

水蓼물抽出物の 褐變反應中 아미노酸과 糖類變化

金萬旭 · 朴來正*

韓國參煙草研究所, 弘益大學校 工科大學 化學工學科*

(1981년 8월 2일 접수)

Changes in Free Amino Acids and Sugars in Water-soluble Extracts of Fresh Ginseng during Browning Reaction

Man-Wook Kim and Nae-Jung Park

Korea Ginseng & Tobacco Research Institute

Dept. of Chemical Engineering, College of Engineering, Hong-Ik Univ.

(Received August 2, 1981)

Abstract

An aqueous extracts of fresh ginseng roots was heated at 100°C for 64 hrs. and the changes of color intensity, pH and the amount of free sugars and amino acids during the various intervals of the heating time were investigated.

Color intensity and absorbance of the solution at 490nm were increased in proportion to the length of the heating time. Most of brown pigments produced during the treatment were water soluble, and pH 5.1 at initial stage of the solution, was slightly decreased at the final stages of the reaction.

Sucrose, glucose and fructose were major free sugars in ginseng roots, and the amounts of sucrose was over 90 % of total free sugars. Sucrose. was largely decreased approximately 50%, by 64 hrs of the treatment, whereas sharp increase in the amount of glucose and fructose was observed during the reaction in the solution. The observed increase in reducing sugars, glucose and fructose was presumed due to hydrolysis of sucrose. Evidently, glucose and fructose were not important factor to control the browning reaction of the solution.

Most of free amino acids and peptides except alanine and isoleucine especially arginine, serine and threonine, were sharply decreased up to 40-50% of the original concentration within 2 hrs. Accordingly, the content of free amino acids and peptides seems to be extremely important factor to control the browning reaction in ginseng.

A free amino acid, presumed to be nor-leucine, was found in fresh ginseng root on the basis of retention on liquid chromatography.

Kinetic analysis of the browning reaction indicated a pseudo second order with respect to amino acid concentration at the initial stage.

緒 論

食品의 加工, 貯藏中에 일어나는 褐變反應은 食品의 品質에 매우 重要한 影響을 미친다.

人蓼加工製品中 가장 오랜 歷史를 가졌으며 高價品인 紅蓼과 人蓼精(엑기스)은 加工過程中 發現되는 製品固有의 色相이 品質을 決定하는 重要한 因子이다. 이와같은 色相은 含有된 内容成分의 變化에 依해서 外觀적으로 나타나는 褐變現象으로 金¹⁰⁾은 Maillard型 褐變反應이 主가 됨을 밝혔다. 한편 Evans¹¹⁾, Kirigaya¹²⁾, 黃¹³⁾, 崔¹⁴⁾, 吳¹⁵⁾, 李¹⁶⁾ 등의 報告에서와 같이 褐變生成物은 抗酸化 作用을 가지고 있으며 이는 Griffith 플¹⁷⁾의 報告와 같이 食品의 貯藏安定性에 重要할 뿐만 아니라 Han 등¹⁸⁾의 報告와 같이 抗酸化性 物質이 老化 抑制 作用을 할 수 있음을 시사한바 있어 人蓼의 抗酸化性 物質과 이의 生成要因인 褐變反應이 매우 重要한 意味를 갖는다. 그러나 褐變反應에 對한 研究는 主로 model system을 利用하여 抗酸化作用 特性과 反應生成物(melanoidin色素), 또는 反應機構등을 究明코자 하는 것이 大部分으로 成分變化를 調查한 報告는 많지 않다. 特히 紅蓼의 褐變과 成分變化를 調查한 것은 金¹⁰⁾, 崔¹⁴⁾ 등의 報告가 있을 뿐이다. 蔘茸의 褐變을 研究한 Newell¹⁹⁾ 등의 報告나, 紅蓼의 褐變을 研究한 金¹⁰⁾의 報告, 白蓼保存時 糖類變化를 調查한 吳¹⁵⁾ 등, 또 紅尾蓼을 試料로 使用했던 崔¹⁴⁾ 등의 報告를 綜合해 볼 때 試料에 따라 또는 反應條件에 따라 褐變樣相도 다를 뿐 아니라 内容成分變化 패턴도 相異함을 볼 때 紅蓼이나 엑기스製品의 色相改善을 爲해서는 多角의인 研究檢討가 必要하다고 생각된다. 따라서 紅蓼이나 엑기스 製品의 色相改善을 爲한 資料의 蓄積을 爲해서는 含有된 内容成分의 變化關係를 追求하는 것이 先決問題이므로 褐變進行에 따른 糖과 아미노酸類의 消長을 調查하였다. 本實驗에서는 試料個差에 따른 變異를 最少로 줄이고자 水蓼물抽出物을 褐變反應出發物로 使用하였다.

材料 및 實驗方法

1. 實驗材料

原料人蓼: 3月 中旬에 採掘한 金浦産 6年根 中片級 水蓼을 물로 깨끗이 씻어 試料로 使用하였다. 水蓼의 一般成分含量은 Table 1과 같다.

Table 1. The proximate composition of the fresh ginseng

(fresh weight %)

Item Sample	Moisture	Total sugar	Reducing sugar	Total N	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Ash	Water extracts
Fresh ginseng	75.42	15.83	0.34	0.51	3.21	0.23	1.38	1.21	11.04

水蓼의 水溶性 抽出液(基質)調製: 水蓼을 適當한 크기로 細切한 다음 blender에 넣고 磨碎하고 용포를 利用하여 濾過한 後 水蓼 1kg에 對하여 抽出液이 1ℓ 가 되도록 물로 희석한 것을 基質液 試料로 使用하였다.

褐色化反應液 調製: 위項의 基質溶液을 100ml 씩 取하여 冷却管을 부착시킨 250ml 溶九底후라스크에 넣고 水浴上에서 100℃로 0.5, 1, 2, 3, 4, 8, 16, 32, 64時間 加溫反應시킨 다

음 그 反應液을 試料로 使用하였다.

2. 實驗方法

一般成分의 定量: 水分, 粗脂肪, 粗纖維, 灰分, 全糖, 還元糖, pH 등의 測定은 常法⁽¹¹⁾⁽¹²⁾에 準하였다.

褐變反應液의 色相比較: 1項의 褐色化反應液을 黃登⁽⁸⁾의 方法에 準하여 490nm에서 吸光度를 Shimadzu spectrophotometer UV-200S를 利用하여 測定하였다. 同時에 反應液을 absolute ethyl alcohol로 抽出後 無水 망초로 탈수시킨 抽出液의 吸光度도 測定하였다.

遊離糖의 抽出 및 定量: 遊離糖의 抽出은 Fig. 1과 같이 하였고 定量은 Waters HPLC-244를 使用하였다. 이때 column은 μ -bondapak carbohydrate column(30×0.4cm)을, 溶媒는 acetonitrile과 물을 90:10比率로 混合하여 使用하였으며 檢出器는 RI를 使用하였다.

遊離아미노酸의 定量: 水蓼의 水溶性抽出液 또는 褐色化反應液 5ml를 取하여 5% phenylisothiocyanate(PITC)/pyridine 5ml을 密閉試驗管에 넣고 40°C에서 1時間 放置하여 phenylthiohydantion(PTH) 誘導體를 만들었다. 다음 5ml benzene으로 2회 洗滌하고 水層을 取하여 濃縮한 후 60%-methanol 2.5ml에 溶解시켜 HPLC 分析用 試料로 使用했다.⁽¹⁵⁾ 分析條件은 μ -bondapak C₁₈, 30cm column을 使用하였고 溶媒는 acetonitrile

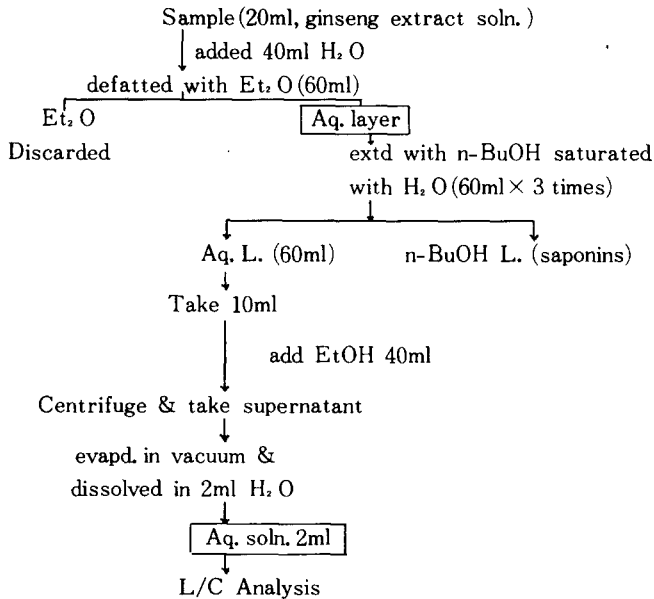


Fig. 1. Extraction procedure of free sugar for liquid chromatographic determination

과 0.01M - sodium acetate pH=4.0) 10 : 90과 90 : 10을 사용, 10%에서 40%까지 pump 를 2組 使用하여 gradient시켰다. 檢出器는 UV254nm를 使用하여 測定하였다.

定量은 標準 아미노酸으로 PTH-amino acid誘導體를 만들어 標準曲線을 作成하고 試料 中の 아미노酸과 比較 定量하였다.

結果 및 考察

1. 基質溶液의 糖 및 遊離아미노酸 含量

褐變反應의 出發物質로 使用한 水蓼의 물抽出溶液(以下 基質溶液이라 한다)中 糖과 유리아미노酸의 含量은 Table 2와 같다.

全糖의 含量은 水蓼中에 15.8%/fresh weight였으나 基質溶液中에는 39mg/ml로 약 25%가 溶出되었으며 還元糖의 含量은 水蓼中에 0.34%/fresh weight와 基質溶液中 3.3mg/ml를 比較할 때 約97%以上 大部分이 溶出되었다. 總 遊離아미노酸의 含量은 檢出이 可能했던 arginine, alanine, isoleucine, phenylalanine, serine, threonine, proline, norleucine 만의 量으로 800 μ g/ml 이었다.

Table 2. Composition of free sugars and free amino acids in the water extracts used in browning reaction.

Sugars(mg/ml)		Amino acids(ug/ml)	
Total sugar	39.0	Arginine	277.6
Reducing sugar	3.32	Alanine	129.7
Glucose	0.53	Tyrosine	68.1
Fructose	0.63	Proline	38.9
Sucrose	28.20	Norleucine	34.5
		Phenylalanine	31.6
		Isoleucine	5.6
		Serine	215.6
		Threonine	

2. 反應液의 色相 및 吸光度 變化

基質溶液을 水浴上에서 100℃로 加溫하면서 時間經過에 따른 色相의 變化和 吸光度(absorbance at 490nm)를 測定한 結果는 Fig. 2와 같다.

色相의 變化는 初期 微黃色으로 反應 2時間까지 肉眼에 依해서는 感知되지 않았으나 反應 8時間에서 부터는 黃色이 점점 鮮明해져 反應進行을 觀測할 수 있었으며 反應 16時間 前後에 褐色이 나타나고 32時間에 完全한 褐色이 일어나는 樣相이었으나 吸光度의 變化는

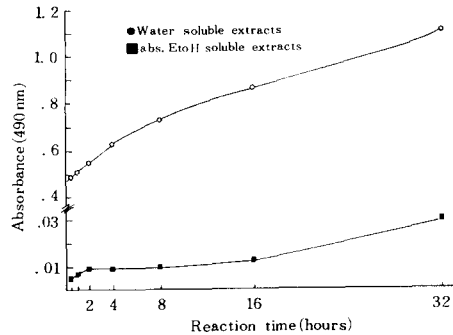


Fig. 2. Variation of color intensity at 490nm of fresh ginseng water extracts and absolute EtOH-soluble extracts of the solution with browning reaction at 100°C

Fig. 2에서 보는 바와 같이 반응初期부터 增加가 始作되어 反應 8 時間에 初期보다 1.6 倍, 16 時間에 2 倍, 32 時間에 2.4 倍가 增加되어 時間經過에 따라 繼續增加되었다. 이와같은 增加傾向은 黃登⁽²³⁾이 model system으로 試驗한 結果 反應 30 分 後에 약 19 倍 增加 되었다는 報告로 보아 反應溶液中的 還元糖과 아미노산의 濃度가 Maillard 褐變反應에 重要한 役割을 함을 알 수 있다.

褐變進行에 따라 生成되는 還元物質은 無水에타놀이 잘 抽出되며 이 때 에타놀抽出物이 抗酸化性을 가지고 있고⁽⁶⁾ 無水에타놀이 抽出되는 色相은 微黃色으로 Fig. 2에서 보는 바와 같이 褐色色素의 增加패턴과 類似한 結果였으며 生成되는 色素類는 대부분 水溶性임을 알 수 있었다.

3. 褐變反應에 따른 pH 變化

褐變反應中 基質溶液의 pH 變化는 Table 3 과 같다.

Maillard 褐變反應에서 溶液의 pH는 反應速度에 영향을 주는 重要因子로 反應速度를 pH 別로 보면 $pH 6.5 \sim 8.5 > pH 3 \sim 5 < pH 1 \sim 2$ 의 順位를 가지며⁽¹⁸⁾ 본 실험에서의 基質溶液은 pH 5.15로 褐變進行에 따라 生成되는 各種 aldehyde類 및 有機酸類 등에 의하여 溶液

Table 3. Variation of pH of fresh ginseng water extracts during browning reaction at 100°C

Reaction time	0	0.5	1	2	4	8	16	32	64
pH	5.15	5.15	5.15	5.10	5.06	5.05	5.05	5.02	4.90

의 pH變化가 豫想되었으나 實際 pH의 變化는 매우 적게 나타났다. 이는 崔²⁸⁾ 등의 結果와 같았다.

4. 變反應에 따른 糖의 變化

全糖의 變化: 褐變反應進行에 따른 全糖의 含量變化는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 反應32時間까지 거의 變化가 없었는데 이는 Table 2에서 보는 바와 같이 反應32時間까지 含量이 적고 比較的 短時間의 反應이기 때문에 實際反應에 關與하는 것은 少量인 때문인 것으로 보며 金¹¹⁾의 紅蓼을 試料로 한 試料結果와도 같은 結果이었다.

還元糖의 變化: 還元糖은 Fig. 3에서 보는 바와 같이 2時間 以後부터는 急激한 增加를 보여 反應 4時間에는 初期(0시간)에 比하여 約 2.5倍, 16時間에는 5.5倍, 32時間에는 10倍 以上の 增加를 보였다. 이는 金¹¹⁾이 原料蓼에서, 崔²⁸⁾이 紅尾蓼을 原料로 했을 때 및 Mills²⁹⁾이 cocoa beans을 roasting하였을 때의 結果와는 相反되는 것이었으나 이는 試料中の 成分組成的 差異에 依한 것으로 보며 Newell³⁰⁾ 등이 땅콩 roasting에서, 吳³¹⁾ 등이 白蓼保存期間에 褐變反應에 따른 成分變化를 調査한 結果와는 一致되는 것이었다.

各個糖類의 變化(Free sugars): 反應基質溶液中 遊離糖의 含量變化는 Fig. 4와 같다.

水蓼의 主要한 遊離糖은 sucrose, glucose, fructose이었으며 總遊離糖中 90%以上이 sucrose로 그 大部分이었다. 이는 李¹³⁾의 報告值와도 類似한 結果였다.

그러나 이들 遊離糖은 Fig. 4에서 보는바와 같이 反應이 進行됨에 따라 glucose와 fructose의 含量이 크게 增加되는 反面 sucrose는 徐徐히 減少되었다. 이는 sucrose가 加水

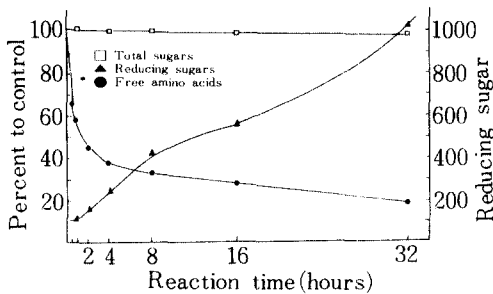


Fig.3. Variation of sugars and free amino acids concentration in fresh ginseng water extracts during browning reaction at 100°C

*relative concentration (control =100)

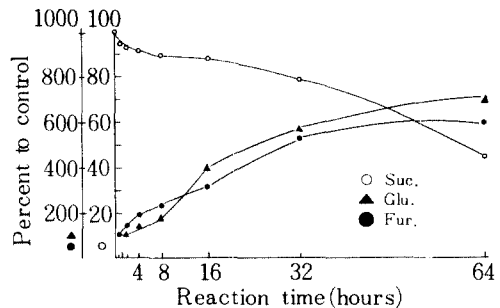


Fig. 4 Variation of individual sugar concentration in fresh ginseng water extracts during browning reaction at 100°C.

(▲, ●: Relative Concentration of glucose and fructose.)

分解가 容易한 事實을 考慮¹³⁾할 때 溶液의 pH5.0 前後에서 加熱(100°C)에 依해서 加水分解가 일어나 glucose, fructose가 增加된 것으로 判斷된다.

그 增加傾向은 反應 8時間에는 反應初期에 比하여 glucose는 1.7배, fructose가 2.5배였으며 最終64時間에는 fructose나 glucose 共히 約 5倍 以上の 增加를 나타냈다.

이와같은 增加傾向은 Newell 등¹⁴⁾이 roasted peanut으로, 吳²¹⁾ 등이 白蔘貯藏中の 糖類含量變化를 調査했던 結果와도 一致되며 人蔘 中の 全糖含量이 生體重으로 15% 前後임을 감안할 때 本實驗에서 測定했던 mono, disaccharide 以外에도 polysaccharide를 多量含有하고 있어 이들이 熱處理나 酵素등의 作用을 받아 還元糖으로 變化할 수 있기 때문에 水蔘의 물抽出物의 褐變反應에서 糖類濃度は 거의 制限因子가 되지 않는 것으로 判斷된다.

5. 含窒素化合物의 變化

遊離아미노산의 變化: 褐變反應中 遊離아미노산의 含量變化는 Fig. 5, 6 과 같다.

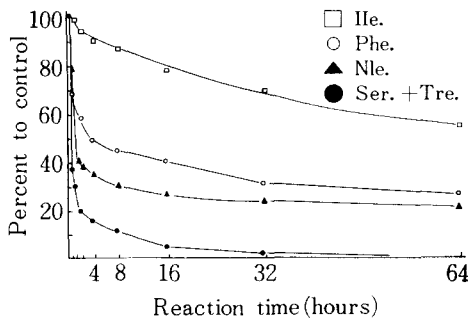


Fig. 5. Variation of individual amino acid concentration in fresh ginseng water extracts during browning reaction at 100°C

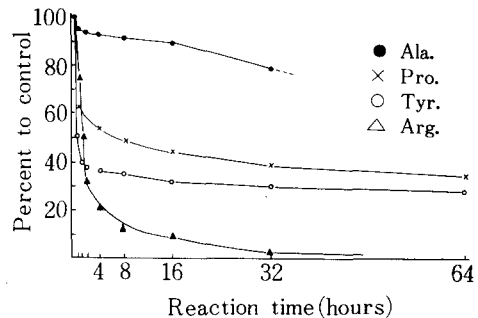


Fig. 6. Variation of individual amino acid concentration in fresh ginseng water extracts during browning reaction at 100°C.

Fig 2, 5, 6, 에서 알 수 있는 바와같이 色度增加가 매우 적었던 反應初期에 아미노酸의 含量은 急激하게 減少되었음을 알 수 있다. 반면에 褐色이 현저하게 增加된 反應后期에는 아미노酸의 감소가 적었음을 볼 때 一般的으로 알려진 Maillard型 褐變反應¹⁶⁾에서와 같이 수많은 中間生成物의 形成에 아미노酸이 糖보다 더욱 必要한 것을 알 수 있으며 色相은 時間經過에 따라 反應生成物이 점차 최종 産物인 褐色色素로 變해가는 때문에 생 작된다.

그 減少率을 보면 Arg.과 Ser., Thr.이 가장 현저하여 反應 8時間을 基準으로 Arg.이 80%, Ser. + Thr.이 90%였고, Thr.이 75%, Nleu.이 70%, Pro.이 50%, Phe.이 56%가 減少되었고 Ileu.과 Ala.이 비교적 적어 각각 15%, 10%가 減少되었다.

鹼基性 아미노산인 Arg. 과 그 構造가 비교적 간단한 Ser. 등의 減少가 현저했으며 이 는 Maillard型 褐變反應에서 溶液의 pH가 알칼리性일때, 또 立體的인 障害가 적을 때 잘 反應한다²⁴는 事實과 잘 부합되며 Ala.이 본反應에 별 영향을 주지 않은 것으로 나타난 것 은 Lento등²⁶이 지적한 바와 같이 α 型으로 安定한 狀態로 存在하는 때문으로 생각된다. 또한 Nleu.이 Ileu.보다 反應이 빠른 것은 中林등¹⁸이 밝힌바와 같이 amino基에 結合되어있 는 炭素에 置換基가 있게되면 立體障害를 받아 反應이 늦다는 點과 잘 부합된다.

本實驗에서 還元糖이 反應과 無關한 것과 같이 增加된 것은 surcose 등의 糖類가 加 水分解되어 還元糖으로 되고 아미노산과 反應에 必要한 量(濃度)보다 월등히 높기 때문 이며 人蔘의 褐變反應은 아미노酸等 含窒素化合物의 含量이 보다 지배적인 것이 確實하다.

Norleucine의 檢出: 人蔘中에 含有된 遊離아미노산은 16種이 報告^{19), 22), 23} 되었으나 本實驗中에 標準 norleucine 과 一致되는 Peak를 確認했다. 人蔘根中 leucine과 isoleucine 이 存在하는 것을 감안할 때 norleucine도 存在하는 것으로 생각되며 이는 추후 좀더 確證 究明이 必要하다고 본다.

이상 結果로 紅蔘의 褐變과 엑기스製品的 褐色度에 關與하는 重要한 成分은 아미노산 類와 peptide 등 含窒素化合物들이라고 判斷되며 amino-carbonyl 反應에 必須인 還元 糖은 人蔘 및 엑기스中에 含有된 炭水化合物의 加水分解로 充分한 量이 供給되어 褐變反應 에 作用할 수 있기 때문에 人蔘 및 엑기스製品 色相決定에 制限因子가 되지 않았음을 알 았다. 따라서 紅蔘製品에서 均一하고 充分한 褐變이 일어나기 爲하여는 遊離아미노산 等 의 含窒素源의 含量分布가 높고 均一한 것이 必須的이며 엑기스製品과 같은 溶液中에서는 適當한 含窒素源을 外部로 부터 供給하면 褐變反應을 促進, 調節할 수 있다고 判斷된다.

褐變反應의 速度論의 解析: 本 實驗條件下에서 Maillard反應의 速度論의 解析을 爲

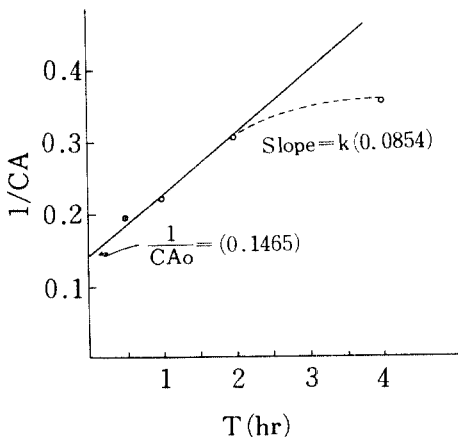


Fig. 7 Plot of Maillard reaction for total amino acids

Table 4. Observed pseudo reaction order rate constant k ($\ell. \text{mole}^{-1}, \text{min}^{-1}$) for the amino acids for the Maillard reaction of ginseng water extracts solution at 100°C

Amino acids	K	Range	Reaction order
Pro	3.4658	0 - 30min	2 nd
Tyr	4.2086	0 - 60min	"
Arg	0.5799	0 - 480min	"
Phe	0.9907	0 - 120min	"
Nleu	5.4682	0 - 60min	"
Ser+Thr	1.0227	0 - 120min	"
Ileu	0.0005	0 - 64hr	0
Ala	0.0078	0 - 64hr	0

해서 Fig. 3의 총아미노산량의 변화를 $1/CA$ (濃度)와 t (經過時間)에 대해서 작도하면 Fig. 7과 같았다.

即反應初期에는 類似 2分子反應의 거동을 보였다. Maillard反應이 주로 아미노산과還元糖에依해서 일어나는點⁽¹⁾을 감안할 때 2分子反應거동을 나타내는 것이 妥當하다고 생각되나 初期에서만 맞는 것은 糖이나 아미노酸外에도 여러가지 成分이 混合된 系인 때문으로 보인다. 이때 K 植(slope)는 最小自乘法으로 求했으며, curve fitting range를 보면 Table 4와 같았다.

要 約

紅蔘 및 人蔘精(엑기스) 製造 過程에서 일어나는 褐變反應中에 糖과 아미노酸類의 消長을 追究하기 爲하여 水蔘 水抽出物을 100℃ 水浴上에서 64時間 加熱하면서 時間經過에 따른 色相, pH, 糖類 및 遊離아미노酸類의 變化를 調査하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 色相은 反應 2時間까지 肉眼的 變化가 거의 觀測되지 않았으나 490nm에서 吸光度는 反應 30분부터 繼續的으로 增加하여 反應時間에 比例하는 傾向이었다.

2. 生成된 褐色色素는 大部分 水溶性이었고 反應溶液의 pH는 反應進行에 따라 약간 減少되었다.

3. 水蔘의 主要 遊離糖은 sucrose, glucose, fructose이며 遊離糖中 90%以上이 sucrose이었다. 反應進行에 따라 sucrose는 減少되어 反應 64時間에 sucrose가 50% 減少되는 反面 glucose와 fructose는 急激하게 增加되어 反應 64時間에 glucose, fructose가 初期보다 約 5倍以上 增加되어 이들 還元糖은 水蔘의 水抽出物의 褐變反應의 制限因子가 아닌 것으로 나타났다.

4. 遊離아미노酸類는 反應進行經過에 따라 急激한 減少를 보여 褐變反應에 重要的인 影響因子로 판단된다.

5. Norleucine으로 推定되는 遊離아미노酸이 水蔘中에 存在함을 L. C. retention time으로 檢知되었다.

6. 褐變反應을 速度論的으로 解析해 본 結果 아미노酸 濃도에 대해서 反應初期에는 類似 2차 反應거동을 나타냈다.

本 研究를 수행하는데 始終 指導와 協助하여 주신 弘益大學校 化工科 金容仁, 林炳五 박사님과 韓國人蔘 煙草研究所 金鉞喆 所長님, 洪淳根 部長님, 그리고 成分研究室 여러분께 謝意를 표합니다.

引 用 文 獻

1. Evans, C. D., Moser, H. A., Cooney, P. M. & Hodge, J. E. : *J. Am. Oil. Chem. Soc.*, **35**, 84 (1958).

2. Kirigaya, N., Kato, H. & Fujimaki, M. : *Agr. Biol. Chem.*, **3** (3), 287 (1968)
3. Yamaguchi, N. & Fujimaki M. : *J. Food Sci. and Technol.*, (Japan) **17**(4), 142 (1970)
4. 李熙鳳：忠北大學校 論文集 **17**, 232 (1979).
5. Han, B. H., Park, M. H., Woo, L. K. & Han, Y. N. : *Proceedings of the 2nd International Ginseng Symposium*, P. 13 (1978).
6. 金萬旭, 崔康注：人參研究報告, 高麗人參研究所, 서울, P. 271(1980).
7. 吳勳一, 金相達：人參研究報告, 高麗人參研究所, 서울, P.19(1979).
8. 黃迪仁, 金東勳： *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **5**(2), 84 (1973).
9. Newell, J. A., Mason, M. E. and Maltok, R. S. : *J. Agr. Food Chem.*, **15**(5), 767 (1967).
10. 金銅淵：韓國農化學會誌, **16**(2), 60 (1973).
11. 鄭東孝, 張賢基：最新食品分析法, 三中堂, 서울(1973)
12. 京都大學農藝化學部(編)：農藝化學實驗書 東京 2 卷10編(1957)
13. 李泰寧, 權泰完：人參文獻特輯, 中央專賣技術研究所, 서울, P. 161 (1962).
14. Takiura, K. : 藥學雜誌, **83**, 298 (1962).
15. Elion, J. M. Downing & K. Mann. : *J. of Chromatography*, **155**, 436 (1978).
16. Knapp, D. R. : *Handbook of Anal. Deriv. Reactions*, Wiley-Interscience Pub. (New York), P. 113 (1978).
17. Fohlman, J. : *Anal. Biochem.*, **106**, 22 (1980).
18. 金東勳：食品化學, 深求堂, 서울, P. 306 (1979).
19. 中林敏郎, 木林進, 加藤博通：食品의 變色과 그 化學, 光林書院, 東京, P223 (1980).
20. Mills, F. D., Baker, B. G. & Hodge, J. E. : *Agr. Food chem.* **17**, 723(1969).
21. 吳勳一, 金相達：人參研究報告, 高麗人參研究所, 서울, P. 55(1980).
22. 三浦三郎, 宮譯洋一：日本生藥學會 靜岡大會發表(1971)
23. 田中浩：代謝, 臨時增刊號, (和漢藥), **10**, 91(1973)
24. Godwin, W. K. F. & E. Grushka. : *J. of Chromatography.*, **142**, 299 (1977).
25. M. N. Margolies., A. Brauer. : *J. of chromatography.*, **148**, 429(1978).
26. Lento, H. G. : *Food Res.*, **23**, 68(1958).
27. Nichols, B. C. : *The 30th Tobacco chemists Research conference*, P.21 (1976).
28. Hodge, J. E. : *Cereal Science Today* **17**(2), 34 (1972).
29. Griffith, T. & Johnson, J. A. : *Cereal chem.*, **34**, 159 (1957).
30. 崔鎮浩, 金友政：韓國農化學會誌 **24**(1) 51(1981).
31. Burton, H. S., Mcweeny, D. J. and Bilt Cliffe : *J. Food Sci.*, **28**, 631 (1963)
32. Choi, K. J., Kim, D. H. : *Korean J. Ginseng Sci.*, **5**(1), 8 (1981).
33. 伊藤汎：日本食品工業學會誌, **24**(9), 453 (1977).
34. 鎌田榮基：日本食品工業, 7.5.2(1964)