*J. Fd Hyg. Safety 11(1), 51 - 55(1996)*

# 오존처리가 인삼분말의 지방산과 유기산 함량 및 향미특성에 미치는 영향

곽이성† · 최강주 · 김나미
*한국인삼연초연구원, 대전시 유성구 신성동 302*

# Effect of Ozone Treatment on the Changes of Fatty Acids, Organic acids, and Sensory Properties in Ginseng Powder

**Yi-Seong Kwak†, Kang-Ju Choi and Na-Mi Kim**
*Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Taejon 305-345*

**ABSTRACT** — As a preliminary experiment to investigate the effect of ozone sterelization on the ginseng powder, the changes of fatty acid composition and organic acid content and sensory properties in ginseng powder treated with ozone was investigated. Ginseng powder was treated with 0.5 ppm ozone for 24 hours and 48 hours, respectively. With increase in ozone treatment time, the content of crude lipid and total unsaturated fatty acid decreased, whereas composition of total saturated fatty acid increased. Contents of unsaturated fatty acid-linolenic acid, linoleic acid, and oleic acid, etc.-decreased with ozone treatment time, whereas saturated fatty acid of same number-stearic acid-increased. Contents of organic acid were not shown significant changes. Ginseng odor, roasted odor, bitter taste, roasted taste and sweet taste were thiner with ozone treatment times, but pungent taste was thicker with those treatment. These changes of ordors and tastes of ginseng powder with ozone treatment were predicted by oxydation of lipids, flavor components and saponins.

**Key words** □ Ozone treatment, Ginseng powder, Fatty acid, Organic acid, Sensory property

오존은 오래전 부터 살균, 탈색, 탈취, 유독 · 유해 물질의 분해수단으로 사용되어 왔으며, 환경 정화의 유력한 수단이 되어왔다.[1] 식품저장에서 오존은 효율적인 보존효과를 보이며 일부 식품의 표면 부패 미생물의 생육을 억제하는데 효과가 있다고 알려져 있다.[2] 또한, 오존은 열이나 자외선처럼 식품을 변질시키는 경우가 그다지 없으며, 약품이나 첨가물처럼 잔류하여 인체에 해를 나타내는 경우도 없다.[1] 그러나 오존은 그 강력한 산화력으로 인하여 지방질 함량이 높은 식품 등에는 바람직하지 않다고 알려져 있다.[2]

오존의 이용은 주로 액체 식품에 사용되어 왔으나,[3-6] 인삼 및 인삼 분말제품에 미생물 살균처리 목적으로 사용된 예는 없는 실정이다. 전보[15]에서 언급한 바와 같이 인삼분말에 오존 0.5 ppm 농도를 24 시간 및 48 시간 처리시 오염된 미생물의 생육을 억제하였다. 따라서 본 연구에서는 인삼분말의 미생물 생육억제 및 살균처리 방안 연구의 일환으로 오존처리된 인삼분말의 지방산 함량, 유기산 함량 및 향미 변화를 조사하였다.

† Author to whom correspondence should be addressed.

## 재료 및 방법

### 인삼 분말

실험에 사용한 인삼분말은 한국담배인삼공사 고려인삼창에서 115메쉬로 분쇄한 홍삼분말을 제공받아 사용하였다.

### 오존처리

오존처리는 오존발생기(TECC corp, one space ozone V type, JAPAN)를 이용하였으며, 오존 발생기에서 발생된 0.5 ppm 농도의 오존을 유속 7-8 LPM(litet per minute)으로 인삼분말이 함유된 Φ10 cm의 플라스크에 분사하였다. 오존처리는 분말을 연속적으로 회전시켜 오존이 분말표면에 고르게 분사되도록 조정한 후 실시하였다.

### 조지방질 및 지방산 함량분석

인삼분말 시료를 원통여지에 넣고 diethyl ether를 가하여 soxhlet 추출법으로 16시간 연속 추출한 다음 감압농축시켜 중량법으로 조지방질 함량을 조사하였다. 지방산분석은 조지방질을 Metcalf 등[7]의 방법에 준하여 가수분해 시킨후 $BF_3$-methanol을 사용하여 methyl ester화 시킨 다음 petroleum ether에 용해시켜 GLC로 분석하였다. 이때 사용된 GLC의 장치는 Hewlett Packard 5890 series II, 검출기는 flame ionization detector, column은 SP-2340 fused silica capillary (30 m × 0.32 mm I.D. 0.2 μm film thickness)를 사용하였다. Column 온도는 140°C에서 3분간 유지시킨후 3°C/min 씩 승온시킨 다음 220°C에서 10분간 유지시켜 분석하였다. GC의 주입구 및 검출기(FID)의 온도는 240°C 및 250°C로 하여 split mode(split ratio=60:1)로 분석하였다.

### 유기산 분석

인삼분말 시료 약 5 g을 정확하게 취하여 Court & Hendel 방법[8]에 준하여 12% 황산/메탄올 (w/v) 방법으로 methyl ester화 시켜 GLC로 분석하였다. 내부 표준품으로 사용한 glutaric acid와 유기산 표준품은 Sigma Chemical Company의 표준품을 각각 동일한 방법으로 methyl ester화 시켜 사용하였다. 이때 사용한 GLC는 Hewlet packard 5890 series II 및 Hewlet packard 3396 series II intergrator를 사용하였다. GLC 칼럼은 Supelco wax 10 (60 m × 0.32 mm ID, 0.25 μm film thickness) fused silica capillary column을 사용하였고, 오븐 온도는 100°C에서 3분간 유지시킨 후 3°C/min.씩 승온시킨 다음 230°C에서 10분간 유지시켜 분석하였다. GC의 주입구 및 검출기 (FID)의 온도는 230°C 및 240°C로 하였고 운반기체는 질소 가스를 1.85 ml/min.로 하여 split mode(split ratio=40:1)로 하여 분석하였다.

### 관능 평가원의 선정

관능 평가원은 단맛, 짠맛, 신맛, 쓴맛에 대해 최소 감미량과 한계감미량[16]을 조사하여 기본맛의 인지 정도가 너무 예민하거나 둔하지 않은 10명을 선정하였다.

### 관능평가 항목과 평가방법

평가항목은 냄새와 맛으로 구분하여 냄새로는 인삼냄새, 구수한 냄새, 쓴나물 냄새, 묵은 냄새, 마른나무냄새, 맛으로는 쓴맛, 구수한맛, 신맛, 단맛, 떫은 맛의 정도였다. 처리구별 인삼분말 5% 수용액에 대하여 특성강도는 9단계 기호척도법[9]을 이용하여 9로 갈수록 큰 것으로 평가하였으며, 전체적으로 바람직한 정도는 순위 시험법으로 평가하였다. 관능평가는 Table 1에 나타낸 바와 같은 관능평가용지를 사용하여 실시하였다.

**Table 1. Sensory evaluation sheet**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Name: Sample: ginseng powder | | Date: | |
| 1. Evaluate the intensity of the sensory characteristics (1=extremely weak, 5=slightly strong, 9=extremely strong) | | | |
| 2. For overall desirability, rank the sample | | | |
| 3. Evaluate the odor first and then the taste | | | |
| 4. Evaluate the overall desirability | | | |
| Sample number | ------ | ------ | ------ |
| First stage | ------ | ------ | ------ |
| Ginseng odor | ------ | ------ | ------ |
| Roasted odor | ------ | ------ | ------ |
| Bitter wort odor | ------ | ------ | ------ |
| Musty odor | ------ | ------ | ------ |
| Dried woody odor | ------ | ------ | ------ |
| Second stage | ------ | ------ | ------ |
| Bitter taste | ------ | ------ | ------ |
| Roasted taste | ------ | ------ | ------ |
| Sour taste | ------ | ------ | ------ |
| Sweet taste | ------ | ------ | ------ |
| Pungent taste | ------ | ------ | ------ |
| Third stage | ------ | ------ | ------ |
| Overall desirability | ------ | ------ | ------ |

### 관능평가 결과 분석 및 통계처리

시료의 관능특성 강도는 시료별로 결과의 평균값과 표준오차를 계산하여 강한 정도를 비교하였고, 바람직한 정도의 차이는 분산분석과 다중비교법으로 유의성 검정을 하였다.[17]

## 결과 및 고찰

### 조지방질 함량 및 지방산 조성

인삼분말에 오존 0.5 ppm 을 시간별로 처리한 후 지방질과 지방산 함량을 조사한 결과는 Table 2 에 나타낸 바와 같이 오존처리 시간이 0시간에서 24시간, 48시간으로 증가함에 따라 지방질 함량은 1.22%에서 1.06% 와 0.77%로 감소하였는데 이것은 linoleic acid와 linolenic acid 등 불포화 지방산의 감소와 상관성이 있을 것으로 사료되나 이 점에 대해서는 추후 구체적인 실험이 요망된다. 또한, 지방산 조성면에서 불포화 지방산 조성은 오존처리 전의 79.01%에서 오존을 24시간 및 48시간 처리시 각각 63.92%, 55.97%로 낮아졌고 반면에 포화 지방산의 조성은 오존처리 전의 21.01%에서 오존처리시 35.58% 및 44.04%로 상대적으로 높아지는 경향을 나타내었다. 이는 오존이 강력한 산화제이

**Table 2. Crude lipid contents and fatty acid compositions of ginseng powders treated with 0.5 ppm ozone**

| Fatty acids | | Treatment time (hour) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 24 | 48 |
| Crude lipids | (%) | 1.22 | 1.06 | 0.77 |
| Myristic | (14:0) | 0.29[1](0.02)[2] | 0.47(0.02) | 0.34(0.01) |
| Pentadecanoic | (15:0) | 0.61(0.04) | 0.80 (0.04) | 0.79(0.03) |
| Palmitic | (16:0) | 12.74(0.90) | 16.44(0.79) | 19.91(0.83) |
| Palmitoleic* | (16:1) | 0.77(0.05) | 0.62(0.03) | 0.87(0.04) |
| Heptadecanoic | (17:0) | 0.61(0.04) | 1.28(0.06) | 2.29(0.10) |
| Stearic | (18:0) | 1.89(0.13) | 10.20 (0.49) | 13.42(0.56) |
| Oleic* | (18:1) | 8.26(0.58) | 6.93(0.33) | 5.61(0.23) |
| Linoleic* | (18:2) | 63.75(4.50) | 51.61(2.48) | 44.98(1.88) |
| Linolenic* | (18:3) | 4.99(0.35) | 3.58(0.17) | 3.02(0.13) |
| Arachidic | (20:0) | 1.14(0.08) | 2.31(0.11) | 2.51(0.10) |
| Behenic | (22:0) | 1.63(0.12) | 2.95(0.14) | 2.38(0.10) |
| Docosenoic* | (22:1) | 0.48(0.03) | 0.33(0.02) | 0.37(0.02) |
| Tricosanoic | (23:0) | 0.52(0.04) | 0.38(0.02) | 1.07(0.05) |
| Lignoseric | (24:0) | 1.57(0.11) | 1.25(0.06) | 1.42(0.06) |
| Nervonic* | (24:1) | 0.76(0.06) | 0.85(0.04) | 1.08(0.05) |
| Total saturated | (%) | 21.0 | 35.88 | 44.04 |
| Total unsaturated* | (%) | 79.01 | 63.92 | 55.97 |

[1]Percent fatty acid composition
[2]Fatty acid content (mg/g)

기 때문에 인삼분말에 함유된 지방질의 구성 불포화 지방산을 산화시켜 감소시킨 반면에 포화 지방산은 산화에 매우 안정하여 감소되지 않았기 때문에 그 조성비가 상대적으로 증가되었음을 알 수 있었다.

지방산은 myristic acid로 부터 nervonic acid 까지 15종이 분리확인 되었고, 불포화 지방산인 linoleic acid가 63.75%, 포화 지방산인 palmitic acid가 12.74%로 두 지방산이 전체 지방산의 76.49%를 차지하는 것으로 나타났는데, 이는 인삼의 구성 지방산중 linoleic acid, palmitic acid, oleic acid와 linolenic acid가 주된 지방산으로 그 중 linoleic acid와 linolenic acid와 같은 불포화도가 높은 지방산의 조성비율이 높은 것이 것이 특징이라고 보고한 최 등[12]의 결과와 일치하는 결과이었다.

Allen 등[13]에 의하면 지방산의 자동산화(autooxidation)에서 같은 탄소수에 이중결합수가 다른 oleic acid(C18:1), linoleic acid(C18:2) 및 linolenic acid(C18:3)의 자동산화 속도를 비교해 볼 때, oleic acid에 비하여 linoleic acid는 64배가 빠르고 linolenic acid는 100배가 빨라서 지방산의 이중결합수와 자동산화 속도가 상관성이 높음을 시사해 주고 있다.

본 실험에서 오존처리 시간별로 지방산 성분의 함량변화를 고찰해 볼 때 대조구 인삼분말에 비하여 오존 0.5 ppm을 24시간 및 48시간 처리 후 조사한 인삼분말의 지방산 함량의 감소 비율은 다음과 같다. Table 2 에서 보는 바와 같이 oleic acid가 오존처리 전의 0.58 mg/g에서 24시간, 48시간 오존처리 후 0.33 mg/g과 0.23 mg/g으로 각각 43.1%, 60.3% 감소되었고, linoleic acid는 처리 전 4.50 mg/g에서 24시간, 48시간 오존처리 후 2.48 mg/g과 1.88 mg/g으로 각각 44.9%, 58.2%가 감소되었으며 linolenic acid는 처리 전의 0.35 mg/g에서 24시간 및 48시간 처리 후 0.17 mg/g과 0.13 mg/g으로 각각 51.4% 와 62.9%가 감소되었다. 이러한 결과에서 이중결합수가 많은 linolenic acid와 linoleic acid의 산화에 의한 감소율이 다소 높았으나 Allen 등[13]의 지방산 자동산화 속도와는 다름을 알 수 있었다. 이와 같은 차이는 본 실험에서는 인삼분말 자체에 함유된 지방질의 구성성분인 이들 불포화 지방산이 오존처리를 받아 산화된 반면에 Allen 등[13]의 실험은 oleic acid, linoleic acid 및 linolenic acid 지방산을 각각 직접 자동산화시켜 산화속도를 조사한 실험방법의 차이에 기인하는 것으로 사료된다.

인삼 및 인삼 제품류의 가공공정 중 불포화 지방산의 함량 감소는 저장기간 중 품질안정성의 지표성분으로 분석될 수 있다고 보고되었으며,[11,12] 본 실험에서도 불포화도가 높은 지방산인 linolenic acid 및 linoleic acid와 oleic acid는 오존처리 시간이 증가함에 따라 현저하게 감소하는 경향을 나타내었다. 반면에 같은 탄소수의 포화지방산인 stearic acid는 대조구의 0.13 mg/g에 비하여 24시간 및 48시간 오존처리 후는 0.49 mg/g과 0.56 mg/g으로 현저하게 증가됨을 알 수 있었다. 따라서 이러한 지방산의 조성 또는 함량변화는 추후 오존을 인삼분말에 적용하려고 할 때 품질안정성의 지표성분으로 사용할 수도 있을 것으로 생각된다.

## 유기산 함량

유기산은 citric acid, malic acid, malonic acid, oxalic acid 및 succinic acid를 GC로 분석하였으며 인삼분말에 오존 0.5 ppm을 각각 0시간, 24시간, 48시간 처리한 후 조사한 결과를 Table 3에 나타내었다. Table 3에 나타낸 바와 같이 처리시간별 유기산의 함량은 거의 변화가 없었다. 이들 유기산 성분들은 오존처리에 의한 지방산 함량변화(Table 2 참조)의 경향과는 달리 오존처리 시 매우 안정하였음을 알 수 있었는데, 이것은 이들이 Table 2의 linolenic acid, linoleic acid 및 oleic acid와 같은 불포화 지방산과는 달리 분자구조내에 이중결합을 갖지 않아서 오존처리에 의한 산

**Table 3. Organic acid contents of ginseng powders treated with 0.5 ppm ozone** (Unit : mg/g)

| Organic acids | Treatment time (hour) | | |
|---|---|---|---|
| | 0 | 24 | 48 |
| Citric acid | 4.36 | 4.33 | 4.34 |
| Malic acid | 2.41 | 2.35 | 2.45 |
| Malonic acid | 1.92 | 1.80 | 1.85 |
| Oxalic acid | 0.50 | 0.45 | 0.49 |
| Succinic acid | 0.12 | 0.14 | 0.16 |

**Table 4. Effect of ozone treatment on the odor characteristics[1] of ginseng powders**

| Sample | Ginseng Odor | Roasted Odor | Bitter wort | Musty Odor | Dried woody |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 7.3±0.82 | 5.8±1.13 | 4.0±0.47 | 2.7±0.67 | 4.1±0.87 |
| B | 3.5±0.84 | 2.5±1.17 | 5.0±0.67 | 6.0±0.67 | 3.8±0.95 |
| C | 1.4±0.51 | 1.6±0.84 | 1.3±0.48 | 2.0±0.67 | 3.1±1.33 |

[1]Mean±S.D. (n=10). As the value increases the intensity of the odor characteristics increases.

A: control

B: ginseng powder with ozone 0.5 ppm for 24 hours

C: ginseng powder with ozone 0.5 ppm for 48 hours

화에 대단히 안정한 것으로 고찰되었다.

## 향미 관능평가

오존을 처리하지 않은 인삼분말의 냄새특성은 Table 4에서 보는 바와같이 인삼냄새(ginseng odor)가 가장 강하게 느껴졌고 구수한 냄새(roasted odor), 마른나무 냄새(dried woody odor), 쓴나물 냄새(bitter wort odor), 묵은 냄새(musty odor)의 순으로 강하게 느껴졌다. 인삼분말에 오존을 0.5 ppm 농도로 24시간 처리했을 때에는 인삼냄새와 구수한 냄새가 가장 많이 감소하였고 쓴나물 냄새와 묵은 냄새는 오히려 증가하는 현상을 나타내었다. 묵은 냄새의 증가는 산화되기 쉬운 불포화지방산[12,13]과 향기성분들[14]의 산화에 의한 산패취에 기인하는 것으로 생각된다. 오존 0.5 ppm을 48시간 처리했을 때에는 마른나무 냄새를 제외한 모든 냄새특성이 현저하게 감소하여 냄새를 나타내는 휘발성 성분들이 오존처리에 의하여 변성되거나 휘산된 것으로 추정하였다.

오존처리에 따른 인삼분말의 맛 특성 변화는 Table 5 에 나타낸 바와 같다. 무처리 인삼분말의 맛 특성강도는 쓴맛(bitter taste)과 구수한 맛(roasted taste), 단맛(sweet taste)의

**Table 5. Effect of the ozone treatment on the taste characteristics1) of ginseng powders**

| Sample | Bitter Odor | Roasted Odor | Sour Odor | Sweet Odor | Pungent Odor |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 6.8±0.99 | 4.9±0.73 | 1.6±0.69 | 3.9±0.73 | 1.4±0.51 |
| B | 6.0±0.67 | 1.7±0.67 | 1.5±0.52 | 1.5±0.52 | 5.6±0.50 |
| C | 4.6±0.84 | 1.4±0.51 | 3.2±0.91 | 1.2±0.42 | 7.1±1.52 |

[1)]Mean±S.D. (n=10). As the value increases the intensity of the taste characteristics increases.

A : control

B : ginseng powder with ozone 0.5 ppm for 24 hours

C : ginseng powder with ozone 0.5 ppm for 48 hours

**Table 6. Analysis of variance table showing the effects of ozone treatment on the overall desirability.**

| Source | Degree of freedom | Sum of square | Mean square | F value |
|---|---|---|---|---|
| Sample | 2 | 12.13 | 6.065 | 70.60*** |
| Error | 27 | 2.32 | 0.0859 | - |
| Total | 29 | 14.45 | | |

***Significant at 0.1% level respectively

순으로 나타났고 신맛(sour taste)과 떫은 맛(pungent taste)이 약하게 감지되었다. 인삼분말에 오존을 0.5 ppm농도로 24시간 처리하였을 때 쓴맛과 신맛은 큰 변화가 없었으나 구수한 맛과 단맛은 많이 감소하였고 떫은 맛은 증가하였다. 인삼분말에 오존을 0.50 ppm 농도로 48시간 처리하였을 때에는 구수한 맛, 단맛 외에 쓴맛도 감소하였고 신맛과 떫은 맛이 상당히 강하게 느껴졌다. 쓴맛의 감소는 전보[15]에서 보고한 바와 같이 오존처리에 따라 쓴맛을 나타내는 사포닌 성분이 산화에 의하여 감소된 때문으로 생각되며 신맛과 떫은 맛의 증가는 지방질성분 중 산화되기 쉬운 불포화지방산[12,13]의 산화와 유기산의 상호작용에 의한 이미의 발현으로 생각된다.

한편 3가지 인삼분말 시료에 대하여 바람직한 향미의 정도를 순위시험법으로 평가한 결과 평가원 10명 모두 오존무처리 인삼분말을 1순위로 평가하였고, 평가원 8명이 0.5 ppm농도의 오존을 24시간 처리한 분말시료를 2 순위, 48시간 오존처리한 시료를 3순위로 평가하였다. 시료간의 차이에 대한 유의성 검정을 하기위하여 분산분석을 실시한 결과 Table 6에 나타낸 바와 같이 F값이 70.60으로 0.1%수준에서 유의성을 보였고 Duncan's multiple range test에서 각각의 시료간에도 유의성 ($p<0.01$)이 있었다.

## 국문요약

인삼분말의 미생물 생육억제 및 살균처리 방안 연구의 일환으로 오존처리가 인삼의 지방산과 유기산의 성분변화 및 향미변화에 미치는 영향을 조사하였다. 오존을 0.5 ppm 농도로 24시간, 48시간 처리하였을때 처리시간이 증가할수록 조지방질 함량이 감소하였으며, 특히 linolenic acid(C18:3), linoleic acid(C18:2) 및 oleic acid(C18:1)의 감소경향이 현저하였던 반면에 포화지방산인 stearic acid(C18:0)는 증가하는 경향을 보였다. 오존처리 시간별 유기산은 함량변화의 경향이 없었다. 한편, 관능평가 결과 인삼분말의 냄새 특성은 오존처리 시간이 증가함에 따라 묵은 냄새와 쓴나물냄새는 24시간 까지는 증가하였고 48시간 처리에서는 마른나무 냄새를 제외한 냄새특성이 현저하게 감소하였다. 맛의 특성은 오존처리 시간이 증가함에 따라서 쓴맛, 구수한 맛, 단맛은 감소하였고 신맛과 떫은 맛은 증가하였다. 전체적으로 바람직한 냄새와 맛의 정도는 무처리 인삼분말이 가장 좋은 것으로 나타났다.


## 참고문헌


1. Clark, D.S., and Takacs,J.: Gases as preservatives, In Silliker,J.H., Elliot, R.P., Baird-Parker, A.C., Bryan, F.L., Christian, J.H.B., Clark, D.S., Olson, J.C., and Roberts, T.A. (eds.), Microbial ecology of foods, Vol.1., Academic Press, New York, pp.189-192 (1980).
2. 石谷 孝佑: 最近の 殺菌, 靜菌 技術, 食品工業, 東京, pp. 46-56 (1990).
3. Guinvarch, P.: Three years of ozone sterilization of water in Paris. In "Ozone Chemistry and Technology" (H.A. Leedy, ed.), Advances in Chemistry Series, No. 21, *Am. Chem. Soc.*, Washing, D.C., p.416-429 (1959).
4. Bean, E.L.: Ozone production and costs. In "Ozone Chemistry and Technology" (H.A. Leedy, ed.), Advances in Chemistry Series, No. 21, *Am. Chem. Soc.*, Washing, D.C., pp.430-442 (1959).
5. O'Donvan, D.C.: Treatment with ozone, *J. Am. Water Works Assoc.*, **57**, 1167 (1965).
6. Torricelli,A.: Sterilization of empty containers for food industry. In "Ozone Chemistry and Technology" (H.A. Leedy, ed.), Advances in Chemistry Series, No. 21, *Am. Chem. Soc.*, Washing, D.C., pp.375-380 (1959).
7. Metcalf, L.D., Schmitz, A.A., and Pelka, J.R.: Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis, Anal. Chem., 38, 514 (1966).
8. Court, W.A., and Hendel, J.G.: Determination of non-volatile organic acid and fatty acid in flue-cured tobacco by gas liquid chromatography, *J. Chromatogr. Sci.*, **16**, 314 (1978).
9. Howard, M.: Applied sensory analysis of foods, Vol. 1., CRC Press, Florida, p.43 (1988).
10. Nose, M., and Fujino, N.: *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaish*, **29**, 507 (1982).
11. 한국인삼연초연구소: 인삼성분 분석법, 제일문화사, 대전, pp.89-94 (1991).
12. 최강주: 홍삼 및 백삼의 지방질성분의 항산화 성분에 관한 연구, 고려대학교 대학원 박사학위 논문 (1983).
13. Allen, J.C., and Hamilton, R.J. Rancidity in foods, Applied Science Publishers, London and New York, pp.1-20 (1983).
14. Iwabuchi, H., Yoshikura, M., Obata, S., and Kamisako, W.: *Yakugaku Zasshi*, **104**, 951 (1984).
15. 곽이성, 노길봉, 장진규, 최강주: 오존처리가 인삼분말에 오염시킨 미생물의 생육에 미치는 영향, 한국식품위생·안전성 학회지, **10**, 45 (1995).
16. 이철호, 채수규, 이진근, 박봉상: 식품공업품질관리론. 유림문화사, pp.131 (1982).
17. 김광옥, 김상숙, 성내경, 이영춘: 관능검사방법의 응용. 신광출판 사, pp.265 (1993).