도(Yellowness, "b")는 신선한 유지 7.2에서 B, C, D, E 각각 19.1, 25.0, 27.9, 30.5까지 유의적인 증가를 보였다($p<0.001$). 총색차(ΔE)는 신선한 유지가 6.8에서 B, C, D, E 각각 11.1, 18.5, 36.9, 48.2까지 유의적인 증가를 보였다($p<0.001$).

이러한 결과는 튀김이 진행됨에 따라 특히 황색도와 적색도의 증가가 현저하였다는 임 등[6], 고 등[23]의 보고와 일치하였으며, 신선유 A와 E의 비교시 튀김재료를 넣은 경우가 튀김재료를 넣지 않고 기름만 가열한 경우보다 색도의 변화가 현저하였다는 보고와도 일치하였다.

이[29]의 연구에 의하면 색도와 기름의 산패는 양의 상관관계($r^2=0.71$)가 있다고 하는데 이것은 기름의 품질을 육안으로 쉽게 판단할 수 있음을 나타내는 것으로 본 실험에서도 실험을 통한 색도의 증가를 판단하기에 앞서 3회 재사용으로 E의 튀김유는 신선유와 비교시 이미 육안으로도 쉽게 그 색도의 뚜렷한 증가를 알 수 있었다.

Ⅳ. 요약 및 결론

단체급식에서 식용유지의 사용실태 및 튀김유의 재사용에 따른 적절한 튀김방법과 재사용 튀김유의 이화학적 특성을 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 대부분의 단체급식소에서는 대두유를 튀김유로 사용하였고, 튀김 후 남은 기름에 새기름을 첨가하며 재 사용하였다. 또한 한 번 사용한 튀김유는 2~4일 저장하며 재 사용시에는 채소, 육류, 생선 순으로 튀김을 하고, 생선튀김 후에는 비린내가 튀김유에 배여 있기 때문에 한번 사용한 튀김유라도 폐 처리하였다. 그리고 보통 한 주에 1~2번 정도 생선, 탕수육, 닭튀김, 돈까스, 채소튀김 순으로 급식하는 것으로 나타났다.
2. 산가는 튀김유의 재사용과 저장기간이 증가함에 따라 유의적으로 증가하였다($p<0.001$). 한 번 이상 사용한 튀김유의 산가는 0.27~0.49로 규제치인 0.6보다 낮은 수치를 나타내었다.
3. 튀김유의 재사용과 저장기간이 증가함에 따라 요드가는 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었으며($p<0.001$), 그 범위는 122.11~107.30으로 튀김유의 요드가 한계인 100보다는 높게 나타났다.
4. 튀김유의 재사용과 저장기간이 증가함에 따라 과산화물가는 2.33~6.13, TBA가는 0.26~0.43으로 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었으나($p<0.001$) 규제치보다는 훨씬 낮은 수치로 나타났다.
5. 지방산 조성은 튀김유의 재사용과 저장기간이 증가함에 따라 포화지방산은 약간씩 증가하는 반면 불포화지방산은 감소하는 경향을 나타내었다.
6. 점도는 튀김유의 재사용 및 저장 기간이 증가할수록 5.88~6.63으로 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.001$).
7. 색도는 튀김유의 재사용 및 저장 기간이 증가할수록 황색도는 19.14~30.45, 적색도는 2.04~8.14 범위의 값에서 모두 유의적으로 증가하는 경향을 보였다($p<0.001$).
8. 이상의 결과로 볼 때 본 실험의 조건인 단체급식에서의 주로 사용되는 튀김방법인 튀김유의 재사용과 저장기간은 튀김유의 이화학적 특성에는 영향을 미쳤으나 식품의약안전청의 식품공전에 명시된 튀김식품의 산가와 과산화물가의 기준보다는 훨씬 낮은 비교적 양호한 상태를 유지하고 있었다.

참고문헌

1. Nolen, G. A., : A feeding study of a used, partially hydrogenated soybean fat, frying in dogs. J. Nutr., 103, 1248, 1973
2. 신효선 : 튀김 중 유지의 이화학적 변화와 튀김유의 문제점, 한국조리과학회지, 2(1), 73, 1986
3. 하계숙, 주광지 : 일반 시장에서 튀김 식품에 사용된 기름의 화학적 변화. 한국식품과학회지, 18(3):247, 1989
4. 이현규, 이주영, 송은승: 냉동탕수육의 튀김횟수에 따른 튀김유지의 산화안정성. 한국식품영양학회지, 29(2):231, 2000
5. 손종연, 정문순, 안명수 : 감자 및 닭튀김 중의 튀김유의 물리학적 특성의 변화. 한국조리과학회지, 14(2):177, 1998
6. 임영희, 이현유, 장명숙 : 콩기름의 가열시간별 유과의 품질 특성. 한국영양식량학회지, 22(2):186, 1993
7. 노경아 : 학교급식에서의 닭튀김 방법에 따른 튀김유와 튀김닭의 이화학적 특성변화. 춘계학술대회, 59, 1996
8. 윤길숙 : 학교급식에서 튀김유 사용방법이 튀김유의 이화학적 특성에 미치는 영향. 한국조리과학회지, 16(4):328, 1995
9. A.O.C.S. : Official and Tentative Methods of the American Oil Chemists' Society, 10th edn., Method Cd 3a-63 Am. Oil Chem. Soc., Chicago, 1990

10. A.O.C.S. : Official and Tentative Methods of the American Oil Chemists' Society, 10th edn. MethodCd 1-25, Am. Oil Chem. Soc., Chicago, 1990
11. A.O.C.S. : Official and Tentative Methods of the American Oil Chemists' Society, 10th edn., Method Cd 8-53, Am. Oil Chem. Soc., Chicago, 1990
12. Tarladgis, B.G., Pearson, A.M. and Dugan, L.R.J. : Chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for the determination of oxidative rancidity in foods. Ⅱ-Formation of the TBA-malonaldehyde complex without acid-heart treatment. J. Sci. Food Agric., 15, pp.602-607, 1964
13. Cunniff, P.A, : Official Methods of Analysis of A.O.A.C. International. 16th ed., A.O.A.C. Interational, Arlington, VA, pp.39-41, 1995
14. SAS Institute : In *SAS/STAT Guide for Personal Computers*. Cary, North Carolina, pp.1-99
15. 김화선 : 튀김재료에 의한 식용유지의 변화에 관한 연구. 삼육대학교 논문집, 19, 423, 1987
16. 우경자, 홍성야 : 인천지역 시판 튀김음식의 산패에 관한 연구. 한국조리과학회지, 8(2):147, 1992
17. 서은숙, 한소현 : 단체급식 및 가정에서 식용유의 사용실태와 산패도에 관한 조사 연구. 한국식품안전성학회지, 9(4):213, 1994
18. 송철 : 유지 제품의 규격과 평가. 식품과학회지, 14(3): 30, 1981
19. 식품위생관계법규. 수학사, p.277, 1990
20. 吉田紀世子 : 大量調理にける揚げ油の研究, 臨床榮養誌, 39, 541, 1971
21. Smith, B.L. : Codex alimentarius ablidged version1989, Food and Agriculture Organization. Division of Fat and Oils, 11.1, 1989
22. 박영란 : 반복 사용한 튀김유의 이화학적 특성변화, 경북대학교 석사논문, 1984
23. 고영수, 정기원: 튀김과정에서 변성유생성에 관한 연구. 대한가정학회지, 24(4):75, 1986
24. 신애자, 김동훈 : 대두유의 가열산화중의 특성변화(제 1 보. 가열산화중의 대두유의 일부 화학적 · 물리적 성질의 변화). 한국식품과학회지, 14(3):57, 1982
25. 山口光子, 土井初惠, 浦上智子 : 新しい 分析法(薄層クロマトグラフイ--ニ 波長 クロマトスキャナー 併用法)による 家庭および 事業所の 加熱劣化油の 評價, 日本家政學雜誌, 29(4):211, 1978
26. Gunstone, F. D., Norris, F. A., : Lipids in *Food Chemistry, Biochemistry and Technology*, Pergamon Press, p.130, 1983
27. 原田一郎 : 油脂化學の 知識. 辛書房, pp.97-98, 164, 1968
28. 황주호,윤형식 : 식용유(해바라기)의 저장조건에 따른 지질성분의 변화. 한국영양식량학회지, 10(1):17, 1986
29. 이혜성 : 튀김유지의 몇 가지 이화학적 성질간의 관계에 관한 연구. 대한가정학회지, 16(1):41, 1978

(2002년 2월 18일 접수, 2002년 6월 17일 채택)