

## 人蔘種子の 開匣處理過程에 있어서 蛋白質 및 몇가지 酵素의 電氣泳動特性變異

崔 善 英\*

### Electrophoretic Variations in Protein and Some Enzymes during Stratification of *Panax ginseng* Seeds

Sun Young Choi\*

**ABSTRACT** : The electrophoretic variations in protein and some enzymes during stratification of *Panax ginseng* seeds were checked in relation to the differentiation and development of immature embryo.

Seed-protein on PAGE showed eight major bands during the period of investigation. Four bands of Rf : 0.12, 0.24, 0.66 and 0.72 remained in dark stained condition, whereas the remainders (Rf : 0.40, 0.48, 0.56 and 0.76) became lighter in the staining condition as the treatment period was prolonged. In embryo, which was separately sampled from 75 days after the treatment, the only band of Rf 0.76 was not observed.

In peroxidase, the number of bands was gradually increased and came to four bands at 45 days after treatment, and their staining color became gradually darker until the time of final samling. Also, the embryo had the same patterns as those in the intact seed.

Esterase showed four bands during the period of investigation. As the treatment period was prolonged, the degree of staining condition came to darker in the band of Rf 0.36, but lighter in the band of Rf 0.56. The band of Rf 0.20 was not detected in the intact seed at 90 days after the treatment, but clearly observed in embryo.

Glutamate dehydrogenase had only two bands : one(Rf : 0.16) was detected only at 60 days after the treatment and the other (Rf : 0.14) was always observed throughout the period, and showing simple pattern in the electrophoretic variation.

Glutamate-oxaloacetate transaminase showed the only band of Rf 0.36 during the period of investigation and even in embryo, and showing the simplest pattern, indeed.

人蔘의 種子는 他作物의 種子와는 달리 採種時 胚가 形態의 으로 未分化<sup>6)</sup> 되어 있을 뿐 아니라 分化後에도 일정한 期間동안 生理的 未熟狀態<sup>4)</sup> 에 있기 때문에 紅熟種子로부터 發芽에 이르기까지에는 상당한 期間이 所要되므로 실제 栽培上 어려움이 많다.

一般的으로 紅熟果의 種子是 採種時 胚長이 약 340  $\mu$ m 로서 子葉만 分化된 球狀의 未熟胚<sup>6)</sup> 로 약 90 日정도의 開匣處理期間을 經過하면서 內果皮가 裂開되고 胚가 形態的으로 分化<sup>7)</sup> 하게 되는데 未熟

胚의 成熟은 果肉과 內果皮에 의하여 크게 影響을 받으며 GA處理에 의하여 生育이 促進<sup>2)</sup> 되는 것으로 알려져 있다.

著者와 李 等은 人蔘種子の 休眠 및 發芽에 대한 一連의 生理化學的 研究를 計劃하여 種子 및 根에 있어서 低溫處理가 休眠打破에 미치는 影響<sup>10)</sup> 을 檢討한데 이어 休眠打破過程에서 ABA의 含量과 GA의 活性變化를 調査<sup>13)</sup> 하고 胚의 形態의 未熟은 胚自體를 包含한 種子나 種子周邊組織에 含有된 ABA의 蓄積과 밀접한 關係이 있고 또, 開匣過程에

\* 全北大學校 農科大學(Dept. of Agronomy, Chonbuk National University, Chonju 560-756, Korea)

<90. 6. 29 接受>

서의 未熟胚의 成熟은 ABA의 含量減少에 따른 生長抑制物質과 生長促進物質의 生理的 平衡에 따른 結果일 것으로 推定하였으며 人蔘根의 休眠打破過程에 있어서도 ABA含量 및 GA活性的 變化를 調査 檢討<sup>4)</sup>한 바 있다.

한편, 人蔘種子의 開匣處理過程에서는 胚乳組織에 蓄積된 貯藏態의 高分子物質이 體內에서 利用하기 쉬운 可溶性의 低分子物質로 分해되어 未熟胚의 生長 및 發育에 必要한 energy源으로 쓰이게 되는 등의 代謝的 變化<sup>8,21)</sup>가 활발히 일어나는데 이들의 變化는 酵素와 聯關되어 일어나는 必然的인 代謝現象일 것이므로 未熟胚의 形態形成과 關係가 있다고 생각되는 酵素에 대해 檢討가 있어야 할 것이다.

本 研究에서는 人蔘種子의 開匣處理過程中 蛋白質 및 몇가지 酵素의 電氣泳動의 變化를 調査하여 人蔘種子의 未熟胚의 生長 및 發育과의 關係를 檢討하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 材料

本 實驗의 材料는 韓國人蔘煙草研究所 全州試驗場 人蔘圃場에 栽植되어 있는 4年生 植物의 紅熟果를 1988年 7月 25日에 採取하였다. 採取한 紅熟果는 即時 果肉을 除去하고 5일간 陰乾시킨 뒤 깨끗한 모래 속에 90日間 層積(開匣) 處理하면서 15日 간격으로 同年 10月 25日까지 7회에 걸쳐 材料를 採取하였다. 開匣處理 60日까지의 種子是 內果皮만을 除去하여 材料로 利用하였고 開匣處理 75日과 90日에 採取한 種子是 胚와 胚乳를 따로 分離하여 即時 急速冷凍乾燥시켜 粉碎한 다음  $-30^{\circ}\text{C}$ 에 保管한 뒤 試料로 利用하였다.

### 2. 方法

試料精製 : 保營中인 試料 0.5mg을 4ml의 0.125 M Tris-HCl 緩衝液(pH 6.8)에 混合하여  $4^{\circ}\text{C}$ 에서 24時間 抽出하고 30分동안 遠心分離(10,000 g)한 다음 그 上澄液을 蛋白質 및 各 酵素의 抽出液으로 使用하였다. SDS(Sodium dodecyl sulfate)를 添加한 Polyacrylamide gel 電氣泳動方法(以下 SDS-PAGE法)에 의한 蛋白質의 分離에는 抽出液에 2-mercaptoethanol, glycerol, bromophenol blue 및 SDS를 混合하여  $100^{\circ}\text{C}$ 의 water bath에서 2分동안 끓인 다음  $100\mu\text{l}$ 을 取하여

loading 하였으며 SDS를 添加하지 않은 PAGE法(以下 PAGE法)에서의 蛋白質과 酵素의 分離에는 bromophenol blue와 glycerol만을 混合한 다음  $100\mu\text{l}$ 을 取하여 loading 하였다.

電氣泳動 및 Densitometry : 電氣泳動은 Laemmli의 SDS-PAGE法<sup>12)</sup>에 準하여 遂行하였는데, 蛋白質은 SDS-PAGE法과 PAGE法을 모두 利用하였고 各 酵素는 PAGE法만을 利用하여 分離하였다. SDS-PAGE法에서의 分離用 gel(0.375 M Tris-HCl, 0.1% SDS, pH 8.8)의 농도는 10%로 調節하였고 濃縮用 gel(0.125 M Tris-HCl, 0.1% SDS, pH 6.8)의 농도는 4%로 調節하였으며 電極緩衝液은 0.025 M Tris, 0.192 M glycine 및 0.1% SDS의 溶液(pH 8.3)을 使用하였다. PAGE法에서는 分離用 gel(0.375 M Tris-HCl, pH 8.8)의 농도를 7.5%로 調節하였고 濃縮用 gel(0.125 M Tris-HCl, pH 6.8)은 3%로 調節하였는데 電極緩衝液은 0.0125 M Tris, 0.096 M glycine의 溶液(pH 8.3)을 使用하였다. 電氣泳動裝置는 LKB 2001(LKB社)을 利用하였고 電流는 方法 모두 30 mA에서 30分, 60 mA에서 3時間程度 흐르게 하여 垂直泳動시켰다.

電氣泳動이 끝난 gel은 즉시 蛋白質 및 各 酵素別로 染色 및 脫色을 시켜 Densitometer(Shandon社, Supercello 3)로 scanning 하였다.

發色方法 : 蛋白質은 coomassie brilliant blue R 250 溶液(coomassie blue R 250 250mg, 95% Ethanol 100ml, 10% acetic acid 100ml)을 使用하여  $25^{\circ}\text{C}$ 에서 3時間동안 染色하였고 脫色은 1次로 95% ethanol과 5% acetic acid를 1:4(v/v) 比率로 混合하여 2時間동안 脫色하고 2次로 5% acetic acid로 脫色 保營하였다<sup>12)</sup>. Peroxidase는 Benzidine 溶液(benzidine 1g, acetic acid 9ml, 蒸溜水 40ml)과 0.03%  $\text{H}_2\text{O}_2$  및 蒸溜水를 1:1:4(v/v)의 比率로 만들어 약 5分間 浸漬하여 發色시켰다<sup>10,11)</sup>. Esterase는 acetone 原液 1ml에 녹인  $\alpha$ -naphthyl acetate 30mg과 fast blue RR salt 50mg을 100ml의 0.1 M Tris-HCl 緩衝液(pH 7.2)에 녹인 發色液을 使用하여  $36^{\circ}\text{C}$ 에서 약 30分間 浸漬하여 發色시켰다<sup>10,11,17)</sup>.

Glutamate dehydrogenase는 glutamic acid 400 mg과  $\beta$ -NAD( $\beta$ -nicotinamide adenine dinucleotide) 10mg, PMS(phenazine methosulfate) 5mg 및 MTT(3-[4,5-dimethylthiazol-2-yl]

-2,5-diphenyltetrazolium bromide) 15mg은 0.1M Tris-HCl 緩衝液(pH 8.0) 100ml에 混合하여 37°C에서 약 30分동안 發色시켰다<sup>1)</sup>).

Glutamate-oxaloacetate transaminase는 L-aspartic acid 400mg, Fast blue BB Salt 300mg,  $\alpha$ -ketoglutaric acid 200mg 그리고 pyridoxal-5'-phosphate 1.0mg을 0.1M Tris-HCl 緩衝液(pH 8.0) 100ml에 混合한 溶液으로 37°C에서 약 30分間 發色시켰다<sup>1)</sup>.

### 結果 및 考察

人參種子의 胚長은 7月 25日 接種時에 약 0.35mm 이었는데 開匣處理終了時(處理 90日後)에는 약 4.0mm에 이르러 胚長比率은 약 .75%이었으며 胚乳에 대한 胚의 生體重比率은 약 1/15이었다.

種子의 開匣處理過程中 種子蛋白質과 몇가지 酵素의 電氣泳動結果는 다음과 같다.

#### 1. 開匣處理過程에서의 種子蛋白質의 電氣泳動

種子蛋白質의 電氣泳動結果는 PAGE法(Fig. 1-a, 1-b)의 경우 採種時에 모두 8개의 band가 나타났는데, A(Rf: 0.12)와 B(Rf: 0.24)의 band는 그 幅이 넓고 色調가 濃染으로 나타났으며 F(Rf: 0.66)와 G(Rf: 0.72)의 band는 幅은 좁으나 色調가 濃染이었고 C(Rf: 0.40), D(Rf: 0.48) E(Rf: 0.56) 및 H(Rf: 0.76)의 band는 幅이 좁고 色調가 淡染이었다. 이와 같은 種子 蛋白質의 電氣泳動結果는 開匣處理日數가 增加함에 따라 色調가 濃染인 A, B, F 및 G band에서는 別다른 變化를 보이지 않았으나 色調가 淡色이었던 D, E 및

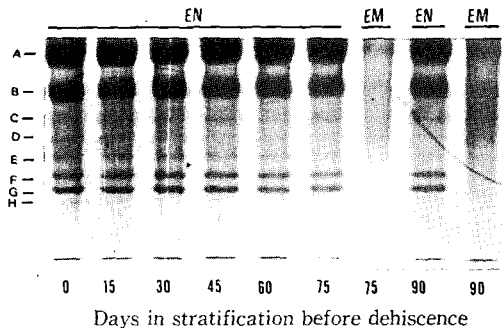


Fig. 1-a. Soluble proteins patterns of the endosperm (EN) and embryo (EM) during stratification before dehiscence in ginseng seed by SDS-PAGE with discontinuous buffer.

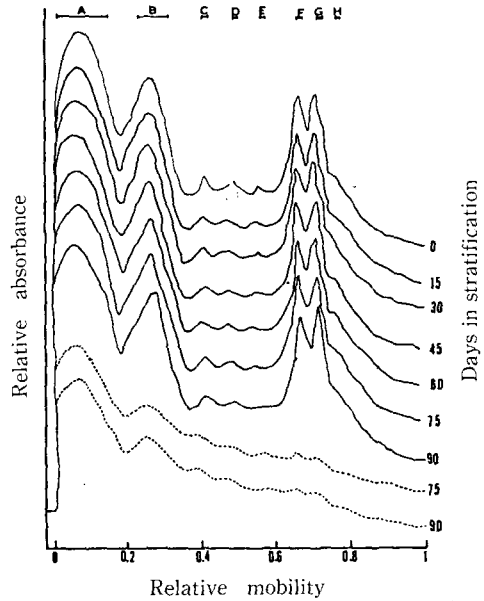


Fig. 1. Densitometric scans of proteins of the endosperm (—) and embryo (----) during stratification before dehiscence in ginseng seed by PAGE with discontinuous buffer.

H band에서는 處理 75日과 90日에 이르러 以前보다 色調가 더욱 淡染으로 나타나 量的인 變化를 보였다. 한편 이 時期의 胚에서는 H band를 찾아볼 수 없었고 胚乳胚를 分離하기 前의 種子에서 濃染으로 나타났던 A, B, F 및 G band에서는 量的인 減少가 두드러져 胚乳와의 사이에는 質的, 量的인 차이를 보였다.

SDS-PAGE法(Fig. 2-a, 2-b)에서는 採種時에 淡染인 A(Rf: 0.04) band와 色調가 比較的 濃染

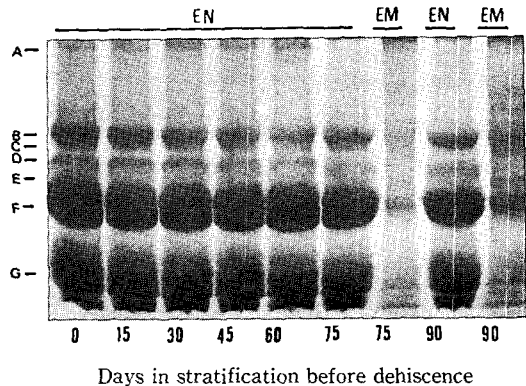
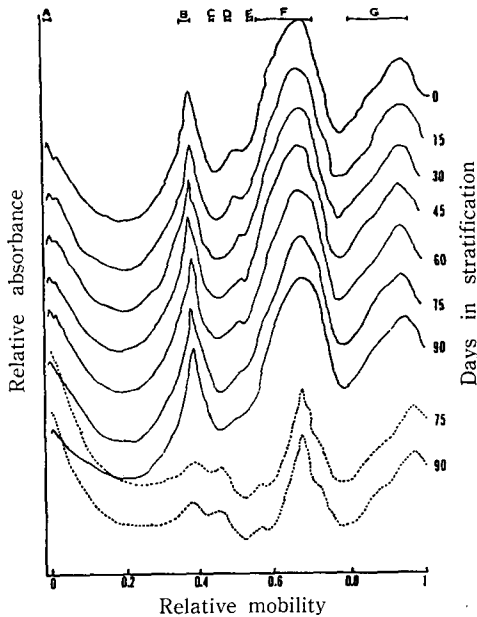


Fig. 2-a. Soluble proteins patterns of the endosperm (EN) and embryo (EM) during stratification before dehiscence in ginseng seed by PAGE with discontinuous buffer.



**Fig. 2.** Densitometric scans of proteins of the endosperm (—) and embryo (-----) during stratification before dehiscence in ginseng seed by SDS-PAGE with discontinuous buffer.

인 B(Rf: 0.38), D(Rf: 0.50), F(Rf: 0.65) 및 G(Rf: 0.90) 등 5개의 band를 확인할 수 있었는데 색조가濃染인 B, F 및 G band에서는全期間에 걸쳐 거의變化가 없었으나 A와 D band에서는處理期間이 경과함에 따라色調가 얻어지는傾向을 보였고 A band에서는處理 75日과 90日에는 거의消滅되었다. 한편, 胚에서는全般的으로 band의色調가 淡染이었는데 胚乳에서 볼 수 있었던 A와 D band는 볼 수 없는 반면에 C(Rf: 0.46)와 E(Rf: 0.56) band가 나타나 5개의 band가 관찰되었는데 이들 두개의 band가 胚의 形態形成과 어떤關係가 있는지는 아미노酸의 組成을 포함하여 次後 檢討가 要請된다.

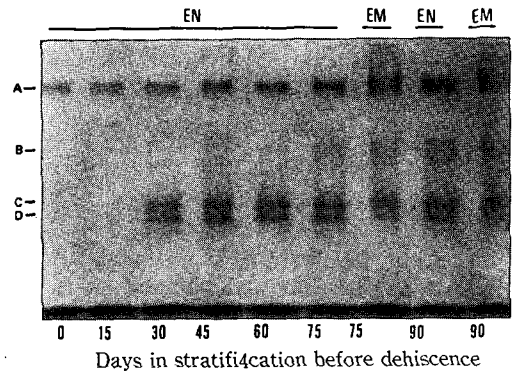
本 結果의 PAGE法에서 D, E 및 F band와 SDS-PAGE法에서 A와 D band는 각각 處理期間이 길어짐에 따라 量的인 減少를 보였는데 이와 같은 結果는 人蔘種子의 後熟期間中 蛋白質을 비롯한 炭水化合物 및 脂肪의 代謝의 變化가 活潑하며 특히, 可溶性 窒素와 아미노酸이 增加한다는 것<sup>8,21)</sup>으로 미루어 보아 이들 蛋白質의 減少는 可溶性 窒素의 增加와 밀접한 관계가 있을 것으로 추정된다. 이것을 胚의 發育에는 細胞의 分裂이나 組織의 分化가 先行되어야 하고 이와같은 胚의 形態的 變化

에는 養分과 energy가 當연히 要求될 것이므로 胚乳에 있는 蛋白質이 胚에 轉流되기 위해서는 아미노酸과 아미이드를 包含한 可溶性 窒素로 分解 및 재합성이 필수적이기 때문이다.

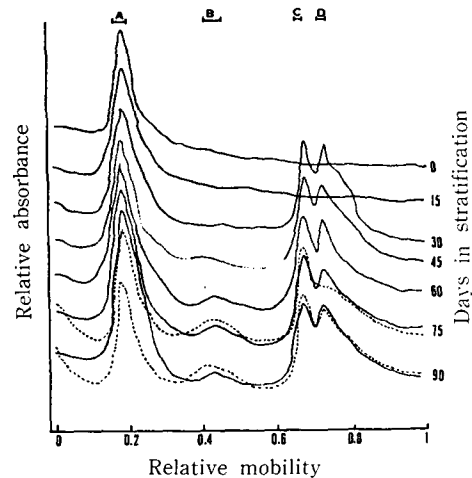
處理 75日과 90日에는 胚乳와 胚에서 蛋白質 band의 數나 色調에 差異를 보였는데, 이는 組織 또는 器官에 따라 生理的 機能이 다르기 때문인 것으로 생각된다.

## 2. 開匣處理過程에서의 몇가지 酵素의 電氣泳動

Peroxidase의 同位酵素(Fig. 3-a, 3-b)를 보면



**Fig. 3-a.** Peroxidase isozyme patterns of the endosperm (EN) and embryo (EM) during stratification before dehiscence in ginseng seed by PAGE with discontinuous buffer.



**Fig. 3.** Densitometric scans of peroxidase isozyme of endosperm (—) and embryo (-----) during stratification before dehiscence in ginseng seed by PAGE with discontinuous buffer.

處理 15日에는 A(Rf: 0.18) band만이 確認되었으나 處理 30日에는 다시 C(Rf: 0.66)와 D(Rf: 0.72) band가 觀察되었으며 處理 45日에는 3개의 band 이외에 B(Rf: 0.42) band가 새로 檢出되어 모두 4개의 band가 나타났는데, 이들 band의 色調는 處理終了時까지 길어지는 傾向이었다. 한편, 胚에서도 이들 band가 모두 檢出되어 胚乳의 그것들과 量的인 差異는 多少 있었으나 質的인 差異는 없었다.

本 結果에서 處理期間이 길어짐에 따라 band의 數가 增加하고 特히, A와 B의 band가 점차 길어지는 것은 胚의 形態的 成熟과 관련된 生理的 表現으로 理解될 수 있을 것이다. Peroxidase의 기능은 아직 확실히 밝혀져 있지 않으나, 一般的으로 組織의 生長이 활발할 때 그 活性이 낮고 組織의 老化나 stress가 있을 때 그 活性이 增加<sup>3,19)</sup> 된다 하여 細胞의 分裂이나 組織의 分化에 抑制的이라는 視角도 있다.

그런데, 人參種子는 60% 以上の 脂肪을 含有하는 脂肪種子<sup>21)</sup> 인데, 脂肪種子是 澱粉種子와는 달리 發芽過程에 必要한 ATP와 炭素骨格이 他代謝 經路와 함께 glyoxylate 回路를 包含한 脂肪分解代謝를 통하여 供給된다는 點<sup>16)</sup>과 peroxidase의 機能中에는 脂肪의 分解酵素<sup>5)</sup>로도 作用한다는 點을 勘案하면, 人參種子の 後熟過程에서 胚의 形態形成이 進行됨에 따라 peroxidase의 band의 數와 그 活性이 增加하는 것은 아마도 이 酵素는 胚의 形態形成을 위한 細胞의 分裂이나 組織의 分化에 寄與하는 酵素의 하나인 것 같다. 即, 細胞의 分裂이나 組織의 分化가 活潑함에 따라 energy의 要求가 增加될 것이고 器官相互間에도 物質의 移行, 相互轉換 및 再分配 등이 活潑하게 됨에 따라 당연히 새로운 炭素骨格이 要求될 것이므로 胚의 形態形成을 위해서는 胚乳에서의 脂肪分解代謝와 관계가 있는 peroxidase의 活性이 增加하는 것으로 類推되나 仔細한 것은 生化的인 問題로 남는다.

Esterase의 同位酵素(Fig. 4-a, 4-b)를 보면 處理 90日의 胚乳에서 以前까지 계속 觀察되었던 A(Rf: 0.20) band가 없어진 것을 除外하고는 全調査期間에 걸쳐 4개의 band가 계속 나타났는데 B(Rf: 0.36) band는 處理期間이 경과함에 따라 그 色調가 길어지는 傾向이었고 D(Rf: 0.56) band는 B band와 반대의 傾向을 나타냈다. 胚에서도 胚乳에서와 비슷하게 觀察되었는데 處理 90日에 이르러

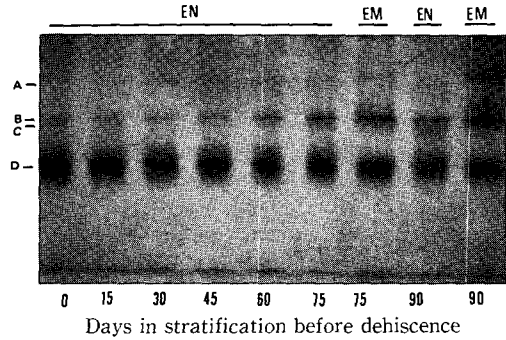


Fig. 4-a. Esterase isozyme patterns of the endosperm (EN) and embryo (EM) during stratification before dehiscence in ginseng seed by PAGE with discontinuous buffer.

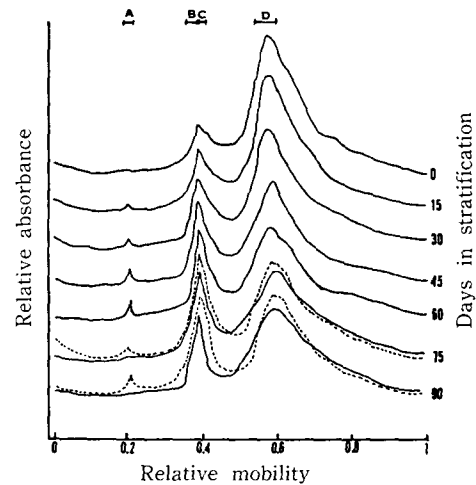


Fig. 4. Densitometric scans of esterase isozyme of endosperm (—) and embryo (-----) during stratification before dehiscence in ginseng seed by PAGE with discontinuous buffer.

胚乳에서는 消滅되었던 A band가 나타난 것이 흥미롭다.

Esterase는 脂肪酸의 分解酵素로서 細胞膜의 脂肪構造를 變化시켜 植物體를 保護하는 役割을 하는 것<sup>10,11)</sup>으로 알려져 있으나 本 結果에서는 아직 分明하지 않고 다만 處理 90日에 胚乳에서는 사라지고 胚에서만 나타난 A band의 役割이 注目된다.

Glutamate dehydrogenase의 同位酵素(Fig. 5-a, 5-b)는 處理 60日에만 B(Rf: 0.16) band가 단 한번 나타난 것을 除外하고는 A(Rf: 0.14) band만이 언제나 나타났고 胚에서도 A band만이 나타났는데 處理 75日의 것보다 90日의 것이 약간 더

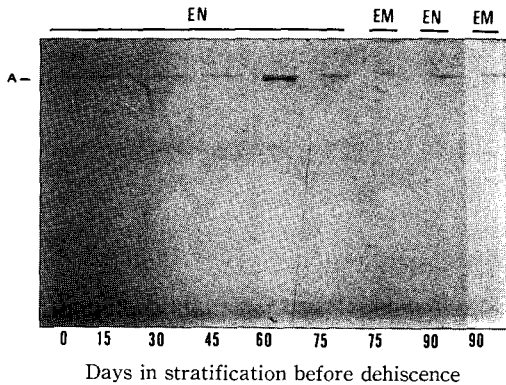


Fig. 5-a. Glutamate dehydrogenase isozyme patterns of the endosperm (EN) and embryo (EM) during stratification before dehiscence in ginseng seed by PAGE with discontinuous buffer.

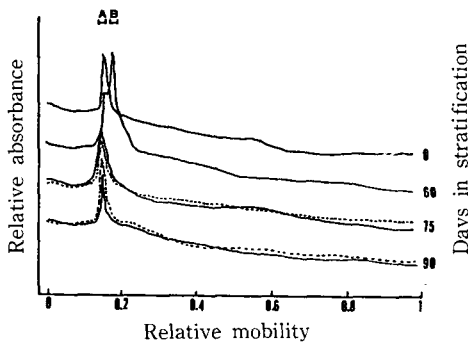


Fig. 5. Densitometric scans of glutamate dehydrogenase isozyme of endosperm (—) and embryo (-----) during stratification before dehiscence in ginseng seed by PAGE with discontinuous buffer.

濃染으로 나타나 同位酵素의 類型은 전체적으로 아주 단조로웠다.

이 酵素는 一般적으로 glutamate의 合成 및 分解에 可逆적으로 作用하는 것을 包含하여 窒素代謝에 중요한 役割을 하는데 窒素源에 따라 그 活性 및 同位酵素의 類型이 다르게 나타나는 것<sup>5, 15, 20</sup>으로 보아 本 結果에서 全 調査期間에 걸쳐 이 酵素의 變化가 아주 단조로운 것은 人蔘種子의 貯藏物質中 60% 以上이 脂肪質이란 점과 관련하여 興味롭다.

Glutamate oxaloacetate transaminase의 同位酵素(Fig. 6-a, 6-b)를 보면 胚나 胚乳에서 모두 全 調査期間에 걸쳐 Rf: 0.36의 band가 唯一한 것으로 處理期間의 길이에 따라 色調의 濃淡에 약간의 差異가 있을 뿐이었다. 周知하는 바와 같이 이 酵素는 아미노基 轉移酵素의 하나로서 植物部位에 따라

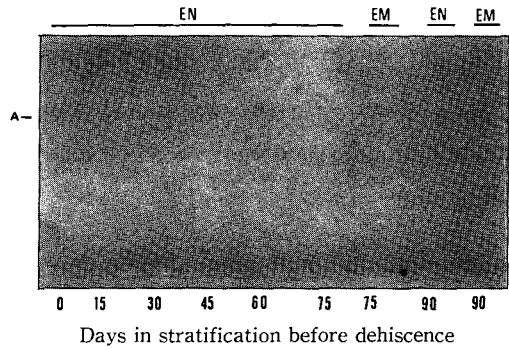


Fig. 6-a. Glutamate oxaloacetate transaminase isozyme patterns of the endosperm (EN) and embryo (EM) during stratification before dehiscence in ginseng seed by PAGE with discontinuous buffer.

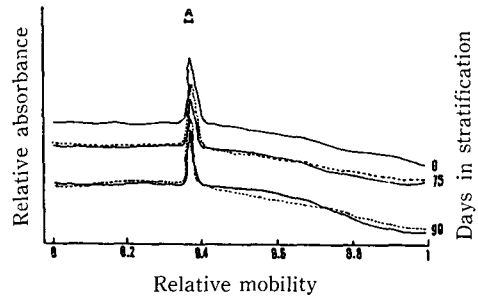


Fig. 6. Densitometric scans of glutamate oxaloacetate transaminase isozyme of endosperm (—) and embryo (-----) during stratification before dehiscence in ginseng seed by PAGE with discontinuous buffer.

多様하게 나타나는데<sup>5, 9</sup> 本 結果에서 단 하나의 band만이 나타난 것은 人蔘種子의 開匣處理過程에서는 아미노基 轉移에 의한 아미노酸代謝가 活潑하지 않다는 것을 示唆하는지 어떤지는 아직 확실하지 않다.

以上の 結果를 貯藏物質의 60% 以上이 脂肪質로 되어있는 人蔘種子의 開匣處理過程에서 綜合하여 보면, 脂肪代謝와 관계가 있는 peroxidase와 esterase가 窒素代謝와 관련이 있는 glutamate dehydrogenase와 glutamate-oxaloacetate transaminase에 比하여 그들 同位酵素의 數가 많이 나타나고 그들 色調도 길게 나타난 結果는 興味롭다.

### 摘 要

人蔘種子의 開匣處理過程 中 種子蛋白質 및 몇가지

酵素的 電氣泳動變異를 處理段階別로 調査하여 胚의 分化 및 發育과의 關係를 檢討하였다.

1. 種子蛋白質에서는 處理終了時까지 8개의 band를 보였는데 Rf 值가 0.12, 0.24, 0.66 및 0.72의 band는 濃染인체 거의 變化가 없었으나 나머지 4개의 band는 處理期間이 길어짐에 따라 열어지는 傾向이었다. 한편 處理後 75日부터 分離採取한 胚에서는 Rf 值가 0.76인 band를 確認할 수 없었다.

2. Peroxidase는 處理期間이 길어짐에 따라 band의 數가 增加하여 處理後 45日에는 4개의 band를 보였고 그들의 色調는 處理終了時까지 길어지는 傾向이었으며 胚에서도 비슷한 樣相으로 나타났다.

3. Esterase는 모두 4개의 band를 보였는데 處理日數가 增加함에 따라 Rf 值 0.36의 band는 점차 길어지는 傾向이었고 Rf 值 0.56의 band는 反對로 점차 열어지는 傾向이었으며 處理後 95日에는 種子(胚分離前의 것)에서 消滅되었던 Rf 值 0.20의 band가 胚에서는 鮮明하게 나타났다.

4. Glutamate dehydrogenase는 處理後 60日에만 나타난 Rf 值 0.16의 band와 全調査期間에 걸쳐 나타난 Rf 值 0.14의 band만이 確認되어 單調로운 樣相을 보였으며 胚에서는 後者만이 나타났다.

5. Glutamate-oxaloacetate transaminase는 分離採取한 胚를 包含하여 採種時부터 處理終了時까지 Rf 值 0.36의 band가 唯一한 것으로서 매우 單調로웠다.

### 引 用 文 憲

1. Arulsekar, S and D.E. Parfitt. 1986. Isozyme analysis procedures for stone fruits, almond grape, walnut, pistachio and fig. Hortsoience 21(4): 928-933.
2. 崔京求. 1977. 藥用人蔘種子の發芽特性に關する研究.(2) 後熟過程する特性と植物生長調節物質. 日本東北農大研報 28: 159-170.
3. 崔善英·李康壽·朴基勛. 1986. 蕎麥의 播性에 대한 生理化學的 研究. 5. 幼穗의 分化, 發育過程中 Peroxidase의 活性 및 Isozyme pattern. 韓作誌 31(3): 375-382.
4. 崔善英·李康壽·柳點鎬. 1987. 人蔘根의 休眠打破過程에 있어서 absoisic acid 含量 및 gibberellin 活性의 變化. 韓作誌 34(1): 7-13.
5. Devlin, R.H. and F.H. Witham. 1983. Plant physiology. Will and grant press, Boston.
6. 韓昶烈·黃種奎. 1963. 高麗人蔘의 胚 및 胚乳形成에 관한 研究. 全北大論文集 5: 293-295.
7. 黃種奎. 1966. 高麗人蔘의 胚生長에 관한 研究. 全北大論文集 8: 213-21.
8. 黃種奎·梁熙天. 1973. 人蔘種子 形成에 대한 生理化學的 研究. 2. 催芽過程에 있어서 遊離아미노산의 消長. 育種誌 5: 69-78.
9. Journet, E.P., M. Neuburger and R. Douce. 1981. Role of glutamate-oxaloacetate transaminase and malate dehydrogenase in the regeneration of NAD<sup>+</sup> for glycine oxidation by spinach leaf mitochondria. Plant physiol. 67: 467-469.
10. 鞠龍仁·具滋玉·李度鎮·金永柱. 1988. Oxy-fluorfen에 대한 耐性 및 感受性 水稻品種의 電氣泳動 表現型 差異. 韓雜草誌 8(2): 199-207.
11. 鞠龍仁·具滋玉·金永柱·李度鎮. 1988. Bensulfuron에 대한 耐性 및 感受性 水稻品種의 電氣泳動 表現型 差異. 韓雜草誌 8(3): 250-257.
12. Laemmli, U.M. 1970. Cleavase of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T<sub>2</sub>. Nature 227: 680-684.
13. 李康壽. 1988. 人蔘種子の 休眠 및 發芽에 대한 生理化學的 研究-Abscisic acid와 Gibberellin을 中心으로-. 全北大學校 大學院. 博士學位論文.
14. 李康壽·崔善英·柳點鎬. 1986. 人蔘種子の 休眠 및 發芽에 대한 生理化學的 研究. 1. 種子 및 根에 있어서 低溫處理가 休眠打破에 미치는 影響. 禮村 黃種奎先生華甲論文集 21-27.
15. Loyola-Vargas, V.M and E. Sanchez de Jimenez. 1984. Differential role of glutamate dehydrogenase in nitrogen metabolism of maize tissues. Plant physiol. 76: 536-540.
16. Noggle, G.R and G.J. Fritz. 1983. Introductory plant physiology, 2nd Ed., Prentice-Hall Inc., pp497-505.
17. 朴元穆·李容世·孫膺龍. 1984. Gibberellic acid가 水稻의 isozyme pattern에 미치는 影

- 響. 韓作誌 29(1) : 39-45.
18. 孫膺龍·朴元穆·李龍世·安相得·天成龍. 1984. 人蔘品種間 isoabme pattern 比較. 韓作誌 29(4) : 350-355.
  19. Siegel, B.E and A.W. Galston. 1967. The isoperoxidase of *Pisum sativum* L. Plant physiol. 42 : 221-226.
  20. Tamaya, T.A., A. Oaks and H. Matsumoto. 1984. Characteristics of glutamate dehydrogenase in mitochondria prepared from corn shoots. Plant physiol. 76 : 1009-1013.
  21. 染熙天. 1974. 人蔘植物的 種子發育過程에 있어서 生理化學的 研究. 韓作誌 17 : 115-133.