

튀김횟수에 따른 튀김식품(돈까스, 감자튀김) 및 식용유지(대두유, 카놀라유, 팜유, 돈지)의 변화

이정훈 · 박정민 · 김하정 · 고종호¹ · 김진만*
건국대학교 축산식품생물공학과, ¹폴리텍대학 바이오캠퍼스

Physicochemical changes in edible oils (soybean, canola, palm, and lard) and fried foods (pork cutlet and potato) depending on fry number

Jung-Hoon Lee, Jung-Min Park, Ha-Jung Kim, Jong-Ho Koh¹, and Jin-Man Kim*
Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University
¹Department of Bio-Food Analysis and Processing, Korea Polytechnic College

Abstract The purpose of this study was to investigate the effect of frying number on oxidative changes in edible oils and fried foods. According to the frying number, the extracted edible oils from pork cutlet and fried potato were used as experimental samples. The Ministry of Food and Drug Safety (MFDS) regulations permit edible oils to have <2.5 mg KOH/g of acid value and <50 meq/kg of peroxide value in food. However, there are no regulations for edible oils used to fry livestock. Animal foods contain protein and fat, and should be held to a different standard than ordinary food. Therefore, we present basic information and suggest the establishment of regulations for livestock frying oil and fried livestock.

Keywords: edible oils, fry number, fried food

서 론

현대인의 식생활 변화로 손쉽게 먹을 수 있는 패스트푸드 형태의 육류 소비량이 늘어나고 있는 추세이다(1,2). 지방의 섭취량이 증가하면서 유지 공업의 발달로 식용유지의 공급이 원활해짐에 따라 식용유지를 이용한 조리의 기회가 증가하고 있다(3). 식품산업에 널리 사용되는 방법 중 하나인 튀김은 식용유지를 매개체로 하여 고온에서 단시간 가열하는 조리법으로, 식품 표면의 바삭바삭한 조직감, 흡수된 유지의 부드러운 맛과 독특한 향미를 부여한다(4-6). 그러나 튀김은 고온 가열조리이므로 가열산화에 의한 색깔의 변화, 과산화물가의 증가, 불포화 지방산의 감소 등으로 인하여 유지의 품질을 저하시키는 산패현상이 일어난다(7).

식용유지를 계속해서 사용할 수 없는 이유는, 반복적으로 고온에서 공기에 노출되어 가열되며 식품의 수분이 유지에 혼입되므로 열에 의한 산화적, 가수분해적 변패와 중합반응 등 화학적 반응이 빠르게 일어난다. 그 결과로 유지나 튀김식품의 품질은 저하되고 지용성 비타민류의 손실과 필수지방산의 파괴를 초래하여 인체에 해로운 영향을 줄 수 있기 때문이다(8-11). 튀김식품은 고온으로 가열된 유지에서 조리되고 또 유지를 흡수하게 됨으로써 튀김용 유지의 품질관리가 매우 중요하다(12). 그러나 튀김유

의 품질저하 정도는 튀김재료의 종류, 튀김방법, 튀김온도 등에 따라 다르게 나타나 튀김유의 한계를 일률적으로 설정하기는 매우 곤란하다(13). 보통 튀김유는 한 두번 사용하고 버려야 한다고 생각을 하지만 일반 가정에서 튀김조리를 하는 경우에 기름이 한 번 쓰고 없어질 때까지 계속 사용하는 경우가 58.9%, 새 기름을 혼합하여 사용횟수에 관계없이 계속 사용하는 경우가 41.1%로 나타났다는 보고가 있다(14). 식용유지는 필수지방산과 각종 유용성 비타민류의 공급원이자 열량공급원으로써 인체의 구성 성분으로 매우 중요하다(15,16).

본 연구에서는 유지의 산패정도가 낮을 때, 즉 신선할 때는 큰 문제가 없지만 산패정도가 한계를 넘은 유지는 사용을 중지하여 야만 하며, 유지의 신선도에 대한 폐기시점을 알아보기 위하여 실험을 진행하였다. 튀김용으로 사용되는 식물성기름인 대두유는 전 세계적으로 튀김유로 가장 많이 소비되고 있으며(17), 식품 및 식품첨가물 생산실적 통계(18)를 통하여 다소비 되고 있는 대두유, 카놀라유, 팜유, 돈지를 실험에 사용하였다. 일반식품과 비교하여 축산물을 튀겼을 때 사용되는 유지와 축산물의 신선도를 알아보기 위하여 회귀방정식을 이용하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 튀김유는 대두유(CJ Cheiljedang, Seoul, Korea), 채종유(CJ Cheiljedang), 팜유(Ottogi, Seoul, Korea), 돈지(Samyang, Seoul, Korea)를 사용하였으며, 튀김재료로는 축산식품으로 많이 섭취하고 있는 돈까스(수제돈까스, Dongwon, Seoul, Korea)와 축산식품과 비교 할 수 있는 일반식품인 감자튀김(냉동감자, Dongwon) 제품을 온라인에서 구입하여 사용하였다.

*Corresponding author: Jin-Man Kim, Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University, Seoul 05029, Korea
Tel: 82-2-450-3688
Fax: 82-2-455-1044
E-mail: jinmkim@konkuk.ac.kr
Received July 8, 2016; revised August 31, 2016;
accepted October 14, 2016

튀김유의 사용방법 및 시료채취방법

튀김시간에 따른 변화를 보기 위하여 식물성유지 12L를 튀김기에 넣고 180°C에서 600g의 식품을 해동하여 한 번에 튀겼으며, 다음 튀김에는 새로운 제품을 사용하였다. 튀김은 10일간에 걸쳐 실시하며, 1일 10회씩 총 100회 시행한다. 튀김과정 중 감소하는 튀김유는 보충하지 않으며, 찌꺼기도 제거하지 않았다. 제조된 튀김식품 및 유지는 10회 사용횟수별로 채취하여 분석에 사용하였다.

산가(Acid value, AV) 측정

튀김식품과 식용유지의 산가 측정은 식품공전(19)에 준하여 실시하였다. 시료 약 1.0g을 삼각 플라스크에 취한 후 에탄올(ethanol, Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA):에테르(ether, Sigma-Aldrich Co.):1:2 (v/v) 혼합용액 20mL를 넣어 유지를 녹였다. 여기에 페놀프탈레인 용액(phenolphthalein solution, Sigma-Aldrich Co.)을 지시약으로 하여 옅은 홍색이 될 때까지 0.1N 수산화칼륨(KOH) (potassium hydroxide, Sigma-Aldrich Co.) 에탄올 용액으로 적정하였다. 산가는 다음 식에 의하여 구하였으며, 실험은 3회 반복 하였다.

$$\text{Acid value} = 5.611 \times (a-b) \times f / \text{sample weight (g)}$$

- a: 0.1 N 에탄올성 수산화칼륨용액의 소비량(mL)
- b: 공시험의 0.1 N 에탄올성 수산화칼륨용액의 소비량(mL)
- f: 0.1 N 에탄올성 수산화칼륨용액의 역가(=1.0)

과산화물가(Peroxide value, POV)

튀김식품과 식용유지의 과산화물가 측정은 식품공전(20)에 준

하여 실시하였다. 유지 1.0g을 삼각플라스크에 취한 후 아세트산(acetic acid, Sigma-Aldrich Co.):클로로폼(Chloroform, Sigma-Aldrich Co.):3:2 (v/v) 혼합용액 25mL를 넣고 요오드화칼륨(KI) (potassium iodide, Sigma-Aldrich Co.) 포화용액 1mL를 첨가하여 가볍게 흔들어 섞은 후 냉암소에 10분간 보관한다. 그 후 증류수 30mL를 가하여 흔든 후 전분용액(starch solution, Sigma-Aldrich Co.) 1mL를 가한 후 0.01 N 티오황산나트륨용액(sodium thiosulfate, Sigma-Aldrich Co.)으로 적정하였다. 과산화물가는 다음 식에 의하여 구하였으며, 실험은 3회 반복 하였다.

$$\text{Peroxide value (meq/kg)} = (a-b) \times f / \text{sample weight (g)} \times 10$$

- a: 0.01 N 티오황산나트륨용액의 적정수(mL)
- b: 공시험의 0.01 N 티오황산나트륨용액의 적정수(mL)
- f: 0.01 N 티오황산나트륨용액의 역가(factor)(=1.0)

통계처리

분석은 각각 3회 수행하였으며, 분석치의 평균값과 SPSS Statistics (v. 21, IBM SPSS Inc., Chicago, IL)의 단칸시험(Duncan's multiple range test)을 통한 유의성(p<0.05) 검정 결과를 제시하였다.

결과 및 고찰

산가

산가는 유지의 산패 정도를 측정하는 지표로서, 유지가 산패 또는 가열 분해되는 중에 향미에 영향을 미치며 자동산화의 측

Table 1. Changes in acid values of oils within the deep-fat fryer and deep-fat fried food according to deep-fat frying number and fried food

Type	Frying number	Soy bean		Canola		Palm		Lard	
		Pork cutlet	Fried potato	Pork cutlet	Fried potato	Pork cutlet	Fried potato	Pork cutlet	Fried potato
Within deep-fat edible oils	1	0.30±0.08 ^a	0.39±0.01 ^a	0.22±0.03 ^a	0.28±0.02 ^a	1.20±0.01 ^a	1.10±0.02 ^a	0.40±0.00 ^a	0.40±0.00 ^a
	10	1.06±0.09 ^b	1.07±0.12 ^b	1.07±0.01 ^b	0.66±0.01 ^b	1.22±0.02 ^{ab}	1.19±0.18 ^a	0.98±0.06 ^b	0.91±0.23 ^b
	20	1.63±0.07 ^c	1.75±0.00 ^c	1.25±0.06 ^{bc}	0.95±0.02 ^c	1.35±0.03 ^c	1.17±0.07 ^a	1.27±0.05 ^c	1.71±0.02 ^c
	30	2.24±0.06 ^d	1.42±0.04 ^c	1.55±0.10 ^c	1.00±0.11 ^c	1.28±0.08 ^b	1.39±0.07 ^b	1.85±0.07 ^d	1.99±0.03 ^c
	40	2.39±0.09 ^d	1.56±0.46 ^c	2.29±0.19 ^d	1.51±0.07 ^d	1.45±0.00 ^d	1.57±0.06 ^{bd}	2.92±0.03 ^{e(1)}	2.64±0.00 ^{d(1)}
	50	3.83±0.05 ^{e(1)}	2.56±0.22 ^{d(1)}	3.34±0.37 ^{ef(1)}	1.76±0.09 ^e	1.51±0.00 ^d	1.60±0.25 ^c	3.57±0.04 ^e	3.12±0.23 ^c
	60	3.96±0.19 ^e	2.83±0.07 ^d	3.08±0.15 ^e	2.03±0.09 ^f	1.87±0.00 ^e	1.74±0.08 ^c	3.38±0.10 ^f	3.29±0.02 ^c
	70	4.63±0.01 ^{fg}	3.23±0.08 ^e	3.54±0.16 ^{ef}	2.99±0.05 ^{g(1)}	2.02±0.03 ^f	1.98±0.04 ^d	4.13±0.11 ^h	3.77±0.02 ^f
	80	4.38±0.21 ^f	4.38±0.39 ^f	3.24±0.13 ^{ef}	3.49±0.03 ^h	2.37±0.08 ^g	2.13±0.03 ^d	5.50±0.06 ⁱ	3.97±0.19 ^f
	90	4.49±0.13 ^g	4.40±0.07 ^f	5.04±0.37 ^g	3.57±0.15 ^h	2.67±0.01 ^{h(1)}	2.13±0.12 ^d	6.15±0.07 ^j	4.85±0.33 ^g
100	5.31±0.29 ^h	4.81±0.11 ^g	4.86±0.20 ^g	4.22±0.09 ⁱ	2.83±0.00 ⁱ	2.44±0.02 ^c	6.73±0.10 ^k	5.35±0.27 ^h	
Within deep-fat fried food	1	0.45±0.35 ^a	0.53±0.02 ^a	0.39±0.04 ^a	0.33±0.03 ^a	2.19±0.11 ^a	2.00±0.13 ^a	0.78±0.04 ^a	0.67±0.02 ^a
	10	1.35±0.08 ^b	0.96±0.03 ^b	1.38±0.13 ^b	0.70±0.01 ^b	2.38±0.03 ^{ab}	1.87±0.14 ^a	1.30±0.01 ^{bc}	1.21±0.16 ^b
	20	1.52±0.11 ^b	1.50±0.04 ^c	1.52±0.05 ^{bc}	0.95±0.02 ^c	2.41±0.00 ^{ab}	2.00±0.00 ^a	1.34±0.84 ^{bc}	2.15±0.20 ^c
	30	2.51±0.31 ^c	1.98±0.11 ^d	1.77±0.04 ^c	1.24±0.05 ^d	2.64±0.01 ^{bc}	2.26±0.07 ^b	1.81±0.04 ^{bc}	2.67±0.27 ^d
	40	3.22±0.28 ^d	2.15±0.09 ^e	1.83±0.05 ^e	2.14±0.07 ^e	2.77±0.02 ^{cd}	2.37±0.09 ^{bc}	2.02±0.37 ^c	2.77±0.04 ^d
	50	3.63±0.01 ^{de}	3.35±0.15 ^f	2.90±0.36 ^d	2.45±0.22 ^f	2.58±0.29 ^{bc}	1.94±0.36 ^a	3.26±0.42 ^d	3.25±0.13 ^e
	60	3.74±0.10 ^e	3.57±0.14 ^g	3.72±0.11 ^e	3.06±0.03 ^g	3.01±0.04 ^{de}	2.35±0.15 ^{bc}	4.57±0.33 ^e	3.58±0.02 ^{ef}
	70	4.71±0.27 ^f	4.09±0.17 ^h	4.50±0.20 ^f	3.98±0.34 ⁱ	2.84±0.30 ^d	2.55±0.01 ^{cd}	5.28±0.13 ^{f(1)}	3.91±0.25 ^f
	80	5.31±0.15 ^{g(1)}	4.17±0.10 ^h	4.82±0.26 ^f	3.74±0.07 ^h	3.13±0.18 ^e	2.45±0.17 ^{bc}	5.28±0.29 ^f	4.59±0.56 ^g
	90	5.70±0.53 ^g	4.73±0.18 ⁱ	6.08±0.33 ^{g(1)}	5.57±0.05 ⁱ⁽¹⁾	3.15±0.08 ^e	2.78±0.04 ^{de}	6.18±0.20 ^g	5.34±0.48 ^{h(1)}
100	6.73±0.27 ^h	5.63±0.22 ^{j(1)}	6.96±0.15 ^h	5.90±0.18 ^k	3.42±0.20 ^f	2.85±0.01 ^e	7.24±0.60 ^h	6.33±0.03 ⁱ	

^{a-k}Values with different superscript letters within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05)

¹⁾Limited standard exceeded

Table 2. Changes in peroxide values of oils within the deep-fat fryer and deep-fat fried food according to deep-fat frying number and fried food

Type	Frying number	Soy bean		Canola		Palm		Lard	
		Pork cutlet	Fried potato	Pork cutlet	Fried potato	Pork cutlet	Fried potato	Pork cutlet	Fried potato
Within deep-fat edible oils	1	0.91±0.10 ^a	1.07±0.21 ^a	1.04±0.07 ^a	0.85±0.05 ^a	7.58±0.10 ^a	6.75±0.20 ^b	10.38±1.26 ^a	9.65±1.29 ^a
	10	4.97±0.54 ^{ab}	4.54±0.03 ^a	3.13±0.87 ^{ab}	3.28±0.11 ^a	7.92±0.35 ^a	6.88±0.14 ^a	18.28±1.02 ^b	14.57±1.43 ^b
	20	9.19±0.55 ^b	10.57±0.46 ^b	4.87±0.33 ^{ab}	9.62±4.26 ^{bc}	8.03±0.33 ^a	7.96±1.98 ^{ab}	24.42±1.36 ^c	17.74±1.64 ^b
	30	16.85±3.78 ^c	9.60±0.71 ^b	6.64±0.37 ^b	6.29±0.27 ^{ab}	8.49±0.96 ^a	7.45±0.00 ^a	34.72±4.79 ^d	22.58±2.50 ^c
	40	20.35±2.50 ^c	25.91±2.94 ^c	15.72±2.96 ^c	12.68±1.15 ^c	9.91±1.95 ^a	7.84±0.24 ^{ab}	36.70±2.05 ^d	25.02±4.02 ^c
	50	52.68±4.14 ⁽¹⁾	38.63±4.99 ^d	38.82±6.68 ^d	27.74±6.51 ^d	10.85±1.38 ^a	7.78±0.11 ^{ab}	26.40±2.99 ^c	36.24±0.44 ^d
	60	49.19±6.57 ^d	45.63±1.32 ^e	45.48±5.44 ^e	53.12±5.79 ⁽¹⁾	14.21±3.39 ^b	8.23±0.17 ^b	42.84±2.39 ^e	54.02±1.77 ⁽¹⁾
	70	47.78±5.94 ^d	51.40±0.56 ⁽¹⁾	54.24±1.98 ⁽¹⁾	36.61±2.37 ^e	14.54±2.83 ^b	9.28±0.06 ^b	43.83±2.13 ^e	58.24±1.96 ^e
	80	53.95±2.43 ^d	45.63±1.17 ^e	55.12±3.08 ^f	53.89±2.81 ^f	15.63±3.43 ^b	10.94±1.13 ^c	57.93±2.61 ⁽¹⁾	46.07±2.03 ^e
	90	65.82±3.69 ^e	53.89±3.88 ^f	65.42±1.53 ^g	57.61±0.55 ⁽¹⁾	14.98±0.81 ^b	12.79±0.56 ^d	68.20±2.47 ^g	63.25±3.10 ^h
100	68.92±3.20 ^e	65.53±4.11 ^g	64.83±0.69 ^g	62.41±0.90 ^g	16.60±0.54 ^b	13.32±1.53 ^d	75.90±3.24 ^h	66.84±1.33 ^h	
Within deep-fat fried food	1	4.63±0.32 ^a	4.90±0.14 ^a	9.56±0.48 ^b	8.69±0.46 ^a	7.01±0.31 ^a	7.43±0.53 ^a	10.33±1.28 ^a	8.50±0.08 ^{ab}
	10	15.09±3.54 ^b	18.19±6.56 ^b	4.35±0.31 ^a	15.73±2.43 ^b	7.08±0.10 ^a	8.72±0.81 ^b	22.57±5.34 ^b	4.32±0.20 ^a
	20	17.53±1.49 ^b	16.29±4.63 ^b	14.55±0.67 ^{bc}	14.17±2.58 ^b	7.01±0.39 ^a	6.60±1.10 ^a	37.69±4.93 ^d	12.07±5.33 ^b
	30	34.30±4.47 ^c	26.33±4.05 ^c	18.07±3.58 ^c	23.82±0.80 ^c	7.75±0.02 ^b	9.63±0.17 ^{bcd}	29.67±6.69 ^c	7.17±0.01 ^{ab}
	40	38.04±4.13 ^{cd}	17.30±2.89 ^b	28.62±4.65 ^d	18.47±1.65 ^b	8.13±0.04 ^b	10.40±0.23 ^d	46.27±0.60 ^e	28.99±4.70 ^c
	50	43.49±3.66 ^d	33.02±5.30 ^c	41.52±3.42 ^e	32.82±0.30 ^d	8.82±0.24 ^c	9.31±0.26 ^{bc}	55.76±2.99 ^f	49.67±5.08 ^d
	60	61.77±3.60 ⁽¹⁾	51.75±6.45 ^d	58.96±1.28 ^f	50.36±3.19 ^e	8.95±0.03 ^c	11.94±0.34 ^e	68.73±3.89 ⁽¹⁾	60.18±4.80 ⁽¹⁾
	70	57.79±2.60 ^e	58.34±3.04 ^{de}	66.77±3.22 ⁽¹⁾	55.98±5.36 ^f	9.95±1.00 ^d	12.71±0.40 ^e	70.47±3.26 ^g	59.51±4.73 ^e
	80	70.84±6.22 ^f	65.02±5.57 ⁽¹⁾	77.48±4.45 ^h	56.75±0.72 ^f	13.61±0.15 ^e	10.03±0.15 ^{cd}	69.22±5.12 ^g	61.54±3.15 ^e
	90	69.95±0.86 ^f	66.42±1.21 ^f	76.50±2.37 ^h	68.61±5.33 ⁽¹⁾	14.49±0.09 ^f	14.24±0.52 ^f	75.70±1.42 ^g	68.22±3.59 ^f
100	72.68±3.37 ^f	72.39±3.64 ^f	81.00±4.22 ^h	72.26±3.57 ^g	16.37±0.17 ^g	15.01±0.57 ^f	84.71±3.35 ^h	76.12±3.52 ^g	

^{a-h}Values with different superscript letters within the same row are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$)

¹⁾Limited standard exceeded

진, 발연점 저하 등의 부수적인 품질저하를 일으키는 유리지방산의 함량을 나타낸다(21). 본 실험에서 측정된 산가의 결과는 Table 1과 같으며, 튀김횟수가 증가할수록 식용유지와 튀김식품의 산가는 모두 증가하였다. 일반식품을 튀겼을 때 식품공전에서 정의하고 있는 식용유지류의 산가는 2.5 mg KOH/g 이하로 정의하고 있으며, 튀김식품의 경우 5.0 mg KOH/g 이하로 정의하고 있다.

튀김식품을 튀긴 유지의 결과를 공전의 기준과 비교하였을 때 다음과 같다. 돈까스와 감자튀김을 튀긴 대두유는 모두 50회에서 기준치에 도달하였으며, 돈까스를 튀긴 채종유는 50회, 감자튀김을 튀김 채종유는 모두 70회 튀겼을 때 기준치에 도달하였다. 팜유의 경우는 돈까스에서 90회에서 기준치에 도달하였으며, 감자튀김에서는 100회 튀기는 동안 산가는 기준치에 도달하지 않았다. 돈까스와 감자튀김을 튀긴 돈지는 모두 40회에서 기준치에 도달하였다.

튀김식품의 결과는 공전의 기준과 비교하였을 때 다음과 같다. 대두유에 튀긴 돈까스는 80회, 감자튀김은 100회에서 산가의 기준치에 도달하였으며, 채종유에서 튀긴 돈까스와 감자튀김은 모두 90회 튀겼을 때 기준치에 도달하였다. 팜유에 튀긴 경우는 100회 동안 튀김식품의 산가는 기준치에 도달하지 않았으며, 돈까스와 감자튀김을 돈지에 튀겼을 때 각각 70회, 90회에서 기준치에 도달하였다.

산가의 증가량은 최종 100회 튀김 조리 공정을 모두 실행할 때까지 각 튀김 횟수가 증가할수록 유의적인 증가치를 보이는데 ($p < 0.05$), 이러한 결과로 고온에서 반복적인 식용유지의 사용은 산화 안정성에 영향을 주는 것으로 판단되었다. 이는 Lim 등(7)과 Son 등(13)의 보고와 일치하는 결과였다.

산가의 예상 튀김 횟수

튀김식품을 식용유지에 100회 튀긴 결과를 선형 회귀 방정식으로 나타내었을 때 유지별, 식품별로 Table 3, 4에 나타내었다. 유지와 식품한계기준치 도달 예상 튀김횟수도 함께 나타내었다. 돈까스의 예상 튀김횟수는 대두유, 카놀라유, 팜유, 돈지에서 각각 75, 73, 252, 66회를 나타내었으며, 감자튀김의 경우 91, 90, 356, 83회를 나타내었다. 예상 튀김횟수는 식품별로 모두 축산식품인 돈까스보다 일반식품인 감자튀김이 높은 횟수를 나타내었다.

대두유에서 돈까스와 감자튀김을 튀겼을 경우 38, 48회에서 유지기준에 도달하였으며, 카놀라유는 46, 62회, 팜유는 91, 112회, 돈지는 37, 42회에서 도달하였다.

과산화물가

식품공전의 제조·가공 기준에 따르면 유당·유처리 시에 사용하는 유지는 과산화물가 50 meq/kg 이하로 정의되고 있으며, 튀김식품의 경우에는 과산화물가 60 meq/kg 이하로 정의하고 있다. 본 실험에서 측정된 과산화물가의 결과는 Table 2와 같다.

튀김식품을 튀긴 유지의 결과는 다음과 같다. 돈까스와 감자튀김을 튀긴 대두유는 각각 50, 70회에서 기준치에 도달하였으며, 돈까스를 튀긴 채종유는 70회, 감자튀김을 튀김 채종유는 60회 튀겼을 때 기준치에 도달하였다. 팜유의 경우는 돈까스와 감자튀김 모두 100회 튀기는 동안 과산화물가는 기준치에 도달하지 않았다. 돈까스와 감자튀김을 튀긴 돈지는 각각 80회, 60회에서 기준치에 도달하였다.

튀김식품의 결과는 다음과 같다. 대두유에 튀긴 돈까스는 60회, 감자튀김은 80회에서 과산화물가의 기준치에 도달하였으며,

Table 3. Linear regression analysis on the acid value and peroxide value of oils within deep-fat fryer according to deep-fat frying number and fried food

Content	Edible oils	Product	Linear regression analysis	r ²	Exceed the standard
Acid value	Soy bean	Pork cutlet	y=0.06x+0.55	r ² =0.98	75
		Fried potato	y=0.04x+0.48	r ² =0.98	91
	Canola	Pork cutlet	y=0.06x-0.00	r ² =0.96	73
		Fried potato	y=0.05x-0.10	r ² =0.96	90
	Palm	Pork cutlet	y=0.01x+2.22	r ² =0.91	252
		Fried potato	y=0.01x+1.86	r ² =0.77	356
	Lard	Pork cutlet	y=0.06x+0.71	r ² =0.97	66
		Fried potato	y=0.05x+0.77	r ² =0.97	83
Peroxide value	Soy bean	Pork cutlet	y=0.73x-1.47	r ² =0.92	70
		Fried potato	y=0.66x-1.28	r ² =0.94	78
	Canola	Pork cutlet	y=0.75x-6.32	r ² =0.94	75
		Fried potato	y=0.69x-5.28	r ² =0.90	80
	Palm	Pork cutlet	y=0.10x+6.55	r ² =0.93	422
		Fried potato	y=0.06x+5.83	r ² =0.82	696
	Lard	Pork cutlet	y=0.59x+10.13	r ² =0.91	67
		Fried potato	y=0.60x+7.18	r ² =0.92	70

Table 4. Linear regression analysis on the acid value and peroxide value of oils within deep-fat foods according to deep-fat frying number and fried food

Content	Edible oils	Product	Linear regression analysis	r ²	Exceed the standard
Acid value	Soy bean	Pork cutlet	y=0.04x+0.67	r ² =0.94	38
		Fried potato	y=0.04x+0.37	r ² =0.95	48
	Canola	Pork cutlet	y=0.04x+0.40	r ² =0.93	46
		Fried potato	y=0.03x-0.53	r ² =0.96	62
	Palm	Pork cutlet	y=0.01x+0.93	r ² =0.91	91
		Fried potato	y=0.01x+1.00	r ² =0.97	112
	Lard	Pork cutlet	y=0.06x+0.14	r ² =0.97	37
		Fried potato	y=0.04x+0.54	r ² =0.98	42
Peroxide value	Soy bean	Pork cutlet	y=0.72x+8.05	r ² =0.95	72
		Fried potato	y=0.70x+3.63	r ² =0.93	80
	Canola	Pork cutlet	y=0.87x-0.66	r ² =0.95	69
		Fried potato	y=0.68x+3.49	r ² =0.94	82
	Palm	Pork cutlet	y=0.09x+5.28	r ² =0.84	590
		Fried potato	y=0.07x+6.98	r ² =0.77	744
	Lard	Pork cutlet	y=0.71x+16.12	r ² =0.94	61
		Fried potato	y=0.80x-0.53	r ² =0.91	75

채종유에서 튀긴 돈까스와 감자튀김은 각각 70, 90회 튀겼을 때 기준치에 도달하였다. 팜유에 튀긴 경우는 100회 동안 튀김식품의 과산화물가는 기준치에 도달하지 않았으며, 돈까스와 감자튀김을 돈지에 튀겼을 때 모두 60회에서 기준치에 도달하였다.

과산화물가의 결과는 대체적으로 증가하는 경향을 보이는데, 튀김횟수가 증가할수록 유의적으로 증가 혹은 감소하는 차이를 보이는 것으로 확인되었다(p<0.05). 튀김횟수 및 튀김시간에 따라 감소구간이 존재하는데, 이는 조리시간이 늘어날수록 과산화물가가 늘어나지만, 과산화물이 생성되는 속도보다 분해되는 속도가 더 높은 구간에서는 일시적으로 감소하는 과산화물가의 특성 때문이다. 이는 Lee와 Park(22)과 Son 등(13)의 보고와 일치하는 결과였다.

과산화물가의 예상 튀김 횟수

튀김식품을 식용유지에 100회 튀긴 결과를 선형 회귀 방정식

으로 나타내었을 때 유지별, 식품별로 Table 3, 4에 나타내었다. 유지와 식품한계기준치 도달 예상 튀김횟수도 함께 나타내었다. 돈까스의 예상 튀김횟수는 대두유, 카놀라유, 팜유, 돈지에서 각각 70, 75, 422, 67회를 나타내었으며, 감자튀김의 경우 78, 80, 696, 70회를 나타내었다. 예상 튀김횟수는 식품별로 모두 축산식품인 돈까스보다 일반식품인 감자튀김이 높은 예상 튀김 횟수를 나타내었다.

대두유에서 돈까스와 감자튀김을 튀겼을 경우 72, 80회에서 유지기준에 도달하였으며, 카놀라유는 69, 82회, 팜유는 590, 744회, 돈지는 61, 75회에서 도달하였다.

산가, 과산화물가 간의 상관관계

튀김에 사용한 유지는 튀김 반복 횟수에 따라 산가와 과산화물가의 변화가 일어나 상관관계를 Fig. 1과 같이 나타내었다. 돈까스와 감자튀김 제품을 튀긴 대두유의 튀김횟수에 따른 결과를

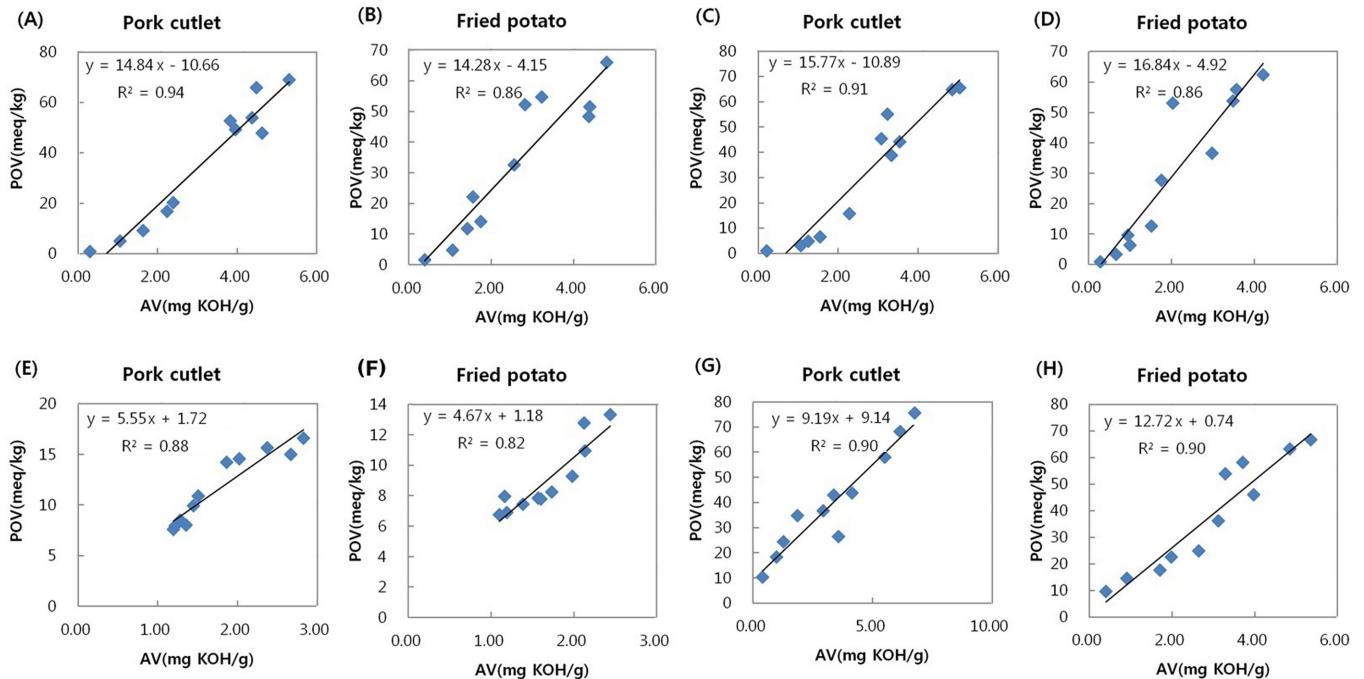


Fig. 1. Relational graph between acid value and peroxide value. (A) Soybean as a result of the frying a pork cutlet (B) Soybean as a result of the frying a fried potato (C) Canola as a result of the frying a pork cutlet (D) Canola as a result of the frying a fried potato (E) Palm as a result of the frying a pork cutlet (F) Palm as a result of the frying a fried potato (G) Lard as a result of the frying a pork cutlet (H) Lard as a result of the frying a fried potato

비교 분석해본 결과 각각 $r^2=0.9419$, $r^2=0.8675$ 로 나타났으며, 채종유의 경우 각각 $r^2=0.9180$, $r^2=0.8657$ 로 나타났다. 돈까스와 감자튀김 제품을 튀긴 팜유의 튀김횟수에 따른 결과를 비교 분석해본 결과 각각 $r^2=0.8888$, $r^2=0.8273$ 로 나타났으며, 돈지의 경우 각각 $r^2=0.9090$, $r^2=0.9022$ 로 나타났다.

또한, 축산물은 일반식품에 비해 단백질, 지방이 많고 식용유지의 지방산 조성은 유지별로 차이를 보이며 조리시의 가열산화에 대한 안정성도 달라 차이를 나타내었다(23,24).

요약

본 연구는 축산물에 사용되는 식용유지의 기준설정을 위하여 모니터링을 실시하였다. 축산물에 사용되는 유지(대두유, 카놀라유, 팜유, 돈지)를 선정하여 식품공전에 고시되고 있는 규격과 비교하여보았다. 상관관계를 구축하여 축산물에 사용되는 식용유지와 일반식품에 사용되는 식용유지의 신선도여부를 파악하였으며, 축산식품과 일반식품의 사용유지 실험값 비교분석을 통한 식품공전에 따른 유지기준(산가 2.5 mg KOH/g 이하, 과산화물가 50 meq/kg 이하)을 축산물에도 적용 가능한지의 여부를 검토하였다.

또한 튀김유지 뿐만 아니라, 유지별 튀김횟수에 따른 튀김식품에 대한 산가, 과산화물가 값을 측정하여 축산물(돈까스)이 일반식품(냉동감자)보다 적은 튀김횟수에서 일반식품의 산가 기준치(5.0 mg KOH/g), 과산화물가 기준치(60 meq/kg)에 도달하는 것을 알 수 있었다. 따라서 본 연구를 통하여 축산물에 사용되는 유지의 기준 규격마련을 위한 기초자료로 사용될 수 있다.

References

1. Kim YJ, Lee GT. Evaluation of the fatty acid composition of

- fried-chicken sold in the market. *J. Food Cook. Sci.* 25: 600-605 (2009)
- Park GY, Jung BK, Kim AK, Park KA, Jo SJ, Gwak JE, Jang MS, Bae CH, Jo NJ. Evaluation of the safety of fried-food in fast food store. *J. Fd. Hyg. Safety.* 19: 55-59 (2004)
- Ro KA, Kim NY, Jan MS. Effect of frying methods of chickens on the physicochemical properties of frying oil and fried chickens in the school food service. *J. Korean Dietetic Assoc.* 4: 99-108 (1998)
- Chu YH, Luo S. Effects of sugar, salt and water on soybean oil quality during deep-frying. *J. AOCS.* 71: 897-900 (1994)
- Jeon MS, Kim JY, Lee JW, Lee KT. Changes in total trans fatty acid content in soybean oil, shortening, and olive oil used for frying. *J. East Asian Soc. Dietary Life.* 18: 181-189 (2008)
- Son JY, Kang KO. Changes in quality properties of deep frying oil and fried chickens according to frying number. *J. East Asian Soc. Dietary Life.* 22: 527-534 (2012)
- Lim YH, Lee HY, Jang MS. Quality properties of yu-kwa by the frying time of soybean oil. *J. Korea Soc. Food Nutr.* 22: 186-189 (1993)
- Fritsch CW. Measurements of frying fat deterioration: A brief review. *J. AOCS.* 58: 272-274 (1981)
- Carlson BL, Tabacchi MH. Frying oil deterioration and vitamin loss during foodservice operation. *J. Food Sci.* 51: 218-221 (1986)
- Gil BI. Physical and chemical properties of the fats of the frying process. *Food Sci. Ind.* 30: 41-48 (1997)
- Joo KJ, Ha GS. Chemical changes of the deep fat frying oils used commercially. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 18: 247-254 (2005)
- Park GY, Kim AK, Park KA, Jung BK, Bea CH, Kim MH. Acidification of frying oil used for chicken. *J. Fd. Hyg. Safety* 18: 36-41 (2003)
- Son JY, Chung MS, Ahn MS. The changes of physico chemical properties of the frying oils during potato and chicken frying. *Korean J. Soc. food Sci.* 14: 177-181 (1998)
- Lee JY, Lee HG, Song ES. Effects of reusing times on the oxidative stability of frying fat for frozen battered pork. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29: 231-234 (2000)

15. Shin AJ, Kim DH. Studies on thermal oxidation of soybean oil. *Korean J. Food Sci. Technol.* 14: 257-264 (1982)
16. Jung ST, Shin DH, Kim YS. Changes in fatty acid compositions of various edible oils with frying times and food materials. *JALS* 44: 25-31 (2013)
17. Lee EJ, Lim SY, Faiz VLC, Juz BK, Oh SS. Evaluation of thermally oxidized soybean oil Using carbon nanotube sensor. *Korean J. Food Sci. Technol.* 44: 472-477 (2012)
18. MFDS. 2014 Production of and Food Additives. Ministry of Food and Drug Safety. Cheongwon, Korea (2015)
19. MFDS. Korea Food Code. Ministry of Food and Drug Safety. Cheongwon, Korea. 1.1.5.3.1. (2016)
20. MFDS. Korea Food Code. Ministry of Food and Drug Safety. Cheongwon, Korea. 1.1.5.3.5. (2016)
21. Lee S, Kang SH, Kim MK, Song SR, Yoon HJ, Lee MW, Kang HJ, Hwang IK. Degree of rancidity and sensory characteristics of frying oils with reuse and storage at home. *J. Food Cook. Sci.* 28: 265-273 (2012)
22. Lee JY, Park JW. Changes of fatty acid composition and oxidation stability of edible oils with frying number of french fried potatoes. *J. Korean Soc. Food Sci Nutr.* 37: 1101-1017 (2010)
23. Ahn MS, Suh MS, Kim HJ. Measurement of trans fatty acid formation and degree of rancidity in fat and oils according to heating conditons. *Korean J. Food Cult.* 23: 469-478 (2008)
24. Kim MA. Oxidative stability of hydrated soybean oil during heating at high temperature. *Korean J. Food Cult.* 23: 26-32 (2008)