

대두유의 열산화 안정성에 미치는 팜유 배합의 영향

한윤숙 · 윤재영 · 이서래
이화여자대학교 식품영양학과

Effect of Palm Oil Blending on the Thermal and Oxidative Stability of Soybean Oil

Yoon-Sook Han, Jae-Young Yoon and Su-Rae Lee
Department of Food and Nutrition, Ewha Woman's University

Abstract

In order to investigate the thermal and oxidative stability of different frying oils including soybean oil, palm oil, two blended oils of soybean-palm (5 : 5 and 7 : 3) and shortening, physico-chemical properties such as acid value, peroxide value, TBA value, degree of coloring, refractive index and specific gravity of the frying oils were measured during the preparation of French fried potatoes by repeated frying. The instability of soybean oil against thermal and oxidative degradation could be lessened by using blended oils in which the ratio of palm oil to soybean oil is more than 50%.

Key words: soybean oil, thermal-oxidative stability, palm oil blending

서 론

튀김과정 중 산소의 존재하에 유지를 고온에서 반복적으로 연속, 사용하면 열분해, 자동산화, 중합반응을 일으켜 연기발생, 거품형성 등의 현상과 아울러 튀김유지의 풍미나 안정성을 저하시키며, 심한 경우 독성물질을 형성하기도 한다. 이러한 유지 가열시의 변화는 매우 복잡한 반응으로 수많은 분해산물을 생성하며, 이로 인해 튀김유의 기능적, 관능적, 영양적 품질이 저하되므로 여러번 튀겨낸 기름은 더 이상 튀김용으로 사용하기 곤란하다.

많은 연구자들은 튀김용 유지의 변패를 방지하기 위하여, 적당한 산화억제제 또는 silicone oil을 미량 첨가하거나, 산화안정성(oxidative stability)이 큰 다른 유지를 적절한 비율로 배합하였다^(1,2). 이 때 적당한 혼합유(blended oil)를 사용하면 산화안정성 뿐만 아니라 튀김적성, 이화학적 성질, 가격, 영양 등이 개선될 수 있으므로 바람직한 일이다. 우리나라에서는 1988년부터 참기름과 들기름을 제외한 모든 식물성 유지에 대해 혼합유를 법적으로 허가하고 있으나, 아직 본격적으로 생산, 판매되고 있지는 않다. 국내에서 팜유의 소비량은 대두유 다음으로 많다. 팜유는 현재 일반 가정의 조리용으로 판매되고 있지는 않고, 주로 라면제조 및 제과업계에서 팜유 단독으로 사용되거나 다른 유지와 배합

되어 사용되고 있는데 앞으로는 그의 소비가 증가될 것으로 전망된다⁽³⁾.

본 연구에서는 튀김유로서 현재 가장 널리 사용되지만 열안정성이 문제시되는 대두유, 열안정성이 큰 팜유 및 몇 가지 비율로 배합된 혼합유, 그리고 취급상의 편리 때문에 튀김에 많이 쓰이고 있는 쇼트닝을 사용하여 French fry용 감자를 고온에서 반복튀긴 다음, 각 튀김 유지들의 열분해 및 산화에 대한 안정성을 알아보고자 실험하였다.

재료 및 방법

재료

튀김물로 사용한 감자는 현재 시판되고 있는 French fry용 감자제품(제일냉동식품 주식회사의 냉동처리된 비가열 regular type)을 구입하여 -18°C 에서 보관하면서 사용하였다.

튀김유지로는 대두유(제일제당 주식회사), 팜유(롯데삼강 주식회사), 쇼트닝(오투기식품 주식회사 제품으로 경화 팜유가 주원료임) 그리고 혼합유를 사용하였다. 혼합유는 액체상태를 유지하는 $55\sim 60^{\circ}\text{C}$ 의 팜유와, $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ 의 대두유를 부피비율상 5 : 5(이하 PS 50으로 표시)와 7 : 3(이하 PS 70으로 표시)의 비율로 튀김직전에 혼합하여 즉시 사용하였다.

튀김과정 및 유지시료의 채취

각 튀김유지 1200 ml씩을 알루미늄제 fryer(직경 22 cm, 깊이 9.5 cm, 바닥두께 3 mm)에 넣고, 가열하면서

Corresponding author: Su-Rae Lee, Department of Food and Nutrition, Ewha Woman's University, Seoul 120-750, Korea

French fry용 감자 2kg을 10회로 나누어 튀겨냈다. 기름의 온도는, 프로판 가스로 직접 가열하여 감자를 넣기 직전까지 $190 \pm 5^\circ\text{C}$ 로 높였고, 감자를 넣어 튀기는 동안에는 150°C 이상이 되도록 유지시켰다. 1회분의 튀김시간은 6분이었고, 튀긴 감자를 건져낸 다음, 기름의 온도가 다시 $190 \pm 5^\circ\text{C}$ 에 이르도록 4분 동안 가열하였다. 10회의 튀김에 소요된 전 가열시간은 100분이었다.

10회의 튀김과정에서 매회마다 6분간의 튀김 직후, 분석용으로 튀김유지를 60g씩 채취하여 냉장고에 보관하였다.

화학적 성질의 측정법

산값은 유지시료 20g을 AOCS 공정법(Cd 3a-63)⁽⁴⁾에 따라, 과산화물값은 가열시료인 경우에는 0.5g, 비가열시료인 경우에는 1g을 취하여 AOCS 공정법(Cd 8-53)⁽⁴⁾에 따라, 그리고 TBA 값은 유지시료 3g을 Sidwell 등의 방법⁽⁵⁾에 따라 측정하였다.

물리적 성질의 측정법

색도(color)는 유지시료 2g을 CCl_4 2ml에 녹인 후 분광광도계(Spectronic-20, Bausch & Lomb)를 사용하여 430 nm에서의 흡광도를 측정하고 이 값을 색도로 표현하였다⁽⁶⁾.

유지시료의 굴절율은 AOCS 공정법(Cc 7-25)⁽⁴⁾에 따라 Abbe refractometer(Atago사, Japan)을 사용하여 50°C 의 일정온도를 유지시키면서 측정하였다.

비중은 pycnometer(일반비중계)로 측정하였는 바 항온수조를 이용하여 대두유의 경우에는 25°C , 팜유, 혼합유와 쇼트닝의 경우에는 60°C 로 유지시키면서 측정하였다.

튀김유지의 준비 및 튀김절차는 전과정을 두번 반복하였고 채취한 유지시료의 이화학적 분석은 2회 반복하였으며 모든 실험결과는 평균치로 표현하였다.

결과 및 고찰

반복튀김에 따른 산값의 변화

산값은 식용유지 및 지방질 식품 특히 튀김유지의 산패정도를 나타내는 상수로서⁽⁷⁾ French fry용 감자의 반복튀김 중 각종 튀김유지의 산값의 변화는 Fig. 1과 같다. 10회의 반복튀김 동안, 튀김횟수가 늘어날수록 모든 유지의 산값이 비슷하게 증가되는 경향을 보였다. 반복튀김에 따른 산값의 증가는, 유지를 고온에서 가열했을 때 튀김물에서 들어간 수분에 의한 가수분해가 일어나기 때문이며, 일반적으로 유리지방산은 에스테르화된 지방산보다 산화가 더 용이하게 일어난다.

대두유의 경우 팜유나 혼합유, 쇼트닝 보다 산값이 튀김 초부터 끝까지 계속 높았고 튀김횟수가 증가됨에 따라 산값의 증가가 현저하였다. 우리나라의 식품위생법상 식용 대두유제품의 산값은 0.2(정제유) 이하로 정

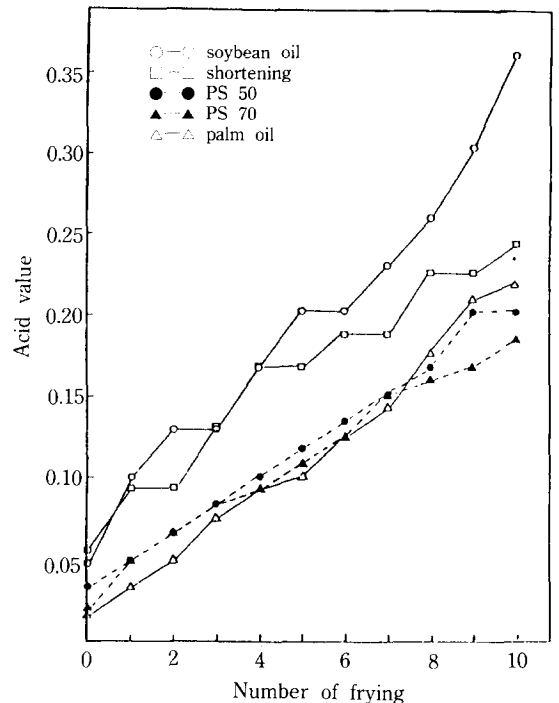


Fig. 1. Changes in acid values of different frying oils and fats during the preparation of French fried potatoes

PS 50-palm oil : soybean oil=5 : 5, PS 70-palm oil : soybean oil=7 : 3

해져 있고 튀김유지의 경우, 일본 식품위생법에서는 산값 3.0을 초과해서는 안된다고 규정되어 있으며, 영양적 견지에서도 3.0을 넘으면 바람직하지 않아 유지의 사용관계에 있어 산값 3.0이 기준으로 받아들여지고 있다⁽⁷⁾. 본 실험결과, 유지시료들의 산값이 3.0보다는 낮았는데, 이것은 튀김시간 190분으로 비교적 짧았기 때문이라 생각된다. 본 실험에서는 같은 튀김조건하에서 대두유의 산값이 팜유나 그 혼합유, 쇼트닝의 경우보다 튀김 전 과정에서 계속 높았는데, 이것은 대두유가 다른 유지들에 비해 불포화도가 커서 가열시 에스테르결합의 가수분해 뿐 아니라, 이중결합에 열분해가 일어나서 유기산까지 산화되었기 때문이 아닌가 생각된다. Berry 등⁽¹⁾도 역시 대두유와 팜 올레인 및 그 혼합유로 튀김을 행하였을 때 대두유가 다른 유지들에 비해 가장 높은 값을 나타내었다고 한다.

각종 혼합유의 경우, 산값은 대체로 팜유의 비율이 증가됨에 따라 대두유 단독시료보다 산값의 변화가 적었다. 특히 대두유에 팜유를 50%만 배합하여도 대두유보다 산값이 크게 감소함을 볼 수 있었다.

튀김 전과 튀김 후의 산값의 차이는 대두유가 0.30, 팜유가 0.20, 혼합유 PS 50이 0.17, PS 70은 0.17로 나타나, 팜유 및 그 혼합유들이 대두유에 비해 반복튀김에

다른 산값의 증가폭이 적었다. 결국 대두유에 대한 팜유의 배합은 반복튀김 과정에서 산값의 증가를 억제하는 효과가 있었고, 특히 대두유에 팜유를 50%만 배합하여도, 유리지방산의 생성을 크게 낮추어 줄 수 있다고 생각된다.

반복튀김에 따른 과산화물값의 변화

과산화물값은 유지의 초기 자동산화의 정도를 나타내는 지표로서 French fry용 감자를 반복튀김하는 동안 각 튀김유지들의 과산화물값의 변화는 Fig.2와 같다. 튀김횟수가 증가함에 따라 모든 유지시료들에 있어 대체로 과산화물값이 증가하는 경향을 나타냈고, 쇼트닝을 제외한 모든 유지의 경우 7~8회 튀겨낸 후부터는 오히려 약간 감소했다. 이것은 생성된 과산화물이 분해되거나 중합되는 반응에 기인하는 것으로 생각되며 가열산화에 의해 형성된 hydroperoxide는 빠른속도로 분해되어 carboxyl, hydroxy, carbonyl 화합물로 되기 때문이다.

우리나라의 경우 식품위생법상 몇몇 특정제품을 제외하면 식용유나 유지제품에 대한 과산화물값의 규제는 아직 없다. 일본 식품위생법의 경우 튀김유지의 과산화물값이 30을 넘어서는 안된다고 규정하고 있고(7), FAO/WHO에서는 식용유의 과산화물값을 10 이하로 정하고 있다. 유지·든지로 튀긴 라면을 먹을 때 느껴지는 변패취는 과산화물값이 30~40의 범위에서 나타났다고 하며(8), 식중독 발생의 원인식품에 대한 조사에서 과산화물값이 60에 가까운 경우 식중독이 발생된 예가 있었다(9).

대두유의 경우 6회 반복튀김 후부터는 이미 과산화물값이 30을 넘었고, 8회의 경우 37까지 증가하여 반복튀김에 따른 유지품질의 저하양상이 심하였다. 혼합유의 과산화물값은 팜유의 혼합비율이 증가됨에 따라 10회의 튀김동안 대두유보다 전체적으로 낮았다. 팜유 단독유지의 경우 10회의 반복튀김 동안 과산화물값이 다른 유지들에 비해 낮았고, 쇼트닝의 경우에는 10회의 반복튀김 동안 대두유와 팜유의 중간 정도의 과산화물값을 보였다.

이상의 결과로 볼 때, 팜유는 대두유보다 다량의 포화지방산을 함유하고 있으므로, 대두유에 팜유의 배합비율이 커질수록 혼합유의 불포화도가 낮아짐으로써 산화초기 과산화물의 생성을 억제해 주었음을 알 수 있었다.

튀김 전과 튀김 후의 과산화물값의 차이를 보면 대두유는 32.0, 혼합유 PS 50이 19.5, PS 70이 15.4, 팜유가 13.0으로 대두유에 대한 팜유의 혼합비율이 증가됨에 따라 반복튀김에 의한 과산화물값의 증가 폭도 감소되었다.

반복튀김 과정에서 대두유 단독에서 일어나는 많은 불포화지방산에 의한 과산화물의 형성문제는, 대두유에 팜유를 배합시킨 혼합유를 사용하여 불포화지방산의 비율을 낮추어 줌으로써 과산화물의 생성을 줄일 수 있다고 본다. 그러므로 여러 차례의 반복튀김이 행해지는 경우

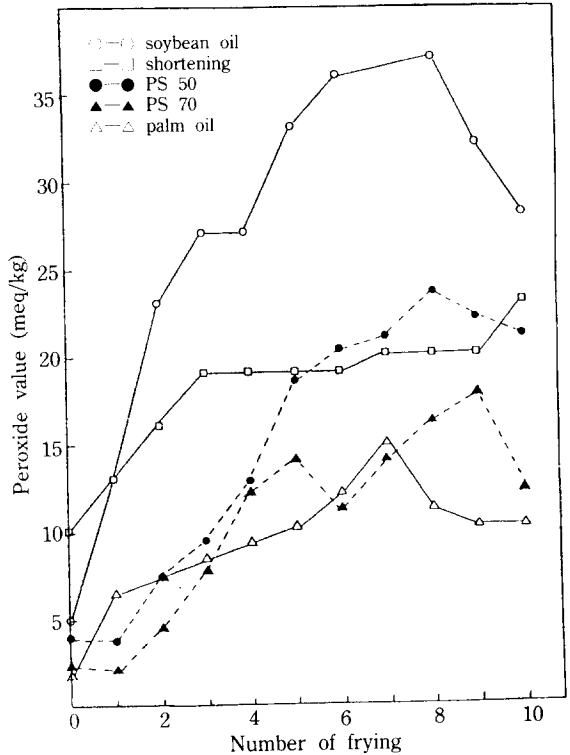


Fig. 2. Changes in peroxide values of different frying oils and fats during the preparation of French fried potatoes

PS 50-palm oil : soybean oil=5 : 5, PS 70-palm oil : soybean oil=7 : 3

에는 대두유에 팜유를 50% 이상 배합하는 것이 가열산화로 인한 과산화물 생성량을 낮추어 주어 바람직한 일이라 생각된다.

반복튀김에 따른 TBA값의 변화

TBA값은 과산화물에서 2차적으로 만들어지는 aldehyde, ketone 등의 carbonyl 화합물의 양을 측정하기 위한 수단으로, carbonyl 화합물은 바로 유지에서 발생되는 산패취의 원인이 될 수 있다.

대두유, 팜유 및 그 혼합유들과 쇼트닝으로 French fry용 감자를 튀겼을 때 튀김횟수가 늘어남에 따라 모든 유지들의 TBA값이 증가하였다(Fig. 3). 특히 대두유의 경우 반복튀김 과정에서 다른 유지들보다 높은 TBA값을 보였는데, 닭을 대두유 및 유채유로 각각 반복튀겼을 때와 밀가루 입힌 식품을 대두유로 튀겼을 때 역시 대두유는 높은 TBA값을 보였다(6).

혼합유의 경우 대두유에 대한 팜유의 비율이 증가됨에 따라 튀김 전과정에서 TBA값이 대두유보다 낮았다. 팜유 단독의 경우에도 6회 반복튀김시까지는 가장 낮은 TBA값을 보이다가 튀김 말기 즉 7회 이후부터는 혼합유들과 별 차이가 없이 오히려 약간 더 높은 TBA값을

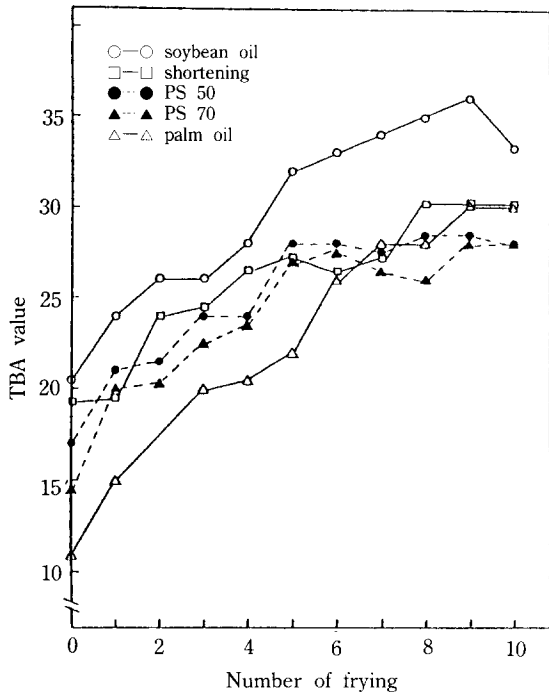


Fig. 3. Changes in TBA values of different frying oils and fats during the preparation French fried potatoes

PS 50-palm oil : soybean oil = 5 : 5, PS 70-palm oil : soybean oil = 7 : 3

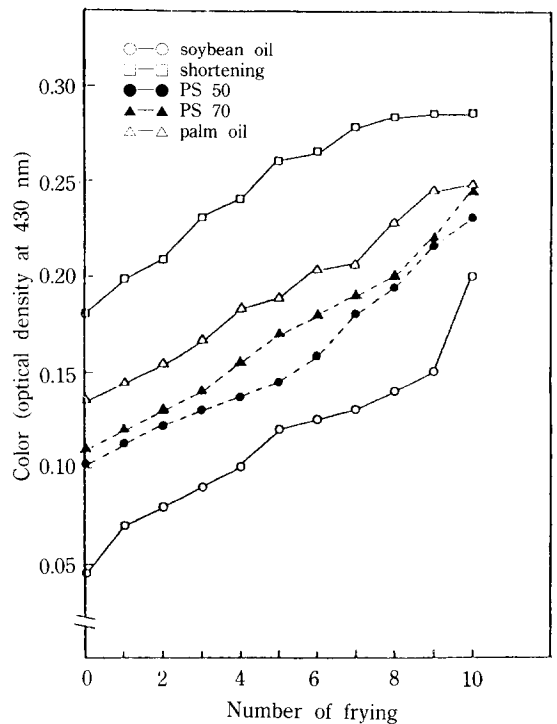


Fig. 4. Changes in color (O.D. 430 nm) of different frying oils and fats during the preparation of French fried potatoes

PS 50-palm oil : soybean oil = 5 : 5, PS 70-palm oil : soybean oil = 7 : 3

나타냈다. 쇼트닝의 경우 TBA값은 5회 튀김까지는 대두유와 팜유의 중간 정도의 수준이었으나 그 이후부터는 팜유나 다른 혼합유들과 비슷한 수준이었다.

French fry용 감자를 반복튀김하는 동안 일어나는 가열산화과정에서 불포화지방산 함량이 많은 대두유에 포화지방산 함량이 더 많은 팜유와 혼합해 주는 것은 가열산화시 형성되는 휘발성 carbonyl 화합물의 생성을 낮추어 준다고 생각된다.

튀김 전과 튀김 후의 TBA값의 차이(Fig. 6)는 대두유는 15.5, 팜유는 19.3인 반면, 혼합유들의 경우 PS 50이 11.0, PS 70이 14.0으로 혼합유는 다른 유지들에 비해 TBA값의 증가폭이 적었다.

본 실험결과를 볼 때, French fry용 감자의 반복튀김 과정에서는 대두유에 팜유를 혼합해 줌으로써 대두유를 단독으로 튀겼을 때의 TBA값의 증가도가 다소 억제되었으며, 대두유에 팜유의 50% 혼합만으로도 가열산화 과정에서 생기는 carbonyl 화합물의 생성을 낮추어 주는 데 효과적이라 생각된다.

반복튀김에 따른 색도의 변화

French fry용 감자의 반복튀김에서 튀김횟수의 증가에 따른 각 튀김유지들의 색도변화는 Fig. 4와 같다. 모든

유지에서 반복튀김에 따라 색도가 상승되는 결과를 보였다. Fritsch⁽¹⁰⁾도 대두유와 쇼트닝으로 감자를 튀겼을 때 색도가 증가된다고 보고하였다.

튀김 등에서 기름을 고온으로 가열했을 때의 착색현상에 관해서는 많이 알려져 있으나, 착색의 원인물질, 착색의 메커니즘에 대해서는 아직 정설이 없다. 대두유 가열시의 착색기전에 관한 실험결과⁽⁷⁾ 가열대두유 중에 생성된 carbonyl 화합물은 α, β 또는 α, α' -불포화 carbonyl이었고, 그 공액위치에 ethylene기의 유무가 발색에 기여하는 것으로 추정하였다. 이와 같이 튀김유지의 착색물질은 단순하지 않고 지방산기가 산화중합된 복잡한 반응생성물일 것으로 생각된다.

대두유의 경우, 전 튀김과정에서 다른 유지들보다 낮은 색도를 보였다. 감자를 이용한 본 실험에서 대두유의 색도변화는 소맥분 튀김물을 이용한 색도변화⁽¹¹⁾와 비슷했으나, 닭을 사용해 반복튀김한 결과⁽⁶⁾ 보다는 낮은 수치를 보여 역시 튀김 종류에 따라 유지의 색에 미치는 영향이 다름을 알 수 있었다.

혼합유의 경우, 팜유의 비율이 커짐에 따라 색도가 더 컸다. 즉 혼합유 PS 50의 경우 전튀김과정에서 팜유와 대두유의 색도의 중간치를 보였고, 혼합유 PS 70의 경

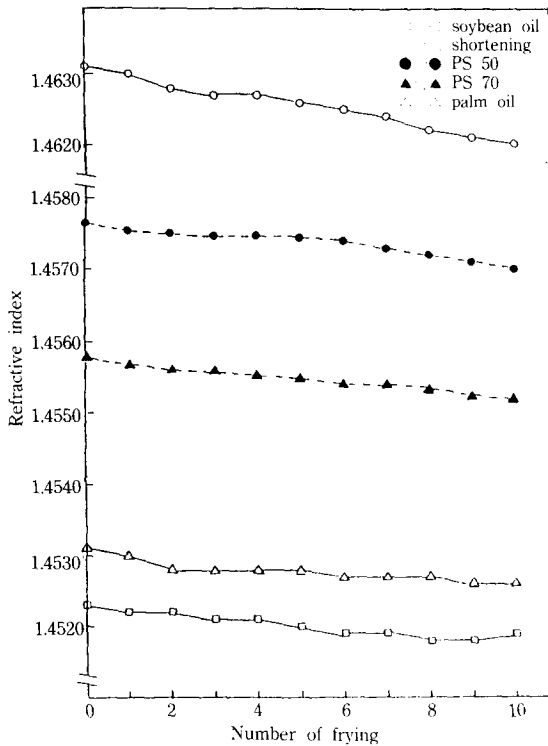


Fig. 5. Changes in refractive index of different frying oils and fats during the preparation of French fried potatoes at 50°C

PS 50-palm oil : soybean oil=5 : 5, PS 70-palm oil : soybean oil=7 : 3

우에도 대두유쪽에서 팜유쪽으로 70% 정도 증가된 색도를 나타냈다.

팜유 단독시료의 경우 다른 유지들에 비해 carotene 함량이 높아 색도가 비교적 높았고, 쇼트닝의 경우 전 튀김과정들을 통하여 유지시료들 중 가장 높은 색도를 보였는데 반복튀김에 따른 그 증가의 폭은 다른 유지 시료에 비해 다소 낮았다.

French fry용 감자를 반복튀김하는 동안 일어나는 색의 변화에 있어, 색도가 낮은 대두유에 색도가 높은 팜유를 혼합하는 경우 팜유의 혼합비율이 커짐에 따라 혼합유의 색도가 증가하는 경향이 있음을 알 수 있었다.

반복튀김에 따른 굴절율의 변화

유지의 굴절율은 가열산화의 척도가 되는 일종의 물리적 상수이며 요드값과 비례적 관계에 있고 포화지방산과 불포화지방산 또는 그들 glyceride의 굴절율 사이에는 상당한 차이가 있으므로 유지혼합물의 분석에 유용하다고 한다⁽¹²⁾. Arya 등⁽¹³⁾도 일부 식용유지의 굴절율을 측정하는 것이 산화의 유도기간을 추정하는데 있어 과산화물값을 측정하는 것보다 더 예민하다고 하였다. 일반적으로 굴절율은 지방산의 분자량 및 불포화도에

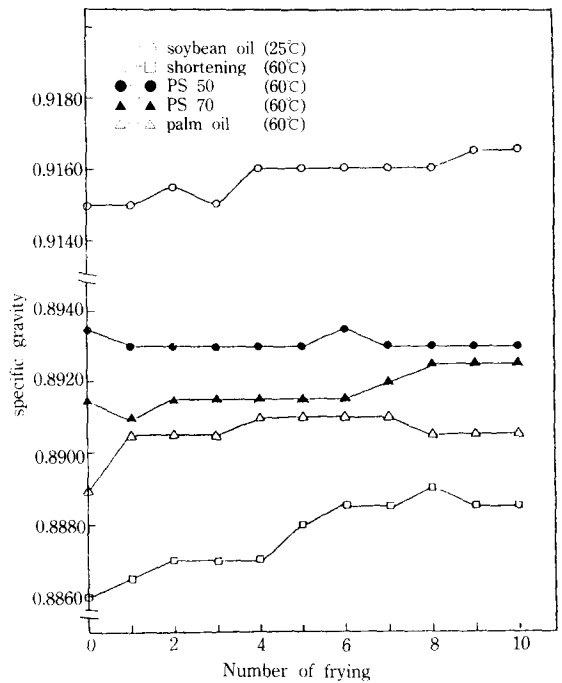


Fig. 6. Changes in specific gravity of different frying oils and fats during the preparation of French fried potatoes

PS 50-palm oil : soybean oil=5 : 5, PS 70-palm oil : soybean oil=7 : 3

비례하여 증가한다.

본 실험에서는 Fig.5에서와 같이 불포화도가 높은 대두유가 가장 높은 굴절율을 보였고, 포화지방산이 비교적 많은 팜유와 쇼트닝의 경우 낮은 굴절율을 나타냈다. 혼합유에서도 대두유에 대한 팜유의 배합비율이 증가할수록 굴절율이 낮았다. 반복튀김에 따라서는 대부분 튀김유지들의 굴절율이 약간 감소되는 경향을 보였다. 가열산화에 대한 몇가지 혼합유의 굴절율 실험에 의하면 유지를 장시간 가열하면 가열산화로 인해 굴절율이 증가하였다고 한다⁽¹³⁾. 본 실험에서는 튀김시간이 100분으로 짧았고 또 초기 가열산화시 일어나는 요드값의 감소로 인해 굴절율이 다소 감소된 것이 아닌가 추측되며 이에 대한 보충연구가 더 필요할 것이다.

한편 각 유지들의 튀김 전과 튀김 후의 굴절율의 차이는 대두유가 0.0011, 혼합유 PS 50이 0.0007, 혼합유 PS 70이 0.0006, 팜유가 0.0005로 팜유의 배합비율이 커질수록 그 변화의 폭이 약간씩 감소되는 경향을 보였다. 즉 대두유에 팜유가 배합되는 양이 커짐에 따라 가열시 변화되는 굴절율의 폭이 감소되는 효과가 있음을 알 수 있었다.

반복튀김에 따른 비중의 변화

French fry용 감자의 반복튀김 과정에서 튀김횟수의

증가에 따른 각 유지들의 비중의 변화는 Fig. 6과 같다. 전반적으로 튀김횟수가 증가함에 따라 유지의 비중은 약간씩 증가하는 경향을 보였다. 이는 유지의 비중은 glyceride를 구성하는 지방산의 종류에 따라 달라서, 불포화지방산, 저급지방산, hydroxy 지방산의 함량이 커지면 비중도 증가하고, 유지가 가열로 인해 중합이 되면 비중이 커지기 때문⁽⁷⁾이라고 생각할 수 있다.

대두유의 경우(25°C), 불포화지방산이 많아 비중이 높은 값을 보인 반면, 혼합유의 경우(60°C) 배합비율상으로 팜유가 증가됨에 따라 비중이 낮아졌는데 이것은 포화지방산이 증가되고 상대적으로 불포화지방산의 함량이 감소되었기 때문이라 생각된다. 팜유 단독시료나 hydrogenation되어 불포화도가 매우 감소된 쇼트닝의 경우 비중이 낮았다.

튀김 전과 튀김 후의 비중의 차이는 혼합유 PS 50의 경우를 제외하면, 튀김 후에 각 유지들의 비중이 아주 약간 증가되었다. 그러나 튀김 전과 같이 수차례 반복 튀김 후에도 대두유에 팜유가 혼합되는 양이 커질수록 비중이 훨씬 감소되는 경향을 보여, 반복튀김으로 인한 대두유의 중합을 다소 낮추어 주는 효과가 있다고 생각된다.

요 약

대두유, 팜유, 쇼트닝 그리고 대두유에 팜유를 각각 50%, 70% 배합한 혼합유로 French fry용 감자를 반복 튀김 했을 때 튀김기름의 열분해 및 산화에 대한 안정성을 알아보기 위하여 10회의 반복튀김에 사용된 기름을 매회 취하여 산값, 과산화물값, TBA값, 색도, 굴절율, 비중 등의 이화학적 특성을 측정하였다. 열분해 및 산화에 대한 대두유의 불안정성은 대두유에 팜유를 배합함으로써 감소시킬 수 있었는 바, 대두유에 대한 팜유의 비율이 커질수록 그 안정성이 증가하였다. 팜유가 50% 배합된 혼합유의 경우에는 대두유를 단독 사용했을 때 보다 그 안정성이 현저히 증가하였고 팜유가 70% 배합된 혼합유의 경우에는 팜유를 단독 사용했을 경우와 거의 같았다.

감사의 말

본 연구의 일부는 진로문화재단 1990-91년도 연구비에 의하여 수행되었으며 이에 감사의 뜻을 표한다.

문 헌

- Berry, S.K. and Awang, C.R.: *Palm Oil Product Technology in the Eighties*. Palm Oil Research Institute of Malaysia and the Incorporated Society of Planters, p.483(1983)
- 윤석후, 김선기, 테야쿤, 김길환, 권태환: Blending effect of palm oil on physicochemical properties of rice bran oil. *한국식품과학회지*, **18**, 329(1986)
- 신효선: 우리나라 식용유지 산업의 현황과 발전방향. *식품과학과 산업*, **23**(2), 3(1990)
- AOCS: *Official Method*. American Oil Chemists' Society, Champaign, IL (1978)
- Sidwell, C.G., Salwin, H., Benea, H. and Hitchell, J.H.: The use of thiobarbituric acid as a measure of fat oxidation. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **3**, 603(1954)
- 박영란: 반복사용한 튀김유의 이화학적 성질의 변화. *경북대학교 석사학위 논문* (1984)
- 太田靜行, 湯木悦二: 改訂 フライ食品の 理論と 實際. 辛書房, p.57, 137, 238, 414, 418(1989)
- 양주홍, 장영상, 신효선: 팜유와 우지로 제조한 라면의 저장안정성에 대한 산화방지제 효과의 비교. *한국식품과학회지*, **20**, 569(1988)
- 송 철: 유지제품의 규격과 평가. *식품과학*, **14**(3), 30(1981)
- Fritsch, C.W.: Measurements of frying fat deterioration. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **58**, 272(1981)
- 노신애: 튀김조리에 있어서 식용유의 산패에 관하여. *대한가정학회지*, **14**, 79(1976)
- Hamilton, R.J. and Rossell, J.B.: *Analysis of Oils and Fats*. Elsevier Pub., New York, p.13(1986)
- Arya, S.S., Ramanujam, S. and Vijayaraghavan, R.K.: Refractive index as an objective method for evaluation of rancidity in edible oils and fats. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **46**, 28(1969)

(1991년 5월 22일 접수)