J. Fd Hyg. Safety
Vol. 22, No. 4, pp. 311~316 (2007)

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

가열조리에 의한 옥수수유의 트랜스지방산 변화에 관한 연구

김명길* · 김종찬 · 고환욱 · 이정복 · 김영숙 · 박용배 · 이명진 · 김재관 · 김경아 · 박은미
경기도보건환경연구원

A Study on Variation of *Trans* Fatty Acid with Heat Treatment of Corn Oils

Myung-Gil Kim*, Jong-Chan Kim, Hoan-Uck Ko, Jung-Bok Lee, Young-Sug Kim, Yong-Bae Park, Myung-Jin Lee, Jae-Kwan Kim, Kyung-A Kim, and Eun-Mi Park
Gyeonggi-do Institute of Health and Environment
(Received July 9, 2007/Accepted December 15, 2007)

ABSTRACT – *Trans* fatty acid components separated and quantified using a SP-2560 capillary column in a gas chromatograph (GC) with flame ionization detector (FID). *Trans* fatty acid and total fatty acid contents were measured in 21 corn oils. Ranges of values for *trans* fatty acid (tFAs) contents of total fat (as g/100g fatty acids) were corn oils 0.65 ± 0.31. Corn oils were heated at 175 ± 5°C for 5mins (0~15 times). The contents of tFAs (g/100) were increased from 0.292 (0 time) to 2.585 (15 times) in corn oil. When frying oils (15 times) were incubated at 20 ± 5°C for 150 days, the contents of tFAs (g/100g) were increased from 2.585 to 3.683 in corn oil. The amounts of tFAs (g) per serving size of frying oils (15 times) were increased from 0.01 to 0.18 in corn oil. The levels of the 18:1 trans isomers increased significantly the time of reusing of corn oil.

Key words: *Trans* fatty acids, corn oils, GC/FID

2006년 12월 뉴욕시가 미국 최초로 관할구역의 모든 식당과 제과점 등에서 단계적으로 트랜스지방산의 사용을 전면 금지하는 규정을 만장일치로 통과시킨 이후 트랜스지방산이 세계적으로 화제가 되고 있다.[1] 이는 트랜스지방산이 미국인 사망 원인 1위를 차지하는 심장마비와 뇌졸중 등 심혈관계 질환의 발병 가능성을 크게 높이고 우리 몸에 좋지 않은 영향을 준다는 의학계의 지적을 받아들인 조치이다.[2,3]

불포화지방산은 고온에서 가열되거나 외부 충격을 받으면 수소의 위치가 엇갈려 탄소와 탄소사이의 이중결합을 사이에 두고 다음 탄소들이 서로 다른 방향으로 결합한 트랜스(trans)구조를 갖게 된다. 트랜스지방산은 이와 같은 트랜스 구조를 1개 이상 가지고 있는 비공액형의 불포화지방산을 말하며 이들은 이중결합을 갖고 있으나 전체 적인 모양은 포화지방산과 유사하다.[4]

트랜스지방산의 생성은 다음의 세 가지 경우에 의해서 만들어진다. 첫째, 우유 및 반추 동물에서 얻어진 지방에는 소량의 트랜스지방산이 존재하는데 이는 초식동물의 장관(반추위) 내에서 미생물에 의한 불포화지방산의 가수소화에 의해 일부 생성되고 소, 양, 염소 등의 유즙, 육류 및 트랜스지방산이 포함된 사료를 먹은 닭고기 등에서도 일부 존재하는데 총 섭취량에 대한 기여는 높지 않은 편이다.[5,6] 둘째, 마가린, 쇼트닝 등 부분경화유에는 그 반응조건과 시간에 따라 상당량의 트랜스지방산이 포함 되어 있다. 일반적으로 식물성 기름의 부분경화(수소경화)공정에서 반응 온도가 높을수록, 수소압력이 적을수록, 촉매량이 많을수록, 교반속도가 적을수록 많은 양의 트랜스지방산이 생성되고[4,7] 이를 사용한 과자, 빵, 스낵류 등에도 많은 양의 트랜스지방산이 존재한다. 부분경화유는 총섭취량에서 절대적이고 상대적인 기여도가 매우 높아서 트랜스지방산의 섭취에서 가장 문제가 되는 급원이다. 셋째, 식용유를 정제하는 공정의 마지막 단계인 탈취 공정은 230°C 이상의 고온에서 이루어 지는데 이때 이성화 반응에 의해 소량의 트랜스지방산이 생성되지만 그 양은 워낙 적어서 식이에 미치는 영향은 크지 않다. 정제유의 탈취 공정에서는 트랜스지방산 중 C18:2t와 C18:3t 이성체가 주로 생성 된다.[5,6]

트랜스지방산의 동물 실험과 임상 연구에 의하면 트랜스지방산은 포화지방산과 분자 구조 등 비슷한 물리적 특

*Correspondence to: Myung-Gil Kim, Gyeonggi-do Institute of Health and Environment, Suwon 440-290, Korea
Tel: 82-31-250-2537, Fax: 82-31-250-2621
E-mail: Kmgill@hanmail.net

성을 갖고 있어 물리적인 성질, 체내대사, 건강에 미치는 영향 등도 포화지방산과 유사하여 필수지방산의 대사를 방해하고 태반을 지나면서 모유에 함유되며 어머니의 높은 트랜스지방산 섭취는 태아를 자궁 내에서 트랜스지방산에 노출시켜 성장을 지연시킨다.[8-10] 또한, 트랜스지방산은 체중을 늘게 하고 나쁜 콜레스테롤인 저밀도 지질 단백질(LDL)을 증가시켜 관상 동맥질환(협심증), 심장병, 동맥경화를 유발 하거나 촉진시킨다.[5,6,11-14] 이외에도 트랜스지방산이 간암, 유방암, 위암, 대장암, 전립선암 및 당뇨병의 발생과 관련이 있다는 연구 결과도 미국 하버드대 보건대학원 등에서 나오고 있다.[2,3]

우리나라에서는 2007년 12월부터 소비자의 알권리를 강화하고 균형 잡힌 식생활 습관을 유도하는 차원에서 영양성분 표시 의무를 확대하는 내용의 “식품 등 표시기준” 개정 안을 마련하여 트랜스지방산등에 대한 표시를 의무화하고 각종 식용유지에 트랜스지방산에 대한 권장 가이드라인(5% 이하)을 만들어 지도 감독하며 어린이 먹거리 건강・안전 정책의 일환으로 패스트푸드에 사용된 원료유지에 트랜스지방산 권장규격을 5% 이하로 적용한다고 발표했다. 또한 2008년부터 초등학교 인근 지역을 대상으로 “어린이 식품안전 보호구역(Green Food Zone)”을 설정하도록 추진하여 보호구역 내에 위치한 식품 업소들은 정기적으로 식품위생과 식품의 트랜스지방산 함유량 에 대한 점검을 하게 된다.

최근 들어 동맥경화와 고혈압, 심근경색증 등 심혈관계의 질환을 일으키는 트랜스지방산의 위해성이 심각하게 대두되면서 먹거리에서 트랜스지방산의 섭취를 줄이려는 소비자들의 노력이 차츰 커지고 국제적으로도 트랜스지방산에 대한 함유량표시 의무화 및 규제가 강화되고 있다.

이에 본 연구는 일반 가정에서 많이 사용하고 있는 정제가공유지인 옥수수유를 대상으로 지방산과 트랜스지방산의 함량을 조사하고 가열조리에 의한 영향과 가열조리 후 보관 시간에 따른 함량변화를 비교함으로써 소비자들에게 식용유지의 올바른 가열조리 방법과 보관방법을 알리고 용도에 맞는 식용유지류 선택에 도움을 주어 국민보건 향상에 기여하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 검체 채취

현재 시중에 유통되는 옥수수유의 제조, 판매는 몇 개 회사로 한정되어 있어 다양한 재료를 선정하는데 많은 어려움이 있었다. 이에 본 연구에서는 조사기간(2006.01~2006.11) 중 3차례에 걸쳐 경기도 관내 5개 시군의 대형마트에서 유통되고 있는 제조일자가 다른 옥수수유를 수거(21건)하여 지방산과 트랜스지방산의 함량을 분석하였고 옥수수유의 가열조리에 의한 트랜스지방산의 함량변화를 살펴보기 위하여 가정에서 일반적으로 사용하는 튀김기(필립스 쿠치나 HD-6151) 를 사용하여 조리방법에서 권장하는 냉동감자의 튀김조건(400 g~500 g, 175ºC에서 5분 조리)에 맞춰 냉동감자(미국산) 400 g를 취하여 175ºC에서 5분간 가열조리 한 후 건져내고 그 식용유지 10 mL을 취하여 1차 검체로 하고 10분간 냉각시킨 후 다시 냉동감자 400 g를 넣고 15회까지 반복 가열조리 하는 방법으로 검체를 채취하였다. 15회 이후는 냉동감자가 수분이 감소하여 단단하고 검게 변하여 더 이상 섭취가 불가능한 상태가 되어 가열조리를 중단하였다.

가열 전과 가열 후 채취한 검체 중 1회, 3회, 6회, 9회, 12회, 15회에 해당하는 검체를 2006년 5월 16일부터 상온에서 방치하면서 30일 단위로 트랜스지방산의 함량변화를 조사하였다.

표준물질 및 시약

지방산표준물질로 사용한 37 Component Fame mix와 Linoleic acid methyl ester, cis/trans isomer(10 mg/mL), Linolenic acid methyl ester isomer mix(10 mg/mL)는 Supelco사(U.S.A.)에서 구매하였다. 유기 용매인 Boron-trifluoride methanol solution(14%)는 Sigma사(U.S.A.)에서 구입하였고 Methanol과 Water는 J.T. Baker사(U.S.A.)에서, Iso-Octane은 同仁化學硏究所(日本)에서 구입하였다. Sodium chloride는 Merck사(Germany), Sodium Sulfate, Anhydrous는 Tedia사(U.S.A)에서 구매하여 사용하였다. 메탄올성 수산화 나트륨 용액(0.5N)은 수산화나트륨 2 g을 메탄올 100 mL에 녹여 조제하여 사용하였다.

검사항목

지방산 37종 및 트랜스지방산(C18:1t, C18:2tt+ct+tc, C18:3ttt+ttc+tct+ttc+cct+ctc+tcc)

실험방법

지방의 가수분해

식용유지의 지방은 에스터 결합으로 하고 있어서 이를 분석하기 위해서는 가수 분해 하는 과정이 선행되어야 한다. 이에 본 연구에서는 식용유지의 검체 25~40 mg을 유리 튜브에 취하고 0.5N 메탄올성 수산화 나트륨용액 1.5 mL을 가하고 질소를 불어넣은 후 즉시 뚜껑을 덮고 혼합하였다. 그 후 100 Heating block에서 약 5분간 가온하고 30~40ºC로 냉각하였다.

지방산의 유도체화

지방산을 메틸에스터로 유도체화시키기 위하여 가수분해 시킨 검체에 14% 트리 플루오르보란 메탄올용액 2 mL

을 가하고 다시 질소를 불어 넣은 후 즉시 뚜껑을 덮어 혼합하고 100ºC에서 30분간 가온 후 30~40ºC로 냉각하였다. 이에 이소옥탄용액 1 mL을 가하고 질소를 불어 넣은 후 뚜껑을 덮고 이 온도에서 30초간 격렬히 교반 하였다. 그 후 포화 염화나트륨 용액 5 mL을 가하고 질소를 불어 넣은 다음 뚜껑을 덮고 격렬히 교반 후 상이 분리 되도록 상온에서 방치하고 상층인 이소옥탄층을 무수황산 나트륨이 있는 새 유리 튜브에 넣고 질소를 불어 넣은 후 즉시 뚜껑을 덮고 이소 옥탄층을 취하여 Auto sampler용 바이알에 옮긴 후 GC/FID로 분석하였다.

기기분석

본 연구에 사용한 분석기기는 Agilent 7683 자동주입기(Automatic Sampler)를 장착한 Agilent 6890 가스크로마토그래피(Gas chromatograph) 시스템과 불꽃 이온화 검출기(Flame ionization detector, FID)를 사용하였다(Table 1).

Table 1. Operating conditions for fatty acids and *trans* fatty acids by GC/FID

Type	Operating conditions
Instrument	Agilent 6890 GC, FID
Column	SP-2560 (100 m (Length) × 0.25 mm (I.D.) × 0.25 μm (Film))
Inlet temp. (ºC)	250
Oven temp. (ºC)	160ºC (1 min), 5 ºC/min to 180ºC (40 min), 7 ºC/min to 210ºC, 3 ºC/min to 230ºC (13 min)
Detector temp. (ºC)	280
Split ratio	1/70
Injection volumn (μL)	1
Detector gases (mL/min)	Hydrogen: 40, Air: 450, Nitrogen make-up gas: 30

결 과

경기도 관내 5개 시군의 대형마트에서 유통되고 있는 옥수수유(Corn oil)를 수거하여 평균 지방산 조성을 살펴본 결과(Table 2), 포화지방산(SFA)은 14.48 ± 0.48 g/100g, 단일 불포화지방산(MUFA)은 27.88 ± 1.11 g/100g, 다가불포화지방산(PUFA)은 57.64 ± 1.48 g/100g를 나타내어 옥수수유의 지방산 중 불포화지방산이 약 85.52 g/100g를 함유하고 있는 것으로 나타났다.

옥수수유의 P/M/S비는 4.0/1.9/1.0로 다른 논문[19]에서 제시한 옥수수유의 P/M/S비 4.6/2.1/1.0에 비해 다가불포화지방산이 적게 검출된 양상을 보였다. 옥수수유의 트랜스지방산의 평균 함량은 0.65 ± 0.31 g/100g으로 이를 각 이성체별로 살펴보면, C18:1t가 0.06 ± 0.02 g/100g, C18:2t 0.46 ± 0.28 g/100g, C18:3t는 0.14 ± 0.04 g/100g이 검출되었다. 즉, 옥수수유의 트랜스지방산의 이성체 중에는 C18:2t가 가장 높은 수준으로 검출되었고 그 다음이 C18:3t, C18:1t 순이었다. 식품으로 섭취하는 옥수수유의 1회 분량(Serving size)을 5 g로 하여 평균적으로 계산한 1회 섭취하는 총 트랜스지방산의 함량(tFAs(g)/Serving size) 은 약 0.03 g로 많지 않았다. 평균 n-6계열 지방산은 56.40 ± 1.56 g/100g, 평균 n-3계열 지방산은 1.13 ±0.39 g/100g로 평균적인 n-6/n-3비는 약 56.6을 나타났는데 이는 다른 논문에서 제시한 옥수수유의 138.9보다 적은 수치이다.[19]

옥수수유의 가열조리에 의한 트랜스지방산의 함량변화를 살펴보기 위하여 가정에서 일반적으로 사용하는 튀김기를 사용하여 냉동감자를 가열조리(175ºC, 5분) 횟수를 달리한 후 트랜스지방산의 함량을 살펴본 결과(Table 3)는 1회 0.528 g/100g, 3회 0.949 g/100g, 6회 1.709 g/100g로 큰 폭의 증가를 보이다가 9회 2.074 g/100g, 12회 2.453 g/100g, 15회 2.585 g/100g로 증가 폭이 감소하였다. 옥수수유의 가열조리 횟수에 따른 트랜스지방산의 생성량은 3~6회 가열조리 했을 때 가장 많은 증가 폭을 보이는 것을 알 수 있었다.

가열조리(15회) 후 옥수수유의 트랜스지방산의 함량을 비교해보면, 가열 전 0.292 g/100g에서 2.585 g/100g으로 2.293 g/100g 증가한 것을 알 수 있었다.

가열 전과 가열 후 채취한 검체 중 1회, 3회, 6회, 9회, 12회, 15회에 해당하는 검체를 2006년 5월 16일부터 상온에서 방치하면서 30일 단위로 트랜스지방산의 함량을 분석하여 그 중 트랜스지방산의 변화량이 적어지는 시점(150일)의 검체와 가열 전 가열횟수를 달리한 검체의 지방산과 트랜스지방산의 함량을 비교하였다.

가열조리 한 횟수를 달리한 옥수수유를 빛이 있는 장소에서 방치(150일)한 후 트랜스지방산의 함량변화를 살펴본 결과(Table 4), 1회 가열조리 한 경우는 0.528 g/100g에서 0.754 g/100g로 0.226 g/100g의 증가를 보였고 3회는 0.949 g/100g에서 1.585 g/100g로 0.636 g/100g, 6회는 1.709 g/100g에서 2.505 g/100g로 0.796 g/100g, 9회는 2.074 g/100g에서 2.858 g/100g로 0.784 g/100g, 12회는 2.453 g/100g에서 3.298 g/100g로 0.845 g/100g, 15회는 2.585 g/100g에서 3.683 g/100g로 1.098 g/100g의 증가를 나타냈다. 즉, 가열횟수가 증가할수록 방치시간에 따른 트랜스지방산의 생성량이 더 많이 증가하는 것으로 나타났다.

15회 가열조리 한 옥수수유를 150일 동안 보관한(150-C-15) 후 1회 섭취하는 총 트랜스지방산의 함량(tFAs(g)/Serving size)을 원료유지(0-C-0)와 비교하여 살펴보면, 옥수수유는 0.01 g(0-C-0)에서 0.18 g(150-C-15)으로 0.17 g의 증가를 나타냈다(Table 5).

가열조리 한 후 150일 동안 보관한 옥수수 유의 트랜스지방산의 이성체별 함량변화를 살펴보면, 옥수수유는 원료유지(0-C-0)에 C18:1t가 0.03 g/100g, C18:2t가 0.20 g/100g, C18:3t는 0.07 g/100g 함유되어 있었는데 15회 가열

Table 2. Content of fatty acids and trans fatty acid in corn oils (g/100g)

No	C[5]-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	C-11
tFAs[1]/sample	1.23	0.43	0.66	0.53	0.29	0.39	0.61	0.40	0.37	0.62	0.52
Serving size(g)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
tFAs(g)/Serving size	0.06	0.02	0.03	0.03	0.01	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03
P[2]	57.15	58.45	58.42	58.88	56.45	57.52	58.17	56.42	58.80	58.55	57.85
M[3]	28.00	27.52	27.13	26.51	28.52	27.90	27.31	28.59	27.01	27.06	27.61
S[4]	14.84	14.03	14.45	14.62	15.03	14.58	14.52	14.99	14.19	14.39	14.54
P/M/S	3.9/1.9/1	4.2/2.0/1	4.0/1.9/1	4.0/1.8/1	3.8/1.9/1	3.9/1.9/1	4.0/1.9/1	3.8/1.9/1	4.1/1.9/1	4.1/1.9/1	4.0/1.9/1
n-6	55.45	56.61	57.39	56.68	55.76	56.41	56.94	55.75	57.43	57.32	56.80
n-3	1.59	1.75	0.94	2.09	0.63	1.03	1.12	0.57	1.28	1.11	0.95
n-6/n-3	34.80	32.33	60.98	27.16	87.98	55.01	50.77	98.49	44.95	51.52	60.11
C18:1t	0.06	0.04	0.04	0.06	0.03	0.08	0.04	0.03	0.03	0.07	0.09
C18:2t	0.99	0.28	0.49	0.31	0.20	0.22	0.42	0.25	0.23	0.40	0.31
C18:3t	0.18	0.11	0.13	0.16	0.06	0.09	0.15	0.12	0.11	0.15	0.12

No	C-12	C-13	C-14	C-15	C-16	C-17	C-18	C-19	C-20	C-21	AV ± S.D
tFAs/sample	0.79	0.77	0.42	1.19	0.57	0.82	1.55	0.51	0.37	0.67	0.65 ± 0.31
Serving size(g)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
tFAs(g)/Serving size	0.04	0.04	0.02	0.06	0.03	0.04	0.08	0.03	0.02	0.03	0.03 ± 0.02
P	52.98	54.66	58.98	58.28	58.61	57.01	58.50	58.94	57.16	58.61	57.64 ± 1.48
M	31.13	30.41	26.91	27.37	27.24	28.50	27.25	27.63	28.72	27.17	27.88 ± 1.11
S	15.88	14.92	14.11	14.35	14.15	14.49	14.24	13.43	14.11	14.22	14.48 ± 0.48
P/M/S	3.3/2.0/1	3.7/2.0/1	4.2/1.9/1	4.1/1.9/1	4.1/1.9/1	3.9/2.0/1	4.1/1.9/1	4.4/2.1/1	4.1/2.0/1	4.1/1.9/1	4.0/1.9/1
n-6	51.43	53.07	57.71	57.53	57.69	55.63	57.81	57.85	56.10	57.11	56.40 ± 1.56
n-3	1.40	1.46	1.18	0.64	0.82	1.27	0.57	1.00	0.98	1.39	1.13 ± 0.39
n-6/n-3	36.68	36.25	48.93	90.37	70.54	43.96	100.71	57.84	57.47	41.02	56.56 ± 21.22
C18:1t	0.05	0.06	0.06	0.08	0.04	0.06	0.07	0.06	0.06	0.05	0.06 ± 0.02
C18:2t	0.50	0.51	0.25	0.95	0.40	0.56	1.29	0.35	0.22	0.44	0.46 ± 0.28
C18:3t	0.24	0.20	0.11	0.17	0.13	0.19	0.19	0.11	0.10	0.18	0.14 ± 0.04

[1]tFAs: *trans* Fatty acid, [2]P: Polyunsaturated fatty acid,[3] M: Monounsaturated fatty acid, [4]S: Saturated fatty acid, [5]C: Corn oil

Table 3. Changes of tFAs[1] of Corn oils with reusing times
tFAs/sample (g/100g)

Reusing time (s)	Corn oil
0	0.292
1	0.528
3	0.949
6	1.709
9	2.074
12	2.453
15	2.585

[1]tFAs : *trans* Fatty acids.

Table 4. Changes of tFAs[1] of corn oils after heat treatment
tFAs/sample (g/100g)

Reusing time (s)	0 day	150 days
1	0.528	0.754
3	0.949	1.585
6	1.709	2.505
9	2.074	2.858
12	2.453	3.298
15	2.585	3.683

[1]tFAs : *trans* Fatty acids.

조리 한 경우(150-C-15)는 C18:1t가 3.30 g/100g, C18:2t가 0.32 g/100g, C18:3t는 0.07 g/100g를 나타냈다. 즉, 옥수수유를 가열하면 C18:1t는 가열횟수가 증가할수록 큰 폭으로 증가하였고 C18:2t, C18:3t는 큰 변화가 나타나지 않았다.

다른 연구에서도 185 ± 2°C에서 24시간 가열 후 트랜스 지방산의 조성 변화를 살펴본 결과 옥수수유에서 C18:1t가 크게 증가하였는데 이는 C18:1이 C18:2, C18:3보다 이성화 정도가 크고 입체구조, 사슬길이, 이중결합의 수 등이 차이에 의한 영향이라고 보고하고 있다.[16]

결론 및 고찰

경기도 관내 5개 시군의 대형마트에서 유통되고 있는

Table 5. Effect of tFAs[1] of corn oils after heat treatment (g/100g)

	0-C[2]-0	150-C-15
tFAs/sample	0.292	3.683
Serving size(g)	5.0	5.0
tFAs(g)/serving size	0.01	0.18
C18:1t[3]	0.03	3.30
C18:2t	0.20	0.32
C18:3t	0.07	0.07

[1]tFAs : *trans* Fatty acids, [2]C : Corn oil, [3] t : *trans.*

옥수수유(Corn oil)의 평균 트랜스지방산 함량은 0.65 ± 0.31 g/100g이었으며 트랜스지방산의 이성체 중에는 C18:2t가 가장 많이 검출되었고 그 다음 C18:3t, C18:1t 순으로 검출되었다. 일반적으로 식품으로 섭취하는 옥수수유의 평균 1회 섭취하는 총 트랜스지방산의 함량(tFAs(g)/Serving size)은 약 0.03 g로 나타났다.

옥수수유의 가열조리 횟수와 보관기간에 의한 트랜스지방산의 함량변화를 살펴보고자 가열조리 횟수(1~15회)를 달리하여 가열하고 이를 방치한 후 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다. 가열조리 횟수에 따른 트랜스지방산의 생성량을 살펴본 결과, 3~6회 가열조리시 가장 많이 생성되는 것을 알 수 있었고 가열조리 후 트랜스지방산은 0.292 g/100g(가열 전)에서 2.585 g/100g(15회)으로 2.293 g/100g의 증가를 나타냈다.

가열조리 한 횟수(1~15회)를 달리하여 빛이 있는 장소에서 방치(150일)한 후 트랜스지방산의 함량변화를 살펴본 결과, 1회 가열 조리한 경우는 0.528 g/100g에서 0.754 g/100g로 0.226 g/100g의 증가를 보였고 15회 가열조리한 경우는 2.585 g/100g에서 3.683 g/100g로 1.098 g/100g의 증가를 나타냈다. 즉, 가열횟수가 증가할수록 방치 시간에 따른 트랜스지방산의 생성량이 더 많이 증가하는 것을 알 수 있었다. 이 중 트랜스지방산의 종류별 함량변화를 살펴보면, C18:1t는 가열횟수가 증가 할수록 큰 폭으로 증가한 반면에 C18:2t, C18:3t는 큰 변화가 없었다.

본 연구결과, 옥수수유는 가열조리 횟수가 증가함에 따라 트랜스지방산의 생성량의 증가를 보였으며 이는 가열조리 횟수와 트랜스지방산의 생성량 간에 상관성을 나타내는 것이며 방치시간에 따른 영향은 가열횟수에 비해 그다지 크지 않은 것으로 나타났다. 즉, 옥수수유의 가열조리 시 트랜스지방산의 섭취를 줄이기 위해서는 반복적인 사용을 하지 않는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

요 약

옥수수유를 175±5°C에서 가열처리(15회)하여 가열 전과 트랜스지방산의 함량변화를 살펴본 결과, 0.292 g/100g에서 2.585 g/100g로 2.293 g/100g의 증가를 보였다. 15회 한 옥수수유를 방치(150일) 한 후 트랜스지방산의 함량변화를 살펴본 결과, 2.585 g/100g에서3.683 g/100g로 1.098 g/100g의 증가를 나타냈고 1회 섭취하는 총 트랜스지방산의 함량(tFAs(g)/Serving size)은 0.01 g에서 0.18 g으로 0.17 g의 섭취량 증가를 나타냈다. 트랜스지방산의 이성체별 함량변화를 살펴보면, C18:2t, C18:3t보다 C18:1t가 가열횟수가 증가할수록 큰 폭으로 증가하는 것을 알 수 있었다.

참고문헌

1. New York Times, December 6, 2006. http://www.nytimes.com
2. 김소희, 노경희, 문정원, 송영선: Trans 지방산이 인체에 미치는 영향. 식품 산업과 영양, **6(2)**, pp. 45-52 (2001).
3. 정명섭: 트랜스지방산! 어떻게 해결해야 하나?, *Safe Food*, **2(1)**, pp. 30-37 (2007).
4. ASCN/AIN: Task Force on Trans Fatty Acids. Position paper on trans fatty acids. *Am. J. Clin. Nutr.*, **63**, pp. 663-670 (1996).
5. Ascherio, A. and Willett, W.C. : Health effects of trans fatty acids. *Am. J. Clin. Nutr.*, **66**, pp. 1006-1010 (1997).
6. Shapiro, S.: Do *trans* fatty acids increase the risk of coronary heart disease? A critique of the epidemiologic evidence. *Am. J. Clin. Nutr.*, **66**(suppl), pp. 1011s-1017s (1997).
7. Smith, L. M., Dunkley, W.L., Franke, A., Dairiki, T.: Measurement of trans and other isomeric unsaturated fatty acids in butter and margarine. *J. Am. Oil Chem. Soc*., **55**, pp. 257-261 (1978).
8. Calson, S.E., Clandinin, M.T., Cook, H.W., Emken, E.A. and Filter, L.T.: Trans fatty acids infant development. *Am. J. Clin. Nutr.*, **66**, pp. 717-736 (1997)
9. Houwelingen, A.C.V. and Hornstra. G.: Trans Fatty Acids in Early Human Development. World Rev. *Nutr. Diet*., **75**, pp. 175-178 (1994).
10. Koletzko: Trans-fatty acids may impair biosynthesis of long chain polyunsaturates and growth in man. *Acta Paediatr.* **81**, pp. 302-306 (1992).
11. Bethesda, M.D.: Position paper on trans fatty acid . *Am. J. Clin. Nutr.* **63**, pp. 663-670 (1996).
12. Lichtenstein, A.H.: Trans fatty acids and cardiovascular disease risk. *Cur-r Opin. Lipidol.* **11**, pp. 37-42 (2000).
13. van der Vijver L.P., Kardinaal A.F., Couet C., et al.: Association between *trans* fatty acid intake and cardiovascular risk factors in Europe: the TRANSFAIR study. *Eur J. Clin Nutr.* **54**, pp. 126–135 (2000).
14. Singh, R.B., Niaz, M.A., Ghosh, S., Beegom, R., Rastogi, V., Sharma, JP., Dube, GK.: Association of trans fatty acids (vegetable ghee) and clarified butter (Indian ghee) intake with higher risk of coronary artery disease in rural and urban populations with low fat consumption. *Int. J. Cardiol.*, **56**, pp. 289-298 (1996).
15. 한국인의 영양 권장량 제7차 개정판. 사단법인 한국영양

학회. (2000).
16. 김덕숙, 구본순, 안명수: 유지의 가열 및 저장에 따른 Trans 지방산 생성에 관한 연구(I) - 일부 이화학적 특성 및 Trans지방산 함량변화를 중심으로 -. 한국조리과학회지, **6(2)**, pp. 37-50 (1990).
17. 김덕숙, 구본순, 안명수: 유지의 가열 및 저장에 따른 트랜스지방산 생성에 관한 연구 - 제2보: Trans 지방산 함량 및 조성 변화를 중심으로. *KOREAN J. SOC. FOOD SCI.* **6(3)**, pp. 25-32 (1990).
18. 송영선, 노경희, 이교연, 문정원, 이미옥: 한국인 상용 가공 식품의 trans 지방산 함량. 한국식품영양과학회지, **28(6)**, pp. 1191-1200 (1999).