

## 人蔘種子發芽에 있어서의 生理化學的 研究

黃 鍾 奎 · 梁 熙 天

全北大學校 農科大學

### Studies on the Physiological Chemistry of Germination in Ginseng Seed

Jong Kyu Hwang and Hee Chun Yang

(College of Agriculture, Jeonbug National University)

#### Abstract

A study on the metabolism of the chemical components of endosperm and embryonic organs of ginseng seeds during their germination were investigated and the results of the changes in the contents of nitrogen compounds, carbohydrates, lipids and phosphorus compounds are discussed from the viewpoint of physiological chemistry.

#### 緒 言

種子發芽時에 種子內에서 일어나는 物質代謝에 對한 研究 報告는 아주 적은데 Miller<sup>23)</sup>의 *Helianthus annuus* 種子에 對한 研究를 비롯해서 1940年代까지에 Malhotra<sup>19, 20, 21)</sup>의 옥수수, Van Ohlen<sup>27)</sup>의 大豆, Pierce等<sup>25)</sup>의 Castor bean, Brown<sup>3)</sup>의 大麥에 對한 研究 等으로 種子發芽時의 物質代謝에 對한 化學的 組成分의 一般的 關連性을 알게 되었고, 그 後 50年代에 들어와서 伊藤等<sup>14)</sup>이 水稻發芽時의 糖代謝, Ergel等<sup>8)</sup>의 棉 種子의 磷酸化合物에 對한 研究와 Fukui等<sup>9)</sup>의 苧 種子 胚芽에서의 澱粉 消長, Matsushita<sup>22)</sup>의 水稻發芽時의 核酸量 變化 等의 研究로 各代謝物質의 行動을 보다 體系의 으로 알 수 있게 되었다.

最近 60年代 以後에는 Leonard等<sup>16)</sup>의 Pea種子에 對한 窒素化合物, Hall等<sup>10)</sup>의 귀리 種子에 對한 磷酸化合物, Keyes等<sup>15)</sup>의 小麥에 對한 Nucleotide, Chen等<sup>4)</sup>의 小麥에 對한 RNA, Chen等<sup>5)</sup>의 *Avena fatua* 種子에 對한 <sup>14</sup>C-maltose, Olsson等<sup>24)</sup>의 *Vicia fava* 發芽 中의 核酸, Sasaki等<sup>20)</sup>의 *Pinus resinosa* Ait 發芽 中의 核酸, Beevers等<sup>2)</sup>의 Pea 種子의 蛋白質과 核酸, Anderson等<sup>1)</sup>의 大麥과 小麥 種子의 胚와 胚乳 사이의 Glucose代謝, Lowe等<sup>17, 18)</sup>의 小麥 種子의 胚乳

의 蛋白質代謝에 關한 研究 等, 發芽中의 變化에 對한 보다 發達된 分析 技術에 依한 探究가 있고 Ingle等<sup>12, 13)</sup>이 옥수수에 對해서 Ching<sup>6)</sup>이 Douglas fir 種子에 對해서 發芽 中의 變化를 研究하여 여러 代謝物質의 相互 關係에 對해서 綜合的으로 解析한 바 있으나 人蔘 種子發芽時의 物質變化에 對한 研究는 아직 볼 수 없으므로 前報<sup>20)</sup>에서 人蔘 種子의 形成과 成熟 그리고 催芽操作 中의 胚 發育에 따른 物質代謝의 變化를 追求한데 이어 本 實驗에서는 發芽 過程에 있어서의 化學的 組成分의 變化를 調查하여 發芽에 따른 胚와 胚乳間의 物質轉移를 物理化學的으로 追究하였다.

#### 材料 및 方法

本 實驗에 供與된 材料는 前報<sup>20)</sup>에서와 같이 催芽操作이 끝나 開匣된 種子를 露地 苗圃에 播種하지 않고 室內에서 催芽操作을 繼續하였다더니 2月初에 發芽하기 始作하여 2月末까지의 5cm程度로 자라나므로 一般栽培에서 보다는 두달가량 빨리 發芽하게 되었는데 形態的 成長에 따른 物質變化를 追究하기 爲해서 成長度가 같은 試料를 얻고자 發芽後 日數에 依하여 區分하지 않고 胚器管의 길이 別로 6가지로 區分하고 胚乳部分과 胚器管(shoot+root)으로 分離, 定量하여

發芽初段階에 있어서의 胚乳와 胚器官間의 物質轉移를 調査하였는데 各組成成分의 分割과 定量方法은 前報<sup>29)</sup>에서와 같다.

## 結果 및 考察

### 1. 乾物量의 變化

發育段階에 따라 胚乳部分과 胚器官을 分離하여 따로 乾物量을 測定한 結果를 그림 1에 表示하였다.

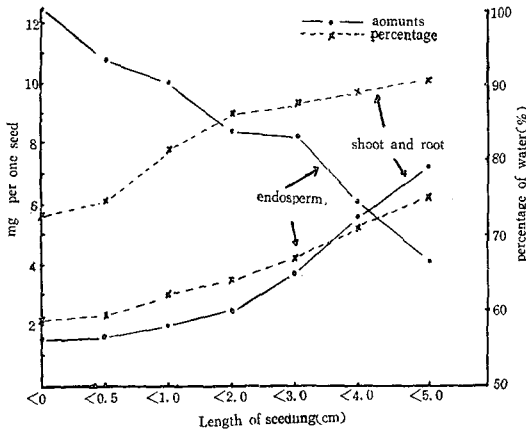


Fig. 1. Changes in dry weight of ginseng seed during germination.

胚乳는 繼續해서 減少하고 있으며 胚器官에서는 增加되고 있는데 특히 2cm 以上으로 生長할 때에 增加量이 顯著하게 크다. 이들 間의 乾物量의 增減은 代謝物質이 胚乳에서 胚器官으로 移動되었음을 나타내었다.

### 2. 窒素化合物의 變化

全窒素: 胚乳나 胚器官에서 모두 3cm로 生長하였을 때에 窒素含有率이 最高에 이르고 있는데 이 때

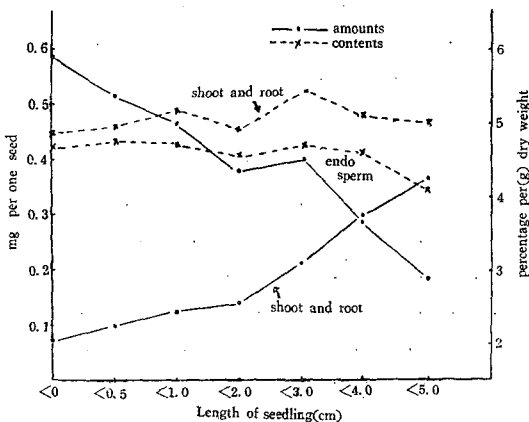


Fig. 2. Changes in total nitrogen of ginseng seed during germination.

子葉이 展開되는 時期이며 그 後 胚乳에서는 急速하게, 胚器官에서는 徐徐히 低下되었다. 胚器官의 生長에 따라 胚乳에서는 總窒素量이 빨리 低下되고 이와는 相對적으로 胚器官에서는 그 量이 增加되는데 특히 2cm로 生長할 때부터 顯著하게 增加되었다.

開匣種子가 發芽하기 爲해서는 種子가 원래 가지고 있던 窒素化合物이 生長點으로 移動되기 爲해서 재빨리 分解되며 이 分解된 窒素化合物의 大部分은 胚器官이 發芽의 첫 段階로 形態的 變化를 하는데 利用될 것이며 分解된 窒素의 一部는 다음 段階의 生理的 機能을 다하는데 利用될 것이다. 이 實驗 條件에 따르면 人蔘 種子에서는 幼植物이 2~3cm로 자랐을 때에 子葉이 展開되었는데 이 時期를 契機로해서 胚乳나 胚器官에서 窒素化合物의 含量과 含有率의 變動이 큰 것을 볼 수 있었다.

可溶性 窒素: Sol-N의 含有率은 生長中의 胚器官에서 徐徐히 增加하고 있고 (Fig. 3) 胚乳에서는 2cm로 生長하였을 때에 最高에 達한 後 다시 減少하고 있는것이 特徵的이며, 이 때에 그 含有量은 胚乳에서는 增加하고 있었으나 (Fig. 4) 全體的으로 보아 減少傾向이었고 특히 子葉이 完全히 展開된 以後인 3cm 以上인 때에 顯著하게 減少되고 胚器官에서는 漸次的으로 增加하여 子葉 展開時期인 2~3cm 後부터 더욱 顯著하게 增加하고 있었다.

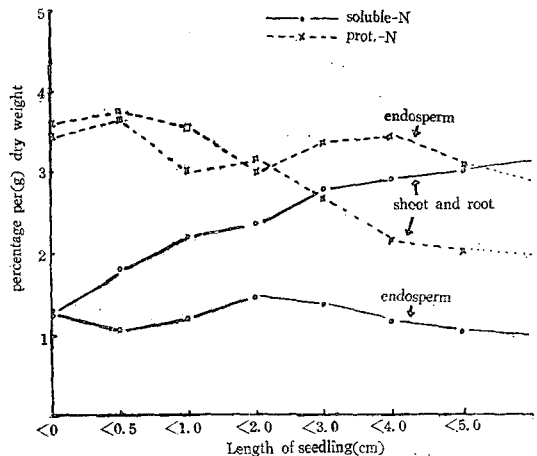


Fig. 3. Changes in soluble and protein nitrogen of ginseng seed during germination.

蛋白質 窒素: 胚乳의 Prot-N 含有率은 2cm 때에 最少값을 나타내었다가 다시 增加하여 처음 水準을 維持한 후 다시 低下되었고, 胚器官에서는 처음에 若干 低下되었다가 2cm에서 回復되었으며 그 以後에 다시 계속 低下되었다 (Fig. 3). 胚乳 中의 蛋白質 含量은 生長할수록 減少되는 趨勢이고 (Fig. 4) 胚器官中에서는

계속 증가되고 있는 傾向이었다. 兩器管에서의 蛋白質 含有量의 差異는 對照의인테 이것은 胚乳組織에서의 蛋白質의 分解作用이 빨리 進行되어 分解生成物의 生長中인 胚器管으로 移送되고 胚器管에서는 蛋白質의 合成이 일어나고 있기 때문일 것이라 생각된다.

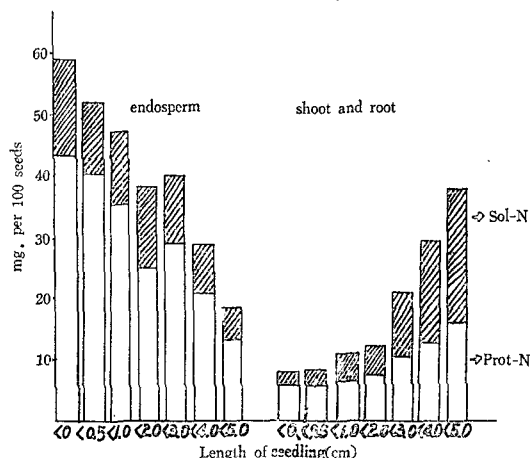


Fig. 4. Changes in nitrogen fractions of ginseng seed during germination.

### 3. 燐酸化合物의 變化

全燐酸: 全燐酸量은 乾物의 變化와 아주 類似한 曲線을 보였는데 胚乳에서는 發芽前 試料에서 보다 5cm 차란 後의 試料에서 1/4로 減少되었고 胚器管에서는 점점 增加하여 3.5倍로 增加하였다. 그러므로 全燐酸 增減은 發芽 種子의 代謝에 直接的으로 關係하고 있는 것을 알 수가 있다(Fig. 5).

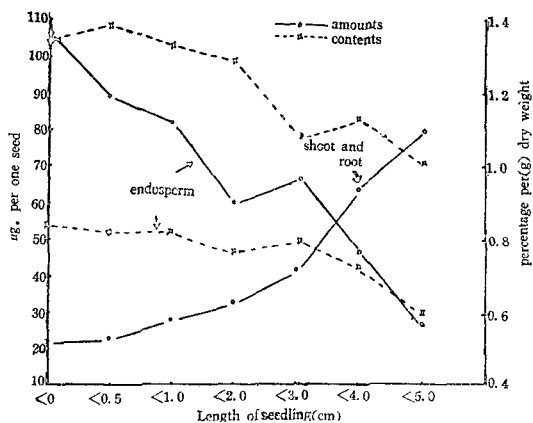


Fig. 5. Changes in total phosphorus of ginseng seed during germination.

各 燐酸의 形態別로 區分하여 蛋白質燐, 核酸燐, 脂質燐, 無機燐의 個體當 含有量을 그림 6에 表示하였다.

無機燐: 無機燐은 胚乳에서 全燐 分割 區分의 1/3 以上, 胚器管에서는 1/2以上을 占有하였는데 (Fig. 6) 이 事實은 基本的으로 棉實의 胚가 發芽하는 때에 나타난 傾向<sup>7)</sup>과 一致되며 胚乳 中의 無機燐 含量은 成長과 함께 繼續 減少되고 있는 反面 胚器管에서는 빨리 增加되고 있었다. 胚器管이 5cm로 生長하였을 때 까지 胚乳 100個에서 잃은 IOP量은 1.188mg인데 胚器管 100個에서 얻은 量은 2.398mg이므로 1.22mg이 더 增加된 셈인데 (Table 1) 이것은 有機燐區에서의 轉化로 볼 수 있으며 棉種子 發芽에서 Phytin-P의 減少와 IOP의 增加<sup>8)</sup>를 본 바와 같았다. 그리고 5cm로 生長한 胚器管 中에는 核酸燐이 胚乳의 約 4倍, 蛋白質燐이 約 3倍, 無機燐이 6倍量 含有하고 있는 結果이다.

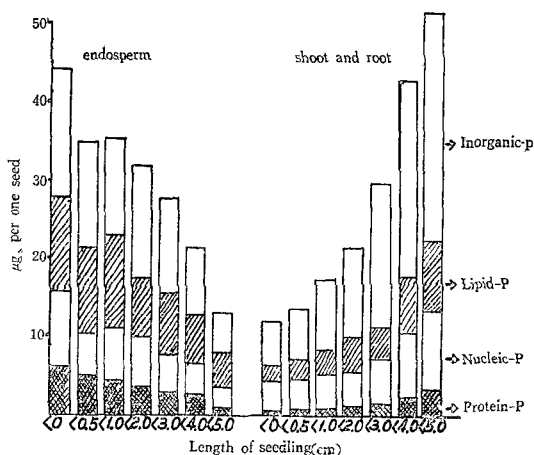


Fig. 6. Changes in phosphorus fractions during germination

脂質燐: 脂質燐은 胚乳에서 처음부터 減少되다가 3 cm로 生長하였을 때 一時 增加하였다가 계속 減少되었다. 이와 對照的으로 胚器管에서는 처음부터 增加되다가 3cm 때에 一時 減少, 그 後에 急速히 增加되고 있었다 (Fig. 6). 脂質燐은 磷脂質 (Phospholipid, Phosphatide)의 形態로 存在할 것이므로 生長이 活潑한 時期에 原形質 構成物으로서의 增加量이 클 것이며 胚乳에서 損失되는 量이 幼植物 中에서 나타나는 脂質燐의 增加量과 一致되지 않는 것은 磷脂質이 一種의 貯藏物質인 까닭으로 油脂와 함께 消失되는 것으로 볼 수 있다.

核酸燐: 胚乳 中의 核酸燐은 生長과 더불어 減少되고 幼植物 中의 核酸燐은 增加된다 (Fig. 6). 核酸燐의 大部分은 RNA와 DNA일 것이므로 核酸燐의 增加는 細胞分裂과 蛋白質 合成에 隨伴되어 나타나며, Walton<sup>28)</sup>도 細胞 增大을 위한 蛋白質의 合成

Table 1. Changes in phosphorus fractions during germination

(mg/100 seeds)

Seedling length	Tot-P	TCA insol-P	TCA sol-P	TCA sol-P		
				Inorganic-P	Organic-P	
Seedling	<0	2.227	0.618[27.7]	1.609[72.3]	0.542[24.3](33.7)	1.067[48.0](66.3)
	<0.5	2.306	0.712[30.9]	1.594[69.1]	0.621[26.9](38.9)	0.973[42.2](61.1)
	<1.0	2.783	0.867[31.1]	1.915[68.9]	0.885[31.8](46.2)	1.030[37.1](53.8)
	<2.0	3.246	1.051[32.4]	2.195[67.6]	1.136[34.9](51.7)	1.059[32.7](48.3)
	<3.0	4.152	1.151[27.7]	3.001[72.3]	1.836[44.2](61.2)	1.165[28.1](38.8)
	<4.0	6.431	1.811[28.2]	4.620[71.8]	2.538[39.4](54.9)	2.082[32.4](45.1)
	<5.0	7.940	2.255[28.4]	5.685[71.6]	2.940[37.0](51.7)	2.745[34.6](48.3)
Endosperm	<0	10.640	2.780[26.1]	7.860[73.9]	1.671[15.7](21.3)	6.189[58.2](78.7)
	<0.5	8.966	2.189[24.4]	6.777[75.6]	1.366[15.2](20.1)	5.411[60.4](79.9)
	<1.0	8.219	2.106[25.6]	6.113[74.4]	1.272[15.5](20.8)	4.841[58.9](79.2)
	<2.0	6.035	1.589[26.3]	4.446[73.7]	1.042[17.3](23.4)	3.404[56.4](76.6)
	<3.0	6.758	1.587[23.5]	5.171[76.5]	1.293[19.1](25.0)	3.878[57.4](75.0)
	<4.0	4.660	1.213[26.0]	3.447[74.0]	0.806[17.3](23.4)	2.641[56.7](76.6)
	<5.0	2.692	0.778[28.9]	1.914[71.1]	0.493[18.3](25.7)	1.421[52.8](74.3)

[ ] : percentage to total-P

( ) : percentage to soluble-P

을 위해서 RNA의 합성이 필요하다고 한 바 있다. 그러므로 핵산態磷量的增加는細胞分裂을爲한分裂組織이顯著하게生長되었다는 것을意味하고 있다.

蛋白態磷: 胚乳 中에서는生長함에 따라減少되고幼植物 中에서는增加되었다. 量的으로는全體의約 1/10정도이며 이것의變動은蛋白態 窒素의變動과 비슷하였다.

全酸不溶性磷(Lipid-P+Nucleic-P+Prot-P)의變化를 보면發芽하기 前後의胚乳 100個에서減少된量이 2.0mg이고胚器官에서增加된量이 1.6mg이기 때문에 0.4mg의差가 나타나고 있는데 (Table 1) 이것은 Adenosine triphosphate, Uridine triphosphate 그 밖에 Energy transfer를中繼하는 Nucleotide 等の磷酸化合物로의轉化 때문인 것으로推測된다.

#### 4. 炭水化物的變化

炭水化물은生長에 따라胚乳와胚器官의全糖, 還元糖, 非還元糖 그리고粗澱粉을分析하였다.

全糖: 胚乳의 Total sugar(Tot-S) 含有率은發芽初期에增加하여 2cm로生長할 때까지 그水準을維持하다가 2~3cm 때에低下되고 그後 다시上昇되어 5cm 때에는約 2배가 되었다(Fig. 7).

胚乳의 Tot-S 含有量은 처음에若干의增加를 보이거나 계속徐徐히減少되고 있었다. 胚器官의 Tot-S의含有量은 계속增加하여 5cm 때에는約 4배로增加하고 있는데 2cm 以上에서 그增加量이顯著하고 含

有率은 2~3cm 試料에서最高値를 나타낸後 다시低下되고 있었다. 胚乳와生長하는胚器官에서의增減曲線은 꼭對照를 이루고 있어興味로우며 2~3cm로生長하였을 때를契機로 하여特히變動이甚하였다 (Fig. 7).

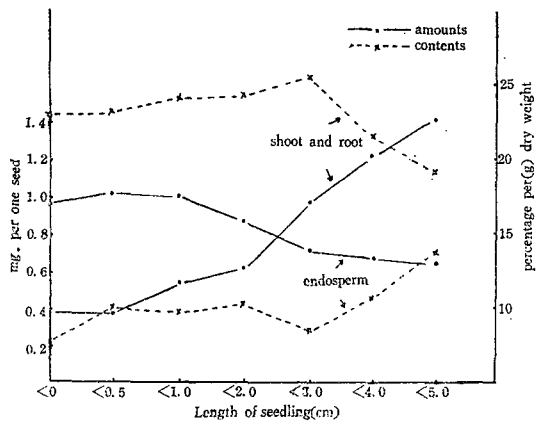


Fig. 7. Changes in total sugar of ginseng seed during germination.

可溶性糖: 可溶性糖은全炭水化物的大部分(50~90%)을 차지하고 있으며 2cm 때에若干起伏이 있었지만胚乳에서는 처음부터 그含量이減少되고胚器官에서는 이에相應하는增加는 없으며, 처음에는 오히려減少되었다가 그後繼續的으로增加되었는데 특히 2cm 以後의增加量이顯著하고 5cm로生長

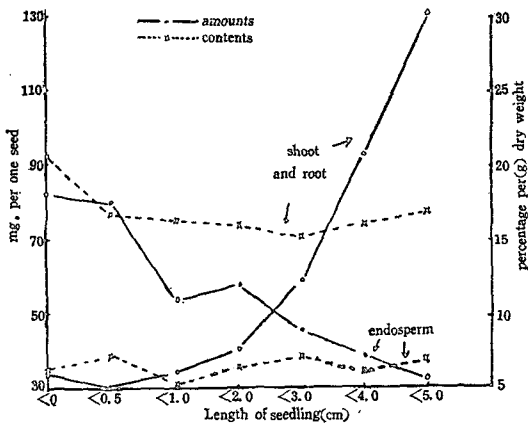


Fig. 8. Changes in soluble sugar of ginseng seed during germination.

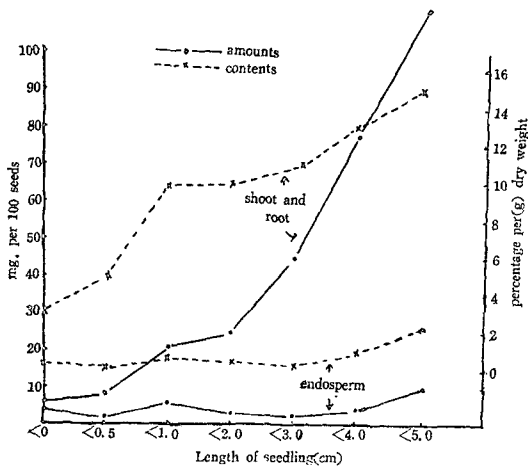


Fig. 9. Changes in reducing sugar of ginseng seed during germination.

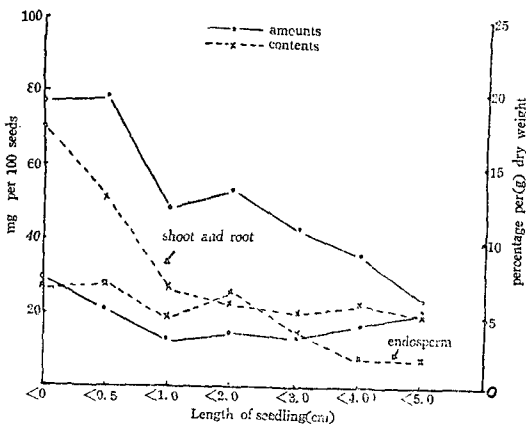


Fig. 10. Changes in non-reducing sugar of ginseng seed during germination.

했을 때는 약 4배나 증가하였다(Fig. 8). 이 可溶性糖을 다시 還元糖과 非還元糖으로 區分하여 分析한 結果는 Fig. 9, Fig. 10과 같다.

**還元糖 :** 還元糖은 含量, 含有率이 모두 胚器官에서 높고 胚乳에서는 越等하게 그 값이 낮았다. 特히 胚乳中에는 大部分이 非還元糖으로 存在하고 還元糖의 含量은 아주 낮았다. 胚器官에서는 還元糖量이 漸次로 增加되었는데 特히 2cm 以後에 增加量이 顯著하며 胚乳에서의 增減의 幅은 그리 넓지 않게 低濃度를 維持하고 있었다.

**非還元糖 :** 非還元糖은 胚器官에서 含量, 含有率이 모두 減少 傾向이므로 여러 可溶成分이 모두 增加되는 것과는 對照的인데 2cm 때에 中間 Peak를 이루고 있으며 胚乳에서는 含量이 一端 減少되었다가 3cm 以後 若干씩 增加하고 있었으며 含有率은 역시 2cm 때에 中間 Peak를 이루고 있었다. 乾物量에 對한 非還元糖의 比率이 상당히 높아(3~17%) 生體內에서의 炭水化合物 轉移에 重要な 役割을 하고 있었다.

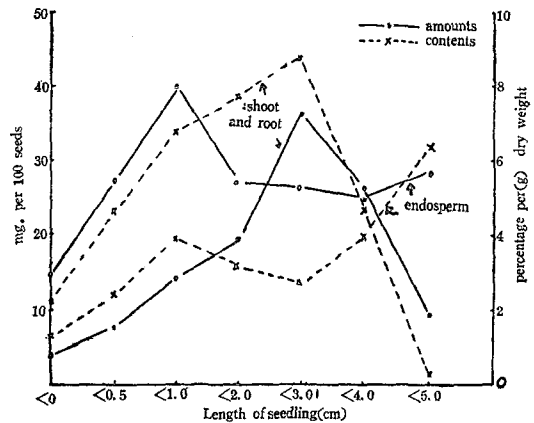


Fig. 11. Changes in crude starch of ginseng seed during germination.

**粗澱粉 :** 粗澱粉의 含量은 胚器官에서 含量, 含有率이 3cm 때에 最高에 達하였고(Fig. 11) 그 後 急速히 低下되며 胚乳에서는 1cm 때에 Peak를 이루고 그 다음 3cm까지 一端 低下되었다가 다시 上昇하였다. 한편 含有率의 上下 Peak는 Total sugar의 경우와 비슷하였다(Fig. 7).

### 5. 粗脂肪의 變化

脂肪은 人蔘 種子의 重要な 貯藏物質로서 完熟 種子中에 約 60%를 含有하고 있었으며 催芽操作 過程中에 約 10%가 減少하였고<sup>20)</sup> 發芽 直前의 胚乳中에는 約 54%, 胚中에는 約 61%의 脂肪을 含有하고 있었는데 發芽 中の 變化는 그림12에서 보는 바와 같이 胚乳에서는 種子當 6.81mg에서 4.13mg으로 줄어들었

고 胚器管에서는 그 變動이 그리 甚하지 않은데 처음에 若干 줄어들었다가 5cm 때에 1.32mg으로 조금 增加되고 있었다. 이런 現象은 Fir 種子의 發芽에서도 같은 傾向으로 나타난 바 있다<sup>6)</sup>.

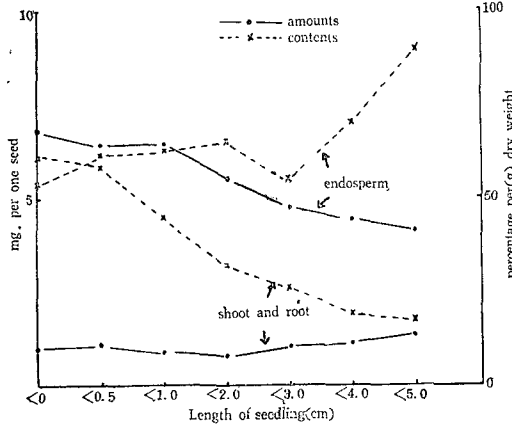


Fig. 12. Changes in crude fat of ginseng seed during germination.

以上の 結果를 綜合해서 考察하여 보면 發芽 初期에 빨리 水分을 吸收하여 貯藏物質의 代謝를 圓滑하게 하여 자라나는 胚器管에 쉽게 利用될 수 있게 하고 있으며 胚器管에서 新鮮重의 增加量은 約 13倍, 乾物量의 增加量은 約 4.5倍이고 反面 胚乳에서는 新鮮重量의 減少는 크지 않은데 乾物重은 約 65%가 減少되고 있었다(Fig. 1).

胚乳와 胚器管의 水分 含有率의 差異는 그들의 代謝活性의 差異에 依하는 것으로 생각되며 이런 現象은 다른 植物의 種子 發芽時에도 알려져 있다.

幼植物 全體(胚乳+胚器管)의 Tot-N은 約 10%쯤이 減少되었는데 이것은 아마도 根에서의 損失<sup>12)</sup>에 依할 것이며 胚乳로부터 胚器管으로의 移動은 可溶性 化合物의 形態로서 이루어지며 貯藏蛋白質의 分解에 依한 可溶化와 器管中에 存在하는 酵素들의 活性化, 그리고 活潑한 物質 移動과 새로운 蛋白質과 其他 窒素化合物의 合成을 하는 一連의 代謝作用이 幼植物 生長中에 胚乳와 胚器管에서 나타나는 것으로 보인다. Tot-N에 對한 Sol-N의 比率이 높은 것은(40~50%) 興味있는 일로서 이런 現象은 豆類, 육수수類를 비롯한 一般 作物의 發芽 過程에서 흔히 볼 수 있는 傾向인 것 같다<sup>3,6,10,13,25)</sup>.

磷酸化合物은 活潑한 合成과 Energy供給에 重要한 것이요 發芽 前에 比해서 發芽後에는 全種子(胚乳+胚器管)에서의 Tot-P 含量은 約 15%가 減少되었는데 이것은 아마도 뿌리에서의 損失에 의한다고 생각된다.

Sol-P는 5cm로 자랐을 때 3.5倍로 增加되고 있으며 全發芽期間中 Tot-P에 對해서 70~75%의 높은 比率을 차지하고 있고, 5cm로 자라났을 때는 胚器管中에 75%, 胚乳中에 25%를 含有하고 있어 生長器管에서의 活潑한 物質代謝를 뒷받침 해 주고 있다. IOP는 Sol-P와 거의 비슷한 傾向으로 增加되고 있으며 胚器管中에서 Sol-P의 約 35~55%, 胚乳中에서는 Sol-P의 20~25%를 含有하고 있었다. 胚乳에서의 OP率이 큰 것은(75~80%) 一般的으로 被子植物 種子에서 볼 수 있는 바, 人蔘 種子에서도 磷酸化合物의 貯藏形態를 Phytin으로 볼 수 있는데 이 形態의 磷酸化合物에 起因한다고 본다.

發芽中 Total sugar는 처음에 胚乳나 胚器管에서 若干 增加하고 그 後에 胚乳에서는 若干 減少되며 胚器管에서는 繼續 急速하게 增加되고 있는데 可溶性糖이나 粗澱粉의 變動과 아울러 생각하여 볼때 이 變化는 脂肪의 減少와 關係가 있을 것으로 생각되며 胚器管에서 對應하는 增加없이 胚乳에서 脂肪量이 低下되는 것은 脂肪이 다른 炭水化合物로 轉化되는 것을 意味하는 것으로 볼 수 있는데, 일찌기 De Saussure<sup>7)</sup>는 大麻, Madia, 油菜 等の 脂肪性 種子의 發芽에 對한 研究에서 發芽中 放出되는 CO<sub>2</sub>量보다 더 많은 量의 O<sub>2</sub>를 吸入하고, 貯藏脂肪이 減少되며 糖分量이 增加된다고 말한 바 있고 Hellriegel<sup>11)</sup>도 이것을 支持한 바 있는데 貯藏脂肪은 흔히 Glyoxylate cycle을 거쳐서 糖으로 轉化되어 자라나는 胚器管에 利用되고 있기 때문일 것이라 생각된다. 한편 貯藏脂肪은 發芽中에 糖分으로 轉化되어 呼吸基質로 利用되는것도 생각할 수 있다.

人蔘 種子 發芽 中에 일어나는 物質 變動은 貯藏蛋白質, 脂肪, 磷酸化合物의 分解 또는 이들이 다시 細胞 構成物質을 合成하기 爲하여 胚器管으로 移動하는 一連의 代謝가 일어남을 보여주는 것이다. 胚乳組織에서는 同時에 일어나는 同化作用과 異化作用을 圓滑하게 維持해 주는 System을 생각할 수 있는데, 脂肪 分解作用, Glyoxylate cycle에 關與되는 Enzyme의 合成, 元來 存在하는 여러 酵素들의 活性化, 새로운 蛋白質을 形成하기 爲해서 貯藏蛋白質을 活性的 形態로 變化시키는 일, 그리고 貯藏 形態의 磷酸化合物을 活性的 形態로 分解 單離시키는 作用 등이 이루어지고 있는 것으로 볼 수 있다.

### 摘 要

人蔘 種子 發芽時의 胚乳와 胚器管에서의 物質代謝를 追求하고자 窒素化合物, 炭水化合物 그리고 磷酸化

化合物的變化를 調査하였다.

1. 胚器管에서의 新鮮重의 增加는 幼植物이 5cm로 生長했을 때에는 開匣種子의 胚重量의 約 13倍, 乾物量의 增加는 約 4.5倍이고 胚乳에서는 乾物重이 約 65% 減少되고 있었다.

2. 幼植物全體(胚乳+胚器管)의 全窒素는 約 10% 減少되었고 全窒素에 對한 可溶性 窒素의 比率은 40~50%로서 상당히 큰 편이었다.

3. 發芽前에 比해서 發芽後에는 全種子(胚乳+胚器管)에서의 全磷酸 含量은 15%가 減少되었고 酸可溶性 磷은 全發芽 期間中 全磷酸에 對해서 70~75%의 높은 比率을 나타내고 있었으며 幼植物이 5cm로 자라났을 때는 胚器管 中에 75%, 胚乳中에는 25%를 含有하고 있었다.

無機磷은 胚器管 中에 酸可溶性 磷의 約 35~55%, 胚乳中에는 酸可溶性 磷의 20~25%를 含有하고 있었고 胚乳中에는 有機磷의 含有率이 75~80%이었다.

4. 炭水化物的 變化는 全糖, 可溶性糖, 還元糖, 非還元糖, 粗澱粉이 모두 幼植物이 2~3cm로 자라났을 때를 契기로 增減을 뚜렷하게 나타내고 있었다.

5. 催芽操作이 끝난 發芽 直前의 胚乳中에는 約 54%, 胚 中에는 約 61%를 含有하였는데 胚乳에서는 種子當 6.81mg에서 4.13mg으로 줄어들었고 胚器管에서의 變化는 그리 크지 않았다.

## 引用 文 獻

1. Anderson, J.D. and A.A. Abdul-Baki. 1971. Glucose metabolism of embryos and endosperms from deteriorating barley and wheat seeds. *Plant Physiol.* 48 : 270-272
2. Beevers, L. and W.E. Splittstoesser. 1968. Protein and nucleic acid metabolism in germinating peas. *J. Exp. Bot.* 19 : 698-711
3. Brown, R. 1943. Studies on germination and seedling growth. II. The effect of the environment during germination on the subsequent growth of the seedling of barley. *Ann. Bot. n. s.* 7 : 275-296
4. Chen, D., S. Sarid, and E. Katchalski. 1968. Studies on the nature of messenger RNA in germinating wheat embryos. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.* 60 : 902-909
5. Chen, S.S.C. and J.E. Varner. 1969. Metabolism of  $^{14}\text{C}$ -maltose in *Avena fatua* seeds during

- germination *Plant. Physiol.* 44 : 770-774
6. Ching, T.M. 1966. Compositional changes of Douglas fir seeds during germination. *Plant Physiol.* 41 : 1313-1319
7. De Saussure, T. 1842. Über das keimen der Oelsämereien. *Frische's Notizen.* 24 : 24-27
8. Ergle, D.R. and G. Guinn. 1959. Phosphorus compounds of cotton embryos and their changes during germination. *Plant Physiol.* 34 : 476-481
9. Fukui, T. and Z. Nikuni. 1956. Degradation of starch in the endosperms of rice seeds during germination. *J. Biochem. Japan* 43 : 33-40
10. Hall, J.R. and T.K. Hodges. 1966. Phosphorus metabolism of germinating oat seeds. *Plant Physiol.* 41 : 1459-1464.
11. Hellriegel, H. 1855. Beitrag zur keimungs geschichte der ölgebenden Samen. *Jour. Prakt. Chemie.* 64 : 94-97
12. Ingle, J., L. Beevers, and R.H. Hageman. 1964. Metabolic changes associated with the germination of corn. I. Changes in weight and metabolites and their redistribution in the embryo-axis, scutellum, and endosperm. *Plant Physiol.* 39 : 735-740
13. Ingle, J., R.H. Hageman. 1965. Metabolic changes associated with the germination of corn. II. Nucleic acid Metabolism. *Plant Physiol.* 40 : 48-53
14. 伊藤信吾. 武長宏. 1957. 水稻の發芽時に於ける 糖の代謝作用に關する研究. *日作紀.* 26 : 241
15. Keyes, A.J. and M.J. Cornelius. 1965. The soluble nucleotide content of germinating wheat embryos. *J. Exptl. Botany* 16 : 271-281
16. Leoard, B. and F.S. Guernsey. 1966. Changes in some nitrogenous components during the germination of pea seeds. *Plant Physiol.* 41 : 1455-1458
17. Lowe, L.B. and S. K. Ries. 1972. The effect of environment on the relationship between seed protein and seedling vigor in wheat. *Can. J. Plant Sci.* 52 : 157-164
18. Lowe, L.B. and S.K. Ries. 1973. Endosperm protein of wheat seed as a determinant of seedling growth. *Plant Physiol.* 51 : 57-60
19. Malhotra, R.C. 1931. A physico-chemical study

- of some economic seeds during germination with particular reference to weight and energy loss. *Protoplasma* 12 : 167-189
20. Malhotra, R.C. 1932. Biochemical study of seeds during germination. I. Periodic changes of reserve materials in normal germinating seeds. *Bot. Centalbl. Beih. Abt. I.*, 50 : 1-7
  21. Malhotra, R.C. 1932. Biochemical study of seeds during germination. II. Periodic changes of reserve materials in embryo and endosperm of germinating corn. *Bot. Centalbl. Beih. Abt. I.*, 50 : 8-14
  22. Matsushita, S. 1958. Studies on the nucleic acids in plants. III. Changes of the nucleic acid contents during germination stage of the rice plant. *Mem. Res. Inst. Food Sci., Kyoto Univ.* 14 : 30-32
  23. Miller, E.C. 1910. A Physiological study of the germination of *Helianthus annuus*. *Ann. Bot.* 24 : 693-726
  24. Olsson, R. and D. Boulter. 1918. Nucleic acid metabolism of *vicia faba* during germination and growth. *Physiol. Plantarum* 21 : 428-434
  25. Pierce, H.B., D.E. Sheldon, and J.R. Marlin. 1933. The conversion of fat to carbohydrate in the germinating castor bean. III. The chemical analysis and correlation with respiratory exchange. *Jour. Gen. Physiol.* 17 : 311-325
  26. Sasaki, S. and G.N. Brown. 1969. Changes in nucleic acid fractions of seed components of red pine (*pinus resinosa* Ait) during germination. *Plant Physiol.* 44 : 1729-1733
  27. Van Ohlen, F.W. 1931. A microchemical study of soy-beans during germination. *Amer. Jour. Bot.* 18 : 30-49
  28. Walton, D.C. 1966. Germination of *phaseolus vulgaris*. I. Resumption of axis growth. *plant physiol.* 41 : 298-302
  29. 梁熙天. 1974. 人蔘 植物의 種子 形成 過程에 있어서의 生理化學의 研究. 投稿中 韓作誌, 17 : 115-133

### Summary

A study on the metabolism of the chemical components of endosperm and embryonic organs of ginseng seeds during their germination were investigated and the results of the changes in the contents of nitrogen compounds, carbohydrates, lipids and phosphorus compounds are summarized as follows:

1. When a seedling grows to 5cm the fresh weight of the embryonic organ increases 13 times compared with that of its ripened embryo before germination and its dry weight increases 4.5 times. On the other hand, about 65% of the dry weight of the endosperm is lost.

2. During germination the total nitrogen content of a seedling (endosperm+embryonic organ) decreases and when the seedling grows to 5cm there is a loss of 10% of total nitrogen content. At this time, soluble nitrogen content amounts to 40~50% of the total nitrogen, a comparatively high content.

3. When the seedling grows to 5cm, the total phosphorus content decreases by 15%. During the germination period 70~75% of the total phosphorus is acid-soluble phosphorus. When the seedling grows to 5cm, 75% of the total acid-soluble phosphorus is distributed in the embryonic organ and 25% of it is in endosperm. In the embryonic organ 35~50% of the acid soluble phosphorus is inorganic phosphorus and in the endosperm, 20~25% of the acid soluble phosphorus is inorganic phosphorus. 75~80% of the organic phosphorus is contained in the endosperm.

4. Once the seedling grew to 2~3cm, carbohydrates such as soluble sugars, reducing sugars, non-reducing sugars, and crude starch interconverted remarkably.

5. After stratification (just before germination) the lipid content of the endosperm is about 54% of the total weight and lipid content of the embryo is about 61%. During germination 6.81mg of the fat contained in the endosperm per seed decreases to 4.13mg while the change of fat content in the embryonic organ is not so great.