

## 밀 제분부위별 휘발성 성분의 차이

한옥규<sup>†</sup> · 김양길

작물과학원 호남농업연구소

### Difference in Volatile Flavor Components among Milling Fractions of Wheat

Ouk-Kyu Han<sup>†</sup> and Yang-Kil Kim

Honam Agricultural Research Institute, NICS, RDA, Iksan 570-080, Korea

**ABSTRACT :** This study was conducted to obtain basic information on the utilization of wheat flour for good organoleptic evaluation score. Wheat seed was milled by Bühler test mill. Volatile flavor compounds of five milling fractions such as Break I-II ( $B_1+B_2$ ), Reduction I ( $R_1$ ), Reduction II ( $R_2$ ), Bran and Short were determined and their differences were discussed. There was significant difference in quantity of flavor compounds but no difference in qualitative composition among milling fractions. The outer layer of wheat endosperm ( $R_2$  layer) showed higher amount of m-xylene and n-butanol in volatile flavor compounds compared with inner endosperm layer ( $B_1$ ,  $B_2$ ,  $R_1$ ). The  $R_2$  layer showed quantitatively higher composition of major flavor compounds than inner endosperm layer ( $B_1$ ,  $B_2$ ,  $R_1$ ). This result points out that the  $R_2$  layer exhibited stronger flavor than  $B_1$ ,  $B_2$ , and  $R_1$  layers.

**Keywords:** wheat, volatile flavor components, milling fractions

곡류의 품질을 좌우하는 요인은 외관, 화학적 성분, 물리적 특성 및 식미 등이나, 대부분의 사람들이 양질 품종에서 인지하는 우수한 맛은 식미에 의한다. 그러나 식미란 단순히 미각 만을 의미하지 않으며 후각도 상당 부분 관여하는 것으로 알려져 있다. 따라서 후각의 인지 대상이 되는 곡류의 휘발성 성분에 대한 연구 및 이에 대한 개량도 매우 중요하다.

곡류에서 향기성분은 벼에서 잘 알려져 있는데 향미는 2-acetyl-1-proline 성분이 일반벼 보다 10배 이상 높고(Buttery *et al.*, 1983), 이 성분은 바람직한 냄새와 정의 상관을, hexanol은 부의 상관이 있다고 보고(Paul & Powers, 1989)되어 있다. Maga(1978), McWilliams & Mackey(1969)는 밀에서 원액의 휘발성 향기성분에 대한 상세한 정보가 이용된다면 제빵과정에서 생성되는 빵의 향기성분에 대한 정보를 보다 잘 이해할 수 있을 것이라고 하였고, Johnson *et al.*(1966)은 밀

에서 동정된 향기성분 중에서 3-methyl-2-butanone과 2,2-dimethyl-3-pentanone은 밀가루의 반죽 및 발효시 혹은 제빵시 발생하는 빵의 주요 향기성분으로서, 빵의 향기성분은 원액에 존재하는 성분으로부터 야기된다고 하여 그 중요성을 시사하였다.

한 등(1998a, b)은 밀에서 휘발성 향기성분이 품종간 및 재배지역간 차이가 있음을 보고한 바 있다. 그러나 밀은 제품을 만들 때 제분기에 의해 1차 가공을 하여 목적하는 부위만을 취해 2차 가공용으로 이용하는 경우가 대부분이므로 제분부위별 휘발성 성분을 검토하는 것도 유용하리라 생각된다.

따라서 이 연구에서는 Bühler test mill에 의해 제분된 밀가루에 대하여 분획별로 휘발성 성분을 검토하여 관능특성이 좋은 밀가루 제품 생산 및 품종 개량에 기초 자료를 제공하고자 하였다.

### 재료 및 방법

#### 공시재료

이 실험의 공시품종은 국산 밀인 그루밀을 제분하여 사용하였다.

#### 제분

제분은 Bühler test mill을 사용하여 수분함량을 14%로 조절한 원액 10 kg을 분당 30g의 공급속도로 투입하여 실시하였다. 원액은 각각 3개의 break roll 및 reduction roll을 순차적으로 통과시켜 break roll에서 분리된  $B_1$ ,  $B_2$ 층과 reduction roll에서 분리된  $R_1$ ,  $R_2$ 층, 그리고 잔여물인 겨층과 배아층을 분리시켰다. 제분된 밀가루는 효소의 작용을 억제하기 위하여 부위별로 polyethylene film bag에 담아 4°C에 저장하였고, 이를 분석 시료로 사용하였다.

#### 추출 및 동정

**추출** – 휘발성 성분의 추출은 한 등(1998a)의 방법에 의하여

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-63-840-2146 (E-mail) okhan98@rda.go.kr

<Received April 25, 2005>

실시하였다. 즉 밀 분말시료 200 g을 SD법(steam distillation method)으로 2시간 동안 수증기 증류하였으며, 이때 추출용매는 diethyl ether 500 ml를 사용하였다. 추출된 휘발성 성분은 250 ml의 separate funnel에 넣고 수차례 진탕하여 물과 용매층을 분리하였으며, 이것을 3회 반복하여 용매층만을 취한 다음 무수황산나트륨(Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhydrous)으로 4°C에서 12시간 탈수시켰다. 탈수된 용매는 filter paper로 여과한 후 rotary evaporator로 30°C 이하에서 감압 농축하여 용매를 1차 제거하고, N<sub>2</sub>가스 기류하에 용매를 완전히 제거하여 gas chromatography 및 mass spectrometry의 분석 시료로 이용하였다.

**GC에 의한 휘발성 성분의 분리 및 GC-MS에 의한 동정** – Gas chromatography는 표 1의 분석조건으로 실시하였다. GC는 HP-5890II GC이며, column은 Supelcowax-10 fused silica capillary(30 m × 0.32 mm I.D.)를 사용하였고, column temperature는 50°C에서 10분간 머문 후 분당 3°C씩 올려 220°C에서 50분간 유지하였다. Detector는 flame ionization detector를 사용하였는데, detector 및 injector temperature는

**Table 1.** Gas chromatography conditions for volatile flavor component analysis.

Instrument	HP 5890 Series II
Column	Supelcowax-10 fused silica capillary (0.32 mm × 30 m I.D.)
Detector	Flame Ionizatin Detector
Carrier gas	N <sub>2</sub> 1.0 ml/min.
Oven temperature	50°C (10 min) $\xrightarrow{3^{\circ}\text{C}/\text{min}}$ 220°C (50 min)
Injector temperature	250°C
Detector temperature	250°C
Injection volume	0.2 μl
Split mode	1 : 80
Integrator	HP 3396 series II

**Table 2.** Mass spectrometry conditions for volatile flavor component analysis.

Instrument	HP 5890 Series II
Gas chromatography	FFAP (50m×0.2mm×0.11mm film thickness)
Column	FFAP (50m×0.2mm×0.11mm film thickness)
Head pressure	15 psi.
Injector temperature	230°C
Detector temperature	230°C
Oven temperature	60°C (3min) $\xrightarrow{3^{\circ}\text{C}/\text{min}}$ 220°C (50min)
Carrier gas	He 1.0 ml/min
Split mode	1 : 100
Mass spectrometry	HP 5970 MSD
Ionization mode	Electron impact
Ionizing potential	70 eV
Source temperature	230°C
Analyzer vacuum	1.2×10 <sup>-5</sup> torr

250°C로 하였고, 운반기체는 질소를 사용하여 분당 1.0 ml의 유속으로 하였으며, split ratio는 1 : 80으로 하였다.

GC-MS는 표 2에서와 같이 HP 5890II/HP 5970 MSD 모델을 사용하였는데, column은 FFAP fused silica capillary (50 m × 0.2 mm I.D.)를 사용하였고, column temperature는 60°C에서 3분간 머문 후 분당 3°C씩 올려 220°C에서 50분간 유지하였으며, 이온화 전압은 70 eV였다. 물질동정은 TIC와 각 peak의 mass spectrum을 얻은 후 Wiley/NBS library data searching을 한 결과, 탐색되어 나온 화합물중 일치되는 횟률이 가장 높은 성분부터 선별한 후 GC의 머무름 시간 및 문현상의 mass spectral data(Jenning *et al.*, 1980; Wiley, 1989) 등을 비교 검토하여 확인하였다.

## 결과 및 고찰

### 휘발성 성분의 조성

통밀과 Bühler test mill에 의하여 분리된 제분부위로서 종자의 배유층인 break I·II (B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>), reduction I (R<sub>1</sub>), reduction II (R<sub>2</sub>)와 바깥층에 해당되는 겨층 및 배아층의 휘발성 성분 조성을 검토한 결과는 표 3과 같다.

휘발성 성분은 제분부위에 따라 정성적인 차이는 없었으나 정량적인 차이는 있었는데, 특징적으로 차이를 보이는 성분은 m-xylene, n-hexanal, n-butanol, 2-ethyl-1-hexanol, hexadecanoic acid 및 ethyl linoleate였다. m-xylene은 통밀에서 28.27%였으나 제분부위별로 볼 때 바깥층인 겨층 및 배아층에서 각각 47.38%, 36.51%로 다양 존재하였고, 배유층인 B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>, R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>층에서는 0.83~1.88%로서 적은 조성을 보였다. n-hexanal은 겨층, 배아층, B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>층에서 1.29~1.79%로 적었으나 통밀에서는 20.09%로 높았고, R<sub>2</sub>층에서도 5.77%로서 다른 배유층에 비하여 높은 경향이었다. n-butanol의 조성은 통밀과 겨층 및 배아층에서 29.45%, 19.28% 및 14.57%로 높았고, R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>층에서도 4.18~5.35%로서 B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>층의 0.44%에 비하여 높은 편이었다. 2-ethyl-1-hexanol, ethyl linoleate 및 hexadecanoic acid는 통밀과 겨층 및 배아층에 비하여 B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>층에서 많은 조성을 보였고, R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>층도 겨층과 배아층에 비하여 비교적 높은 경향이었다.

### 휘발성 성분의 관능기별 차이

제분부위에 따른 휘발성 성분의 관능기별 조성은 표 4와 같다. Hydrocarbon류의 조성은 겨층, 배아층 및 통밀에서 높았고, 겨층과 배아층 등이 제거된 B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>, R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>층에서는 이들의 조성이 비교적 낮고 부위별 차이도 거의 없는 것으로 나타났다. Alcohol류는 통밀에서 32.71%로서 B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>층의 조성비율인 22.76%보다 다소 높았으나 R<sub>2</sub>층과 겨층 및 배아층과는 비슷한 수준이었으며, 밀가루 부위에서는 B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>, R<sub>1</sub>층에 비해 R<sub>2</sub>층이 높은 경향이었다. Acid류의 조성은 통밀과 겨층

Table 3. Difference in volatile flavor components among milling fractions of Geurumil.

Compounds	Peak area (%)					
	Whole-grain	Break I and II (B <sub>1</sub> +B <sub>2</sub> )	Reduction I (R <sub>1</sub> )	Reduction II (R <sub>2</sub> )	Bran	Short
m-Xylene	28.27	0.83	1.80	1.88	47.38	36.51
Tetradecane	0.08	0.96	0.43	0.56	0.41	1.01
α-Cubebene	0.05	0.71	0.63	0.91	0.24	0.48
Hexadecane	0.10	0.40	0.41	0.31	t	0.20
β-Caryophyllene	t	t	0.37	t	0.09	0.14
1-Methyl naphthalene	0.72	0.53	0.51	0.52	0.37	0.26
Haptadecane	0.21	2.04	2.29	1.84	0.48	1.30
Octadecane	t	0.62	t	0.36	t	t
Heneicosane	0.21	1.01	1.09	0.81	0.37	0.37
Docosane	0.21	0.58	0.25	0.35	0.53	1.19
Tricosane	0.17	0.88	0.62	0.94	0.38	0.60
Tetracosane	0.31	4.29	2.60	1.67	1.13	0.54
Pentacosane	0.24	0.90	1.65	0.67	0.23	0.51
Hexacosane	t	0.66	2.51	0.48	t	0.27
Nonacosane	0.31	0.88	1.37	1.39	0.50	0.93
Acetaldehyde	t	0.32	t	0.31	t	t
Acetone	0.19	0.58	0.41	1.17	0.36	0.94
n-Hexanal	20.09	t	1.79	5.77	1.72	1.29
n-Pentanal	t	0.86	t	1.61	t	t
n-Heptanal	1.75	0.93	0.25	0.62	1.35	1.19
Benzaldehyde	0.77	t	0.51	0.76	0.43	0.84
9,13,15-Octatrienol	t	0.72	0.68	0.58	0.46	0.92
n-Butanol	29.45	0.44	4.18	5.35	19.28	14.57
3-Hexanol	t	t	0.80	1.60	t	t
2-Hexanol	0.06	0.65	2.93	7.44	0.16	0.61
1-Methyl cyclopentanol	t	1.19	0.80	1.14	t	t
1-Octen-3-ol	t	t	t	t	0.14	0.14
2-Ethyl-1-hexanol	2.16	16.64	9.85	8.27	5.38	7.20
n-Octanol	t	t	t	0.16	t	0.12
6-Methyl-heptanol	0.06	0.79	0.65	0.49	0.18	0.29
Benzyl alcohol	0.09	0.37	0.29	0.26	0.17	0.36
β-Phenyl ethyl alcohol	0.53	1.17	2.16	2.23	0.69	1.66
Phenol	0.05	0.26	0.30	0.29	0.12	0.22
α-Bisabolol	0.31	1.25	1.00	0.86	1.53	5.50
1-Octadecanol	t	t	0.29	t	t	t
Methyl salicylate	t	0.74	0.64	0.26	0.13	t
Ethyl tetradecanoate	0.07	t	t	t	t	t
Ethyl linoleate	0.34	4.64	4.93	2.08	1.27	1.14
Ethanoic acid	0.08	2.09	1.59	1.08	0.23	0.18
Nonanoic acid	t	t	t	t	t	t
Tetradecanoic acid	0.17	2.06	1.62	1.03	0.56	0.28
Pentadecanoic acid	0.30	1.96	1.46	1.49	0.79	1.29
Hexadecanoic acid	3.37	20.67	23.04	19.62	7.40	12.19
Heptadecanoic acid	t	t	t	0.45	t	t
Octadecanoic acid	0.65	8.01	7.20	4.63	2.13	1.29
Octadecenoic acid	1.26	1.94	7.42	9.23	1.95	1.48
Octadecadeinoic acid	0.18	15.24	6.76	7.10	1.06	1.31

\*Fractions by Bühler test mill. t : trace

및 배아층에서는 6.01~18.02% 범위로서 매우 적은 편이었으나, 밀가루 부위인 B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>층에서는 44.63~51.97%로 매우 높았다. Aldehyde · ketone류는 통밀에서 22.8%로서 조성이 높은 반면, B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>, R<sub>1</sub>층 및 겨층과 배아층에서는 이들 조성이 10% 미만으로서 매우 낮았다. 그러나 R<sub>2</sub>층은 10.82%

로서 같은 배유층인 B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub> 및 R<sub>1</sub>층과 비교할 때 aldehyde류의 조성이 높은 편이었다.

이상의 결과를 종합하면 종자의 내부층인 B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>, R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>층은 acid류, alcohol류, hydrocarbon류, aldehyde류 및 ester류 순으로, 바깥층인 겨층과 배아층은 hydrocarbon류, alcohol

류, acid류, aldehyde류 및 ester류 순으로 그 조성이 높아 제분부위에 따른 휘발성 성분의 조성은 차이가 있었다. 특히 역자가 낮아 제분부위별 밀의 냄새 차이에 영향을 줄 것으로 추정되는 n-butanol(Buttery *et al.*, 1988)은 겨충과 배아층에서 그 조성이 매우 높고, 배유부위 내에서는 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>층에 비하여 R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>층에서 다소 높은 조성을 보여, 밀 종자의 바깥층 부위에 많이 존재하는 것으로 추정되었다.

Young & Gilles(1970)에 의하면 밀의 hydrocarbon류 함량은 제분부위에 따라서 차이를 보이는데, 밀가루에 존재하는 hydrocarbon류는 밀의 겨충에서 유래된 것이 많지만, 일부의 성분은 겨충과 다른 종류의 hydrocarbon을 가졌기 때문에 밀가루 자체에 친연적으로 함유하고 있는 것이라고 보고하여 제분부위에 따른 정성적인 차이를 인정하였다. 특히 휘발성 성분 중에서 n-hexanal, pentanal 등의 aldehyde류는 쌀겨에서 발견되는 성분들이며(Mitsuda *et al.*, 1968), 쌀에서 도정률을 높일수록 급격히 감소된다는 Tsugita *et al.*(1980)의 보고로 추정해 볼 때 이들 성분은 호분층의 특징적인 냄새를 발생시키는 성분들로 판단되었다.

#### C<sub>6</sub>-alcohol, aldehyde 및 C<sub>8</sub>-alcohol류의 차이

밀의 제분부위에 따른 C<sub>6</sub>-alcohol류, C<sub>6</sub>-aldehyde류 및 C<sub>8</sub>-alcohol류의 조성을 비교한 결과는 표 5에서와 같다. 한 등(1998)에 의해 밀 휘발성 향기성분의 지표화합물로 확인된 C<sub>6</sub>-alcohol, C<sub>6</sub>-aldehyde 및 C<sub>8</sub>-alcohol류는 제분부위에 따라 차이를 보였는데 C<sub>6</sub>-alcohol류의 조성은 R<sub>2</sub>층에서 7.44%로서 B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>층의 0.65%, R<sub>1</sub>층의 2.93%에 비하여 높았다. C<sub>6</sub>-aldehyde류는 B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>층, R<sub>1</sub>층에 비하여 R<sub>2</sub>층에서 높아

C<sub>6</sub>-alcohol류와 같은 경향이었다. 그러나 C<sub>8</sub>-alcohol류는 R<sub>1</sub>층 11.02%, R<sub>2</sub>층 10.66%에 비하여 B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>층에서 17.81%로서 높았다. C<sub>6</sub>-alcohol류, C<sub>6</sub>-aldehyde류 및 C<sub>8</sub>-alcohol류의 조성비를 합한 peak area(%) 면에서는 R<sub>2</sub>층이 다른 부위에 비하여 현저히 높았다.

김(1986)에 의하면 밀 종실은 부위에 따라서 성분의 차이를 나타내며, 그 중에서도 휘발성 향기성분의 전구물질인 지방질은 순수한 배유층보다 호분층이나 과피 바로 아래층에 많고, 또한 그 부위에 지방산 분해효소가 집중되어 있다고 하였다. 이를 근거로 추정해 볼 때 C<sub>6</sub>-alcohol 및 C<sub>6</sub>-aldehyde류, 특히 n-hexanal이 내부층인 B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>층에 비하여 비교적 바깥층인 R<sub>1</sub> 및 R<sub>2</sub>층에서 다량으로 동정된 것은 호분층에서 풍부한 linoleic acid가 자동산화에 의하여 hydroperoxide를 생성한 후 산화되었거나(이, 1988), Gardner(1975)가 보고한 hydroperoxide가 hydroperoxide lyase에 의한 효소적 분해에 의하여 영향을 받은 것으로 고찰되었다. 또한 밀에서 관능적으로 우수한 냄새는 C<sub>6</sub>-alcohol, C<sub>6</sub>-aldehyde와 C<sub>8</sub>-alcohol류의 일정한 조합으로 발현된다는 한 등(1998b)의 보고로 미루어 볼 때 순수한 배유층인 B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>층은 C<sub>8</sub>-alcohol류 조성이 많은 반면 C<sub>6</sub>-alcohol류, C<sub>6</sub>-aldehyde류의 조성이 미미하여 약한 냄새를 내고, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>층은 이들의 조성이 B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>층에 비하여 상대적으로 높아 강한 밀 냄새를 발현할 것으로 추정되었다.

#### 적 요

관능특성이 우수한 밀가루의 제품생산 및 밀 품종 개량을 위한 기초자료를 얻고자 국산 그루밀 원액을 Bühler test mill

**Table 4.** Difference in functional groups of volatile flavor components among milling fractions of Geurumil.

Functional groups	Peak area (%)					
	Whole-grain	Break I and II (B <sub>1</sub> +B <sub>2</sub> )	Reduction I (R <sub>1</sub> )	Reduction II (R <sub>2</sub> )	Bran	Short
Hydrocarbons	30.88	15.29	16.63	12.69	52.11	44.31
Alcohols	32.71	22.76	23.25	28.09	27.65	30.67
Aldehydes, ketones	22.80	3.41	3.64	10.82	4.32	5.18
Acids	6.01	51.97	49.09	44.63	14.12	18.02
Esters	0.41	5.38	5.57	2.34	1.40	1.14

**Table 5.** Difference in C<sub>6</sub>-alcohols, C<sub>6</sub>-aldehydes and C<sub>8</sub>-alcohols of volatile flavor components among milling fractions of Geurumil.

Compounds	Peak area (%)					
	Whole-grain	Break I and II (B <sub>1</sub> +B <sub>2</sub> )	Reduction I (R <sub>1</sub> )	Reduction II (R <sub>2</sub> )	Bran	Short
C <sub>6</sub> -alcohols	0.06	0.65	2.93	7.44	0.16	0.61
C <sub>6</sub> -aldehydes	20.09	t	1.79	5.77	1.72	1.29
C <sub>8</sub> -alcohols*	2.69	17.81	11.02	10.66	6.07	8.98
Total	22.84	18.46	15.94	23.87	7.95	10.88

\*2-ethyl-1-hexanol, n-octanol and β-phenyl ethyl alcohol. t : trace

로 제분하고, 각 제분부위별로 휘발성 향기성분을 검토하였다.

1. 제분부위에 따른 밀의 휘발성 향기성분은 배유층인  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $R_1$  및  $R_2$ 층과 바깥층인 겨층과 배아 간에 정성적인 차이는 없었으나 정량적인 차이는 있었다.

2. 겨층 및 배아층은 배유층에 비하여 m-xylene, n-butanol의 조성이 매우 높았다.

3. 밀에서 냄새의 지표화합물인  $C_6$ -aldehyde류와  $C_6\sim_8$ -alcohol류의 조성은 제분부위에 따라 차이가 있었으며, 배유층 내부인  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $R_1$ 층보다 바깥층인  $R_2$ 층에서 조성이 높았다. 따라서  $R_2$ 층이  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $R_1$ 층에 비하여 관능적으로 보다 우수할 것으로 추정되었다.

### 인용문헌

- Buttery, R. G., L. C. Ling, B. O. Juliano, and J. G. Turnbaugh. 1983. Cooked rice aroma and 2-acetyl-1-pyrroline. *J. Agric. Food Chem.* 31(4) : 823-826.
- Buttery, R. G., J. G. Turnbaugh, and L. C. Ling. 1988. Contribution of volatiles to rice aroma. *J. Agric. Food Chem.* 36(5) : 1006-1009.
- Gardner, H. W. 1975. Decomposition of linoleic acid hydroperoxides. -Enzymic reactions compared with nonenzymic-. *J. Agric. Food Chem.* 23(2) : 129-136.

한옥규, 조장환, 채제천. 1998a. 밀 향기성분의 동정 및 평가와 품종간 차이. *한국육종학회지* 30(3) : 273-282.

한옥규, 조장환. 1998b. 밀 향기성분의 재배지역간 차이. *한국육종학회지* 30(4) : 337-342.

Jennings, W. and T. Shibamoto. 1980. Quantitative analysis of flavor and fragrance volatiles by glass capillary gas chromatography. Academic Press. N.Y.

Johnson, J. A., L. Rooney, and A. Salem. 1966. Chemistry of bread flavor. in "Flavor Chemistry", ed. Amer. Chem. Soc. Washington, D.C.

김성곤. 1986. 미국 밀의 생산과 이용. *한국제분공업협회*. 서울.

이규한. 1988. 식품화학. 형설출판사. 서울.

Maga, J. A. 1978. Cereal volatiles, A review. *J. Agric. Food Chem.* 26(1) : 175-178.

McWilliams, M. and A. Mackey. 1969. Wheat flavor components. *J. Food Sci.* 34 : 493-496.

Mitsuda, H., K. Yasumoto, and K. Iwami. 1968. Analysis of volatile components in rice bran. *Agric. Biol. Chem.* 32(4) : 453-458.

Paule, C. M. and J. J. Powers. 1989. Sensory and chemical examination of aromatic and nonaromatic rices. *J. Agric. Food Chem.* 54(2) : 343-346.

Wiley National Bureau of Standard (NBS). 1989. Registry of mass spectral data. Wiley Sci. N.Y.

Young, V. L. and K.A. Gilles. 1970. Wheat hydrocarbons. *Cereal Chem.* 47 (4) : 317-323.