

튀김중 유지의 이화학적 변화와 튀김유의 문제점

동국대학교 식품공학과 교수

신 호 선

1. 서 론

최근 우리나라에서 각종 튀김식품(deep-fat fried food)이 제조되어 판매되고 있으며, 그 소비량도 급격히 증가추세에 있는 듯하다. 한편 식용 유지공업의 발달로 식용유지의 공급이 원활해짐에 따라 일반 가정에서도 유지를 이용한 튀김조리의 기회가 많아지고 있다.

튀김과정 중 식품은 가열된 유지와 일정시간 접촉하게 되므로, 튀김제품은 보통 약 5~40%의 유지를 함유하게 된다. 이러한 튀김 제품은 여러가지 튀김조건에 따라 그 특성이 변하게 된다. 특히 튀김에 사용되는 유지는 튀김과정 중에 각종 이화학적 변화가 초래되며, 이 변화는 튀김제품의 품질특성에 가장 큰 영향을 미치는 중요한 인자인 것이다.

필자는 여기서 튀김과정 중 유지의 각종 이화학적 변화 특히 유지로부터 생성되는 각종 화합물의 생성과정과 제품에 미치는 영향, 튀김유의 문제점과 이의 대책에 대하여 언급하고자 한다. 그러나 이 방면에 대한 필자의 부족한 지식과 정보로 인하여 충분한 논의를 하지 못함을 죄송스럽게 생각하며, 특히 조리과학적인 측면의 접근이 부족함을 양해하여 주시기 바란다.

2. 튀김 중 유지로부터 생성되는 화합물

일반적인 튀김과정은 공기중에서 고온에서 가

열된 유지의 가열산화 과정이라 볼 수 있으므로 튀김용 유지는 가열산화 때와 같은 각종 이화학적 변화가 초래된다.

튀김 중 유지로부터 생성되는 주요한 화합물은 다음과 같다.

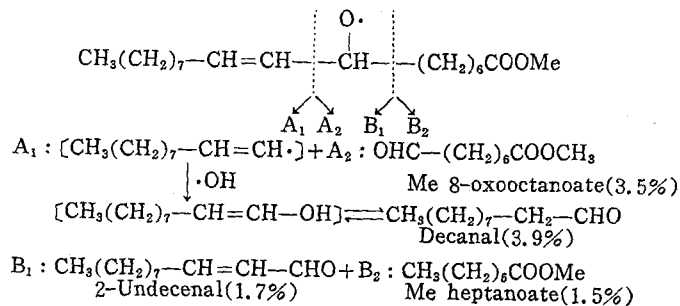
(1) 유리 지방산(free fatty acid)의 생성

Triacylglycerol은 수분과 가열에 의하여 그의 에스테르 결합이 분해되어 유리 지방산이 생성될 수 있다. 수분이 존재할 때에는 유리지방산은 가수분해 과정에 의하여 생성되나, 수분이 존재하지 않을 경우의 에스테르 결합의 분해는 Nawar²⁾에 의하면 β-위치에 수소를 가진 지방산의 에스테르가 먼저 6개의 원자로 구성된 chelate 고리를 형성한 후 유리지방산과 olefin으로 열분해되며, 또한 다른 메커니즘에 의하여 지방산의 무수물(anhydride)과 ketone도 생성된다.

(2) 휘발성 flavor 성분(volatile flavor constituent)의 생성

Hydroperoxide의 형성과 분해를 동반하는 유지의 산화반응으로부터 예상할 수 있는 바와 같이 튀김과정에서도 각종 포화 및 불포화 aldehyde, ketone, hydrocarbon, lactone, alcohol, acid, ester 등이 생성된다³⁾.

다음 그림은 8-oleate hydroperoxide의 분해에 의하여 생성되는 대표적인 휘발성 물질의 종류와 양을 나타낸 것이다.



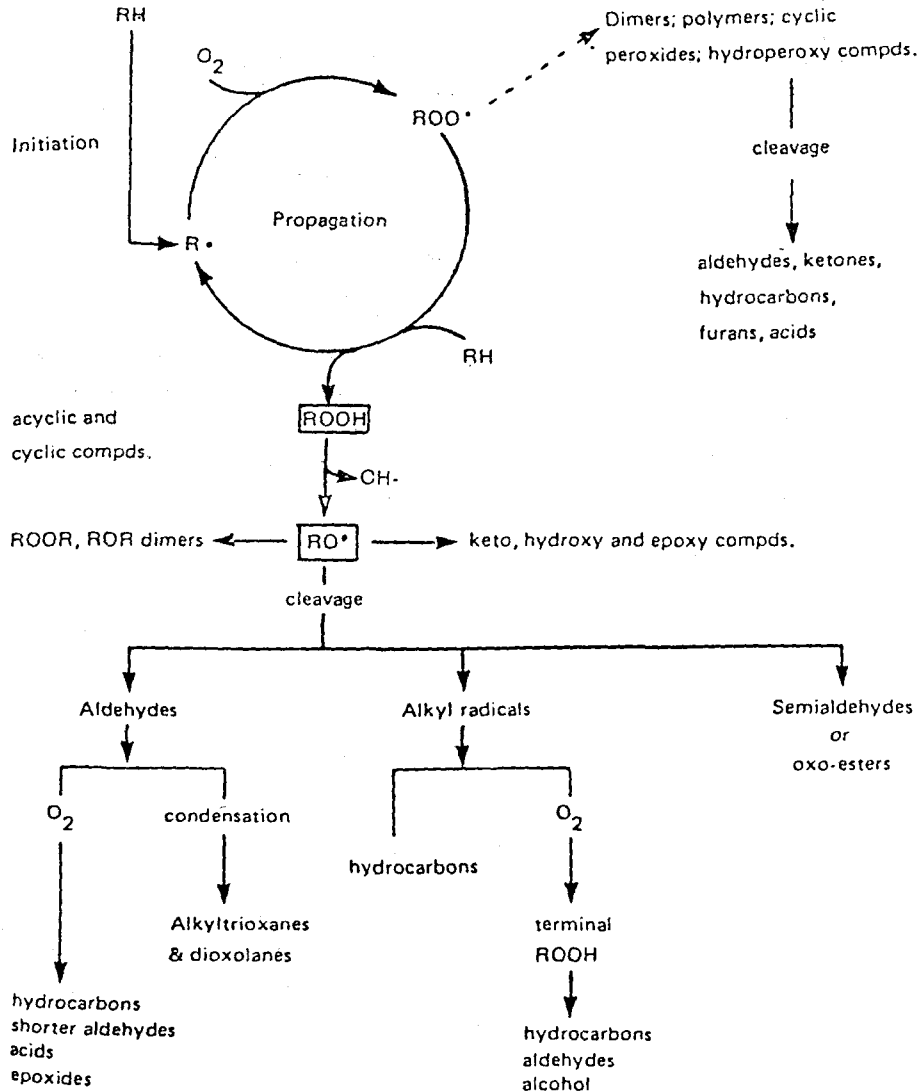


Fig. 1. Generalized scheme for autoxidation and thermal oxidation of lipids¹⁾

3가지 유지(옥수수, 콩, 코코야자)를 185°C와 250°C에서 2시간 가열한 후 생성된 비극성(nonpolar) 및 극성(polar)의 휘발성 화합물을 분석한 결과를 보면 Table 1 및 2와 같다²⁾.

일반적으로 가열된 유지에서 비극성화합물은 극성화합물보다 그 생성량이 적은 편이다. 주요한 비극성화합물(185°C의 경우)은 C₈-C₁₈의 n-alkane 동족체들, C₈-C₁₇의 1-alkene 동족체들, C₁₅-C₁₇의 alkadiene 그리고 pentylfuran이다. 그리고 온도가 높은 경우가 낮은 경우보다 비극성화합물의 생성량이 많으며, 특히 250°C의 경우 3가지 유지에서 butyl benzene이 생성된 것은 흥미있는 현상이다.

한편, 가열된 유지에서 생성되는 주된 극성 화합물은 alkanals, alkenals, dienals이다. 옥수수기름과 콩기름에서는 hexanal, heptenal, tr. tr.-2,4-decadienal의 3종의 aldehyde가 가장 많이 생성된다. 이 중에서 hexanal과 2,4-decadienal은 linoleate의 산화과정에서 형성된 conjugated 9-,13-hydroperoxide의 분해로부터 그들의 생성을 예상할 수 있는 주된 aldehyde이며, 반면 octanal, nonanal, 2-decenal, 2-undecenal은 oleate로부터 생성을 예상할 수 있는 주된 aldehyde들이다. 그러나 콩기름과 옥수수기름에서 대량으로 검출된 heptenal은 그의 생성을 예상할 수 없으며 그 생성 메카니즘은 현재까지는 잘 알려져 있지 않다.

Table 1. Quantitative Analysis(mg volatile/Kg oil) of the Major Non-Polar Compounds in Three Vegetable Oils After Heating for 2 hrs. at 185 C and 250 C

Peak No.	Compound	Corn		Soybean		Cocount	
		185C	250C	185C	250C	185C	250C
1	octane	36.	48.	23.	31.	68.	100
2	1-octene	0.7	3.	0.9	3.2	1.6	4.0
3	nonane	1.1	2.2	1.9	4.2	14.	39.
4	1-nonene	0.5	1.8	0.4	1.5	1.3	2.5
5	decane	0.9	1.5	1.0	2.1	12.	26.
6	1-decene	n.d. ^a	n.d.	n.d.	n.d.	2.6	10.
7	undecane	1.8	2.8	1.3	2.3	13.	58.
8	1-undecene	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.6	2.0
9	dodecane	0.5	1.8	0.8	1.8	5.3	9.9
10	pentylfuran	9.5	11.	3.2	2.9	1.6	1.0
11	Int. dodecene ^b	2.5	7.1	1.2	3.2	n.d.	n.d.
12	1-dodecene	n.d.	n.d.	0.4	0.5	1.0	3.4
13	tridecane	0.4	0.7	0.6	1.0	n.d.	n.f.
14	butyl benzene	n.d.	10.	n.d.	3.3	n.d.	13.
15	Int. tridecene	n.d.	2.5	n.d.	2.1	n.d.	n.d.
16	tetradecane	0.7	1.4	1.0	1.2	2.6	4.1
17	Int. tetradecene	0.2	1.3	0.2	1.2	0.1	0.4
18	1-tetradecene	0.1	0.5	n.d.	0.3	0.8	2.0
19	pentadecane	0.7	1.0	0.5	0.7	1.7	4.6
20	Int. pentadecene	0.3	10.	0.4	6.1	0.2	1.6
21	1-pentadecene	0.2	0.7	0.3	0.3	0.2	n.d.
22	pentadecadiene	0.2	12.	n.d.	6.6	n.d.	n.d.
23	hexadecane	n.d.	0.7	0.3	0.3	0.9	1.2
24	Int. hexadecene	0.4	1.8	0.5	1.6	0.8	1.8
25	1-hexadecene	0.1	7.0	0.2	2.3	0.4	0.8
29	hexadecadiene	n.d.	4.7	n.d.	2.1	n.d.	n.d.
27	heptadecane	0.2	n.d.	0.3	0.2	0.6	1.7
28	Int. heptadecene	0.9	1.8	1.1	1.4	0.9	3.8
29	1-heptadecene ^c	1.2	8.6	1.4	8.5	n.d.	0.9
30	heptadecadiene	1.2	2.7	0.9	1.3	0.3	0.4
31	octadecane	n.d.	n.d.	0.1	0.1	0.2	0.2

^aNot detectable under the experimental conditions used.

^bInternally unsaturated: double bond not in terminal position.

^cThis component overlapped with another unknown compound having a molecular ion at m/e 266.

코코야자기름에서도 같은 종류의 aldehyde 들이 생성되었으나, 그의 독특한 지방산조성 때문에 옥수수기름과 콩기름과는 생성물이 다소 다른 현상을 보여주고 있다.

즉, 코코야자기름의 경우는 다른 2종의 기름에 비하여 decadienal 의 생성량이 적고 포화 aldehyde(he-

xanal 과 pentanal 은 제외)의 생성량은 많으며 불포화 aldehyde 의 생성량은 적다. 특히 methyl ketone 과 γ, δ -lactone 이 가열된 코코야자기름에서 생성된 것은 특이한 현상이다. 생성된 극성화합물 중에서 가열 온도에 가장 큰 영향을 받는 것은 decadienal 로, 250

Table 2. Quantitative Analysis(mg volatile/Kg oil) of the Major Polar Volatile Compounds in Three Vegetable Oils After Heating for 2 hrs. at 185 C and 250 C

Peak No	Compound	Corn		Soybean		Coconut	
		185C	250C	185C	250C	185C	250C
1	pentanal	44.	37.	39.	47.	31.	29.
2	hexanal	120	120	94.	100	42.	43.
3	2-heptanone	3.6	7.5	3.2	2.6	11.	14.
4	heptanal hexenal	12.	24.	12.	28.	23.	42.
5	pentylfuran ^b	42.	45.	44.	42.	17.	7.0
6	2-octanone	1.9	3.7	1.5	2.9	5.9	5.8
7	octanal	8.1	10.	12.	19.	18.	31.
8	heptenal	130	140	140	130	37.	28.
9	2-nonanone	n.d. ^a	n.d.	n.d.	n.d.	7.4	12.
10	nonanal	49.	50.	47.	53.	52.	59.
11	octenal	54.	43.	64.	50.	18.	13.
12	decanal	6.3	5.9	8.3	7.2	9.4	23.
13	nonenal	15.	25.	31.	34.	12.	10.
14	2-undecanone	n.d.	n.p.	n.d.	3.5	31.	41.
15	undecanal	n.d.	n.d.	n.d.	3.9	12.	20.
16	decenal	29.	33.	42.	40.	43.	27.
17	dodecanal	n.d.	n.d.	n.d.	2.3	2.4	10.
18	undecenal	24.	26.	30.	28.	39.	21.
19	decadienal ^c	84.	21.	100	29.	n.d.	n.d.
20	decadienal ^d	250	72.	290	100	97.	32.
21	γ -octalactone	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	7.6	6.2
22	δ -octalactone	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2.7	1.5
23	γ -nonalactone	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3.7	4.2
24	γ -decalactone	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	5.6	5.5
25	δ -decalactone	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1.8	1.5
26	γ -undecalactone	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	2.9	2.3
27	γ -dodecalactone	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	33.	35.

^anot detectable under the experimental conditions used.

^ctr, cis-2,4-decadienal.

^bpeaks not well resolved.

^dtr, tr-2,4-decadienal.

°C로 가열하였을 때에는 185°C로 가열하였을 때보다 그 양이 유의적으로 감소하였다. 이것은 높은 온도에서 decadienal은 더욱 분해되기 때문인 것으로 생각된다.

한편, 가열된 유지 중에 생성되는 휘발성 물질의 양은 유지와 식품의 종류, 가열온도와 방법 등에 따라 크게 변하지만, 이들의 양은 일반적으로 plateau value에 도달한다. 이러한 이유는 휘발성물질의 형성과 이들의 증발 혹은 분해 사이에 균형이 이루어지기 때문

인 것으로 생각된다. Table 3에 정형적인 튀김공정에서 생성되는 몇가지 휘발성 물질의 양과 다른 2가지 조건하에서 가열한 옥수수기름 중에서 생성된 휘발성 물질의 양을 나타내었다⁴⁾.

이 표에서 연속적인 가열조건이 간헐적인 튀김과정보다 주요한 휘발성 물질의 생성량이 많음을 알 수 있다. 또한 생성된 휘발성물질의 양은 유지를 튀김에 얼마나 사용하였는가를 나타내는 지표로 사용할 수 없음을 말해주고 있다.

Table 3. Concentration of Some Volatiles in Used Frying Shortenings as Compared to Those in Corn Oil Heated Under Controlled Conditions

Volatile	Concentration(mg/kg)			
	Corn oil(1hr, 180° C in air)	Corn/H ₂ O(70hr, 180° C in air)	University kitchens (after 12 weeks) ^a	Commercial frying(10 days) ^b
Hexanal	13	11	1.7	2.2
Heptenal	10	4.2	2.1	2.2
Octenal	4.3	4.9	2.2	2.7
Decadienal(t,c)	6.5	7.4	5.0	5.8
Decadienal(t,t)	32	20	20	12
Octane	1.8	1.2	—	4.4
Undecane	0.24	0.12	0.48	0.6
Pentylfuran	1.9	3.6	0.4	0.9
Pentadecane	0.3	0.2	1.4	1.3

^aIntermittent frying of various food items, composition of shortening unknown.

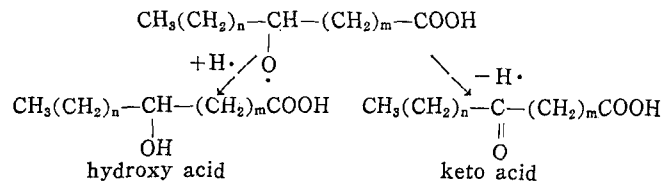
^bIntermittent frying of chicken, composition of shortening unknown.

(3) 비중합적 극성화합물(nonpolymeric polar compound)의 생성

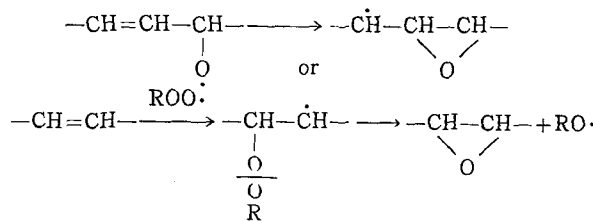
튀김과정에서도 산화과정에서 형성된 alkoxy radical로부터 여러가지 산화과정에 의하여 hydroxy 및 epoxy acid 와 같은 moderate volatility 한 비중합적 극성화

합물이 생성된다.

즉, alkoxy radical 은 다음과 같이 다른 분자의 α-methylene group 로부터 수소원자를 빼앗아 hydroxy acid 가 생성되며, 또는 수소원자를 잃어 keto acid 가 생성되기도 한다.

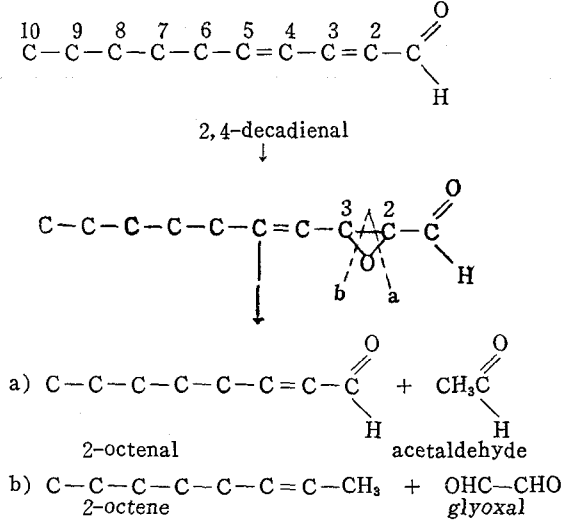


또한, alkoxy radical, 또는 이중결합과 peroxy radical 은 다음과 같이 epoxide 를 생성한다.



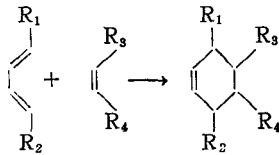
그리고 linolenate 의 9-hydroperoxide 로부터 형성된 주된 aldehyde 인 2,4-decadienal 과 같은 conjugated double bond 로 된 aldehyde 는 그의 olefinic

center 가 산소의 공격을 받아²⁾ 다음과 같이 2,3-epoxy 혹은 4,5-epoxy acid 를 생성하며 이는 분해되어 aldehyde, alkene 을 생성한다.

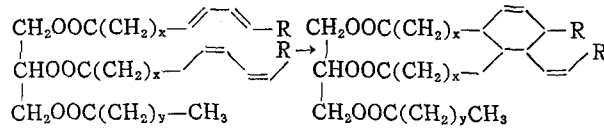


(4) 중합체(polymer)의 생성

유지의 가열 및 산화과정에서 일어나는 중요반응의 하나는 dimerization 및 polymerization 으로 이 반응에 의하여 dimer, trimer 등의 polymer 가 생성된다⁶⁾. 이와 같은 중합체의 생성은 산화과정에서 형성된 free radical 들간의 재결합에 의하여 일어날 수도 있으나 유지의 가열 중합반응은 주로 다음과 같은 Diels-Alder 반응에 의하여 생성되는 것으로 알려지고 있다.

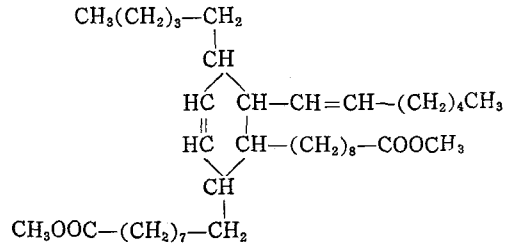


예를 들면 linoleate 의 경우 가열산화중 형성된



위와 같은 polymerization 에 의하여 유지는 요오드 값이 감소되고 분자량, 점도, 굴절율은 증가된다. 이 상태에서 언급한 바와 같이 튀김 중 유지에는 여러 가지 화합물이 생성되며, 이로 인하여 유지의 각종 화학적 변화가 초래된다. 즉, 튀김에 사용한 유지는 보통 점도의 증가, 불포화지방산 함량의 감소, 노소와 포집화합물을 형성하지 않는 지방산에스테르(non-urea adduct forming ester)의 증가, 거품을 형성하려는 증가 현상등이 수반된다.

conjugated double bond 가 다른 linoleate 분자(또는 oleate)와 반응하여 다음과 같이 cyclic dimer 가 생성된다.



한편 acylglycerol 의 경우는 두개의 triacylglycerol 중의 acyl group 간에, 또는 같은 분자 중의 두 개의 acyl group 간에 다음과 같이 dimerization 이 일어난다.

3. 튀김 중 식품의 변화

튀김과정에서 식품은 다음과 같은 변화가 일어난다. 첫째로 식품 중의 수분은 계속적으로 유출되어 뜨거운 유지중으로 나오게 된다. 이러한 현상은 일종의 수증기 증류(steam distillation)의 효과를 나타내게 되어 유지로부터 생성된 각종 휘발성 산화생성물을 밀어 내게 된다. 또한 식품으로부터 유출된 수분은 기름을

심하게 동요시켜 유지는 가수분해가 촉진되며, 이로 인하여 앞에서 언급한 바와 같이 유리지방산의 함량이 증가된다. 한편, 기름의 표면 위에 형성된 증기의 blanket는 유지의 산화에 이용되는 산소의 양을 감소시킬 수도 있을 것이다.

둘째로 튀김과정 중 휘발성물질(예: 감자로부터 생성되는 황화합물과 pyrazine 유도체들)은 식품자체 내에서 생성될 수도 있고 식품과 유지사이의 상호반응에 의해서도 생성될 수 있다. Potato chip에서 잠정적으로 동정된 방향성화합물로는 2-methyl mercaptomethyl butanal, 2-methyl mercaptosulfoxide-2-pentenal, 2-methylmercapto-5-methyl-2-hexenal, 2-methylmercapto-2, 4, 6-octatrienal 등이다³⁾.

이러한 화합물은 감자중의 어떤 아미노산(methionine)의 분해산물과 튀김 중 유지의 분해산물간의 상호반응에 의하여 생성된 것으로 추측된다.

셋째로 식품은 튀김과정 중 유지를 흡수하며, 그 흡수량은 여러가지 조건에 따라 다양하다(potato chip는 약 40%의 유지를 함유하게 됨). 따라서 튀김 중에는 신선한 유지를 간헐적으로 또는 계속적으로 첨가하여 줄 필요가 있다.

넷째로 튀김과정 중 식품자체의 지방질 성분(endogenous lipids)이 freyer 층으로 유출되는 경우가 있다(닭고기 지방). 이때 유출된 지방은 튀김에 사용한 유지와 이화학적 특성이 서로 다르므로 새로이 형성된 유지혼합물의 산화 안정성에 유의할 필요가 있을 것이다.

앞의 2 및 3항에서 설명한 바와 같이 튀김과정 중에서 유지와 식품은 다같이 다양한 이화학적 변화가 초

래된다. 이러한 변화는 바람직한 경우도 있겠으나 바람직하지 못한 방향으로 진행되는 경우도 있다. 실제로 튀김식품의 관능적 품질특성은 튀김과정의 변화를 판단하는 좋은 지표가 된다. 튀김과정이 적절치 못할 경우에는 유지의 과도한 분해로 인하여 튀김제품의 관능특성이 좋지 못하게 될 뿐만 아니라 영양가의 손상도 일어남은 물론이다.

튀김유의 이화학적 변화는 여러가지 튀김조건에 따라 크게 영향을 받는다. 즉, 튀김에 사용하는 유지와 식품의 화학적 조성은 튀김과정에서 형성되는 화합물에 영향을 미친다. 그리고 높은 온도, 장시간의 튀김, 금속의 오염은 유지의 분해를 촉진시킨다. 또한 freyer의 형태(pan, deep-fat batch, deep-fat continuous)도 중요하며, 유지의 산화는 큰 표면적-용적비에서 보다 급히 진행된다. 한편, 유지의 회전율(turnover rate), 가열패턴(연속 혹은 간헐), 산화방지제의 존재 여부 등도 중요한 인자들이다.

4. 튀김유의 문제점

(1) 튀김유의 가수분해

튀김과정 중에 튀김유는 앞에서 언급한 바와 같이 가수분해가 일어난다. 가수분해는 튀김과정 중에서도 유리지방산의 함량이 적은 초기에는 일어나기 어려우나 어떤 원인에 의하여 유지 중에 산성물질의 생성량이 많아지면 가수분해는 용이하며, 이 가수분해 반응은 자동촉매적으로 진행된다. 가수분해를 조장하는 산성물질은 유지의 가열산화와 분해에 의하여 생성된다.

Fig. 2는 콩기름과 야자경화유를 동일한 실험조건에

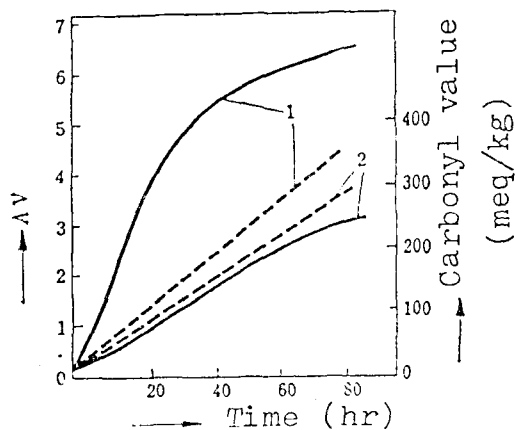


Fig. 2. Comparison of changes of acid and carbonyl values between soybean oil and hydrogenated palm oil.

실험조건: 알루미늄제 튀김용기(직경 24 cm, 용량 1.2 L)에 시료를 넣고, 물을 함유한 탈지면 50g을 8시간마다 1회씩 넣고 튀김을 한 것임.

- : Acid value
- : Carbonyl value
- 1 : Hydrogenated palm oil
- 2 : Soybean oil

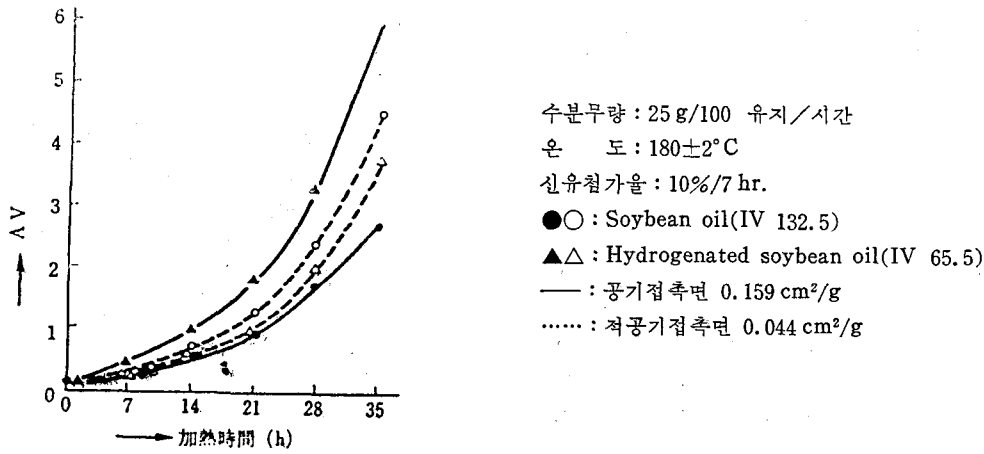


Fig. 3. Changes of acid value of soybean oil and hydrogenated soybean oil during frying.

Table 4. General Properties of Oils Treated Under Simulated Deep-fat Frying Conditions for 10 hours

	Soybean-Rapeseed	Rice bran	Corn	Cottonseed	Safflower	Oleic safflower	Palm	Cocount
Acid value	0.31	0.55	1.02	0.29	0.16	0.27	0.28	0.39
Iodine value	127.6	104.0	107.1	104.9	107.2	142.7	82.5	49.5
Total carbonyl value	40.0	32.2	32.1	41.2	60.3	49.9	34.3	44.0
Lovibond color Y/R	16/1.9	20/2.9	30/7.5	15/2.3	18/2.8	13/1.0	12/1.2	13/1.5
Viscosity increase(%) ^a	20.7	18.6	9.7	15.4	11.4	17.8	11.5	10.7
Fe(ppm)	0.80	0.90	0.80	0.95	0.60	0.70	0.80	0.95
Cu(ppm)	0.04	0.04	0.08	0.04	0.03	0.04	0.08	0.04
Total Tocol(TLC-GLC) ^b	53.6 (80.2) ^c	25.2 (63.7) ^c	27.5 (72.0) ^c	41.0 (53.5) ^c	47.2 (74.7) ^c	30.0 (91.2) ^c	17.3 (50.0) ^c	6.2 (32.6) ^c
α-Tocol	4.4	12.0	25.0	13.1	30.8	24.6	15.6	4.0
γ-Tocol	37.8	13.2	2.5	27.9	16.2	3.0	1.7	2.1
δ-Tocol	11.5	0	0	0	0	2.4	0	0
Total Tocol (EE) ^d	53.1 (73.5)	26.5 (60.0)	61.1 (73.3)	52.5 (55.9)	48.7 (71.4)	27.1 (77.5)	16.0 (43.2)	9.2 (24.0)
Active oxygen method value(hr)	6.0	8.0	11.5	8.3	9.0	4.0	7.5	4.5

^aIncreasing ratio of viscosity in treated oils to that of original oils.

^bmg/100 g.

^cFigures in parentheses show the ratio of Tocol content remained in treated oils to that of original oils.

^dEE=Emmeric-Engel's colorimetric method.

서 가열하였을 때 변질의 정도를 비교한 것이다⁷⁾. 이 결과는 고형유지가 가수분해가 일어나기 쉽다는 것을 암시해 주고 있으며, 이러한 사실은 동일한 가열 산화 조건에서 포화지방산의 methyl ester가 불포화지방산의 그것보다 대량의 산성물질이 생산된다는 보고도 이를 뒷받침한다.

Fig. 3은 콩기름과 경화콩기름을 동일한 튀김조건에서 가열하였을 때 산값의 변화를 비교한 것이다. 공기

의 접촉이 커서 가열산화에 의한 변질이 일어나기 쉬운 경우에는 경화유가 확실히 산값의 증가가 크나, 공기의 접촉면적을 적게하여 가열산화에 의한 변질을 가능한한 방지하면 산값의 증가는 거의 차이가 없게 된다. 또한 가열산화에 의해 콩기름 중에는 가수분해를 억제하는 성분이 생성되고, 경화유에서는 반대로 가수분해를 조장하는 성분이 생성되는 것으로 추정된다. 가수분해를 억제하는 성분으로는 epoxy 화합물등을, 조

Table 5. Changes of Tocol Content and Active Oxygen Method Value in Palm and Coconut Oils Enriched with 0.04% M-tocol and Treated Under Simulated Deep-jat Frying Conditions

	Tocol content(mg/100g, EE ^a)				Active oxygen method value(hr)			
	Treating time(hr)				Treating time(hr)			
	0	2	5	10	0	2	5	10
Palm oil	61.5	23.5(38.2) ^b	16.2(26.3)	9.0(14.6)	60.0	30.5	15.2	8.0
Coconut oil	37.8	15.3(40.5)	3.0(7.9)	1.0(2.6)	535.0	380.0	25.0	14.5

^aEE=Emmerie-Engel's colorimetric method.

^bFigures in parentheses show the ratio of tocol content remained in treated oils to that of original oils.

장하는 성분으로는 산성물질 등을 예상할 수 있다.

(2) 튀김중 tocopherol 함량의 변화

Table 4는 몇가지 식물성 유지종의 tocopherol의 함량 및 AOM 안정도와 가열 후 이들의 변화를 나타낸 것이다⁹⁾.

팜유 및 야자유와 같은 고체유지는 tocopherol의 함량은 적으나 안정도는 크다. 반대로 액상유는 tocopherol의 함량은 높아도 안정도는 비교적 적다. 그러나 동일한 조건하에서 가열한 후는 고형유지의 안정도는 현저히 저하되고 액상유는 그 저하정도가 고형유지보다 적은 편이다. 이러한 이유는 tocopherol의 잔존율이 고형유지의 경우는 작고 액상유의 경우는 크기 때문이라 생각된다.

튀김중 유지의 tocopherol의 손실은 유지의 불포화도에만 의존하는 것이 아니고 함유된 tocopherol의 이성체의 종류와 다른 미량성분 등에 의해서도 영향을 받는 것으로 생각된다. 그러나 가장 영향이 큰 인자는 유지의 불포화도인 것이다.

Table 5는 팜유와 야자유에 천연 tocopherol mix를 첨가하여 가열하였을 때 tocopherol의 잔존량과 안정도를 나타낸 것이다.

이 표에서 보는 바와 같이 tocopherol을 첨가하여 그 함량을 높인 팜유와 야자유에서도 Table 4와 같이 tocopherol의 손실과 안정도의 저하가 컸다. 이상과 같은 이유는 불포화도가 큰 유지는 불포화지방산 자신이 tocopherol보다 반응성이 크기 때문에 radical반응이 tocopherol과 무관하게 진행되어 tocopherol은 그대로 잔존하며, 포화지방산의 경우는 tocopherol 자신이 radical반응에 관여하기 때문에 그 손실이 큰 것으로 추측된다.

(3) 튀김유에 대한 silicone 수지의 효과

소포제로서 식품에 사용이 허가되어 있는 silicone 수지는 극히 미량으로 튀김유의 가열산화방지에 현저한 효과가 있는 것으로 알려져 있다.

Silicone 수지의 작용 메카니즘에 대하여는 여러가지 설이 있으나 silicone이 유지의 경계면에 단분자막을 형성하여, 이것이 공기중의 산소가 유지중으로의 확산을 방지하여 radical에 의한 중합반응을 억제한다는 설¹⁰⁾이 가장 일반적이다.

튀김유에 대한 silicone 수지의 작용에서 중요한 점은 가수분해의 방지이다.

Silicone는 소수성이므로 이의 첨가로 유지에 대한 수분의 용해량은 1/2~1/3으로 감소되므로 silicone의 첨가가 튀김유의 가수분해를 억제하는데 효과적인 것으로 추정된다.

튀김유에 대한 silicone의 유효첨가량에 관하여는 여러가지 설이 있으며 그것은 튀김의 종류(성분), 튀김 조건, 미량성분 등의 함량에 따라 상당한 차이가 있는 것으로 보고되고 있다.

Freeman¹¹⁾은 silicone의 충분한 유효농도는 공기와 유지의 계면에 단분자막을 형성하는 농도라고 지적하였다. Potato chip을 튀김할 때 1 ppm 이하에서는 효과가 감소하나, 2 ppm 이상의 첨가에서는 그 효과가 증가되지 않는다. 또 유채유에 물을 첨가하지 않은 가열산화조건에서는 0.1 ppm 첨가량으로 충분하나, 물을 첨가한 같은 튀김조건에서는 1 ppm 이상의 첨가가 필요한 것으로 보고되고 있다. 그리고 콩기름은 가열산화조건에서 2.5 ppm의 silicone 첨가로 가열산화방지에 현저한 효과를 나타내나 팜유는 이양으로 효과가 크지 않는 것으로 알려지고 있다. 한편, silicone을 튀김유에 첨가하였을 때 거품형성을 억제하여 주나, 경우에 따라서는 튀김유의 가열산화적 변질의 진행과

silicone의 존재가 상승적으로 거품을 일으키는 경우도 있어 주의를 요한다.

튀김유에 대한 silicone이 효과에 대하여는 튀김유의 조성 및 미량성분과의 효과관계, silicone의 존재와 기포성과의 관계 등에 대하여는 앞으로 더 연구해야 될 많은 문제를 내포하고 있다.

참 고 문 헌

1. Fennema, O. R.: *Food Chemistry*, 2nd ed., p. 179, Marcel Dekker, Inc.,(1985)
2. Nawar, W. W.: *J. Agric. Food Chem.*, **17**, 18 (1969)
3. Chang, S. S., Peterson, R. J. and Ho, C-T.: *Chemistry of deep fat fried flavor, in Lipids as source of Flavor*(M.K. Supton, ed.), ACS Symposium Series 75, ACS, Washington, D.C., pp.18-41 (1978)
4. Nawar, W. W., Bradley, S. J., Lomanno, S. S., Richardson, G. G. and Whiteman, R. C.: *Volatiles from frying fats, in Lipids as sources of Flavors*(M. K. Supton, ed.), ACS Symposium series 75, ACS, Washington, D. C., pp.42-55 (1978)
5. Matthews, R. F., Scanlon, R. A. and Libbey, L. M.: *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, **48**, 745(1971)
6. Perkins, E. G.: *Food Technol.*, **21**, 611(1967)
7. 河田司: 油化學, **21**, 9(1972)
8. 湯木悅二, 石川行弘, 岡部哲夫: 油化學, **23**, 489 (1974)
9. Yuki, E. and Ishikawa, Y.: *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, **53**, 673(1976)
10. 富田盛: 油化學, **23**, 333(1974)
11. Freeman, I. P., Padley, F. B. and Sheppard, W. L.: *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, **50**, 101(1973)