

## 개별 인지질 성분의 처리가 대두유의 저장 및 튀김안정성에 미치는 영향

구본순 · 김종승\*

서일대학 식품가공과, 한국보건산업진흥원 품질평가센터\*

(2005년 6월 17일 접수)

### Effect of Individual Phospholipid Components Treating on Storing and Frying Stability in Soybean Oil

Bon-Soon Koo and Jong-Seung Kim\*

Dept. of Food Science and Technology, Seoil College

Korea Health Industry Development Institute\*

(Received June 17, 2005)

#### Abstract

For the storing and frying stability in soybean oil, the kind of treating antioxidants were mixed tocopherol and phosphatidyl choline(PC), phosphatidyl ethanolamine(PE), phosphatidyl inositol(PI), phosphatidyl serine(PS), phosphatidic acid(PA), phosphatidyl glycerol(PG), treating amounts were 0.03%, 0.05%(w/w), respectively. Acid value(AV), peroxide value(POV) and oxidative stability index(OSI) were determined during storage period at 50°C in soybean oil. Antioxidation effect at frying condition was determined through changes of smoke point. The antioxidation effect according to AV change was PA>PC>PI≥PG>PS≥PE, preventing effect about POV change was PA>PG>PC>PS>PE>PI and preventing effect about OSI decreasing was PI>PC>PA>PG>PS>PE. At the result, antioxidation effect of individual phospholipid components in soybean oil was appeared different result according to determination code. Determination result of preventing effect of SP decreasing according to frying at 180°C during 20 hours was PA>PC>PG>PE>PI>PS. But treating effect of mixed tocopherol in preventing effect about AV, POV was not. In the case of storage at 50°C in soybean oil, mixed tocopherol was affected as a kind of pro-oxidant. In OSI had some antioxidation effect, preventing effect of SP decreasing had not. Treatment of mixed tocopherol in soybean oil was undesirable as frying oil.

**Key Words** : soybean oil, tocopherol, phospholipid component, antioxidation effect

#### 1. 서론

일반적으로 유지식품에서의 산패경로는 외기성분의 흡수, 오염, 가수분해에 의한 지방산의 방출 및 유지의 산화에 의한 산화생성물의 발생으로 불쾌취와 나쁜 맛을 내는 것으로 알려져 있다<sup>1)</sup>. 이들 산화생성물은 식품에 풍미변화 뿐만 아니라 인체 내에서 독성작용을 하는 것으로 알려져 있어<sup>2)</sup> 식품의 보존이나 안전성 면에서 유지의 산패는 억제되어야 한다. 이러한 산패 억제를 위하여 사용되는 것이 산화방지제인데, 탁월한 항산화 효과와 경제성으로 인하여 인공합성 항산화제가 많이 이용되었으나 안전성에 대한 논란이 있어<sup>3-4)</sup> 소비자의 거부감이 날로 심해지고 있는 실정이다. 따라서 근래에는 인간이 안전하게 오랫동안 먹어 왔던 식물로부터 항산화 효과가 있는 물질을 분리, 이용하려는 시도가 활발히 이루어지고 있다<sup>5-6)</sup>.

대두유는 세계적으로 식용유지의 주된 급원이며 대두 단백질 역시 flour, grit, concentrate, isolate 등의 형태로 널리 사용되고 있다. 대두 및 대두 부산물들은 참깨분 및 oat flour에서 항산화 효과를 나타내는 것으로 보고되고 있다<sup>7)</sup>. 대두의 항산화 성분은 매우 다양하여 토코페롤 외에도 레시틴, 세파린 등의 인지질, 아미노산, 펩티드, 카로틴, 플라보노이드, 기타 페놀성 화합물 등이 함유되어 있다. 플라보노이드는 페놀산과 함께 대두의 주된 페놀성 항산화제 성분으로 알려져 있다. 대두의 플라본은 대부분 배당체로 존재하는데 glycosides보다는 aglycones 부분이 보다 강한 항산화 효과를 지닌다. 대두 중의 플라본은 이소플라본인 것이 특징이며 genistein, daidzein, glycitein 등이 대표적인 대두 플라본이다<sup>8)</sup>. Chlorogenic, isochlorogenic, caffeic, ferulic,  $\delta$ -coumaric, vanillic,  $\delta$ -

hydroxy benzoic acid 등 대두 및 대두박, 대두단백 가수분해물 등에서 존재하는 페놀산 역시 대두의 중요한 항산화 성분으로 생각된다. Hydroxylated cinnamic acid의 유도체인 chlorogenic, isochlorogenic, caffeic acids는 특히 lipid-aqueous system에서 뛰어난 항산화 효과를 나타내며 primary antioxidant와 synergist로서 주목 받고 있다<sup>5,8</sup>. 대두의 아미노산과 페놀성 항산화제는 상승제로 작용하며 대두 및 효모, 생선, 녹엽 단백질 등의 단백질 가수분해물과 그 추출물 역시 BHA, BHT, 토크페롤 등과 함께 존재할 때 상승효과를 나타낸다<sup>8</sup>.

식용유지에서 인지질은 각종 항산화제의 상승제 및 금속 제거제, 산화, 이취 전구체로 작용한다<sup>9</sup>. 대두원유 및 탈취 대두유에 함유되어 있는 인지질을 분석한 결과 원유에서는 phosphatidyl choline(PC), phosphatidyl ethanolamine(PE), phosphatidyl inositol(PI), phosphatidyl serine(PS), phosphatidic acid(PA)가 검출된 반면, 탈취유에서는 PC와 PE만이 검출되었다<sup>10</sup>. 대두유에서 인지질은 산화, 이취 전구체로 작용하는 문제점들과 함께 저장안정성<sup>11</sup> 및 향미안정성에 기여<sup>12</sup> 한다는 반대의 결과도 밝혀진 바 있다. 인지질은 산화에 민감한 불포화지방산이 많이 함유된 유지에서는 산화촉진제로 작용하며, 첨가량이 많은 경우 색이 어두워지고<sup>13</sup> 불쾌한 풍미의 전구체가 되기도 한다<sup>14</sup>. 극성 지방질 중 고도의 불포화지방산을 많이 함유하고 있는 인지질은 조리한 육류에서 warmed-over flavor의 발현에 관여하는 가장 중요한 기질이 되는 것으로 보고되고 있다<sup>15</sup>.

그러나 여기서 인지질 중 어느 성분이 산화안정성, 향미안정성 및 warmed-over flavor의 발현 등 다양한 변화에 어떤 결과를 초래하는지에 대한 구체적인 원인규명이 이루어진 바는 없다. 이에 본 연구에서는 인지질 중 개별 물질을 대두유에 처리하고 이들이 저장 및 산화안정성에 미치는 영향을 규명하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 재료

본 연구에서 기질로 사용한 정제 대두유는 영미산업(주)에서 항산화제를 전혀 사용하지 않고 대두원유 100%로 생산된 탈취유 제품을 기증 받아 사용하였다. 개별 인지질 성분 즉, PC, PE, PI, PS, PA 및 PG(phosphatidyl glycerol)은 Supelco사 (Bellefonte, PA, U.S.A.) 제품을 사용하였으며, 비교군으로 사용한 혼합 토크페롤은 E-mix 60 (Eisai Co., Ltd., Japan) 을 구입하여 사용하였다.

### 2. 시료유의 조제

정제 대두유를 60℃로 가온하고 여기에 개별 인지질 성분 및 혼합 토크페롤을 각각 0.3%, 0.5%(w/w) 처리한 후 교반-냉각하

여 cap tube에 주입하였다. 이를 50℃의 항온기(incubator, IB-05G, J.O.Tech.)에 8주동안 보관하며 분석용 시료로 사용하였다. 튀김안정성을 측정하기 위한 시료의 조제는 이의 방법<sup>16</sup>에 따라 180±1℃의 oven (C-DH3, 제일과학)에서 20시간 동안 연속 가열하였다. 가열, 5, 10, 15, 20시간 후에 시료가 든 비이커를 꺼내어 냉각한 후 질소를 충전하여 냉장고에 보관하며 필요할 때마다 꺼내어 이화학적 특성 측정용 시료로 사용하였다.

### 3. 이화학적 특성의 분석

시료유의 저장기간에 따른 이화학적 특성 변화 즉, 산가(acid value, AV), 과산화물가(peroxide value, POV) 및 발연점(smoke point, SP)은 각각 AOCS17) Cd 3a-63법, Cd 8-53법 및 基準油脂分析試驗法<sup>18</sup>의 2.3.10.1-71법에 의하여 측정하였다.

### 4. OSI 안정성의 분석

OSI(oxidative stability instrument)의 분석조건은 이의 방법<sup>16</sup>에 의하였다. 즉, 시료유 5g을 시험관에 넣고 120℃로 유지되는 heating block에서 온도를 유지시키면서 5±0.5psi의 압력으로 공기를 주입하고 휘발성 산화 생성물들을 50mL의 증류수로 포집하여 증류수의 전기전도도의 변화를 측정하였다.

### 5. 잔류 인함량

대두유 중에 함유되어 있는 잔류 인함량은 AOCS17) Ca 12-55법에 따라 시료의 회화 후 회분을 시료로한 spectrometric method를 이용한 이 등의 방법<sup>16</sup>을 응용하여 측정하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 대두유의 이화학적 특성

일반적으로 대두유의 정제과정에서 구연산, 소포제 등의 처리가 행해지는데, 본 연구에서 기질로 사용한 대두유는 일체의 항산화제 등의 처리 없이 대두원유 100%만을 원료로 하여 정제를 행하였다. 그 결과 얻어진 대두유의 이화학적 특성은 <Table 1>에 나타낸 바와 같이 비중 0.919, 굴절률 1.4730, 산가 0.032, 과산화물가 0.1 및 발연점 232℃였다. 그러나 여기에 혼합 토크페롤 및 개별 인지질 성분을 처리하여 얻어진 시료유의

<Table 1> Physicochemical characteristics of soybean oil as substrate

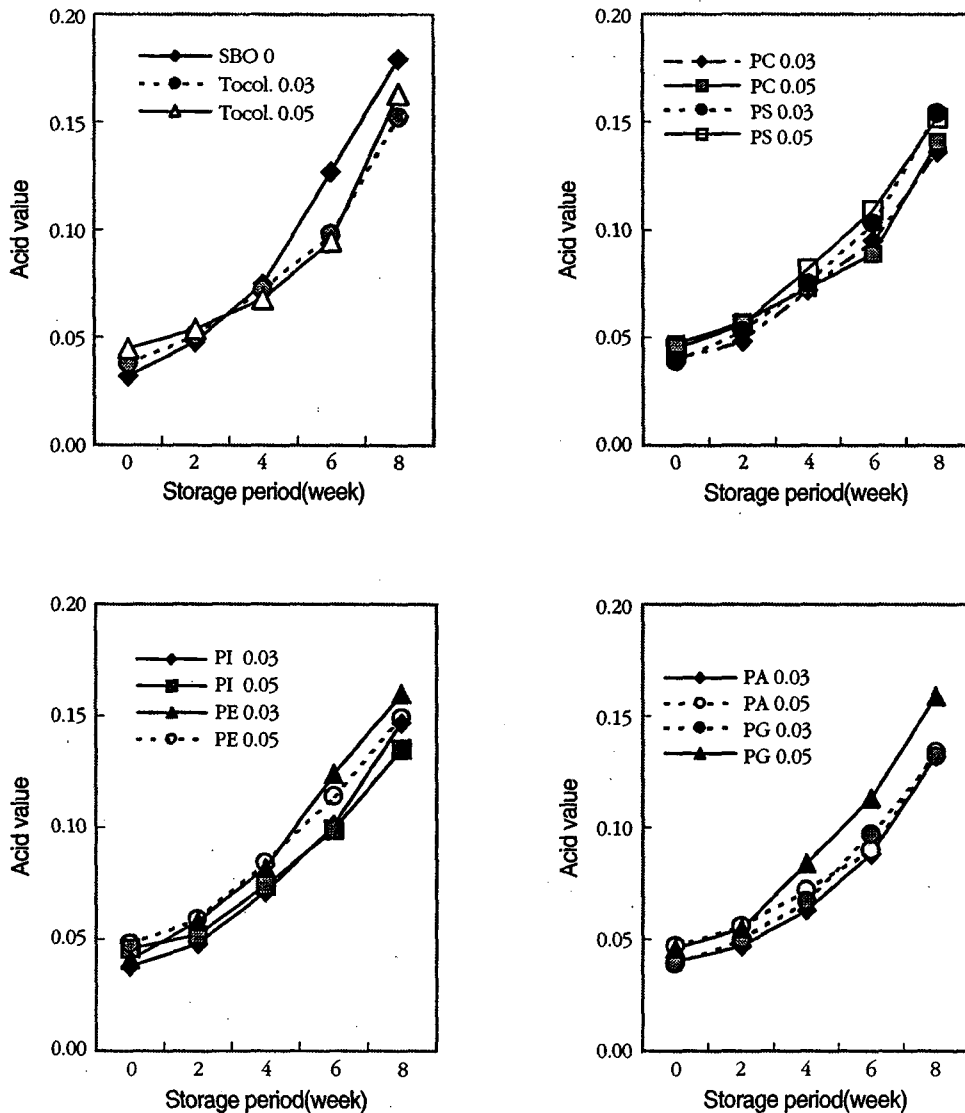
Characteristic	Value
Specific gravity(25/25°C)	0.919
Refractive index(25°C)	1.4730
Acid value	0.032
Peroxide value(meq/kg oil)	0.1
OSI(hours)	16.3
Smoke point(°C)	236

산가 및 과산화물가는 크게 증가하였는데, 이는 이들 물질 자체가 함유하고 있던 유리지방산 및 과산화물에 기인하는 현상인 것으로 밝혀졌다.

2. 항온저장에 따른 산가 변화

개별 인지질 성분 및 대조군으로 동량의 혼합 토크페롤을 처리한 시료유를 50℃의 항온기에 8주 동안 저장하며 2주 단위로 AV 변화를 측정된 결과는 <Fig. 1>에 나타낸 바와 같았다. 즉, 무첨가군 대두유의 AV는 초기 0.032에서 4주 저장 후 0.075, 8주 저장 후 0.179로 총 15개 시료유 중 그 증가율이 가장 높았다. 대조군인 토크페롤 처리군 및 개별 인지질 성분 처리군의 저장 이전 초기 AV는 무처리군의 0.032에 비하여 0.038~0.053으로 높게 나타났는데, 이는 동일 물질에서도 처리량에 따라 차이를 보였으며 그 원인은 첨가물질 자체가 갖고 있는 높은 AV에 기인하는 것으로 밝혀졌다. 토크페롤 처리군의 경우는

0.03% 처리군에서 보다 0.05% 처리군의 AV 증가율이 오히려 높은 것으로 나타나 이 경우 토크페롤의 항산화능은 한계가 있는 것으로 볼 수 있었다. 이러한 원인은 이미 토크페롤의 경우 적정 처리량을 상회하는 과량의 처리는 오히려 이 물질이 산화전구체로 작용하여 산화촉진제로서의 역할을 수행할 수 있다는 Jung등<sup>19)</sup>의 연구결과와 일치하는 경향이였다. 그러나 개별 인지질 성분 처리군에서는 초기 AV는 그 처리량이 낮은 0.03% 처리군에서 상대적으로 낮은 것으로 나타났으나 거의 모든 시료유에서 처리량이 높은 0.05% 처리군과 저장기간이 증가할수록 유사한 수준을 나타내었다. 그러나 초기 AV 대비 저장기간 별 AV 증가율을 산출해 보면 상대적으로 0.05% 처리군에서의 AV 증가율이 둔화되는 것으로 나타나 개별 인지질 성분이 50℃에서의 저장기간 중 시료유에서의 유리지방산 증가를 둔화시키는 효과를 인정할 수 있었다. 6종의 개별 인지질 성분에 대한 AV 증가율 감소에 따른 항산화능은 PA>PC>PI>PG>PS>PE의 순서였다. 그러나 저장기간이 경과할수록 PI, PE 처리군



<Fig. 1> Changes of acid value during storage period at 50°C in various antioxidants treated soybean oils

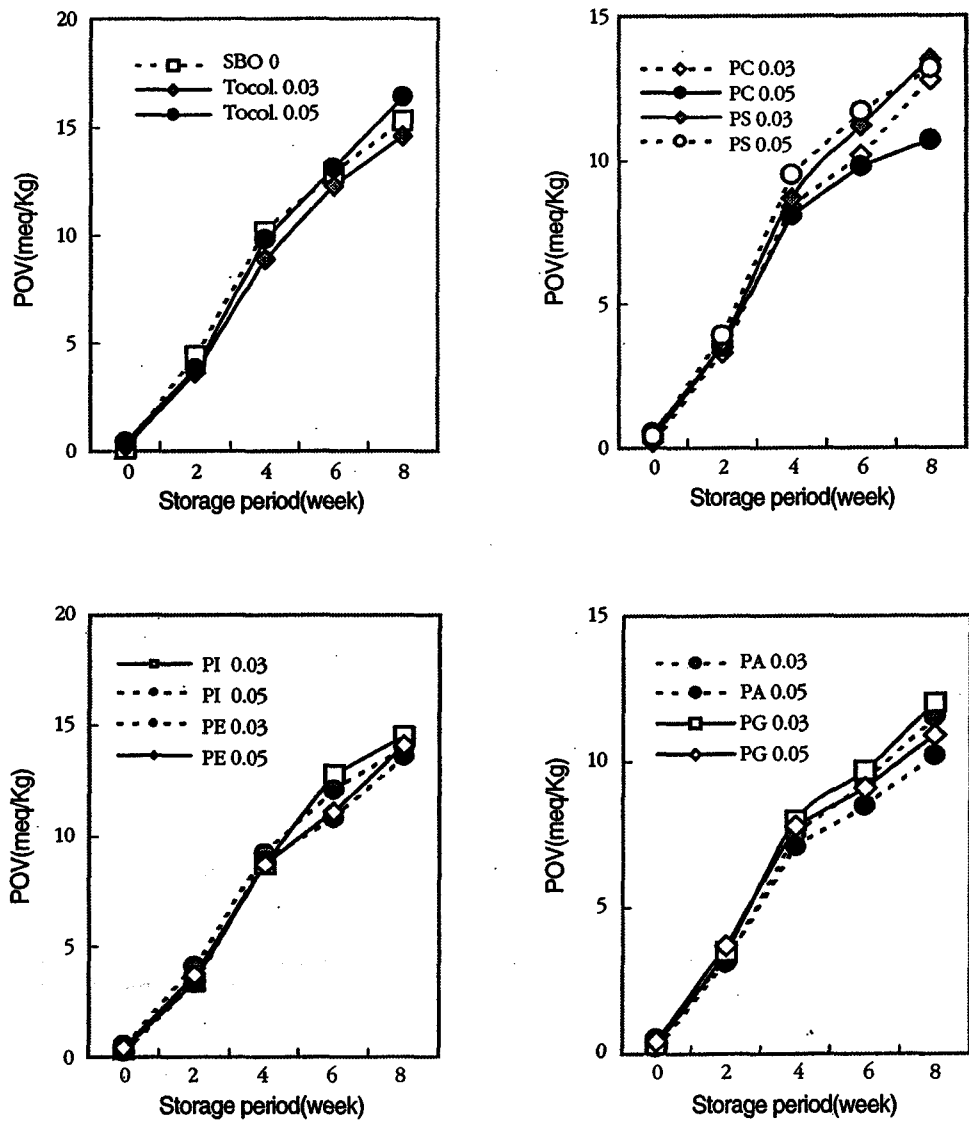
에서는 그 처리량이 증가할수록 월등한 AV 증가을 둔화현상이 발생하여 장기간의 저장시에는 위에서 밝힌 순서가 바뀔 가능성을 배제할 수 없었다.

개별 인지질 성분의 처리가 대두유에서 AV 상승을 억제하는 수준은 각종 천연 항산화제를 처리하여 산화방지 효과를 측정 한 바 있는 기존의 연구 결과들<sup>20)</sup>과 비교할 때, 상당히 미약한 수준이었다. 그러나 이러한 결과는 개별 인지질 성분의 항산화 효과 뿐만이 아니라 본 연구에서는 어느 성분이 어떤 작용을 하는지를 규명해 보고자 하는 것이 목적이었기 때문에 이 결과와 비교하는 것은 큰 의미가 없을 것으로 판단된다.

3. 항온저장에 따른 과산화물가 변화

개별 인지질 성분 및 대조군으로 동량의 혼합 토크페롤을 처리한 시료유를 50℃의 항온기에 8주 동안 저장하며 2주 단위로 POV 변화를 측정 한 결과는 <Fig. 2>에 나타낸 바와 같았다. 즉,

무첨가군 대두유의 POV는 초기 0.1 meq/kg에서 4주 저장 후 10.2meq/kg, 8주 저장 후 15.3meq/kg이었으며, 토크페롤 0.03% 처리군은 무처리군과 거의 유사한 증가경향을 나타낸 반면 0.05% 처리군은 8주 저장 후 무처리군 및 0.03% 처리군 보다 오히려 높은 16.4meq/kg의 최고값을 나타내어 POV에서도 토크페롤의 처리효과는 기대할 수 없으며 오히려 산화촉진제 역할을 하는 것으로 밝혀졌다. 이러한 POV의 증가현상은 무처리군 뿐만 아니라 15개 시료유 전체에서 유사한 경향을 보여 가혹 조건이 아닌 일반 상온에서의 장기 저장 과정에서 형성되었던 과산화물의 산화, 분해, 수화 등의 부반응에 의한 POV의 반복되는 증감을 보고한 바 있는 구 등<sup>20)</sup>의 연구결과와는 차이를 보였다. 개별 인지질 성분 처리군에서의 POV 증가는 무처리군과 토크페롤 처리군에 비하여 상대적으로 크게 둔화되어 8주 저장 후 10.2~14.5meq/kg의 수준을 나타내었으며, AV와는 차이를 보여 PI 처리군을 제외한 5개 처리군에서 모두 상대적으로 인지질 성분의 처리량이 증가함에 따라 POV 증가가 둔화되었다. 8



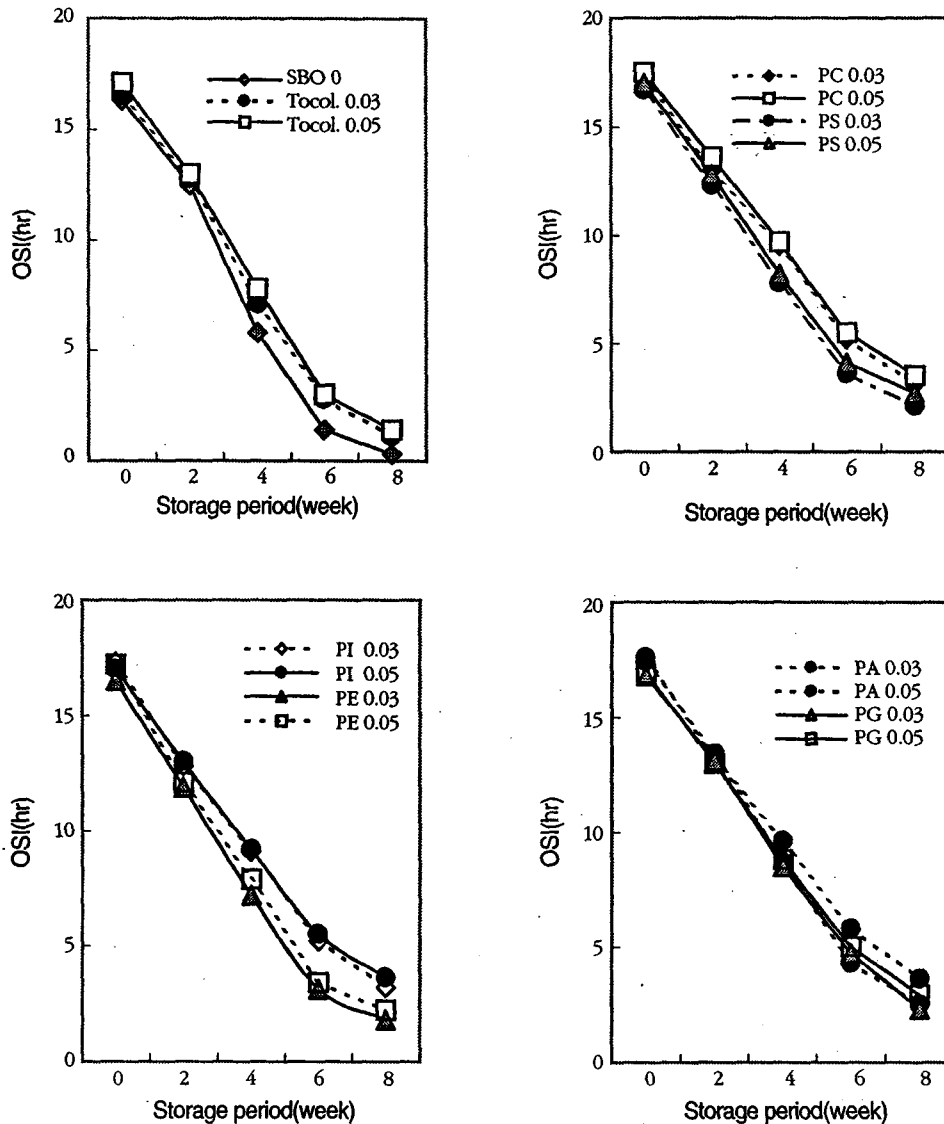
<Fig. 2> Changes of peroxide value during storage period at 50°C in various antioxidants treated soybean oils

주 저장에 따른 POV 증가경향으로 개별 인지질 성분의 처리효과를 볼 때는 PA>PG>PC>PS>PE>PI의 순서였다.

4. 항온저장에 따른 OSI 변화

개별 인지질 성분 및 대조군으로 동량의 혼합 토크페롤을 처리한 시료유를 50°C의 항온기에 8주 동안 저장하며 2주 단위로 OSI 변화를 측정된 결과는 (Fig. 3)에 나타낸 바와 같았다. 즉, 무첨가군 대두유의 OSI는 초기 6.3시간에서 4주 저장 후 5.8시간으로 감소하였고, 8주 저장 후에는 0.3시간이었으며, 토크페롤 0.03% 처리군은 무처리군과 비교할 때 상대적으로 안정성이 부여된 것으로 나타났고, 0.05% 처리군은 8주 저장 후 무처리군 및 0.03% 처리군 보다 높은 1.4시간을 나타내어 OSI에서 토크페롤의 처리효과는 일정수준 기대할 수 있을 것으로 밝혀졌다. 토크페롤 처리군이 AV, POV에서는 오히려 무처리군 보다도 저장기간의 경과에 따라 그 상승율이 높아 이의 항산화력

에 대한 의문이 발생하였으나 OSI 안정성에서는 토크페롤의 처리에 의해서도 일정수준의 안정성 부여 효과가 있는 것으로 확인되었다. 개별 인지질 성분의 처리에 의한 OSI 안정성의 변화는 6개 성분 전체적으로 무처리군이나 토크페롤 처리군에 비하여 월등히 우수한 것으로 나타났다. 또한, AV와 POV 변화에서는 개별 인지질 성분의 처리량과 일치하지 않는 결과가 일부 나타나 그 처리효과에 의문이 일어날 수 있는 부분이 있었으나 OSI 안정성의 변화에서는 전체적으로 처리량의 증가에 따라 안정성이 향상되는 경의 비례관계를 나타내었다. 특히 PE 처리군의 8주 저장 후 0.03%, 0.05%(w/w)에서 각각 1.8시간, 2.2시간의 낮은 안정성을 보인 것을 제외하면 전체적으로 월등한 안정성이 부여된 것으로 판단된다. PI 처리군의 경우는 전체 처리군 중에서 가장 우수한 안정성을 나타내어 8주 저장 후 각각 3.2시간, 3.6시간을 나타내어 충분한 처리효과를 인정할 수 있는 수준이었다. 이러한 안정성 부여효과는 PI처리군 뿐만 아니라 PC, PA처리군에서도 충분히 인정할 수준이었으며, PG,



<Fig. 3> Changes of OSI(oxidative stability index) during storage period at 50°C in various antioxidants treated soybean oils

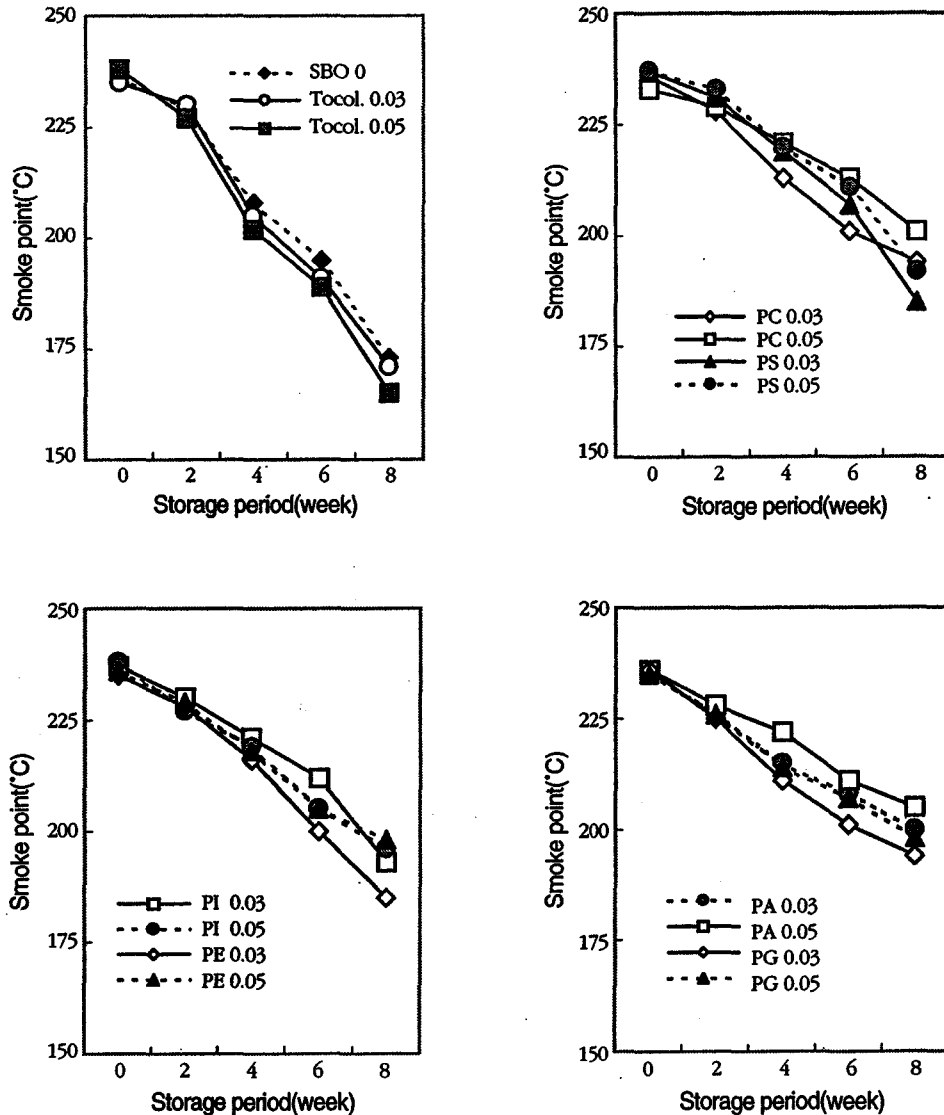
PS, PE 처리군에서도 일정수준 이상의 안정성 부여효과가 인정되었다. 이러한 개별 인지질 성분의 처리에 의한 OSI 안정성의 배가효과를 보면, PI>PC>PA>PG>PS>PE의 순서로 이러한 결과는 위에서 살펴 본 AV, POV 억제효과와 거의 상관관계를 갖지 않는 것으로 나타났다.

5. 튀김실험에서의 발연점 변화

발연점은 유지를 가열할 때 유지의 표면에서 얇은 푸른 연기 (thin blue smoke)가 발생할 때의 온도를 말한다. 발연점에서 발생하는 연기(fume)는 고온으로 유지를 가열할 때 유지가 분해되어 발생하는 것이므로 이 연기들이 튀김식품과 같은 유지를 사용해서 만든 식품들에 흡수되면 좋지 못한 맛이나 냄새를 줌으로써 가급적이면 발연점이 높은 유지를 사용함이 바람직하다. 일반적으로 유지 중에 유리지방산 함량이 높을수록, 노출된 유지의 표면적이 커질수록, 그리고 유지 중에 외부에서 들어간

미세한 입자 모양의 물질들이 많이 존재할수록 유지의 발연점은 내려간다<sup>21)</sup>. 따라서, 발연점을 상승시키기 위한 많은 연구가 진행된 바 있는데, 이 등<sup>22)</sup>은 고진공 저온탈취를 통하여 탈취과정에서 식용유에 물리화학적 손상을 극소화하는 방안을 검토한 바 있으며, 이 등<sup>23)</sup>은 식용유에 규소수지, 캡시컴농축액, 향료 등을 적정량 처리하여 발연점을 상승시킬 수 있었다고 보고한 바 있다.

개별 인지질 성분 및 대조군으로 동량의 혼합 토크페를 처리한 시료유를 180℃의 튀김기에서 20시간 동안 가열처리하며 5시간 단위로 시료유를 채취하여 발연점의 변화를 측정한 결과는 <Fig. 4>에 나타낸 바와 같았다. 즉, 무첨가 대두유의 경우 초기 236℃에서 가열처리가 진행될수록 급격한 발연점의 하락 현상을 나타내어 10시간 후 208℃, 20시간 가열처리 후에는 173℃로 이미 튀김유로서의 기능을 상실하는 단계에 접어들었다. 이러한 가열처리에 따른 발연점의 하락은 전체적인 현상의 하나였으나 개별 인지질 성분 처리군과 비교할 때, 특히 토크페



<Fig. 4> Changes of smoke point during frying time at 180°C in various antioxidants treated soybean oils

를 처리군에서는 무처리군에서 보다 더욱 심한 하락현상을 나타내어 튀김안정성을 부여하기 위한 방안의 일환으로 토크페를을 처리하는 것은 부적절한 것으로 나타났다. 상대적으로 개별 인지질 성분 처리군에서는 6개 처리군 모두에서 전체적으로 튀김온도에서의 가열처리에 대하여 발연점 하락을 일정 수준 이상 연장해 주는 효과가 있는 것으로 확인되었다. 특히, PA 처리군에서 그 효과가 가장 우수하여 20시간 가열처리 후 발연점이 0.03%, 0.05% 처리군에서 각각 200℃, 205℃를 나타내어 이를 무처리군 및 토크페를 처리군과 비교해 볼 때, 거의 10시간 이상 튀김 후와 유사한 수준을 나타내었다. 이러한 효과는 나머지 5종의 인지질 성분 처리군에서도 각각의 성분에 따라 차이는 있었으나 일정 수준의 효과가 충분히 인정되어 튀김유의 경우 인지질 성분의 처리에 의한 품질향상이 가능할 것으로 예측되었다. 이들 개별 인지질 성분의 처리에 따른 발연점 하락 방지효과는 PA>PC>PG>PE>PI>PS의 순이었다. 이러한 결과는 일반적으로 유지 중에 유리지방산 함량이 높을수록 발연점이 하락<sup>13)</sup>한다는 이론과 비교해 볼 때, 앞에서 개별 인지질 처리에 따른 50℃에서의 저장에 따른 AV변화를 측정해 본 결과 그 효과가 PA>PC>PI>PG>PS>PE의 순서였던 점으로 볼 때, 반드시 일치하지는 않았으나 POV, OSI측정결과와는 달리 상당히 밀접한 상관관계를 나타낸 것으로 판단된다.

#### IV. 요약

대두유에 혼합 토크페를과 개별 인지질 성분으로 phosphatidyl choline(PC), phosphatidyl ethanolamine(PE), phosphatidyl inpsitol(PI), phosphatidyl serine(PS), phosphatidic acid(PA) 및 phosphatidyl glycerol(PG)를 각각 0.03%, 0.05%(w/w) 처리하여 이들 성분이 50℃의 항온저장 조건에서 대두유의 산가(AV), 과산화물가(POV) 및 OSI에 미치는 영향을 측정하였다. 또한, 대두유의 가열안정성에 미치는 영향을 측정하기 위하여 180℃에서 20시간 동안 가열처리하며 5시간 단위로 시료유를 채취하여 처리시간에 따른 발연점(SP) 변화를 측정하였다. 항온저장에 따른 AV변화에서는 그 항산화 효과가 PA>PC>PI>PG>PS>PE의 순서였으며, POV상승 억제 효과는 PA>PG>PC>PS>PE>PI의 순서였고, OSI 하락 억제 효과는 PI>PC>PA>PG>PS>PE의 순서로 나타났다. 이와 같이 동일한 대두유에 대하여도 그 처리효과는 각 측정항목에 따라 서로 다르게 나타났다. 이러한 항온저장과 달리 180℃에서 20시간 동안 가열처리하며 5시간 마다 시료유를 채취하여 발연점 하락 억제효과를 측정한 결과는 PA>PC>PG>PE>PI>PS의 순이었다. 상대적으로 혼합 토크페를 처리군은 산가, 과산화물가 상승 억제 효과가 없을 뿐만 아니라 경우에 따라서는 산화 촉진제로 작용하였으며, OSI에서는 일정 부분의 처리 효과를 인정할 수 있었으나 발연점에서는 무처리군 보다도 오히려 그 하락이 심하여 특히 대두유를 튀김유로 사용할 경우에는 혼합 토크페를의 처리가 바람직하지 못한 것을 알 수 있었다.

#### 감사의 글

본 연구는 2004년도 서일대학 교내 연구비 지원에 의하여 이루어진 결과의 일부로 이에 감사 드립니다.

#### ■ 참고문헌

- 1) Kim DH. Rancidity of edible oils and fats. Korea Uni. Pub. Co., p.921, 1988
- 2) Yaki K. Lipid peroxides and human diseases. *Chemistry and Physics of Lipids*, 45: 337-341, 1987
- 3) Ito N, Fukushima S, Hasegawa A, Shibata M and Ogiso T. Carcinogenicity of but-ylated hydroxy anisole in F 334 rats. *J. Natl. Cancer Inst.*, 70: 343-346, 1983
- 4) Branen AL. Toxicological and anisole and butylated hydroxy anisole and butylated hydroxytoluene. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 52: 59-62, 1975
- 5) Larson RA. The antioxidants of higher plants. *Phycochemistry*, 27: 969-973, 1988
- 6) Choi U, Shin DH, Chang YS and Shin JI. Screening of natural antioxidant from plant and their antioxidative effect. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 24: 142-148, 1992
- 7) Houlihan CM and Ho CT. Natural antioxidants, Flavor Chemistry of Fats and Oils, American Oil Chemists' Society, St.Louis, p.117-143, 1985
- 8) Pratt DE. Natural antioxidants from plant material, Phenolic compounds in food and their effects on health II, American Chemical Society, Washington D.C., p.54-72, 1992
- 9) Marvin WF, Eric J, Frank AN and Norman OV. Sonntag Bailey's Industrial Oil and Fat Products. Wiley-Interscience Publication, p.149, 1979
- 10) Yoon SH, David BM, Yeo YK and Lloyd AH. Analyses of phospholipids in soybean oil by HPLC. *Korean J. Food Sci. Technology*, 19: 66-68, 1987
- 11) Kwon TW, Snyder HE and Brown HG. Oxidative stability soybean oil at different storage and refining. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 61: 1843-1847, 1984
- 12) Kim SW. Studies on the lipid composition of perilla seed and improvement of oxidative stability of perilla seed oil. Thesis of master in Dongguk Uni., Seoul, 1991
- 13) Lea CH. Deteriorative reactions involving phospholipids and lipoproteins. *J. Sci. Food Agric.*, 8: 1-5, 1975
- 14) Evans CD, Cooney CR, Scholfield CR and Dutton HJ. Soybean lecithin and its fractions as metal inactivating agents. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 31: 295-301, 1954
- 15) Pearson AM, Love JD and Shorland FB. Warmed-over flavor in meat, poultry and fish. *Adv. Food Res.*, 23: 1-5, 1977
- 16) Lee HJ. Effect of adding time of antioxidants an the

- stability of palm oil. Thesis of master in Ansung Ind. Uni., Ansung, Korea, 1998
- 17) American Oil Chemists' Society. Official Method and Recommended Practices of AOCS, 4<sup>th</sup> ed., 1989
- 18) 日本油化學協會. 基準油脂分析試驗法, 東京, 1989
- 19) Jung MY and Min DB. Effect of  $\alpha$ -,  $\gamma$ -, and  $\delta$ -tocopherols on oxidative stability of soybean oil. *J. Food Sci.*, 55: 1464-1468, 1990
- 20) Wu JW, Lee MH, Ho CT. and Chang SS. Elucidation of the chemical structures of natural antioxidants isolated from rosemary. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 59: 339-343, 1982
- 21) Koo BS and Lee KB. Changes of physicochemical characteristics according to longtime storage of vegetable oils. 1. Relationship between changes of acid and peroxide value and formation of volatile materials. *Collection paper of Seoil junior college*, 7: 89-101, 1988
- 22) Lee KB, Han MK and Lee MS. Effect of deodorizing temperature on physicochemical characteristics in corn oil. 2. Effect of deodorizing temperature on cold test and smoke point in corn oil. *Korean J. Food Nutr.*, 11: 6-10, 1998
- 23) Lee MS and Lee KB. Effect of capsaicin and silicone resin treatment on inhibition of thermal oxidation in frying oil. *Korean J. Food Nutr.*, 13: 534-538, 2000