

## Lipoxygenase 결핍 콩과 그 가공품의 휘발성 성분 분석

김수희 · 이양봉\* · 황인경\*\*

경민대학 식품영양과, \*부경대학교 식품공학과, \*\*서울대학교 식품영양학과

### Studies on Volatile Compounds in Lipoxygenase Deficient-soybean and Its Products

Soo-Hee Kim, Yang-Bong Lee\* and In-Kyeong Hwang\*\*

Department of Food and Nutrition, Kyungmin College, Kyonggi-do, Korea

\*Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, Pusan, Korea

\*\*Department of Food and Nutrition, Seoul National University, Seoul, Korea

#### Abstract

Lipoxygenase(LOX) in soybeans is responsible for beany flavors which limit the wide utilization of soybeans to foods. This study was conducted to analyze beany flavor compounds of the normal Hwangkeumkong and LOX-deficient soybean cultivars, Jinpumkong which lacks L-2, L-3, and Jinpumkong 2 which lacks all L-1, L-2, L-3. Using the combination of dynamic headspace sampling and gas chromatography-mass selective detector(DHS-GC-MSD) for analyzing volatile compounds, hexanal and hexanol were identified in whole soy flour of all three soybean cultivars. Hwangkeumkong had more volatile compounds than Jinpumkong and Jinpumkong 2 in defatted soy flour. Hexanal and acetic acid were identified in soy milk of all three soybean cultivars but Hwangkeumkong had more volatile compounds than Jinpumkong 2. From the analysis with a static headspace sampling(SHS) and GC-MSD the major compounds were hexanal, acetic acid, 1-hexanol, and 1-octen-3-ol. The content of acetic acid was similar among three cultivars. But contents of hexanal and pentanal in Jinpumkong 2 were less than that of Jinpumkong and Hwangkeumkong. Using GC-FID, Jinpumkong 2 had less contents of hexanal and pentanol than Hwangkeumkong in whole soy flour and defatted soy flour. In this study, LOX-deficient soybean cultivars showed less hexanal, pentanol and other compounds than the normal Hwangkeumkong. However quite amount of beany flavor compounds were identified in Jinpumkong and Jinpumkong 2. So further studies are required to characterize LOX isozymes, to understand the mechanisms of beany flavors production, and to develop some other methods for removing beany flavor.

Key words: lipoxygenase-deficient soybean, beany flavor, volatile compound.

#### 서 론

콩과 콩가공식품은 콩 비린내 또는 풀 냄새 등으로 표현되는 특징적인 향미를 가지고 있다. Moser 등<sup>1)</sup>은 날 콩분말을 밀가루와 1:750의 비율로 섞었을 때 평가원의 80%가 콩 냄새를 감지하였다고 보고하였는데 이와 같이 강한 콩 비린내는 콩을 식품가공에 이용하는데 제한 요인이 되어 콩의 냄새에 대한 연구는 오

래 전부터 이루어져 왔다. 콩과 콩가공식품에서 콩 비린내를 내는 데 기여하는 여러 가지 휘발성 화합물들은 주로 비휘발성 전구체로부터 유도된다. 휘발성 화합물 생성의 중요한 반응으로 지질의 산화 및 분해, 당과(또는) 아미노산의 가열에 의한 반응, 그 외에도 phenolic acids의 열분해, carotenoids의 산화 또는 열분해 등이 있다<sup>2)</sup>. 그 중에서 지질의 산화와 분해는 여러 식품에서 냄새 생성의 주요 원인으로 작용하는데

\* Corresponding author : Soo-Hee Kim

콩에 있어서는 결정적이라 할 만큼 중요한 반응이다. 그 동안 콩과 콩가공식품에서 확인된 휘발성 화합물들은 지방족 탄화수소류, 지방족 알콜류, 지방족 알데하이드류, 지방족 케톤류, 터펜류, 벤젠류, 피라진류 등을 포함하여 총 334개로 알려졌다<sup>2)</sup>. 콩에서 linoleic acid나 linolenic acid의 산화에 의한 휘발성 화합물은 주로 효소에 의해서 생성되는데 저장이나 식품 가공 과정 시 반응은 더욱 촉진된다. 이 반응에 관여하는 효소 중 가장 중요한 것은 lipoxygenase(LOX)로 보통 3개의 LOX 동질효소(lipoxygenase-1: L-1; lipoxygenase-2: L-2; lipoxygenase-3: L-3)가 있는 것으로 알려졌으며, 각 동질효소는 특이적으로 반응하여 hydroperoxide를 생성하는데 L-1이 특이적인 산화반응을 많이 진행시키는 반면 L-2의 경우 상당한 정도로 공동 산화(co-oxidation)반응을 한다<sup>3)</sup>고 하며, Grosch<sup>4)</sup>는 L-2의 반응속도가 L-1보다 더 빠르다고 하였다. 또한 이와 동시에 자동산화와 공동산화(co-oxidation)에 의하여 비특이적인 산화물의 생성도 이루어진다<sup>5,6)</sup>.

Frankel 등<sup>7)</sup>은 L-1이 결핍된 콩을 이용하여 몇 가지 유지 가공식품의 냄새와 산화 안정성을 측정하였으나 냄새와 안정성의 개선정도를 확인하지 못하였다고 하였다. 따라서 L-1 보다는 다른 요인이 콩가공식품의 품질에 영향을 주는 것 같다고 하였다. Hildebrand 등<sup>8)</sup>은 L-3가 hydroperoxide를 hydroperoxide lyase가 반응할 수 없는 다른 물질로 전환시켜 hexanal 생성을 감소시킨다는 보고를 하였다. 한편 Matoba 등<sup>9)</sup>은 각각 L-1, L-2, L-3, L-1/3가 각각 결핍된 pH 7의 콩 균질액을 상온에 방치하며 *n*-hexanal의 생성을 HPLC로 확인하였는데, L-2 결핍콩의 경우 hexanal 생성이 가장 낮았고 L-1/3 결핍 콩의 경우는 가장 높은 값을 나타냈다고 하였다. 따라서 L-2가 linoleic acid로 부터 *n*-hexanal을 생성하는 주요 효소라고 하였다.

본 연구에서는 농촌진흥청 작물시험장에서 육종된 LOX 결핍콩인 진품콩(L-2, 3 결핍)과 진품콩 2호(L-1, 2, 3 결핍) 및 정상인 황금콩의 휘발성 냄새성분을 몇 가지 가공 상태에서 분석 비교해 봄으로써 LOX 결핍 콩의 냄새개선 효과와 이의 이용 가능성을 밝혀보자 하였다.

## 실험 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

실험에 사용한 콩은 농촌진흥청 작물시험장에서 1995년에 수확한 LOX가 결핍된 진품콩(L-2, 3 결핍)

과 진품콩 2호(L-1, 2, 3 결핍) 및 정상인 황금콩을 분양받아 분석에 사용하였다.

### 2. Dynamic Headspace Sampling(DHS)-Gas Chromatography(GC)-Mass Selective Detector(MSD)에 의한 분석

전지콩분말, 탈지콩분말, 두유, 콩나물의 휘발성 성분을 DHS-GC-MSD방법으로 분석하였는데 먼저 전지콩분말은 콩을 분쇄기(LG CFM S401)로 3분간 갈아 사용하였으며, 탈지콩분말은 전지콩분말에서 준비된 시료를 diethyl ether를 용매로 하여 Soxhlet 장치로 약 12시간 이상 지방을 추출한 후 2시간 정도 용매를 휘발시키고, 다시 80°C 건조기에서 15분간 잔류 용매를 휘발시켜 사용하였다. 두유는 콩을 10시간 동안 증류수에 수침시킨 후 가수량을 콩 무게의 8배로 하여 마쇄기(삼성 MC 1000W)3분간 같은 것을 10분간 끓인 후 착즙하여 사용하였다. 콩나물은 가정용 콩나물 재배기(KM-301, Kwang Myung Co. Korea)를 사용하여 상온(25~30°C)에서 3시간 간격으로 5분간 수주하며 4일간 재배한 것을 냉동보관(-18°C)하며 분석하였다. 각 시료의 휘발성 냄새성분의 분리 농축과 분석은 휘발성 성분 포집기(Dynamic headspace analyzer : Tekmar LSC 2000)와 gas chromatography (Hewlett Packard 5890 series II)/mass-selective detector (Hewlett Packard 5971)를 이용하였다. 고체 시료는 10 g, 액체시료일 경우는 10 ml씩을 유리 포집 병에 담아 먼저 60°C의 건조기에서 30분간 방치한 후 다시 80°C에서 10분간 40 ml/min 속도로 헬륨(99.999%)을 주입하였다. 사용한 column은 Hewlett Packard 사의 ultra capillary column (50 m × 0.20 mm × 0.33 μm)이었고 오븐 온도는 35°C~180°C까지는 1°C / min 씩 상승시켰고 이후 220°C까지는 10°C/min 상승시킨 후 10분간 유지시켜 분석하였다. 화학 흡착제는 Tenax-GC를 사용하였고 desorption은 160°C에서 4분간 실시하였으며, cryogenic focusing은 액체 질소를 사용하여 -100°C에서 실시하였다. GC에서의 thermal injection은 180°C에서 1분간 하였다. MSD의 ion source 온도는 280°C이었고 이온화 전압은 70 eV 이었으며, EM 전압은 2100 V, mass scan 범위는 33~330 a.m.u.이었고 화합물의 동정은 Wiley Library (John Wiley & Sons. Inc.)를 사용하여 검색하였다.

### 3. Static Headspace Sampling(SHS) - Gas Chromatography(GC)-Mass Selective Detector (MSD)에 의한 분석

전지콩분말과 탈지콩분말 시료 1 g에 증류수 8 ml을 22 ml vial에 넣어 static headspace autosampler (Tekmar Autosampler 7000)를 이용하여 GC(HP 5890 series II)-MSD(HP 5971)로 분석하였다. 이때 사용한 column은 HP-FFAP(50 m × 0.20 mm × 0.51 μm)이었다. 오븐 온도는 50°C ~ 150°C 까지 4°C /min로 상승시켰고 검출기 온도는 280°C 이었으며 mass scan 범위는 m/z 30~250이었다. 화합물은 Wiley Library(John Wiley & Sons. Inc.)로 검색하였다. Headspace autosampler의 조건은 다음과 같다.

Platen: 90°C; Plat Equi.: 1.0 min; Sample Equi.: 35 min; Mix: 5 min; Stabilizer: 0.1 min; Cap. Cool down: 5 min at -110 °C; Press: 1.0 min; Press Equil.: 1.0 min; Loop: 1.0 min; Loop Equil.: 1.0 min; Injection: 0.7 min; Cap. Injection: 0.5 min at 100°C; Valve: 110°C; Line: 110°C; Total Flow: 25 psi

#### 4. Gas Chromatography(GC) - Flame Ionization Detector(FID)에 의한 분석

전지콩분말과 탈지콩분말 10% 수용액 400 ml를 500 ml 삼각 플라스크에 담아 진공시험관용 고무 마개로 닫고 15분간 교반한 뒤 80°C 수조에서 10분간 가열한 후 주사기로 1 ml을 취하여 GC에 주입하여 분석하였다. 사용한 GC는 Alltech Co.의 것으로 column은 20% Carbowax 20M(60/80) (Chromosorb WHP, 9 ft, 1/8 in., Stainless)이었다. Column의 온도는 100°C 이었고, 주입구와 검출기(FID)의 온도는 각각 120°C 이었으며, gas 유속은 헬륨(He)이 80 psi, 수소(H<sub>2</sub>)는 30 ml/min, 공기(air)는 30 ml/min이었다. 표준 물질로는 n-hexanal, n-pentanol, n-hexanol을 Sigma사에서 구입하여 사용하였다.

#### 결과 및 고찰

##### 1. Dynamic Headspace Sampling(DHS)-Gas Chromatography(GC)-Mass Selective Detector(MSD)에 의한 분석

DHS-GC-MSD 방법에 의하여 분석된 전지콩분말, 탈지콩분말, 두유 및 콩나물의 휘발성 화합물은 Table 1, 2, 3, 4와 같다. 이때 2-propanone은 휘발성 성분 포집시 internal standard로 사용된 것이다. 전지콩분말의 경우 3품종 모두에서 hexanal과 hexanol이 확인되었고 황금콩에서는 1-pentanol이, 진품콩에서는 2-pentyl furan이 확인되었다. 탈지콩분말은 황금콩에서

진품콩과 진품콩 2호보다 pentanal, 2-pentyl furan을 포함하여 8가지 정도의 화합물이 더 확인되었으며, 전체적으로 전지콩분말보다 더 많은 종류의 화합물이 탈지콩분말에서 확인되었다. 두유에서는 hexanal과 acetic acid가 3 품종의 시료에서 모두 확인되었으나 진품콩 2호에서는 적게 확인되었고, pentanol과 2-pentyl furan도 진품콩 2호에서는 확인되지 않았다. 탈지콩분말과 두유에서 전반적으로 황금콩보다 진품콩과 진품콩 2호에서 적은 양과 종류의 휘발성 화합물이 확인되었다. 콩나물에서는 다른 처리의 시료에서 보다 비교적 많은 종류의 화합물이 확인되었으며 확인된 화합물의 생성량도 비교적 많았는데 hexanal과 hexanol, 1-octen-3-ol이 3품종 모두에서 다량 확인되었고, pentanol도 황금콩에서 더 많이 검출되기는 하였으나 진품콩과 진품콩 2호에서도 확인되었다. 콩나물은 발아시 활발한 여러 대사작용과 높은 수분함량으로 인한 화학반응의 촉진 등으로 인하여 휘발성 성분이 다량 검출된 것으로 생각된다. Arai 등<sup>10)</sup>은 n-hexanal과 n-pentanol이 LOX에 의하여 주로 13-hydroperoxide로부터 잘 생성되는 화합물이라고 하였는데 본 실험에서는 hexanal의 양이 진품콩과 진품콩 2호에서 다소 적게 나타나기는 하였으나 일관성 있는 차이는 확인하지 못하였지만 pentanol의 경우에는 모든 시료에서 진품콩과 진품콩 2호에서 황금콩보다 낮게 나타났다.

##### 2. Static Headspace Sampling(SHS)-Gas Chromatography(GC) - Mass Selective Detector(MSD)에 의한 분석

SHA-GC-MSD 방법에 의해 분석된 전지콩분말과 탈지콩분말의 휘발성 성분의 확인된 화합물은 Table 5, 6과 같다. 전지콩분말과 탈지콩분말에서 가장 많은 양으로 확인된 화합물은 hexanal과 acetic acid이었으며 그 다음이 1-hexanol, 1-octen-3-ol과 같은 화합물이었다. Acetic acid의 함량은 품종간 차이가 거의 나타나지 않은 반면, hexanal의 경우에는 진품콩 2호에서 가장 적게 나타났다. Moreira 등과 Matoba 등은 L-2가 hexanal 생성의 주된 효소라고 하였는데 이 실험 결과에서는 LOX 활성이 큰 황금콩에서 전반적으로 많은 hexanal이 확인되기는 하였으나 진품콩과 진품콩 2호에서도 상당한 양이 생성되는 것으로 보아 hexanal은 LOX의 작용 외에도 콩에 풍부한 linoleic acid나 linolenic acid의 자동산화에 의해서도 쉽게 생성되는 화합물인 것으로 여겨진다. 전지콩분말의 경우 충분한 기질과 효소 활성으로 많은 휘발성 화합물

Table 1. Headspace volatile compounds of whole soybean flour analyzed by DHS-GC-MSD

NO. <sup>a</sup>	Retention Time(min)	Compound	Relative abundance <sup>b</sup>		
			Hwangkeumkong	Jinpumkong	Jinpumkong 2
1	5.3	2-Propanone	+	+	+
2	16.2	Acetic acid	- <sup>c</sup>	+	+
3	19.3	1-Pentanol	+	-	-
4	21.2	Hexanal	+	++	+
5	31.0	1-Hexanol	++	+++	++
6	47.2	1-Octen-3-ol	-	-	+
7	48.8	2-Pentyl furan	-	+	-
8	68.1	N-(or 2)Ethyl benzenamine	+	-	-

<sup>a</sup> : Peak number with retention time, <sup>b</sup> : +: ~ 40,000; ++: ~ 80,000; +++: 80,000 ~ , <sup>c</sup> : Not detected

Table 2. Headspace volatile compounds of defatted soybean flour analyzed by DHS-GC-MSD

NO. <sup>a</sup>	Retention Time(min)	Compound	Relative abundance <sup>b</sup>		
			Hwangkeumkong	Jinpumkong	Jinpumkong 2
1	4.6	Unknown	+	- <sup>c</sup>	-
2	5.8	2-Propanone	+	+	+
3	6.7	1,1'-Oxybis ethane	-	-	+++
4	12.5	Pentanal	+++	-	-
5	19.3	1-Pentanol	+++	+	++
6	21.3	Hexanal	+++	-	++
7	30.9	1-Hexanol	+++	+	++
8	32.7	2-Heptanone or 5-methyl 2-hexanone	+	-	-
9	41.5	2-Heptanal	+	-	-
10	47.3	1-Octen-3-ol	++	+	-
11	48.7	2-Pentyl furan	+	-	-
12	51.8	Decane	+	-	-
13	54.5	3-Octen-2-one	++	-	-
14	68.3	4-Ethyl benzenamine	+	-	-

<sup>a</sup>: Peak number with retention time, <sup>b</sup>: +: ~ 40,000; ++: ~ 80,000; +++: 80,000 ~ , <sup>c</sup>: Not detected

이 확인될 것으로 예상하였으나 DHS-GC-MSD 방법에 의한 분석에서나 이 실험 결과에 의하면 오히려 탈지콩분말에서 더 많은 양의 휘발성 화합물이 확인되었는데 Fujimaki 등<sup>11)</sup>도 콩의 탈지시 천연 항산화제의 파괴, 금속촉매의 농도 상승과 같은 화학적 환경과, 대기 중의 산소와 수분과의 접촉면적 증대와 같은 물리적인 환경의 영향으로 인하여 탈지과정이나 탈지후의 저장기간 동안에 쉽게 자동산화 될 수 있는 지질 부분을 갖는다고 하였다.

이상의 결과에서 볼 때 진품콩과 진품콩 2호에서도

황금콩과 거의 유사한 종류의 휘발성 화합물들이 확인되기는 하였으나 휘발성 화합물의 상대적인 양은 LOX 활성이 큰 황금콩에 비하여 다소 작은 것으로 나타났다.

### 3. Gas Chromatography(GC) - Flame Ionization Detector(FID)에 의한 분석

진공용 고무마개를 한 포집병의 headspace에서 주사기로 직접 채취하여 GC-FID로 분석하였을 때 표준 물질에 의하여 확인된 hexanal, pentanol 및 hexanol

Table 3. Headspace volatile compounds of soymilk analyzed by DHS-GC-MSD

NO. <sup>a</sup>	Retention Time(min)	Compound	Relative abundance <sup>b</sup>		
			Hwangkeumkong	Jinpumkong	Jinpumkong 2
1	6.3	2-Popanone	+	+	+
2	12.6	Pentanal	+	- <sup>c</sup>	-
3	15.4	Acetic acid	+++	+	+
4	19.4	1-Pentanol	++	-	-
5	21.2	Hexanal	+++	+++	+
6	31.1	1-Hexanol	+	+	-
7	41.4	Nonanal	+	-	-
8	48.6	2-Pentyl furan	+	+	-
9	64.8	Nonanol	+	-	-
10	68.1	N-Ethyl benzenamine	-	+	-

<sup>a</sup>: Peak number with retention time, <sup>b</sup>: + : ~ 40,000; ++ : ~ 80,000; +++ : 80,000 ~, <sup>c</sup>: Not detected

Table 4. Headspace volatile compounds of soybean sprouts analyzed by DHS-GC-MSD

NO. <sup>a</sup>	Retention Time(min)	Compound	Relative abundance <sup>b</sup>		
			Hwangkeumkong	Jinpumkong	Jinpumkong 2
1	4.4	Unknown	+	- <sup>c</sup>	-
2	5.2	2-Propanone	+	+	+
3	9.4	2-Butenal	-	-	+
4	11.9	Pentanal	+	-	+
5	12.8	2-Ethyl furan	+	-	-
6	15.3	Acetic acid	+	++	+
7	16.1	3-Methyl-1-butanol	-	-	+
8	19.0	1-Pentanol	++	+	+
9	20.9	Hexanal	+++	+++	+++
10	26.8	2 or 3-Hexenal	+	++	-
11	31.2	1-Hexanol	+++	+++	+++
12	41.9	Nonanal	+	-	-
13	46.9	1-Octen-3-one	+	+	++
14	47.2	1-Octen-3-ol	+++	++	+++
15	48.7	2-Pentyl furan	+	+	+
16	53.9	2- or 3- or 4-Hydroxybenzaldehyde	+++	++	+++
17	76.7	Naphthalene	-	+	+

<sup>a</sup>: Peak number with retention time, <sup>b</sup>: + : ~ 40,000; ++ : ~ 80,000; +++ : 80,000 ~, <sup>c</sup>: Not detected

의 상대적인 함량은 다음 Table 7과 같다. GC-FID를 사용하여 분석한 결과에서도 진풍콩 2호의 hexanal과 pentanol 함량이 황금콩에 비하여 상대적으로 적은 것으로 분석되었다. 또한 탈지콩분말에서의 휘발성 성분 함량이 전지콩분말에서 보다 더 많은 것으로 나타났는데 이상은 DHS-GC-MSD와 SHS-GC-MSD 분

석법의 결과와 같은 경향을 나타내 주고 있다. 포집병의 headspace에서 직접 휘발성 성분을 채취하여 GC-FID로 분석한 결과는 DHS-GC-MSD 방법이나 SHS-GC-MSD 방법으로 분석한 경우보다 분석력은 떨어지나 비교적 빠르고 손쉽게 관심 있는 몇 가지 중요한 휘발성 성분들을 확인할 수 있는 방법으로 여겨진다.

Table 5. Headspace volatile compounds of whole soybean flour analyzed by SHS-GC-MSD

No. <sup>a</sup>	Retention Time(min.)	Compound	Relative abundance <sup>b</sup>		
			Hwangkeumkong	Jinpumkong	Jinpumkong 2
1	7.7	2-Propanone	++	++	++
2	12.7	2-Ethyl furan	++	+	+
3	14.0	Pentanal	++	+	+
4	19.1	Hexanal	+++++	+++++	++++
5	23.6	Heptanal	+	+	+
6	25.0	2-Pentyl furan	+	+	+
7	25.6	2-Hexenal	++	++	++
8	26.5	3-Octanone	+	++	+
9	26.6	1-Pentanol	+	+	+
10	30.1	1-Hexanol	+++	+	++
11	33.0	1-Octen-3-ol	++	++	+++
12	33.5	Acetic acid	++++	++++	++++
13	34.4	Furfural	+	+	+
14	36.0	2-Methyl propanoic acid	++	++	++

<sup>a</sup>: Peak number with retention time, <sup>b</sup>: +: ~1×10<sup>6</sup>, ++: ~5×10<sup>6</sup>, +++: ~1×10<sup>7</sup>, ++++: ~5×10<sup>7</sup>, +++++: 5×10<sup>7</sup> ~

Table 6. Headspace volatile compounds of defatted soybean flour analyzed by SHS-GC-MSD

No. <sup>a</sup>	Retention Time(min.)	Compound	Relative abundance <sup>b</sup>		
			Hwangkeumkong	Jinpumkong	Jinpumkong 2
1	7.7	2-Propanone	++++	+++	+++
2	12.7	2-Ethyl furan	++	++	+
3	14.0	Pentanal	+++	++	+
4	19.1	Hexanal	+++++	+++++	++++
5	23.6	Heptanal	++	++	+
6	25.0	2-Pentyl furan	++	+	+
7	25.6	2-Hexenal	+	++	+
8	26.5	3-Octanone	++	+++	++
9	26.6	1-Pentanol	++	- <sup>c</sup>	+
10	30.1	1-Hexanol	+++	++++	++
11	33.0	1-Octen-3-ol	+++	++++	++++
12	33.5	Acetic acid	++++	++++	++++
13	34.4	Furfural	+	+	+
14	36.0	2-Methyl propanoic acid	++	++	++

<sup>a</sup>: Peak number with retention time, <sup>b</sup>: +: ~1×10<sup>6</sup>; ++: ~5×10<sup>6</sup>; +++: ~1×10<sup>7</sup>; ++++: ~5×10<sup>7</sup>; +++++: 5×10<sup>7</sup> ~, <sup>c</sup>: Not detected

## 요 약

본 실험은 LOX 결핍 콩인 진품콩(L-2, 3 결핍)과 진품콩 2호(L-1, 2, 3 결핍) 및 정상인 황금콩에 대한 콩비린내 성분을 살펴봄으로써 이의 식품학적 이용

가능성과 계속적인 LOX 결핍 콩의 품종개발 자료를 제공하고자 실시하였다. DHS-GC-MSD 방법에 의한 휘발성 냄새 성분의 분석시 전지콩분말에서는 3 품종 모두에서 hexanal과 hexanol이 확인되었고, 탈지콩분 말에서는 황금콩에서 다소 많은 종류의 화합물이 확인

Table 7. Headspace volatile compounds in whole and defatted soybean flour analyzed by GC-FID

Sample	Compound	Hwang-keumkong	Jinpum-kong	Jinpum-kong 2
Whole flour	Hexanal	+++ <sup>a</sup>	+++	+
	Pentanol	+	+	b-
	Hexanol	++	++	+
Defatted flour	Hexanal	++++	+++	++
	Pentanol	+++	+	+
	Hexanol	++	++	+++

<sup>a</sup>: Peak area

+ : ~ 500; ++ : ~ 1,000; +++ : ~ 5,000; ++++ : ~ 10,000; +++++ : 10,000 ~ ; b- : Not detected

되었다. 두유에서는 hexanal과 acetic acid가 3 품종에서 모두 확인되었으며 전반적으로 황금콩에서 진품콩과 진품콩 2호보다 많은 양의 휘발성 화합물이 확인되었다. 콩나물에서는 다량의 화합물들이 검출되었으며 품종간 차이는 확인할 수 없었다. SHS-GC-MSD 방법에 의한 경우에는 3 품종 모두가 함량은 달라도 거의 유사한 종류의 휘발성 화합물들이 확인되었다. 가장 많은 것으로 확인된 화합물은 hexanal, acetic acid, 1-hexanol, 1-octen-3-ol 등이었는데 acetic acid의 함량이 거의 유사한 것에 비하여 LOX의 반응물이라고 알려진 hexanal은 진품콩 2호가 가장 적은 것으로 확인되었다. GC-FID를 사용하여 분석한 결과에서도 진품콩 2호의 hexanal과 pentanol 함량이 황금콩에 비하여 상대적으로 적은 것으로 나타났는데, GC-FID에 의한 분석법은 lipoxygenase 결핍 콩의 중요한 휘발성 성분의 손쉬운 분석 방법인 것으로 확인되었다.

이상의 결과에서 LOX가 결핍된 콩이 일반적으로 황금콩에 비하여 hexanal, pentanol 등의 휘발성 화합물들이 다소 적게 나타나 식품이용 가능성을 보여 주었으나 차이가 그렇게 현저하지는 않았다. 따라서 더 효과적인 비린내 개선을 위해서는 LOX 각 동질효소의 특성과 콩비린내 성분의 생성기작에 대한 이해, 그리고 비린내 제거를 위한 여러 가지 방법과의 병행에 대한 계속적인 연구가 필요한 것으로 여겨진다.

### 참고문헌

- Moser, H. A., Evans, C. D., Campbell, R. E., Smith, A. K. and Cowan, J. C. : Sensory evaluation of soy flour, *Cereal Sci. Today*, 12, 296~302 (1967).
- MacLeod, G. and Ames, J. : Soy flavor and its improvement, *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 27, 218~400 (1988).
- Axelrod, B., Cheesbrough, T. M. and Lasko, S. : Lipoxygenase from soybean, *Methods Enzymol.*, 71, 441~451 (1981).
- Grosch, W. : Lipid degradation products and flavor, in *Food Flavors*: Part A, Introduction, Morton, I. D. and MacLeod, A. J., Eds., Elsevier Scientific, New York, p.325 (1982).
- Christopher, J. P., Pistourius, E. K. and Axelord, B. : Isolation of on isoenzyme of soybean lipoxygenase, *Biochem. Biophys. Acta*, 198, 12~19 (1972).
- Chen, A. O. and Whitaker, J. R. : Purification and characterization of a lipoxygenase from immature English peas, *J. Agric. Food Chem.*, 34, 203~211 (1986).
- Frankel, E. N., Waner, K. and Klein, B. P. : Flavor and oxidative stability of oil processed from null lipoxygenase-1 soybeans, *JAOCs*, 65(1), 147~150 (1988).
- Hildebrand, D. F., Hamilton, F. R., Loughrin, J. H., Ali, K. and Andersen, R. A. : Lipoxygenase 3 reduces hexanal production from soybean homogenates, *J. Agric. Food Chem.*, 38, 1934~1936 (1990).
- Matoba, T., Hidaka, H., Narita, H., Kitamura, K., Kaizuma, N. and Kito, M. : Lipoxygenase-2 isozyme is responsible for generation of n-hexanal in soybean homogenate, *J. Agric. Food Chem.*, 33, 852~855 (1985).
- Arai, S., Noguchi, M., Kaje, M., Kato, H. and Fujimaki, M. : n-Hexanal and some volatile alcohols their distribution in raw soybean tissues and formation in crude soy protein concentrate by lipoxygenase, *Agric. Biol. Chem.*, 34(9), 1420~1423 (1970).
- Fujimaki, M., Arai, M. K. and Sakurai, Y. : Studies on flavor components in soybean. Part I. Aliphatic carbonyl compounds, *Agr. Biol. Chem.*, 29(9), 855~863 (1956).

(2000년 3월 23일 접수)