

## Glucose-Ammonia (1M+8M) 褐色化 反應液에서 얻어진 Methylene Chloride 抽出物의 抗酸化 効果

白 香 德 · 金 東 勳

高麗大學校 農科大學 食品工學科

(1979년 1월 31일 수리)

## Antioxidant Activity of Methylene Chloride Extracts Obtained from Glucose-Ammonia (1M+8M) Browning Mixtures

Hyang-Deok Paik and Dong-Hoon Kim

Department of Food Technology, College of Agriculture, Korea University, Seoul

(Received January 31, 1979)

### Abstract

An attempt was made to investigate the antioxidant activity of methylene chloride extracts of a glucose-ammonia browning reaction mixture, which contain pyrazines, important intermediate products of Maillard-type browning reactions.

Methylene chloride extracts were obtained from a glucose-ammonia(1M+8M) browning reaction mixture, which had been heated at 100°C. for 4 hours. The molar ratio of the reactants and the reaction time were reported to be the optimum ratio and time for the maximum formation of pyrazines. The methylene chloride extracts and furfural (for comparison purpose) were added to edible rapeseed oil substrates, and the resulting substrates and the control were stored at 37.0±1.0°C. Peroxide values (POV), thiobarbituric acid values (TBA-values) and acid values (AV) of the substrates and the control were determined regularly during a 34-day storage period. The antioxidant activity of the methylene chloride extracts and furfural was estimated on the basis of POV, TBA-value and AV-development of the substrates and the control.

It was found that the methylene chloride extracts of the glucose-ammonia (1M+8M) browning mixture possessed considerable antioxidant activity. Furfural also showed some activity.

### 서 론

여러 식품들, 특히 加工食品에 있어서는 그 加工過程이나 貯藏過程에서 Maillard型 褐色化反應이 進行되어, 그 식품들의 색깔을 어둡게 하고, 異味, 異臭를 가

져올 뿐만아니라 lysine 등의 아미노酸의 損失을 가져옴으로써 營養價의 低下를 가져오는 事實이 잘 알려져왔다.

그러나 이들 褐色化 反應 生成物들의 일부가 그 식품들의 脂肪質成分에 대해서 抗酸化效果를 갖고 있는 事實도 오래전부터 注目되어 왔다.

즉, Evans<sup>(11)</sup>들과 Cooney<sup>(2)</sup>들은 Maillard型 褐色化反應의 生成物인 amino-hexose reductones들이 抗酸化作用을 갖고 있다는 사실을 報告하고 있다. 또한 Maillard型 褐色化反應중 形成된 reductones와 같은 反應生成物들이 食用油나 脂肪質食品의 安定性에 寄與했다고 報告<sup>(3-6)</sup>되고 있다. Kirigaya<sup>(7)</sup>들은 Maillard型 褐色化反應에서 反應生成物の 색깔이 질을수록 抗酸化效果가 있었다고 報告하고 있으며, 이들<sup>(8,9)</sup>은 또한 反應後期에 形成되는 melanoidine色素들이 效果的인 抗酸化物質로 推定하고 있다. 한편, 黃<sup>(10)</sup>과 其他의 研究者들<sup>(11-14)</sup>은 Maillard型 褐色化反應에서는 그初期에 相當한 抗酸化力을 가진 中間體들이 形成되는 事實을 보고하고 있다. 한편, Maillard型 褐色化反應의 進行중 reductones外에도 各種 heterocyclic 化合物들 즉 furans, pyrans, pyrroles, pyrazines, imidazoles 등이 中間生成體로써 形成되는 사실이 알려져 있다.<sup>(15,16)</sup> furfural과 그 誘導體들도 Maillard型 褐色化反應이 일어날 것으로 생각되는 여러 加工食品들 例로써 果實加工品, 커피등에서 분리되어 왔다.

이들 中間生成體들중에서도 가장 重要한 生成體들의 하나로 생각되고 있는 pyrazine誘導體들에 대해서는 많은 研究가 되어 왔다.<sup>(17-21)</sup> 즉, pyrazine誘導體들은 加工된 땅콩<sup>(15)</sup>, coffee<sup>(22)</sup>와 cocoa<sup>(23,24)</sup> 등에서 揮發性成分으로 분리되고 있으며, 此外에도 加熱調理된 肉類<sup>(25)</sup> 또는 승냥의 揮發性成分들<sup>(26)</sup>로써 분리되고 있다.

한편, Stewart<sup>(17)</sup>와 Mussinan<sup>(25)</sup>들에 의하면 이 pyrazine誘導體들은 糖類와 아미노酸들 사이의 反應, 즉 Maillard型 褐色化反應에서 形成된다고 報告하고 있다.

한편, Koehler<sup>(18)</sup>들은 Maillard型 褐色化反應 model로써 glucose-amino acid, glucose-ammonia의 두體系를 使用하여 여러條件에서의 pyrazine, alkylated pyrazines 形成狀況을 조사했다. 이들은 glucose-ammonia system의 경우 alkylated pyrazines는 적게, pyrazine은 많이 形成되는 反面에 glucose-amino acid system에서는 前者는 많이 後者는 적게 形成되었음을 報告하고 있다.

이들<sup>(18)</sup>은 또한 pyrazine이나 alkylated pyrazines가 糖類와 아미노酸의 分解로 生成된 ammonia사이의 縮合이 아니라 糖類와 아미노酸의 아미노基의 直接的인 縮合에 의해서 形成된다고 말하고 있다. Stewart<sup>(17)</sup>는 pyrazine誘導體의 形成은 糖類와 아미노基의 縮合以外에 Hammick이 提示한 反應機構에 의해서 形成된 aminoalcohols와의 縮合에 의해서도 形成된다고 한다.

Shibamoto<sup>(20)</sup>은 glucose-ammonia褐色化反應系에

서 pyrazine誘導體의 最大生成量을 가져오는 最適反應濃度, 溫度 및 時間을 調査하여 glucose와 ammonia의 molar ratio가 1:8, 溫度 120°C 前後, 時間 4時間이었다고 報告하고 있다. 이들<sup>(2)</sup>은 또한 fructose, mannose, rhamnose와 ammonia의 反應系에서 fructose와 mannose는 enediol反應을 통해서 glucose로 전환될 수 있기 때문에 비슷한 pyrazine誘導體를 形成하나 rhamnose의 경우에는 形成된 pyrazine誘導體의 種類도 다르고 生成量도 많았다고 報告하고 있다.

한편, Maillard型 褐色化反應系의 初期生成物이나 後期生成物인 melanoidins色素들의 抗酸化效果에 대해서는 널리 研究되고 있다. 그러나, 上述한 各種의 中間生成體들의 抗酸化效果에 관한 研究는 많지 않다. 더구나 重要한 中間生成體의 하나인 pyrazine誘導體들의 抗酸化效果에 대한 研究는 거의 없는듯 하다.

따라서 本實驗에서는 Maillard型 褐色化反應의 重要한 中間生成體의 하나인 pyrazine誘導體들의 抗酸化效果를 보기 위해 pyrazine誘導體形成의 最適條件<sup>(18,20,21)</sup>에서 glucose-ammonia褐色化反應을 實施한 후 여기서 methylene chloride抽出物을 얻어 그 抗酸化作用을 調査하고자 하였다. 한편, Maillard型 褐色化反應에 있어서 또하나의 重要한 中間生成體인 furfural誘導體의 하나인 furfural의 抗酸化效果도 比較의 目的으로 함께 調査하고자 하였다.

## 실험 방법

### 1. 抗酸化效果測定에 사용된 基質

本實驗에 基質로 사용한 食用油脂는 精製된 그러나 아직 抗酸化劑處理가 안된 평지씨기름(서울市內 某食品會社 精製)이었다. 實驗에 사용 직전의 上記 평지씨기름의 過酸化物價는  $2.0 \pm 0.1$ , 遊離脂肪酸價는  $0.21 \pm 0.01$ , 沃度價는  $102.5 \pm 2.5$ , TBA價(thiobarbituric acid value)는  $1.06 \pm 0.00$ 였었다.

本實驗을 통해서 過酸化物價는 Wheeler의 方法<sup>(27)</sup> 遊離脂肪酸價는 Triebold들이 설명한 方法,<sup>(28)</sup> 沃度價는 AOAC公定試驗法중의 Hanus法<sup>(29)</sup>, TBA價는 Sidwell의 方法<sup>(30)</sup>에 의해서 測定되었다.

### 2. 褐色化反應의 進行

Glucose-ammonia (1M+8M) Maillard型 褐色化反應液은 먼저 D-glucose 54g을 300 ml의 증류수에 녹인후 28% NH<sub>4</sub>OH 溶液 163.5 ml을 加하여 이 混合液을 1 liter용량의 플라스크에 옮겨 還流冷却器를 부착시켜 100°C에서 4時間 加熱하여 얻었다. 한편, glucose-glycine(1M+8M) Maillard型 褐色化反應液도 먼저

D-glucose 54 g을 300 ml의 증류수에 녹인 후 90g의 glycine이 용해된 150ml의 glycine-용액을 여기에 加했다. 그 다음 還流冷却器가 달린 1 liter의 플라스크에서 100°C 4時間 加熱하여 얻었다.

### 3. 두 褐色化 反應液의 색깔의 變化

上記의 두개의 褐色化反應液에서 褐色化反應 進行中 反應이 시작한지 1/4, 1/2, 1 및 2 時間 후 各各의 反應液에서 10 ml씩 反應液을 取하여 색깔測定에 사용하였다. 즉, 두 褐色化 反應液의 反應時間에 따른 색깔의 變化는 前述한 採取液을 0~5°C의 냉장고에서 2~3時間 冷却시킨 후 濾過하여 이 濾液의 470 nm에서의 absorbance를 Beckmann Model 25 spectrophotometer를 사용하여 測定하였다.

### 4. Pyrazine誘導體의 抽出

上記의 glucose-ammonia (1M+8M), glucose-glycine (1M+8M)의 두 褐色化反應液에서 褐色化反應이 시작한지 4時間 후의 反應液 各各 10 ml를 取하여 Shibamoto와 Bernhard의 方法<sup>(20,21)</sup>에 따라 methylene chloride로 1회 20 ml씩 사용하여 5회 계속 抽出하였다. 이 抽出液들을 합하여 여기에 無水 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 少量 가하여 脫水하였다. 그 다음 rotary vacuum evaporator를 사용하여 抽出溶媒 methylene chloride를 제거하여 진한 褐色의 油狀의 殘渣를 얻었다. 이 殘渣를 20 ml의 methylene chloride로 3회 다시 抽出한 후 이 抽出液를 rotary vacuum evaporator로 농축, 다시 methylene chloride를 가하여 정확히 30 ml로 만들었다. 이 methylene chloride抽出液중 10 ml씩을 취하여 抗酸化 效果 測定에 사용하였다. 以上の 操作중 rotary vacuum evaporator 使用時의 溫度는 40~45°C였었다.

### 5. Methylene chloride抽出液의 基質에 대한 抗酸化 效果의 測定

전술한 方法에 의해서 얻어진 各 抽出液 10 ml씩을 各各 210 g의 평지서기름에 넣고 잘 混合하여 溶媒를 水浴上에서 除去한 다음, 3개의 같은 크기의 Petri dish에 나눠 넣었다.

Glucose-ammonia(1M+8M)와 glucose-glycine(1M+8M)의 褐色化 反應液의 methylene chloride抽出物들이 들은 基質들, 즉 試料區 G-A, G-G 그리고 methylene chloride處理 후 3개의 Petri dish에 나눠진 基質, 즉 control를 함께 37.0±1.0°C의 溫度를 維持하고 있는 incubator에서 34日間 貯藏實驗에는 후술하는 furfural 試料區, 즉 F도 包含되었었다. 한편, 5日 간격으로 採取된 各試料區 및 control의 各各의 3개의 試料에 대해서 過酸化物價, 遊離脂肪酸價, TBA價들을 측정하여 그 平均値를 취하였었다. 各試料區의 抗酸化效果는 貯

藏日數에 따른 control의 過酸化物價, TBA價, 遊離脂肪酸價의 發展과 各試料區의 以上の 값들의 發展을 比較하여 推定했다.

### 6. Furfural의 基質에 대한 抗酸化 效果의 測定

前述한바와 같이 furfural誘導體들의 抗酸化 效果의 하나의 指針으로써 furfural(日本 島久藥品會社 製品)를 감정적으로 各 褐色化 反應液의 methylene chloride 抽出物의 경우와 마찬가지로 10 ml을 취하여 前項과 동일한 方法으로 基質에 混合하여 furfural試料區, 즉 F로써 本實驗에 사용하였다. 基質에 대한 furfural의 最終濃度는 6.03%에 該當했었다.

## 실험결과 및 고찰

### 1. 反應時間 經過에 따른 反應液의 색깔 및 470nm에서의 吸光度의 變化.

反應時間 經過에 따른 glucose-ammonia(1M+8M)과 glucose-glycine(1 M+8M)의 두 Maillard型 褐色化 反應液의 색깔 및 470 nm에서의 吸光度의 變化는 표 1과 같다. 즉, 反應 1/2時間後의 glucose-ammonia(1M+8 M)褐色化 反應液의 색깔은 이미 엷은 褐色을 띠었으며 그 吸光度는 4.43으로써 反應 1/4時間後의 엷은 黃色, 그리고 그 吸光度 0.35에 비해서 12.7배나 컸었다. 反應 1時間後에는 이미 暗褐色으로 變했었다. 한편, glucose-glycine (1M+8M)褐色化反應液의 색깔도 反應 1/4時間後는 거의 無色이며 그 吸光度도 0.16이었으나, 1/2時間後에는 엷은 褐色, 그 吸光度는 3.98로써 1/4時間後의 그것의 24.9배나 되었었다. 反應 1時間後에는 反應液은 暗褐色으로 變했었다. 두 褐色反應系에서는 glucose-ammonia(1M+8M)系의 褐色化가 若干 빠른 듯 했으나 별 큰 差異는 아니었다. 以上の 두 褐色化 反應系의 褐色化速度는 glucose-ammonia (0.2M+0.2M), glucose-glycine (0.2M+0.2M)의 두 褐色化反應系의 褐色化速度<sup>(14)</sup>와는 比較가 안될만큼 빠른 것이었다.

### 2. Glucose-ammonia(1M+8M), glucose-glycine (1M+8M)褐色化 反應液에서 얻은 methylene chloride抽出物들 및 furfural의 抗酸化 效果의 比較

全 貯藏期間을 통하여 control와 各試料區의 過酸化物價(POV)는 계속 增加했으며, 그 結果는 Fig. 1과 같다. 貯藏日數 10日을 前後하여 control의 POV는 漸次로 增加했으나, G-A, G-G 및 F 등의 試料區의 POV의 發展은 相當히 抑制된 상태를 유지했었다. 31日이 經過한 후의 control, F, G-A 및 G-G의 POV는 各各

Table 1. Variation of visual color and absorbance<sup>1,2)</sup> of a glucose-ammonia (1M+8M) and a glucose-glycine (1M+8M) browning reaction mixtures<sup>3)</sup> with time in hours

Reaction time in hours	Glucose-ammonia		Glucose-glycine	
	Color	Absorbance	Color	Absorbance
0	Colorless	0.00	Colorless	0.00
1/4	Pale yellow	0.35	Colorless	0.16
1/2	Light brown	4.43	Light brown	3.98
1	Dark brown	—	Dark brown	—
2	Deep dark brown	—	Deep dark brown	—
16	Deep dark brown	—	Deep dark brown	—
20	Deep dark brown	—	Deep dark brown	—
23	Deep dark brown	—	Deep dark brown	—

- 1) Absorbance at 470 nm was measured with a Beckmann Model 25 spectrophotometer.
- 2) Calculation was made as if Beer-Lambert law was held throughout the browning reaction.
- 3) The browning mixtures were kept at boiling temperatures.

149.5±8.6, 51.9±4.4, 46.3±1.4 및 75.3±4.6 milli equivalent/kg oil이었다. control와 其他의 試料區의 POV의 差는 매우 有意의이었으며, G-G와 G-A의 POV의 差도 매우 有意的이었다. 한편, G-A와 F의 POV사이에는 아무런 有意的差도 볼 수 없었다.

Control 및 기타 試料區의 貯藏日數에 따른 TBA價의 變化는 Fig.2와 같다. Furfural이 含有되있던 試料區 F와 glucose-ammonia (1M+8M) 褐色化 反應液에서 얻어진 methylene chloride 抽出物이 함유된 試料區 G-A를 除外한 試料區, 즉 control과 G-G는 貯藏日數

20日 後까지는 별 變化가 없었다. 그러나 20日이 지난 후, control의 TBA價는 急速히 증가하여 34日째에는 5.79±0.43이 되었으나, G-G의 TBA價는 크게 증가하지 않았으며 34日째에는 2.55±0.07였었다. 한편 試料區 F의 TBA價는 21日째는 4.19±0.29란 높은 값을 가졌었으나 다시 감소하여 34日째에는 3.28±0.20였었다.

G-A의 TBA價는 全期間을 통해서 그 增加가 抑制되었었으며, 34日째의 값은 貯藏實驗直前의 값인 1.06±0.00과 거의 같은 1.10±0.21였었다. Control과 其他

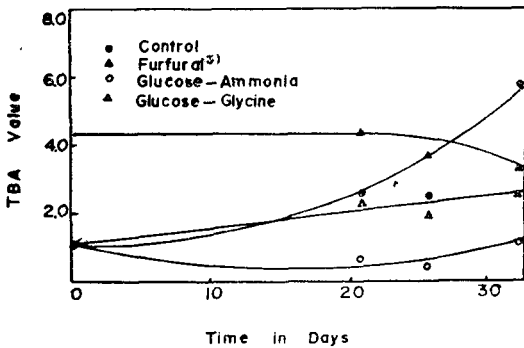


Fig. 1. Variations of Peroxide<sup>1)</sup> values of rapeseed oil substrates,<sup>2)</sup> containing an equal amount of methylene chloride extracts obtained from a glucose-ammonia (1M+8M) and a glucose-glycine (1M+8M) browning mixtures, with time

- 1) Peroxide values were expressed as milli-equivalent peroxide/kg oil.
- 2) All substrates were stored in an incubator kept at 37.0°C±1.0°C.
- 3) A rapeseed oil to which 6.03 % furfural was added.

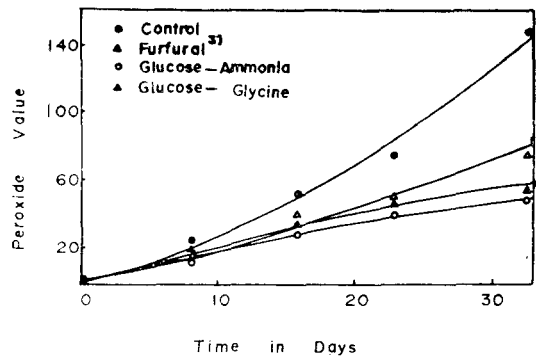


Fig. 2. Variations of TBA-values<sup>1)</sup> of rapeseed oil substrates,<sup>2)</sup> containing an equal amount of methylene chloride extracts obtained from a glucose-ammonia (1M+8M) and a glucose-glycine (1M+8M) browning mixtures, with time

- 1) TBA-values were obtained by the method described by C. G. Sidwell et al.
- 2) All substrates were stored in an incubator kept at 37.0°C ± 1.0°C.
- 3) A rapeseed oil to which 6.03 % furfural was added.

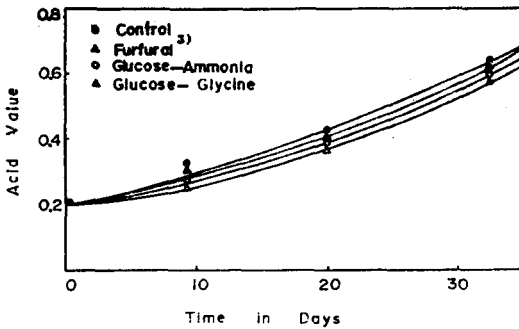


Fig. 3. Variations of acid values<sup>1)</sup> of rapeseed oil substrates<sup>2)</sup>, containing an equal amount of methylene chloride extracts obtained from a glucose-ammonia(1M+8M) and a glucose-glycine (1M+8M) browning mixtures, with time

- 1) Acid values were determined by the method described by Triebold and Aurand.
- 2) All substrates were stored in an incubator kept at 37.0°C ± 1.0°C.
- 3) A rapeseed oil to which 6.03 % furfural was added.

의 試料區(F를 除外)의 TBA價의 差는 매우 有意의 이었으며, 또한 G-G와 G-A의 TBA價의 差도 매우 有意의 이었다.

Control를 포함한 모든 試料區의 遊離脂肪酸價(AV)는 貯藏日數의 經過에 따라 漸進的으로 增加했으며, 34日째의 AV는 control 0.64±0.01, F는 0.58±0.01, G-G는 0.57±0.03, G-A는 0.59±0.03 이었다. 따라서 control을 포함한 各試料區의 AV의 크기의 순서는 control>G-A>F>G-G였으나 各試料區相互間에 有意的 差는 없었다. 以上の 結果에서 各試料區의 AV는 全實驗期間을 통하여 그 變化가 크지 않았기 때문에 確實하게 말할 수 없었으나, 各 試料區의 過酸化物價(POV), TBA價의 變化를 볼때, glucose-ammonia (1M+8M), glucose-glycine (1M+8M)의 methylene chloride抽出物들과 furfural이 抗酸化作用을 갖고 있음이 明白하다. Furfural의 경우, furfural이 함유된 試料區의 初期의 TBA價가 control이나 其他的 試料區에 比해서 컸던 事實은 添加된 furfural이나 이 furfural에서 形成된 化合物들이 thiobarbituric acid와 malonaldehyde의 呈色反應에 干涉한 結果로 생각된다. Furfural이 함유된 試料區의 POV는 G-A 또는 G-G와 거의 비슷하게 貯藏實驗期間중 점차로 증가 해나갔었다. 한편, glucose-ammonia (1M+8M)와 glucose-glycine(1M+8M) 褐色化反應液에서 얻어진 methylene chloride抽出物의 抗酸化效果는 G-A와 G-G에서의 POV나 TBA價의 變化에서 볼때 glucose-ammonia(1M+8M)反應液에서 얻어

진 methylene chloride抽出物이 컸었다.

Glucose-ammonia, glucose-glycine反應液에서 glucose와 amino化合物의 molar ratio가 1M : 8M, 反應時間이 4時間인 경우 pyrazine誘導體의 生成量이 가장 많다는 Shibamoto<sup>(20)</sup>들의 報告와 pyrazine誘導體가 methylene chloride에 의해서 잘 抽出되는 事實<sup>(18,20,21)</sup> 등으로 上記의 methylene chloride抽出物의 抗酸化效果에는 그 속의 여러 誘導體들이 크게 寄與하는 것으로 생각된다. 한편, glucose-ammonia(1M+8M) 反應液의 methylene chloride抽出物의 抗酸化效果가 glucose-glycine(8M+1M)反應液의 methylene chloride抽出物의 그것보다 컸던 事實은 현재로서는 確實히 說明할 수 없다. 그러나 glucose-ammonia, glucose-amino acids의 두型의 褐色化反應에서 glucose-ammonia型이 보다 많은 pyrazine을 形成한다는 Kohler<sup>(18)</sup>들의 報告에 비추어 볼때 glucose-ammonia(1M+8M)反應液의 methylene chloride抽出物이 더 많은 pyrazine을 含有하고 있으며, 抗酸化效果가 적은 것으로 생각되는 一部 alkylated pyrazines의 含有量이 더 적기때문인 것으로 推定할 수 있을 것이다.

요 약

本實驗에서는 Maillard型 褐色化反應의 重要한 中間生成體의 하나인 pyrazine誘導體의 抗酸化效果를 보기 위해 먼저 이를 主要構成成分으로 하는 methylene chloride抽出物의 抗酸化效果를 檢討하고자 했다. 즉, pyrazine誘導體生成의 最適條件에 따라 glucose-ammonia(1M+8M)褐色化 反應液을 100°C에서 4時間 反應시킨후, 여기서 methylene chloride抽出物을 얻었다. 이 抽出物과 別途로 furfural을 食用แป้ง기름基質에 添加하여, control과 함께 37°C±1.0°C에서 貯藏하여, 그 過酸化物價(POV), thiobarbituric acid value(TBA 價)와 酸價(AV)를 규칙적으로 測定하였다. 그리고 methylene chloride抽出物과 furfural이 들은 基質들의 POV, TBA價와 AV의 變化를 control의 그것과 比較하여 methylene chloride抽出物과 furfural의 抗酸化效果를 檢討하였다.

以上の 實驗의 結果, glucose-ammonia (1M+8M) 褐色化反應液의 methylene chloride抽出物에는 相當한 抗酸化效果를, 그리고 furfural에도 다소의 抗酸化效果를 確認할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. Evans, C. D., Moser, H. A., Cooney, P. M. and

- Hodge, J. E.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 35, 84 (1958).
2. Cooney, P. M., Hodge, J. E. and Evans, C. D.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 35, 167 (1958).
  3. Lips, H. J.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 28, 58(1951).
  4. Griffith, T. and Johnson, J. A.: *Cereal Chem.*, 34, 159 (1957).
  5. Anderson, R. H., Moran, D. H., Huntly, T. E. and Holahan, J. L.: *Food Technol.*, 17, 1587 (1963).
  6. Yamaguchi, N. and Koyama, Y.: *J. Food Sci. Technol. (Japan)*, 14, 106 (1967).
  7. Kirigaya, N., Kato, H. and Fujimaki, M.: *Agr. Biol. Chem.*, 3, 287 (1967).
  8. Kirigaya, N., Kato, H. and Fujimaki, M.: *J. Agr. Chem. Soc. (Japan)*, 43, 484 (1969).
  9. Kirigaya, N., Kato, H. and Fujimaki, M.: *J. Agr. Chem. Soc. (Japan)*, 45, 292 (1971).
  10. Hwang, C. I. and Kim, D. H.: *Korean J. Food Sci. Technol.*, 5, 84 (1973).
  11. Lee, S. S., Rhee, C. and Kim, D. H.: *Korean J. Food Sci. Technol.*, 7, 37 (1975).
  12. Lee, D. I., Heo, T. R. and Kim, D. H.: *Korean J. Food Sci. Technol.*, 7, 43 (1975).
  13. Kim, D. H.: *Theses Collection of Agriculture and Forestry*, 17, 223, College of Agriculture, Korea University. (1977).
  14. Lee, H. H. and Kim, D. H.: *Korean J. Food Sci. Technol.*, 10, 350 (1978).
  15. Newell, J. A., Mason, M. E. and Maltok, R. S.: *J. Agr. Food Chem.*, 15, 767 (1967).
  16. Hodge, J. E.: *J. Agr. Food Chem.*, 1, 928 (1953).
  17. Stewart, T. F.: *Scientific and Technical Survey No. 61-A. Survey of the Chemistry of Amino Acid-Reducing Reactions in Relation to Aroma Production*, The British Food Manufacturing Association. p.25-27 (1969).
  18. Koehler, P. E., Mason, M. E. and Newell, J. A.: *J. Agr. Food Chem.*, 17, 393 (1969).
  19. Koehler, P. E. and Odell, G. V.: *J. Agr. Food Chem.*, 18, 895 (1970).
  20. Shibamoto, T. and Bernhard, R. A.: *J. Agr. Food Chem.*, 24, 847 (1976).
  21. Shibamoto, T. and Bernhard, R. A.: *J. Agr. Food Chem.*, 25, 609 (1977).
  22. Bondarovich, H. A., Friedel, P., Krampel, V., Renner, J. A., Shephard, F. W. and Gianturco, M. A.: *J. Agr. Food Chem.*, 15, 1093 (1967).
  23. Rizzi, G. P.: *J. Agr. Food Chem.*, 15, 549(1967).
  24. Van Praag, M., Stein, H. S. and Tibbetts, M. S.: *J. Agr. Food Chem.*, 16, 1005(1968).
  25. Mussian, C. J., Wilson, R. A. and Ira Katz.: *J. Agr. Food Chem.*, 21, 871 (1973).
  26. Cheigh, H. S., Nam, J. H., Kim, T. J. and Kwon, T. W.: *Korean J. Food Sci. Technol.*, 7, 15 (1975).
  27. Wheeler, D. H.: *Oil and Soap*, 9, 89 (1932).
  28. Triebold, H. O. and Aurand, L. W.: *Food Composition and Analysis*, D. Van Nostrand Co. Inc., New York, p.164 (1963).
  29. Association of Official Analytical Chemists: *Official Methods of Analysis*, 11th ed., A.O.A.C., Washington, D. C., p.445 (1970).
  30. Sidwell, C. G., Salwin, H., Benca, M. F. and Mitchell, J. H., Jr.: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 31, 603 (1954).