

## 人蔘植物的 種子發育 過程에 있어서의 生理化學的 研究

梁 熙 天

全北大學校 農科大學

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

*Hee Chun Yang*

*(College of Agriculture, Jeonbug National University)*

#### Abstract

This study was done on the metabolism of chemical components during the seed development of ginseng. The changes of the chemical components were inspected in the following periods: from the early stage of flower organ formation to flowering time, from the early stage of fruiting to maturity, during the moisture stratification before sowing.

From flower bud forming stage to meiosis stage, the changes in the fresh weight, dry weight, contents of carbohydrates, and contents of nitrogen compounds were slight while the content of TCA soluble phosphorus and especially the content of organic phosphorus increased markedly.

From meiosis stage to microspore stage the fresh and dry weights increase greatly. Also, the total nitrogen content increases in this period. Insoluble nitrogen was 62-70% of the total nitrogen content; the increase of insoluble nitrogen seems to have resulted from the synthesis of protein. The content of soluble sugar (reducing and non-reducing sugar) increases greatly but there was no observable increase in starch content. In this same period, TCA soluble phosphorus reached the maximum level of 85.4% of the total phosphorus. TCA insoluble phosphorus remained at the minimum content level of 14.6%.

After the pollen maturation stage and during the flowering period the dry weight increased markedly and insoluble nitrogen also increased to the level of 67% of the total nitrogen content. Also in this stage, the organic phosphorus content decreased and was found in lesser amounts than inorganic phosphorus. A rapid increase in the starch content was also observed at this stage.

In the first three weeks after fruiting the ginseng fruit grows rapidly. Ninety percent of the fresh weight of ripened ginseng seed is obtained in this period. Also, total nitrogen content increased by seven times. As the fruits ripened, insoluble nitrogen increased from 65% of the total nitrogen to 80% while soluble nitrogen decreased from 35% to 20%. By the beginning of the red-ripening period, the total phosphoric acid content increased by eight times and was at its peak. In this same period, TCA soluble phosphorus was 90% of total phosphorus content and organic phosphorus had increased by 29 times. Lipid-phosphorus, nucleic acid-phosphorus and protein-phosphorus also increased during this stage.

The rate of increase in carbohydrates was similar to the rate of increase in fresh weight

and it was observed at its highest point three weeks after fruiting. Soluble sugar content was also highest at this time; it begins to decrease after the first three weeks. At the red-ripening stage, soluble sugar content increased again slightly, but never reached its previous level. The level of crude starch increased gradually reaching its height, 2.36% of total dry weight, a week before red-ripening, but compared with the content level of other soluble sugars crude starch content was always low. When the seeds ripened completely, more than 80% of the soluble sugar was non-reducing sugar, indicating that sucrose is the main reserve material of carbohydrates in ginseng seeds. Since endosperm of the ripened ginseng seeds contain more than 60% lipids, lipids can be said to be the most abundant reserve material in ginseng seeds; they are more abundant than carbohydrates, protein, or any other component.

During the moisture stratification, ginseng seeds absorb quantities of water. Lipids, protein and starch stored in the seeds become soluble by hydrolysis and the contents of sugar, inorganic phosphorus, phospho-lipid, nucleic acid-phosphorus, protein phosphorus, and soluble nitrogen increase. By sowing time, the middle of November, embryo of the seeds grows to 4.2-4.7mm and the water content of the seeds amounts to 50-60% of the total seed weight. Also, by this time, much budding material has been accumulated. On the other hand, dry stored ginseng seeds undergo some changes. The water content of the seeds decreases to 5% and there is an observable change in the carbohydrates but the content of lipid and nitrogen compounds did not change as much as carbohydrates.

## 緒 言

옛부터 東洋諸國에서 그 藥効 때문에 崇尚받아 오던 人蔘은 이제 西洋諸國에서도 그 効能에 對한 關心을 가지게 되었고 生藥劑로서의 藥理學的인 많은 研究報告가 繼續되고 있다.

2,000年 以上の 長久한 時日에 걸쳐 거의 神秘的 藥効를 갖는 靈藥으로 關心을 끌고 있는 人蔘의 研究內容은 역시 藥理學的 乃至 醫學的 方面에 對한 問題가 가장 많이 取扱되었고 植物學的인 研究는 18世紀 初葉부터 19世紀 末에 걸쳐 서서히 進行되어 第二次 世界大戰을 前後해서부터 活潑하게 이루어지고 있는데 最近에 와서야 人蔘植物에 對한 廣範한 綜合研究가 進行되어 가고 있다.<sup>35)</sup>

植物學的 研究中에는 人蔘植物에 對한 細胞學的 研究<sup>30,49,60,68)</sup>와 遺傳學的 研究<sup>41,92)</sup>, 發生學的 研究<sup>20,34,36)</sup>, 그리고 種間接種에 依한 優良品種育成에 關한 研究<sup>65,66,67)</sup>等 많은 研究가 있으나 植物體 各器管의 分化, 發育, 成長, 老化, 休眠 等 形態學的인 모든 變化에 隨伴하여 本質的으로 關與되고 있을 것으로 생각되는 物質代謝面 또는 生理化學的인 面에서의 研究는 아주 드물다. 다만 黃<sup>35)</sup>이 人蔘의 種間 雜種의 發生學的인 研究에서 雜種第一世代의 結實不能의 原因이 交雜으로 因해서 Gene-action system의 再組合으로 어떤 代謝物質이 非正常的으로 增加되거나 減少

되어 配偶子形成의 沮害가 일어나서 胚나 胚乳組織의 發育이 障礙를 받는 때문일 것이라고 推察한바 있고 黃, 梁<sup>37,38,39,40)</sup>이 人蔘種子形式에 對한 生理化學的 研究의 一環으로 高麗人蔘의 花器 및 種子形成過程, 催芽過程 그리고 美國人蔘과 竹節人蔘 및 高麗人蔘과 그들과의 F<sub>1</sub>의 花器 및 種子形成過程에 있어서의 遊離아미노酸의 消長關係를 調査하여 몇가지 知見을 밝힌 바 있다.

일찍부터 植物의 種子에 對해서 花器 形成부터 開花, 結實, 成熟, 休眠, 後熟, 發芽時의 物質變化에 對한 研究報告는 많으나, 人蔘種子에 對한 體系있는 研究는 아직 볼 수 없으므로 著者는 人蔘의 花器形成期 및 成熟期 그리고 催芽過程에 있어서의 窒素化合物, 炭水化合物, 脂肪 및 磷酸化合物 等の 物質變動을 調査하여 그에 對한 基本的인 素因을 밝히고져 本實驗을 實施하였던 바 몇가지 知見을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

## 研究史

種子植物의 花器形成過程과 結實, 成熟, 休眠, 催芽 및 發芽過程中的 物質代謝의 變化에 對한 研究로는 어떤 特定 代謝物質에 對한 個別的인 檢討, 一定한 發育時期에 있어서의 2,3가지 代謝物質에 對한 追求, 植物體의 營養器管과 生殖器管間의 物質代謝의 相互關連性 및 모든 代謝物質間의 相互關係 等を

밝히려는 立場에서 많은 研究報告가 이루어졌는데 이것들을 生長時期別로 區分하여 年代順으로 간주려 보면 다음과 같다.

### 1. 花器形成과 開花時期

花器의 物質代謝에 對해서는 일찌기 1926년에 Mac Gillivray<sup>56)</sup>에 의한 도마도의 꽃 및 分裂組織中的 磷酸에 對한 研究를 비롯하여 Schumacher(1931~32)가 여러 種類의 1日花의 花被 中の 蛋白質, Brunel과 Échevin(1938)이 *Acer pseudoplatanus* 花序 中の 全窒素의 變化에 對하여 調査報告하였고 Schumacher(1931~32), Gessner(1948) 및 Hsiang(1951)은 受精時의 蘭꽃의 蛋白質의 變化에 對해서, Verich와 Paulin(1957)은 *Iris germanica*等에 對한 開葯時의 物質代謝에 對해서 調査한 바 있다<sup>62)</sup>.

그 後에 Poddubnaya-Arnoldi<sup>70)</sup>는 40科, 65種의 花粉粒, 花粉管을 組織化學的으로 分析하여 受精時의 物質變化를 調査하였고 澤田<sup>84)</sup>는 옥수수 花粉의 窒素代謝에 對해서 報告한 바 있으며, 細川等<sup>33)</sup>은 사탕무의 葯 組織 中の 炭水化物和 아미노酸의 消長을 研究하였고, 岩崎等<sup>44)</sup>은 몇가지 *Brassica*屬의 花器發育時의 形態的, 組織化學的 變化를 追求하였다. 또한 最近에는 山田<sup>108)</sup>가 水稻花粉의 發育에 따른 構造變化와 그 物質代謝에 對해서 綜合的으로 研究한 바 있다.

### 2. 結實初期부터 果實成熟時期

發育中 種子의 物質消長에 關한 研究는 19世紀 中葉부터 이루어졌는데 Boussingault(1846)가 成長段階別로 小麥粒의 窒素含量을 調査한 것을 비롯해서 Frühling 및 Grouven(1867)은 穀類, 豆類, 飼料作物等의 發芽過程 中の 窒素化合物의 移動狀態를 調査하였고 Emmerling(1880, 1887, 1900)은 20年間이나 *Vicia faba*의 窒素推移에 對해서 考察한 바 있다.<sup>63)</sup>

20世紀에 들어와서 20年代에 Harlan<sup>31)</sup>이 大麥粒發育 中の 乾物重, 水分, 窒素, 灰分을 定量한 것을 비롯해서 30年代에 Thor, Smith<sup>97, 98)</sup>가 Texas產 *Pecan*의 成長段階에서의 窒素化合物, 全糖量, 非還元糖을 調査하므로써 調査 對象物質은 漸次 多樣化 되었으며 Jones<sup>47)</sup>와 Jones 및 Shaw<sup>48)</sup>가 *Macadamia*에 對해서 開花부터 成熟期까지 215日間 乾物量, 脂肪, 蛋白質, 全糖의 變化와 脂肪의 化學的 測定值까지 細分化하여 分析하였고, Miller<sup>64)</sup>가 밀, 옥수수 등의 澱粉質種子形成 過程의 物質代謝에 對해서 研究한 바 있다.

40年代에는 Koblet<sup>50)</sup>가 春播 및 秋播 小麥에 對해서, Evans<sup>19)</sup>는 옥수수에 對해서 蛋白質, 澱粉, 糖,

粗纖維, 粗脂肪, 灰分 等 化學組成의 變化를 調査하고, Sell等<sup>88)</sup>이 오동나무 種子의 還元糖, 非還元糖을 調査하여 發育 中の 物質代謝를 推察한 바 있다.

50年代에 들어와서는 藤井等<sup>25)</sup>은 油菜子實의 發育, 過程에서의 脂肪含量과 脂肪特性의 變化, Devine<sup>15)</sup>은 등자꽃의 一種인 *Lychnis alba*에 對한 胚의 澱粉, Buell<sup>12)</sup>은 패랭이꽃의 胚珠와 子房에서의 澱粉分布, Duvick<sup>16)</sup>은 옥수수 胚乳中の 遊離아미노酸의 消長, Marre等<sup>57)</sup>은 도마도 子房의 磷酸代謝, 渡邊等<sup>104, 105)</sup>과 Scott<sup>87)</sup>는 登熟에 따른 小麥粒內의 여러 化學成分의 變化, 그리고 相見等<sup>2, 4, 5)</sup>은 水稻 登熟過程에서의 種實中の 無機磷酸의 分布와 消長, 水島<sup>68)</sup>는 水稻 胚乳內의 澱粉蓄積過程에 對하여 各各 調査 研究하였다.

60年代에 들어와서도 Jennings<sup>45)</sup>와 上山<sup>101)</sup>가 小麥粒 登熟期間 中の 炭水化物和 窒素化合物의 變化에 對해서, 河野等<sup>52)</sup>이 水稻 子實 發育初期의 組織發生과 多糖類의 動態에 對해서, Hoseny等<sup>32)</sup>이 여러 成熟段階의 小麥의 遊離아미노酸에 對해서 研究했으며, Ingle等<sup>42)</sup>은 옥수수 種子形成과 成熟過程 中の 物質代謝를 綜合的으로 研究하여 各 代謝物質間의 相互關係를 살핀 바 있다.

最近에는 Brown<sup>11)</sup>이 귀리의 脂質 및 遊離아미노酸의 變化, Rosenbrook<sup>82)</sup>이 Sweet corn登熟에 따른 胚乳 中の 炭水化物的 變化, Beovers等<sup>8)</sup>이 완두種子에 對한 아미노酸과 蛋白質 合成에 對해서 研究하였고, Sodek等<sup>80)</sup>이 옥수수 胚乳發達中の C<sup>14</sup>-아미노酸代謝를 追究하기에 이르러 放射線 tracer에 의한 物質追跡을 하게 되어서 보다 明白하게 種子 成熟時의 代謝物質의 行動을 알 수 있게 되었다.

### 3. 種子의 後熟과 催芽過程

種子 後熟 中の 物質變化에 對한 實驗을 最初로 한 사람은 Eckerson<sup>17)</sup>인데 1913년에 *Cataegus* 種子에 對해서 酸度, Catalase 및 Peroxidase의 活性度, 糖類와 脂肪의 變化에 對해서 調査한 것을 비롯하여 1920년에 Jones<sup>46)</sup>가 사탕단풍 種子의 炭水化物, 脂肪, 蛋白質 및 灰分을 定量하여 休眠狀態, 後熟 그리고 發芽時의 物質變化를 考察한 바 있고, Pack<sup>76, 77)</sup>이 *Juniperus* 種子에 對해서 後熟과 物質代謝 關係를 基礎的으로 調査하였으며, 1930年代에는 Flemion<sup>20, 21, 22, 23)</sup>이 *Sorbus*, *Rhodotypos*, *Racemosus*, *Rocaceosus*屬 種子의 後熟 中の 蛋白質, 脂質, 澱粉, 可溶性糖分 및 磷脂質의 消長을 調査하였다. 1940年代에 들어와서 Afanasiev等<sup>1)</sup>이 노간주나무의 一種인 *Juniperus scopulorum* 種子, Toole等<sup>99)</sup>이 바랭이 種子 後熟 中物

質變化와 發芽에 對한 關係를 보다 具體的으로 說明 하려고 試圖하였으며 50年代 後期에는 Pollock等<sup>80)</sup>이 後熟 中인 櫻桃 種子의 物質轉移와 呼吸에 對해서 研究하였다. 最近에도 Lacroix等<sup>54,55)</sup>이 벚나무의 一 種인 *Prunus cerasus*種子에 對해서, Chen等<sup>18)</sup>이 메귀리 種子에 對해서 後熟 中의 蛋白質代謝에 對하여 보다 綜合的으로 研究한 바 있다.

위에서 보는 바와 같이 種子의 形成過程이나 催芽에 關係되는 化學的 研究은 1930年代까지는 그 組織이나 器管에 含有된 物質을 確認하는 即 縱的 研究였으나 1940年代 特히 第二次大戰 이후에는 物質相互間의 生理化學的 研究 即 橫的 調查 研究가 活潑히 이루어졌고 또 이루어지고 있다.

## 材料 및 方法

### 1. 材料

本 實驗에 供與된 材料는 1973年度에 全北 茂朱郡 赤裳面 斜山里 全海鍾氏의 白蔘圃에서 4年生에 着生한 花器 및 種子를 使用하였다. 花器 및 果實形成, 그리고 登熟過程 中의 物質變化를 보기 위하여 5月6日 어린 花蕾期부터 紅熟 採種時期인 7月29일까지 1週日 間隔으로 13回 採取하여 供試하였고, 種子의 胚發育過程 中의 物質變動을 보기 위하여 遊離아미노酸의 消長에 對한 實驗<sup>39)</sup>과 같이 種子를 시루에 묻어두고 8月2일부터 74年 2月6일까지 180日間에 10日 間隔으로 19回 採取하여 外皮를 除去하고 供試하였다. 한편 催芽操作 中의 變化와 對照하기 위하여 種子 一部를 室溫에서 風乾시켜 그대로 貯藏하였다.

### 2. Sample의 調製

採取한 試料는 水洗後 蒸溜수로 잘 씻은 다음 바로 含有 酵素의 不活性化<sup>103)</sup>를 爲하여 dry oven에서 70~80°C로 30分間 加熱 固定시키고 60°C에서 40時間 乾燥시킨 後에 粉碎하여 desiccator에 保管하고 化學分析에 使用하였다.

### 3. 方法

- 1) 新鮮重量: 水洗後 濾紙로 水分을 大部分 除去하고 遠心管에 濾紙를 넣은 手動式 遠心分離器로 30秒間 脫水시킨 다음 秤量하였다.
- 2) 乾物重量: 試料調製時와 같이 加熱 乾燥한 後 秤量하였다.
- 3) 窒素·窒素化合物의 分析에 있어서는 Fujiwara<sup>24)</sup>가 水稻體의 分析에서 使用한 方法을 參考로 하여 다음과 같이 定量하였다.

全窒素—A.O.A.C. 公定法의 micro kjeldahl法<sup>7)</sup>으로 定量하였다.

可溶性窒素—5g의 試料를 三角후라스코에 넣고 蒸溜水 80ml와 10ml의 10% sodium tungstate, 10ml의 2/3N-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 넣어 完全히 混合시킨 後 20分間 진탕하여 一晝夜동안 抽出한 다음 濾過하고 그 濾液를 採取하여 窒素를 定量하였다.

蛋白態窒素—全窒素量과 可溶性窒素量의 差로서 算出하였다.

- 4) 炭水化物: 植物 組織 中의 炭水化物 代謝에 對한 研究를 하기 爲하여 各種 形態의 炭水化物을 定量하는 여러가지 方法<sup>27,59,70,91,107)</sup>을 參考로 하여 다음과 같이 定量하였다.

還元糖—可溶性 窒素定量時의 濾液를 使用하여 Somogyi의 方法으로 比色 定量하였다.

非還元糖—同 濾液의 一部를 取하여 2N-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 加하고 沸騰 water bath 中에서 2時間동안 加水分解시켜 可溶性糖을 定量하였으며 可溶性糖量과 還元糖量의 差를 求하여 非還元糖量으로 하였다.

全糖—0.5g의 試料를 取하여 50ml의 蒸溜水와 2ml의 30% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 加하여 沸騰 water bath上에서 2時間동안 加水分解시키고 역시 比色 定量하였다.

粗澱粉—다음과 같은 式에 依해서 計算하였다.

$$\text{粗澱粉} = (\text{全糖} - \text{可溶性糖}) \times 0.9$$

- 5) 粗脂肪: Soxhlet抽出器에 依해서 ether로 15時間 抽出하였다.

- 6) 磷酸: 從來 生物組織의 核酸을 비롯한 여러 가지 磷酸化合物의 分劃 定量 方法들<sup>27,53,75,81,83)</sup>을 參考로 하여 다음과 같이 定量하였다.

全磷酸—Allen<sup>6)</sup>의 方法을 參考로 하고 中村<sup>71)</sup>의 修正 方法에 따라서 全磷酸을 定量하여 正磷酸으로 表示하였다.

無機態磷—試料를 10% Trichloro acetic acid로 抽出하고 抽出液를 가지고 Amidol試藥에 依해서 中村의 方法으로 比色 定量하였다.

有機態磷—無機態磷을 定量하기 爲한 抽出液의 一部를 取하여 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>와 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>로서 濕式 灰化시켜 磷酸量을 定量하고 그 값과 無機態磷量의 差로서 算出하였다.

脂質態磷, 核酸態磷 및 蛋白態磷—試料를 Schneider<sup>86)</sup>의 方法에 따라 다음과 같이 分劃하였다. 各 分劃區마다 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>와 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>로 濕式灰化시킨 後 역시 中村의 方法으로 比色 定量하였다.

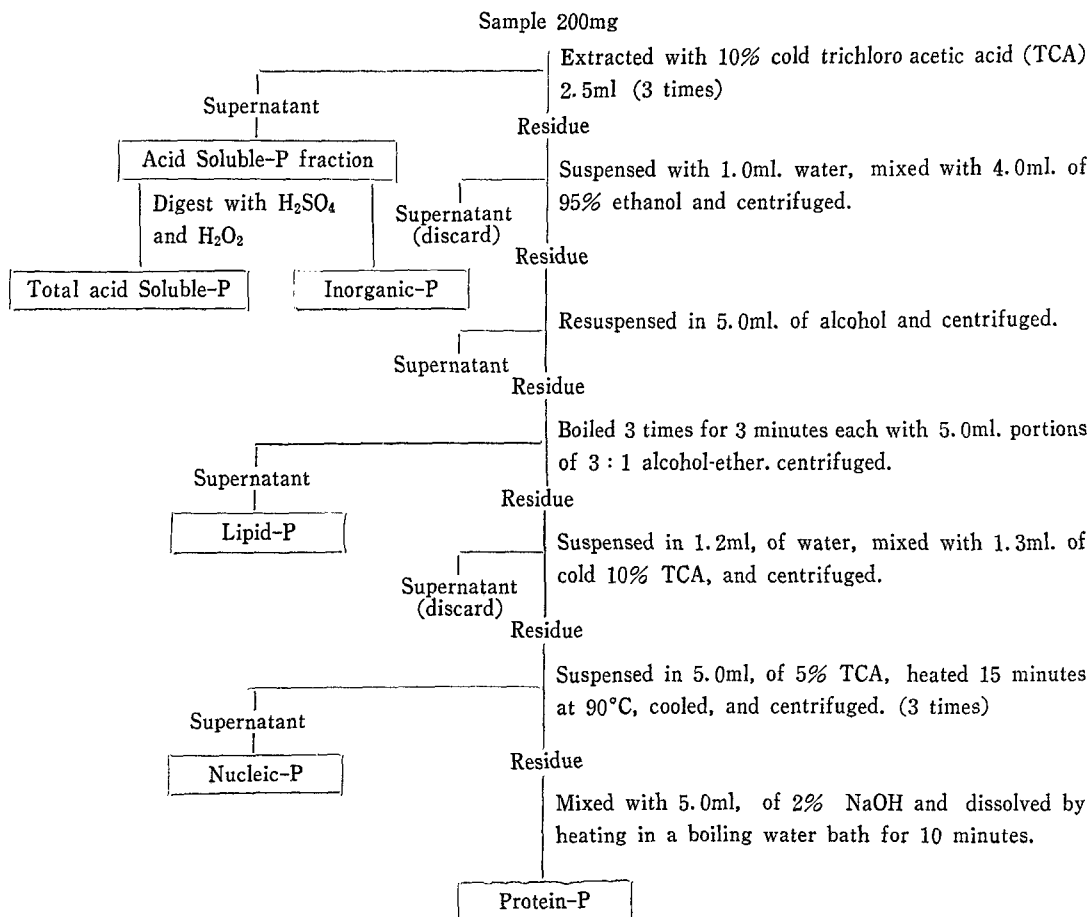


Fig. 1. A modified form of the Schneider procedure for the extraction of phosphorus fractions from ginseng seeds.

### 結果 및 考察

便宜上 花蕾形成 初期부터 開花期까지, 結實初期부터 紅熟期까지, 催芽操作 始作부터 開匣 後 翌年 2月6日까지의 3段階로 區分하여 論議코지 한다.

#### 1. 花蕾形成 初期부터 開花期까지

伊藤等<sup>43)</sup>이나 武岡<sup>95)</sup>은 穎花나 葯의 伸張과 花粉의 發育段階와의 사이에 큰 相關이 있다고 指摘하였는데 人蔘에서도 花蕾가 커감에 따라서 모든 器管의 形態的 變化를 볼 수 있으며 이때에 植物 全體의 物質代謝에도 變化가 생길 것으로 생각되어 花器의 形成과 發育, 開花, 開葯, 受精 等 各期에 있어서의 物質變動을 調査한 바 다음과 같다.

#### ① 花蕾의 發育에 따른 新鮮重, 乾物重의 變化

花蕾의 新鮮重 및 乾物重은 發育이 進行되어감에 따라 모두 增加되는데 特別히 減數分裂期 以後에 顯著한 增加를 나타낸다(Fig. 2). 即 乾物增加量의 85%

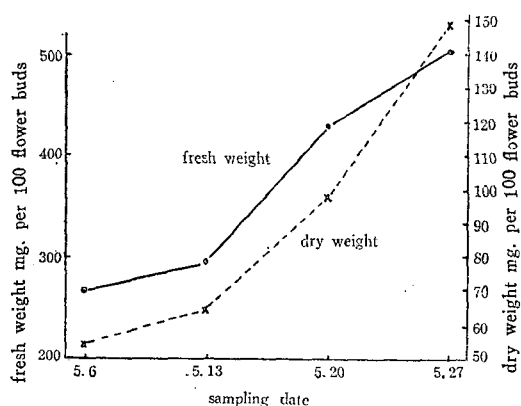


Fig. 2. Changes in fresh and dry weight during development of flower bud.

가 減數分裂期 以後에 增加하고 있는 셈인데 特別히 小孢子期 以後에는 그 增加 比率이 더욱 커지고 있다. 이와같은 事實은 花蕾를 構成하고 있는 組織이나 器管에서의 物質代謝가 活潑히 이루어지는 것을 나타

내는 것이며 특히 植物體의 花熟에 있어서의 生理條件을 滿足시키기 爲하여 줄기, 잎 등의 營養器管으로부터 花蕾에의 物質의 移行과 蓄積이 活潑하게 이루어지고 있는 것이라 생각된다. 田口<sup>94)</sup>는 줄기의 組織 粉末 比重이 幼若期에 아주 작고 점차 增大되어 거의 最大에 이르렀을 때 花芽分化가 일어나고 以後 花蕾, 花, 果實 등의 發育에 따라 漸次 低下되는데 이는 줄기의 養分이 生殖器管으로 移行되어 줄기의 物質充實度가 低下되는 때문이라고 하였다.

② 花蕾의 發育에 따른 窒素含量的 變化

花蕾의 全窒素(以下 Tot-N이라 함) 含量의 變化를 보면 發育이 進行되어 감에 따라 漸次 增加되어 가는데 특히 減數分裂期 以後에 增加量이 많다(Fig. 3).

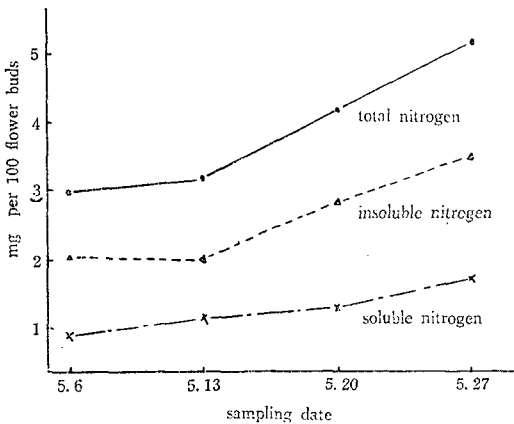


Fig. 3. Changes in nitrogen compounds during development of flower bud.

이것은 乾物量의 推移와 아주 拾似한 것으로서 胚珠發生 時期보다 減數分裂期 以後에 花蕾內 窒素代謝의 比重이 크다는 것을 알 수 있으며, 蛋白質과 核酸이 主體로 되어 있다<sup>108)</sup>고 생각되는 不溶性 窒素區分(以下 Insol-N이라 함)은 胚珠 發育 初期에는 增加되지 않고 오히려 그 水準을 維持하다가 減數分裂期를 境界로 하여 急히 增加되고 있다. 反面에 아미노酸이나 아

마이드類가 主體로 되어 있다고 생각되는 可溶性 窒素區分(Sol-N이라 함)은 아주 徐徐히 거의 直線的으로 增加되고 있다. 한편 Tot-N에 對한 Insol-N, Sol-N 各各의 比率를 보면 表1에서와 같이 Insol-N이 62~70%, Sol-N이 30~38%를 차지하고 있어 花蕾에서는 總窒素量의 65~75%가 蛋白態窒素라고 한 志佐<sup>89)</sup>의 見解와 거의 一致되는 것이라 볼 수 있다.

Table 1. Nitrogen metabolism during development of flower bud

Sampling date	Total Nitrogen	(mg/100 flower buds)	
		Soluble-N fraction	Insoluble-N fraction
5. 6	3.00	0.91(30.3)	2.09(69.7)
5. 13	3.22	1.21(37.6)	2.01(62.4)
5. 20	4.23	1.39(32.8)	2.84(67.2)
5. 27	5.23	1.73(33.0)	3.50(67.0)

( ) : Percentage to Total-N.

이 時期의 窒素代謝는 蛋白質 合成이 活潑한 時期이어서 Sol-N은 蛋白質 合成의 素材로 使用되므로 계속 그 pace를 維持하는 것으로 생각되며 이때에 물론 營養器管으로 부터의 流入이 있을 것<sup>61)</sup>이고 岩崎等<sup>44)</sup>도 茶類花器의 發育過程 中の 形態의 組織化學的研究에서 蛋白反應과 核酸反應이 開花期에 가장 强하게 나타난다고 하였는데, 人蔘의 경우도 開花期에 가까워질수록 Insol-N量이 增大되고 있다.

③ 花蕾의 發育에 따른 磷酸含量的 變化

全磷酸量(Tot-P)은 減數分裂期까지 增加하는데 그 以後 小孢子期까지는 아주 그 增加量이 작고 小孢子期 以後 開花期에 있어서는 增加가 中止되고 있다 (Table 2).

低分子의 有機態磷區(OP)는 減數分裂期까지 漸次로 增加하여 (Fig. 4) 그 後 增加가 中止되고 小孢子期에서는 顯著하게 減少되고 있으며, 核酸態磷이나 蛋白態磷을 含有하고 있는 TCA不溶態磷區(Insol-P)

Table 2. Phosphorus metabolism during development of flower bud

Sampling date	Total-P	TCA insol-P	TCA sol-P	(μg/100 flower buds)	
				TCA Soluble-P	
				Inorganic-P	Organic-P
5. 6	749	181 [24.2]	568 [75.8]	130 [17.4] (22.9)	438 [58.5] (77.1)
5. 13	1.079	157 [14.6]	922 [85.4]	227 [21.0] (24.6)	695 [64.4] (75.4)
5. 20	1.159	218 [18.9]	941 [81.1]	250 [21.6] (26.6)	691 [59.6] (73.3)
5. 27	906	253 [27.9]	653 [72.1]	380 [41.9] (58.2)	273 [30.1] (41.8)

[ ] : percentage to total-P  
( ) : percentage to soluble-P

와 無機態磷區(IOP)는 減數分裂期 以後에 繼續的으로 增加하는 傾向을 보이고 있고 小孢子期 以後에는 더욱 增加되고 있다. 이 事實은 胚珠發生期와 小孢子期 以後에 磷酸代謝에 큰 轉換이 생기는 것을 暗示하고 있다(Fig. 4).

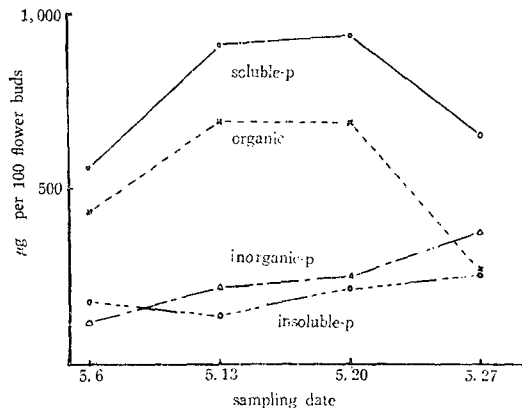


Fig. 4. Changes in phosphorus compounds during development of flower bud.

一般的으로 蛋白質 合成에 關與하고 있다고 생각되는 核酸態磷을 含有하고 있는 Insol-P는 Insol-N이 增加하기 始作하는 減數分裂期 以後에 함께 增加하고 있으며, 小孢子期 以後의 OP의 減少量은 IOP와 Insol-P의 增加量을 上回하고 있어 IOP와 Insol-P로의 轉移만에 依하는 것은 아니고 他器管으로도 流轉된 것이라 생각된다. 그리고 이 時期에 있어서의 OP의 急激한 減少는 澱粉 生合成의 可能性도 示唆하고 있다. 한편 全磷含量에 對한 各 磷區의 比率을 보면 (Table 2) Insol-P는 減數分裂期 以後에는 比率이 차츰 커지고 있고, OP는 작어지고 있으며 IOP는 처음부터 점차 커지는데 특히 小孢子期 以後에 顯著하게 增加되어 開花期에는 40%(TCA Sol-P에 對해서는 約 60%)에 이르게 된다. 이와같이 人蔘의 開花期에는 全磷에 對한 IOP의 比率이 큰 것을 알 수 있다.

#### ④ 花蕾의 發育에 따른 炭水化合物의 變化

減數分裂期를 거쳐 小孢子期까지의 澱粉含量은 아주 적고 小孢子期 以後 短時日內에 合成 集積되어 開花期에는 減數分裂期の 4.6倍로 增加하였다(Fig. 5). 이렇게 小孢子期를 期해서 澱粉含量이 劃期的으로 增大하는 것은 이 時期의 炭水化合物代謝에서 특히 澱粉의 合成이 活潑한 것을 意味한다.

可溶性 糖分量(Sol-S)도 發育에 따라 漸次로 增加하였는데 減數分裂期 以前에는 步合狀態를 維持하다가 減數分裂期부터 거의 直線的으로 急激히 上昇하여 約4倍로 增加하였고 還元糖도 減數分裂期부터 뚜렷한 增加를 보였으며 Sol-S에 對한 比率도 커졌는데

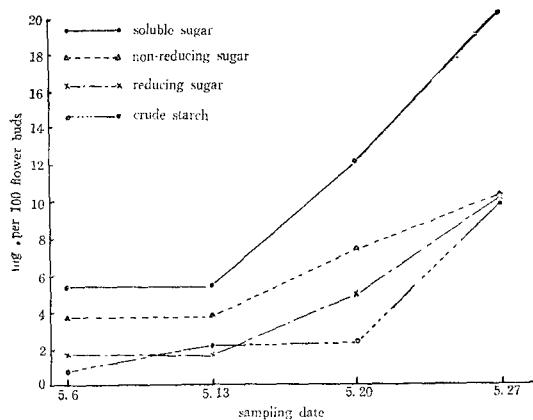


Fig. 5. Changes in carbohydrates during development of flower bud.

(Table 3) 細川<sup>83)</sup>는 組織化學的으로 Fehling反應에 依해서 사탕무의 藥에 대한 還元糖의 消長을 調査하여 還元糖의 反應이 藥의 生育에 따라 많아지는 것을 보았으며 岩崎<sup>44)</sup>도 菜類花器의 柱頭部分에서 開花期에 가장 많은 glucose 反應을 檢出한바 있고 Flückigen反應에 依해서도 花粉粒이나 藥組織中에 그리고 子房, 子房壁, 胚 等に 많은 單糖類가 存在하며 그 含量이 生育에 따라 漸次로 增加하는 것을 보았다.

Table 3. Carbohydrate metabolism during development of flower bud.

Sam-pling date	Total sugar	Soluble sugar	Soluble sugar	
			reducing sugar	non-reducing sugar
5. 6	6.13	5.32[86.8]	1.67(31.4)	3.65(68.6)
5.13	7.70	5.36[69.6]	1.63(30.4)	3.73(69.6)
5.20	14.68	12.05[82.1]	4.75(39.4)	7.30(60.6)
5.27	31.26	20.18[64.6]	10.06(49.9)	10.12(50.1)

[ ] : percentage to total sugar.

( ) : percentage to soluble-sugar.

이러한 事實로 미루어 보아 人蔘花蕾에서도 그 發育에 따라 還元糖量이 增加된 것은 藥의 生育에 따라 發達하는 花粉의 energy源으로 되기 爲한 生理現象일 것이다. 非還元糖은 主로 sucrose일 것이고 炭水化合物代謝가 活潑한 減數分裂時期부터 增加되는데 植物體內에서의 炭水化合物의 相互轉流는 sucrose의 形態로 일어나며<sup>9)</sup> 花粉發芽와 sucrose와는 密接한 關係가<sup>73, 102)</sup> 있다고 한다.

以上の 分析值를 要約하면 다음 表4와 같다.

本 實驗의 目的은 花蕾의 發育에 따르는 基本的인 物質의 變動을 解明하는데 있기는 하지만 더욱 細密

Table 4. Changes in metabolites during development of flower bud

(% dry weight)

Sampling date	Phosphorus Compounds				Nitrogenous Compounds			Carbohydrate	
	TP	IOP	OP	ISP	TN	SN	ISN	SS	S
5. 6	1.39	0.24	0.81	0.34	5.56	1.68	3.88	9.84	1.36
5. 13	1.66	0.35	1.07	0.24	4.95	1.86	3.09	8.25	3.24
5. 20	1.18	0.26	0.70	0.22	4.32	1.92	2.90	12.30	2.41
5. 27	0.51	0.26	0.18	0.17	3.51	1.16	2.35	13.73	6.53

TP:total-P  
TN:total-N  
S: starch

IOP:inorganic-P  
SN:soluble-N

OP:organic-P  
ISN:insoluble-N

ISP:TCA insoluble-P  
SS:soluble sugar

한 解析을 爲해서는 花蕾發達에 따라 子房, 藥等 各 器管을 切除하여 따로 따로 物質의 變動을 調査하여 그들 相互의 物質轉流 關係를 보아야 할 것이나 實驗 技術上의 困難性 때문에 器管이 混在되어 있는 狀態로 解析할 수 밖에 없으나 形態變化에 따르는 物質變化의 綜合的 判斷은 할 수 있다고 생각한다.

花蕾發育段階의 物質變化에 대한 特徵을 正確하게 把握하기 爲하여 그 發育段階를 合理的으로 區分하는 것이 重要하다. 花蕾의 發育은 單純히 時間的 經過와 平行的으로 進行되는 것이 아니고 外部 環境條件의 變化에 따라, 各 器管의 構造變化에 따라 量的으로, 또한 質的으로 飛躍될 수 있다고 豫想되므로 新鮮重, 乾物重, 窒素化合物, 磷酸化合物, 炭水化合物의 變動에 對한 本實驗 結果를 各 時期別로 다음과 같이 3段階로 나눌 수가 있다.

5月6日~5月13日까지를 第1期(胚珠發生初期), 5月13日~5月20日까지를 第2期(減數分裂期), 5月20日~5月27日까지를 第3期(小孢子期, 花粉期, 開花期)로 區分하여 보면 花蕾發育에 따르는 內部構造의 變化와 代謝生理的인 側面이 密接한 關連性을 나타내고 있는 것을 示唆하고 있다. 第1期에서는 新鮮重이나 乾物重의 增加가 그리 크지 않으며 이 時期의 物質變化를 보면 Tot-N量은 若干 增加하였으나 蛋白質合成은 일어나지 않는다고 볼 수 있고 炭水化合物의 變動이 크지 않은 것으로 보아 Tot-P 및 OP의 增加는 第2期에서의 活潑한 物質代謝를 爲한 準備作業期間이라고 볼 수 있다.

第2期에서는 Tot-P에 對한 Sol-P와 Insol-P가 各各 14.6, 85.4%로서 最少 最大値를 나타내고 있어 (Table 2) 磷酸代謝의 變動을 나타내고 있다. 또한 新鮮重, 乾物重이 모두 急激하게 增加하고 있어 이 時期부터 蛋白質合成이 보다 活潑하여지고 貯藏物質의 一部로서 sucrose의 合成量이 增加되며 energy 供給을 爲

한 還元糖의 量도 上昇하게 되어 生理的 活性이 커진다고 생각된다. 그러나 이 時期에 澱粉 含量은 거의 停滯되고 있음을 볼 수 있는데 이것은 새로운 組織이나 器管의 發達에 많은 energy源을 必要로 하고 있어 貯藏態의 澱粉合成의 餘裕가 없다는 것을 말하여 주는 것이라 생각된다.

第3期에는 特히 乾物量의 增加가 顯著하게 되고 Insol-N의 增加도 계속되어 Tot-N의 67%에 이르는 데 여러 種類의 花蕾에서 開花 直前に 蛋白質이 가장 많이 存在한다는 事實<sup>86)</sup> 미루어 보아 主로 蛋白質合成으로 볼 수 있다. 한편 乾物量에 對한 Tot-N, Insol-N, Sol-N의 比率(Table 4)은 이 時期에 低下되고 있어 窒素代謝는 相對的으로 그 地位가 낮아졌다고 볼 수 있다. 第3期에서의 큰 特徵은 1,2期까지 少量으로 存在하던 粗澱粉이 劃期的으로 集積되는 일인데 이 時期에 高 energy 磷酸結合을 가지고 있는 OP가 急激히 減少하는 것을 볼 수 있다.

相見等<sup>8)</sup>은 柱頭上에서 發芽한 花粉에 아주 강한 phospholyase의 活性을 본 바 있는데 만일 人蓼花蕾에서도 開花期에 phospholyase가 存在한다면, 第3期에서는 IOP의 量이 OP의 量을 凌駕하게 되고 (Fig.4) Sol-P에 對한 IOP의 比率이 58%로 上昇 (Table 2)하고 있기 때문에, 이와같은 多量의 IOP의 存在는 受粉, 受精, 結實時期에 있어서 높은 生理 活性을 維持하고 있다는 것을 나타냄과 同時에 phospholyase에 依한 澱粉分解反應에 있어서 支配要因 中の 하나가 되는 것이므로 代謝 pattern이 分解的 性格으로 轉換되게 될 것인데 第3期末을 고비로 하여 結實初期에 乾物에 對한 澱粉比率의 減少는 이를 잘 뒷받침하고 있는 것으로 생각된다 [5月27日: 6.5%, 6月3日: 4.0%, 6月10日: 0.93%로 減少 (Table 4, Table 8)]. 그러므로 太田<sup>74)</sup>, 河野等<sup>53)</sup>은 水稻의 苗發育 過程에서 機能 pattern과 代謝 pattern의 轉換을 認定할바 있



으나 人蔘 花蕾에 있어서의 이 時期는 單純히 代謝 pattern을 分解的 性格 또는 貯藏의 性格으로 規定하기 어려운 性格을 가지고 있다고 생각된다. 第3期에서 이 서로 矛盾되는 代謝 pattern이 開花에서 結實에 이르는 形態變化의 特異性을 端的으로 말해주고 있는 것으로 볼 수 있다.

## 2. 結實 初期부터 紅熟期까지

受精卵과 初生胚乳核이 分裂을 繼續하여 하나의 果實로 發育되기까지는 數 많은 物質代謝가 일어난다. 花蕾 中の 子房이나 他器管에 一時的으로 貯藏되어 있는 成分도 있기는 하지만 果實의 여러가지 有機化合物을 構成해 주는 素材는 營養器管으로 부터 流入되어야 한다. 그러므로 嚴密한 意味로는 生殖期에 있어서 營養器管에서의 物質代謝를 調査하여 그 關係를 밝혀야 하겠으나 우선 本實驗에서는 果實登熟過程에서의 이들 物質代謝의 基質로 되는 窒素化合物, 炭水化合物 및 水分의 代謝 및 呼吸과 關連되고 있는 磷酸化合物의 變化를 調査하였다.

### ① 果實의 發育에 따른 新鮮重, 乾物重 및 水分含量의 變化

新鮮粒重은 結實 初期부터 3週間に 걸쳐 急速히 增加하여 (Fig. 6) 採種時 新鮮重의 約 90%가 이 時期中에, 約 10%는 그 後 2週 동안에 增加되고 以後 完熟期까지는 거의 一定하게 된다.

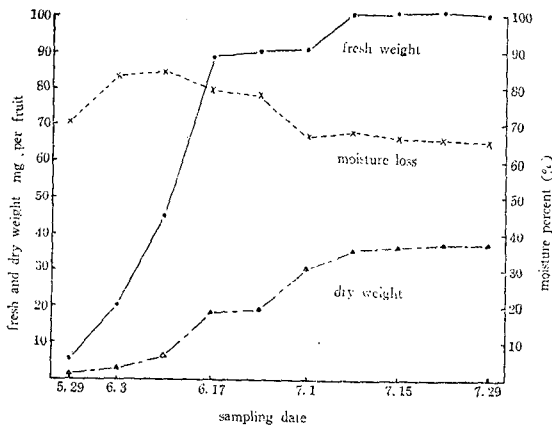


Fig. 6. Changes in fresh and dry weight, and moisture loss during fruit development.

外見上 種子의 길이나 幅의 增加도 完熟期以後에는 거의 變化가 없음을 볼 수 있었으며 乾燥重量도 같은 期間에 約 12倍로 增加되는데 이와같이 果實이 增加되는 것은 胚나 胚乳組織의 發達보다 果皮, 果肉 및 種殼 等の 形成이 더욱 큰 原因으로 된다고 보이며 種子內 貯藏物質은 그 以後에 本格的으로 增加된다고 생각된다. 水分 含有率은 約 85%에서 65%로 20%가량

減少되었는데 이것은 有機物質의 蓄積에 對應하는 것으로 보이며 紅熟되기 始作하면서 부터는 거의 變動이 없다. 果實이 紅熟되면 漿果를 이루므로 他植物 種子에서처럼 顯著한 水分含量의 低下는 볼 수 없다.

### ② 果實의 發育에 따른 窒素含量의 變化

果實의 發育期間中에 Tot-N이나 蛋白態 窒素量 (Prot-N)은 거의 平行하게 增加되는데 (Fig. 7) 結實 初期인 6月3일부터 肥大期로 볼 수 있는 6月17일까지를 前期, 그 後 紅熟이 始作되는 7月8일까지를 中期, 果實이 完熟되는 7月29일까지를 後期로 나누어 各期에 窒素의 增加量을 보면 前期에는 6月3일에 對하여 6月17일에는 Tot-N이 3.4倍, Prot-N이 3.3倍, Sol-N의 3.2倍로서 모두 3倍 以上 增加하고 中期末에 있어서는 Tot-N이 5.8倍, Prot-N倍 7.5 로 增加하고 있으나 Sol-N은 前期末以後 減小된 큰 變化가 없다.

後期에 있어서는 모든 形態의 窒素量의 變化가 그리 크지 않다.

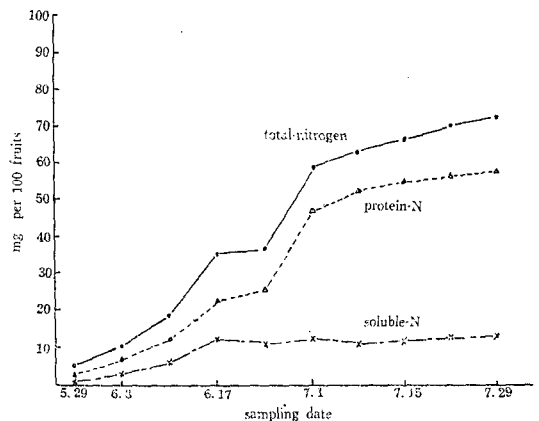


Fig. 7. Changes in nitrogenous compounds during fruit development.

한편 Tot-N에 對한 Sol-N과 Insol-N의 比率을 보면 表5와 같은데 Sol-N은 約 35%에서 20% 以下로 減少되었으며 Prot-N은 約 65%에서 80% 以上으로 增加되고 있음을 볼 수 있다. 그리고 果實發育과 成熟中 窒素代謝上의 特徵을 알아보기 爲하여 Sol-N에 對한 Insol-N의 比率(Prot-N/Sol-N)을 보면 前期에서 2.0 以下, 中期에서 2.44~4.88, 後期에서는 4.36~4.65 로 紅熟되기 始作하여 完熟될 때에 比率이 높은 것을 볼 수 있다.

이런 事實로 미루어 보아 完熟에서의 Tot-N의 大部分(80% 以上)은 Prot-N이 占有하고 있어 成熟되어 감에 따라 貯藏物質로 蓄積되어 가는 것으로 볼 수 있으며 受精, 結實이 일어날 때까지 미리 人蔘植物

**Table 5.** Nitrogen metabolism during fruit development (mg/100 fruits)

Sam-pling date	Total Nitrogen	Soluble-N fraction	Insoluble-N fraction	IN/SN ratio
6. 3	10.76	3.76(34.94)	7.00(65.05)	1.86
6.10	18.57	6.28(33.80)	12.29(66.20)	1.96
6.17	35.33	12.33(34.90)	23.00(65.10)	1.87
6.24	36.64	10.64(29.03)	26.00(70.96)	2.44
7. 1	58.47	12.44(21.27)	46.03(78.72)	3.70
7. 8	62.98	10.72(17.02)	52.26(82.97)	4.88
7.15	65.88	11.65(17.68)	54.23(82.31)	4.65
7.22	69.74	12.92(18.50)	56.82(81.50)	4.40
7.29	71.11	13.27(18.66)	57.84(82.12)	4.36

( ) : percentage to Total-N  
IN : insoluble-N  
SN : soluble-N

**Table 6.** Phosphorus metabolism during fruit development

(mg/100 fruits)

Sampling date	Total-p	TCA insol-P	TCA sol-p	TCA soluble-P	
				Inorganic-p	Organic-p
6. 3	1.75	0.49[28.0]	1.26[72.0]	0.87[49.7](69.0)	0.39[22.3](31.0)
6.10	3.20	0.88[27.5]	2.32[72.5]	1.61[50.3](69.4)	0.71[22.2](30.6)
6.17	6.33	1.12[17.7]	5.21[82.3]	2.91[45.9](55.8)	2.30[36.4](44.2)
6.24	7.20	0.93[12.9]	6.27[87.1]	2.64[36.6](42.0)	3.63[50.5](58.0)
7. 1	11.26	1.20[10.6]	10.06[89.4]	2.99[26.5](29.7)	7.07[62.9](70.3)
7. 8	15.18	1.35[ 8.9]	13.83[91.1]	2.46[16.2](17.8)	11.37[74.9](82.2)
7.15	14.83	1.58[10.7]	13.25[89.3]	2.25[15.2](16.9)	11.00[74.1](83.1)
7.22	14.56	1.63[11.2]	12.93[88.8]	2.28[15.6](17.6)	10.65[73.2](82.4)
7.29	14.44	1.63[11.3]	12.80[88.7]	2.28[15.8](17.8)	10.52[72.9](82.2)

[ ] : percentage to Total-p  
( ) : percentage to soluble-p

이 있는 後 後期에는 큰 變動이 없으며 OP는 結實初期부터 增加하는데 中期에 特히 그 增加量이 顯著하여 中期 末에는 29배에 이르고 그 後에는 若干은 低下되나 거의 그 水準을 維持하고 있는데 中期에서의 顯著한 增加는 勿論 澱粉 蓄積과도 關連이 있을 것이나 OP區 中에는 低分子의 高 energy 含有 ester-P뿐만 아니라 phytin-P, enzyme, nucleotide等 다른 有機 磷酸化合物도 含有할 것이므로 이런 化合物 等の 增加도 包含되어 있을 것으로 보는데 棉實, 穀類, 豆類 및 많은 作物의 種子에서는 成熟에 따라 많은 phytin-P가 存在하고 있는 것을 確認한 바<sup>2,12,18,81,106</sup> 있으므로 增加量의 一部가 phytin-P의 增加 때문인 것으로 推定할 수 있고 乾物量에 對한 比率이 OP는

體의 營養器管에서 보다 간단하고 可溶性인 窒素化合物을 形成하고 受精 後 果實 發育 初期에 生殖器管으로 移動되어 果實 中에서 不溶性 Prot-N을 構成한다고 볼 수 있다.

이 事實은 또한 人參種子 發育 過程에서 量的으로 重要的 Alanine, Aspartic acid, Glutamic acid, Tyrosine, Cysteic acid, Asparagine, Glutamine等이 胚珠發生 初期부터 熟成 過程의 前期에 많이 存在하고 있는 事實<sup>87)</sup>을 뒷받침해 주기도 한다.

③ 果實의 發育에 따른 磷酸含量의 變化

一般的으로 Tot-P量과 TCA Sol-P(Sol-P)는 發育과 함께 顯著하게 增加되고 있는데 Sol-P는 中期 初半에 最高에 이르고(Table 6) 그 後는 큰 變動이 없으며 Tot-P에 對한 Sol-P의 比率도 이 時期에 가장 커서 91%에 이른다.

IOP도 前期에 增加하여 中期에는 작은 幅의 增減

계속 增加되고 IOP는 계속 減少되는 現象(Table 8)은 이러한 可能性을 뒷받침하고 있는 것으로 생각된다. 酸不溶區分中 核酸態磷(Nucleic-P)과 蛋白態磷(Prot-P)은 全期間을 통해서 꾸준히 增加하고 있는데 特히 中期 以後에 增加率이 顯著하다(Fig. 8). 脂質磷(Lipid-P)은 前期에 顯著하게 增加하여 6月17일에 最高量에 이르고 中期 初半에 若干 下落하는 外에는 줄곧 別 變動없이 그 水準을 維持하고 있는데 磷脂質은 原形質膜의 透過性を 良好하게 하므로<sup>71)</sup> 成熟이 始作되는 中期로 向한 IOP의 移行을 促進해 주는 것으로 생각된다.

④ 果實의 發育에 따른 炭水化合物의 變化

炭水化合物의 變動은 前期 新鮮重의 增加와 아주 類

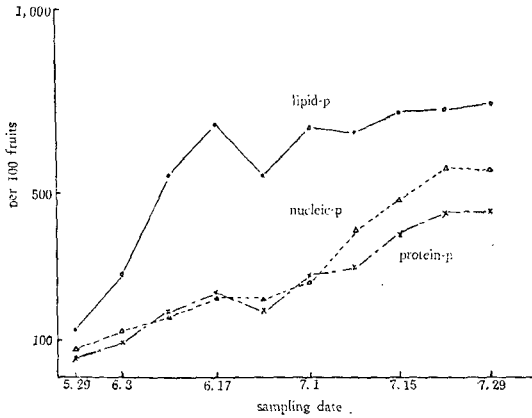


Fig. 8. Changes in lipid-, nucleic-, and protein-P during fruit development.

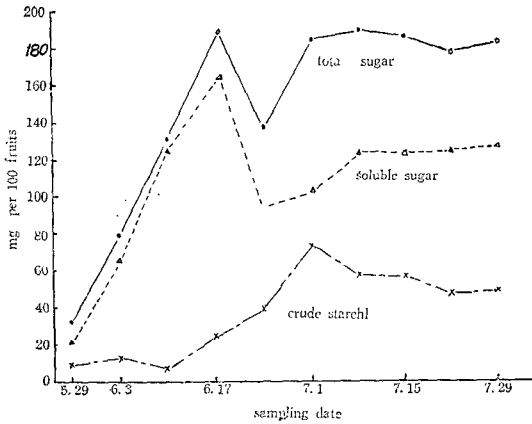


Fig. 9. Changes in soluble sugar and crude starch during fruit development.

似한 增加를 보이고 있는데 100粒當 全糖量(Tot-S)은 前期末까지 急速하게 增加되어 最高에 達하고 그 後는 增加하지 않는다(Fig.9).

可溶性糖(Sol-S)는 前期까지 Tot-S와 平行하게 增加하나 前期末을 期해서 Tot-S와 함께 減少하여 中期에 一時的으로 減少되고 있으며 粗澱粉은 中期의 後半에 最高에 達하고 成熟期인 後期前半에 若干 減少되었으며 그 後에는 그리 큰 變動을 볼 수 없다. 還元糖과 非還元糖의 變動을 보면 前期에 還元糖이 크게 增加하여 最高에 이르고 中期에는 顯著하게 減少되며, 後期에도 계속 減少되나 그 幅은 그리 크지 않다. 한편 非還元糖은 中期에 一時的인 下落을 보이고 있으나 繼續的으로 增加되고 있으며 Tot-S에 對한 Sol-S의 比率을 보면(Table 7) 前期에 80~95%로 높은 比率을 나타내고 있는데 中期 中半에 가장 작은 값을 보이다가 後期에 若干 커지고 Sol-S에 對한 還元糖의 比率은 繼續 下落되며 非還元糖의 比率은 繼續的으로 커지고 있다.

여기에서 볼 수 있는 炭水化合物의 集積은 前期의 活潑한 組織發達을 爲한 素材로 쓰인다고 볼 수 있으며 前期에 Sol-S의 含有 比率이 많은 것은 種子 貯藏物質(澱粉, 脂肪, 蛋白質 等)을 形成하기 爲한 前驅物質로 생각되는데 實際로 中, 後期에 澱粉의 增加를 보이고 있다.

한편 澱粉은 紅熟期에서는 오히려 低下되고 있는데 大豆의 子葉에서도 黃熟期에 澱粉의 低下<sup>51)</sup>를 볼 수 있었다. 또한 Sol-S 中 大部分이 sucrose로 볼 수 있는 非還元糖의 比率이 80% 以上이므로 人蔘 果實에서 是 sucrose가 主要한 炭水化合物 貯藏形態로 되어 있

Table 7. Carbohydrate metabolism during fruit development

(mg/100 fruits)

Sampling date	Total sugar	Soluble sugar	Soluble sugar	
			reducing sugar	non-reducing sugar
6. 3	79.63	64.10 (80.4)	39.80 (62.1)	24. 3 (37.9)
6.10	131.78	124.59 (94.5)	83.06 (66.7)	41.53 (33.3)
6.17	189.52	163.58 (86.3)	92.00 (56.2)	71.58 (43.8)
6.24	136.92	92.98 (67.9)	45.30 (48.7)	47.68 (51.3)
7. 1	184.42	102.94 (55.9)	29.54 (28.7)	73.40 (71.3)
7. 8	187.60	123.62 (66.0)	32.16 (25.9)	91.46 (74.1)
7.15	185.64	123.39 (67.0)	20.38 (16.5)	103.01 (83.5)
7.22	177.12	123.98 (70.0)	22.14 (17.9)	101.84 (82.1)
7.29	182.28	127.97 (70.1)	20.09 (15.7)	107.88 (84.3)

{ } : percentage to total sugar

( ) : percentage to soluble sugar

Table 8. Changes in metabolites during fruit development

(% dry weight)

Sampling date	Phosphorus compounds				Nitrogenous compounds			Carbohydrate	
	TP	IOP	OP	ISP	TN	SN	ISN	SS	S
6. 3	0.50	0.25	0.11	0.14	3.12	1.09	2.03	18.58	4.05
6.10	0.45	0.23	0.10	0.12	2.66	0.90	1.76	17.85	0.93
6.17	0.34	0.16	0.12	0.06	1.92	0.67	1.25	8.89	1.27
6.24	0.36	0.13	0.18	0.05	1.86	0.54	1.32	4.72	2.01
7. 1	0.36	0.09	0.23	0.04	1.88	0.40	1.48	3.31	2.36
7. 8	0.45	0.07	0.34	0.40	1.88	0.32	1.56	3.69	1.72
7.15	0.40	0.06	0.30	0.04	1.81	0.32	1.49	3.39	1.54
7.22	0.39	0.06	0.29	0.04	1.89	0.35	1.54	3.36	1.30
7.29	0.38	0.06	0.28	0.04	1.91	0.36	1.55	3.44	1.31

는 것 같다.

한편 完熟 種子에 대하여 本 實驗에서 分析한 모든 代謝物質의 總量이 乾物에 對한 比率이 너무나 낮기 때문에 (Table 8) 人蔘種子의 貯藏物質이 炭水化合物이나 蛋白質아닌 다른 成分으로 되어 있을 것으로 생각하고 따로 完熟한 果實의 外皮를 除去하고 脂肪含量을 測定해 본 結果 脂肪含量이 61%에 (Table 11)이르고 있어 人蔘 種子는 脂肪質 種子임을 알게 되었다  
 以上 受精 後 結實 初期에서 完熟될 때까지의 發育過程中 代謝物質의 變動을 發育 時期에 따라 3期로 面分해서 考察하면 다음과 같다,

前期는 粒當의 新鮮物重量이 急速하게 增加하는 처음 3週間으로 6月17일까지인데 이 時期에 果實의 外形的 크기는 거의 完成되며 이 時期의 後半 6月10日~6月17일까지의 1週日間이 가장 乾物生産率이 높은 時期이기도 하다 (Fig. 6). 即 量的으로 飛躍하는 時期로 볼 수 있는데 窒素化合物, 炭水化合物 및 磷酸化合物의 增加量이 이를 잘 뒷받침해 주고 있다. 한편 이 時期에 窒素化合物과 炭水化合物의 乾物量에 對한 比率은 減少되고 있는데 (Table 8) 이것은 이 때에 脂肪의 合成이 보다 빨리 이루어지는 까닭이라고 생각된다. 發育 初期에 있어서는 可溶性物質이 빨리 集積되는 것이 特徵의이라 하겠는데 이것은 아마도 營養器管으로부터 移動되어 온 것으로 생각되며 果實의 水分含量과 Sol-N, Sol-S가 이 時期에 最高值에 이른다. 이 때에 Prot-N과 Nucleic-P 및 Prot-P의 增加는 平行하게 이루어지는데, 核酸은 直接的으로 蛋白質 合成(RNA)<sup>40)</sup>이나 細胞分裂(DNA)<sup>29)</sup>에 關連되고 있는 것이기 때문에 活潑하게 成長하고 있는 組織에서 흔히 볼 수 있는 現象이다<sup>26), 42)</sup>.

中期는 外形的 肥大가 끝난 後 부터 紅熟을 始作하

는 期間 即 6月17日~7月8日까지라고 보는데 이 期間 동안에 物質代謝가 急激히 變動하고 代謝生成物 相互間의 轉移가 가장 活潑하며 事實上 모든 物質의 平衡이 完成된다고 볼 수 있다. 이 時期에 大部分의 蛋白質이 合成되고 있으며 澱粉의 蓄積도 最高值에 이르고 있어 果實 成熟을 爲한 貯藏物의 準備가 活潑하다는 것을 알 수가 있다. 또한 還元糖과 非還元糖의 增減이 特殊한 傾向을 나타내고 있는데 還元糖量의 低下가 顯著한 것은 이 時期의 活潑한 物質代謝를 爲한 energy源으로 消費된 때문일 것이며 非還元糖은 한때 低下되었으나 다시 繼續 上昇하고 있는데 이는 옥수수에서 受精 後 12~14日까지 增加되었다가 그 後 急速히 減少되어 그 後는 그 水準을 維持한다는 것<sup>29)</sup>과는 一致되지 않으며, 完熟期에 가셔도 全糖量의 約 85%를 占有하고 있는 非還元糖이 人蔘 果實에서는 主要한 炭水化合物이라고 볼 수 있다. 乾物量의 增加가 顯著한데도 Sol-S의 比率이 가장 낮아지고 있는데 (Table 7, Fig. 6) 이것은 많은 量의 澱粉이 合成되는 것을 暗示해 주고 있고 實際로 이 時期에 澱粉量이 最高에 이르고 있다 (Fig. 9). 이 時期에 있어서의 OP의 急增이나 IOP의 最高值는 모두 이 時期의 活潑한 物質代謝를 뒷받침해 주고 있다. 即 IOP量이 많은 것은 1日當 澱粉 集積率이 높은 때에 胚乳의 無機磷含量이 많아 진다는 것을 暗示해 주는 데 벼에 있어서 成熟過程 中에 澱粉 集積率이 最大로 되는 受精 後日 18日 後에 無機磷量이 最大로 된다는 報告가 있으며<sup>41)</sup> 人蔘 種子 胚乳 組織의 發達은 事實上 이 時期에 거의 끝나는 것 같다.

後期는 紅熟이 始作되는 7月8日부터 끝나는 7月29日까지로 볼 수 있는데 이 時期에는 乾物量을 비롯해서 모든 組成成分의 變化가 크지 않으나 Prot-N과 非

還元糖의 增加를 볼 수 있고 Nucleic-P가 繼續적으로 增加하는 것을 볼 수 있는데 核酸의 大部分은 RNA<sup>60)</sup> 이고 RNA含有率이 높은 細胞에서는 蛋白質의 合成이 活潑하다는 것<sup>100)</sup>으로 보아 人蔘 果實 發育 過程의 後期에서도 蛋白質量이 增大되는 것으로 보인다. 一般적으로 種子 發育期間 동안에는 發育段階에 따라 種類가 다른 蛋白質이 合成되며 貯藏蛋白質은 後期에 合成된다는 사실<sup>60), 60)</sup>로 미루어 보아 人蔘 種子 發育 後期에 增加되는 Insol-N의 大部分은 貯藏蛋白質을 構成하고 있을 것으로 보이며 乾物量 및 Tot-N에 對한 Sol-N 比率이 減少되는 것은 (Table 5, Table 8) 아미노酸 등이 蛋白質 合成에 使用되는 때문이라고 볼 수 있고 實際로 人蔘 種子에서의 遊離 아미노酸의 消長을 보아도 cysteic acid를 除外하고는 紅熟期에서 모든 아미노酸의 含有率이 아주 낮은 것<sup>87)</sup>을 볼 수 있었다. 또한 모든 可溶性 物質의 比率이 훨씬 작어져 物質 移動이 活潑하지 않음을 나타내고 있어 어느 程度까지 closed system이라고<sup>80)</sup>할 수 있는 하나의 種子가 完成되는 것을 뜻하고 있다.

### 3. 催芽操作 始作부터 開匣 後 翌年 2月6일까지

人蔘 種子是 보통의 發芽條件下에서는 發芽하지 않는데 野生植物 種子의 75%는 休眠現象<sup>77)</sup>을 갖는다고 하며 Crocker<sup>14)</sup>는 發芽遲延의 理由를 7가지 들고 있는데 人蔘 種子是 胚의 未發育이 그 原因으로 되어 있고 催芽操作으로 胚의 完全한 發育을 시키므로서 비로소 發芽하게 되므로, 當然히 이 期間 동안에 物質變動이 있을 것이 豫想되어 催芽操作 中의 物質變動을 調査한 바 다음과 같은 結果를 얻었다.

#### ① 胚發育과 水分含量의 變化

胚長은 每 10日마다 試料를 採取하여 化學組成成分을 分析할 때에 함께 길이를 잴 것인데 成長의 經過는 그림 10과 같다. 即 播種期에 4.2~4.7mm로서 發芽에 充分한 成長을 하고 있다.

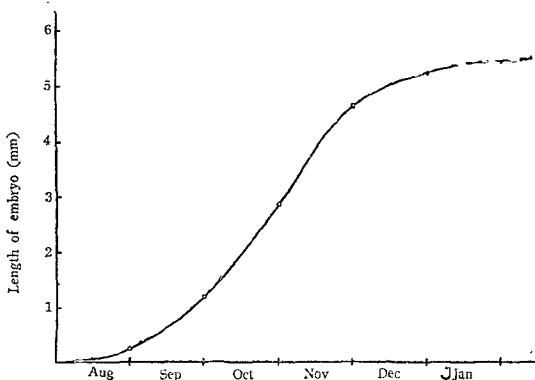


Fig. 10. Growth of embryo after stratification.

水分量의 變動을 보면 催芽操作에 들어간 처음 一週 동안에는 減少되었다가 그 後는 全般的으로 增加되는데 특히 10月初에서 11月末까지의 吸水量이 顯著하다. 이와같은 水分含量의 變化는 種子 內容物의 吸收力 變化와 關連이 있을 것 같으며 種皮나 種殼의 透過性의 變化와는 그리 큰 關係가 없는 것 같다 (Fig. 11).

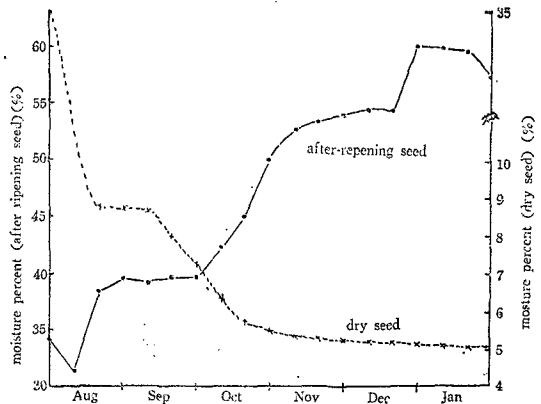


Fig. 11. Showing percentage absorption and loss of water during stratification and dry storage.

室溫으로 保管中인 種子是 催芽操作 始作 前의 種子 胚乳의 34.8%에서 2週 後에는 8.9%로 急激하게 乾燥되는 것을 말해주고 있으며 9月初부터 11月中旬 사이에 顯著하게 減少되고 다음 해 2月初에 이르면 5% 정도까지 乾燥가 일어나고 있다.

#### ② 窒素含量의 變化

後熟中 Tot-N의 含有率을 큰 變動없이 比較의 一定한데 (Table 9) Sol-N은 約 2.5倍 增加하고 Insol-N은 若干 減少되어 胚發育이 進行됨에 따라 貯藏蛋白質의 可溶化됨을 볼 수 있다. 이것은 *Juniper*<sup>70)</sup>와

Table 9. Changes in Nitrogenous compounds during stratification

Sampling date	(% dry weight)					
	Total Nitrogen		Soluble Nitrogen		Insoluble Nitrogen	
	A.S.	D.S.	A.S.	D.S.	A.S.	D.S.
Control	4.67	4.67	0.44	0.44	4.23	4.23
After 30 days	4.68	4.59	0.48	0.46	4.20	4.13
60	4.76	4.60	0.53	0.48	4.23	4.12
90	4.81	4.51	0.83	0.52	3.98	3.99
120	4.79	4.62	0.87	0.51	3.92	4.11
150	4.72	4.66	0.91	0.57	3.81	4.09
180	4.73	4.67	1.89	0.61	3.64	4.06

A.S.: after-ripening seed. D.S.: dry seed.

*Rhodotypos kerrioides* 種子<sup>21)</sup>의 後熟 中에 일어나는 窒素化合物의 變化和 같은 傾向을 보이고 있다.

한편 貯藏中인 人蔘 種子는 Sol-N의 增加는 거의 없어 後熟 中인 것과는 對照的이고 Insol-N은 若干 減少되었으나 全體的으로 보아 窒素化合物의 變動이 크지 않았다.

### ③ 磷酸含量的 變化

IOP가 約 4倍로 增加하여 澱粉의 分解와 잘 付合되고(Table 10) Lipid-P도 增加 趨勢인데, 程度의 差異는 있으나 그와같은 傾向은 *Juniper* 種子의 後熟 中<sup>77)</sup>에서도 볼 수 있다. Nucleic-P와 Prot-P는 增加하기는 하지만 起伏이 있다.

**Table 10.** Changes in phosphorus compounds during stratification

Sampling date	(mg/100g)			
	Inorganic-P	Lipid-P	Nucleic-P	Protein-P
Control	32.09	44.22	44.33	24.98
After 30 days	27.78	46.16	54.16	25.01
60	26.47	45.80	62.22	26.42
90	51.33	48.91	73.44	25.41
120	102.80	48.64	67.34	26.63
150	112.27	49.97	81.26	26.25
180	121.18	51.28	54.71	26.81

### ④ 炭水化合物 및 脂肪의 變化

休眠期에 들어간 種子의 還元糖 含有率은 아주 낮으나 後熟期間에는 繼續 增加하는데 特히 胚成熟期에는 上昇率이 커서 2.5배에 이른다(Table 11). 粗澱粉은 1/2로 減少되고 非還元糖은 50%가 增加되었다. 이 現象은 還元糖과 粗澱粉은 사탕단풍에서와 같은 傾向<sup>46)</sup>이고, 非還元糖은 反對되는 傾向이나 *Rhodo-*

*typos kerrioides* 種子 後熟의 경우<sup>21)</sup>와는 같은 傾向이다.

그리고 室溫에 貯藏中인 種子에서도 炭水化合物의 變動을 볼 수 있는데 이것은 程度의 差異는 있으나 後熟中인 種子의 경우와 비슷한 傾向을 보이고 있다.

한편 人蔘 種子에서의 貯藏 物質이 脂肪인 것을 알고 後熟中의 脂肪의 變化를 調査한 結果 表11과 같은데 後熟됨에 따라 漸次로 그 含有率이 減少되고 있다. 後熟中의 脂肪의 減少는 *Juniper*<sup>76,77)</sup> *Rhodotypos kerrioides*의 種子<sup>21)</sup>에서도 나타난 바 있다.

以上 結果를 綜合해 보면 後熟하는 동안에 여러가지 成分의 變化가 일어나고 있음을 알 수 있다. 後熟期間에 不溶性 炭水化合物의 相當量이 可溶性 糖粉으로 分解되는데 이것은 後熟期에 胚乳組織에 蓄積되었던 貯藏態의 炭水化合物이 分解되어 未熟胚의 分化, 發育에 必要로 하는 energy源으로 쓰인다고 생각된다. 한편 分化, 發育이 完了되어 發芽能力을 갖게된 開匣種子에서도 相當量의 可溶性 物質을 볼 수 있는데 이것은 오히려 發芽 및 幼植物이 바로 利用할 수 있는 物質을 蓄積하는 것이라 볼 수 있다.

Sol-N도 後熟으로 顯著하게 增加되었는데 이것은 低分子의 아미노酸이나 그밖에 amide, peptide, 核酸 誘導物質 등의 形成을 意味할 것이며 實際로 催芽操作 中の 遊離 아미노酸의 消長에서 主要 아미노酸이 增加된다는 報告<sup>38)</sup>와 一致되고 可溶性이고 利用하기 쉬운 化合物을 만들어 分化 發育中인 胚에 營養物을 供給하고 있는 것으로 보인다. Tot-N은 큰 變動이 없는데 Sol-N이 增加되는 것으로 보아 蛋白質이 加水分解되어 可溶化한 것으로 보이며 사탕단풍 種子<sup>46)</sup>에서도 같은 現象을 볼 수 있었다고 한다.

Lipid-P의 增加는 磷脂質의 增加로도 볼 수 있는데

**Table 11.** Changes in carbohydrates and fat during stratification and dry storage (% dry weight)

Sampling date	Soluble sugar		reducing sugar		nonreducing sugar		Crude starch		Crude fat	
	A. S	D. S	A. S	D. S	A. S	D. S	A. S	D. S	A. S	D. S
Control	5.18	5.18	0.22	0.22	4.96	4.96	4.61	4.61	60.97	60.97
After 30 days	5.63	5.51	0.24	0.20	5.39	5.31	3.08	3.46	59.03	59.21
60	5.67	5.67	0.23	0.23	5.44	5.44	2.87	3.49	58.19	59.78
90	6.48	5.83	0.27	0.34	6.27	5.49	2.44	2.92	57.85	59.73
120	6.82	6.78	0.30	0.37	6.52	6.41	2.32	2.61	55.76	59.35
150	7.36	7.38	0.52	0.36	6.84	7.02	2.32	2.39	54.95	52.29
180	8.01	7.65	0.53	0.38	7.48	7.27	2.78	2.14	54.71	59.73

A,S=after ripening seed

D,S=dryed seed

이것은 兩極性 物質이기 때문에 細胞內에서 物質流轉을 圓滑하게 하는 生理的 特性을 가지고 있으며 細胞分裂과 蛋白質 代謝에 直接 關係하고 있는 Nucleic-P의 變動 및 IOP의 增加는 活潑한 物質代謝가 일어나고 있음을 말해주고 있다.

脂肪은 後熟이 進行됨에 따라 漸次로 減少되어 後熟이 끝난 後에는 約 10%가 減少되고 있는데 (Table 11) 애당초 large globule<sup>76)</sup>로 貯藏되어 있던 脂肪이 後熟이 進行됨에 따라 계속 작아져서 脂肪質이 分散되어 比表面積이 增加되고 따라서 表面張力, 吸水力 및 그밖에 많은 物理化學的 機能에 영향을 미칠 것으로 생각되며 이런 狀態로 되면 脂肪에서 炭水化物的 轉移를 도와 줄 것이고 發芽를 위한 energy의 蓄積을 이룩하게 될 수 있을 것이다.

한편 室溫 貯藏中の 種子和 後熟 種子の 貯藏物質의 變化를 調査하여 보면 窒素化合物에서 Tot-N의 變化는 그리 크지 않으나 (Table 9) Sol-N은 後熟 中에 約 148% 增加하였고 乾燥된 種子에서는 38%밖에 增加하지 않았으며 Insol-N은 後熟 種子에서 14% 減少되었는데 乾燥 種子에서는 4% 減少되고 있어 增減率이 顯著的 差異를 보이고 있다. 脂肪質은 後熟 種子에서 約 10% 減少되었으나 乾燥 種子에서는 큰 變化가 없고 炭水化合物은 兩區間에 거의 같은 傾向으로 Sol-S가 增加되고 있으나 乾燥 種子에서는 還元糖의 增加가 작는데 兩區間的 이와같은 差異는 興味있는 일로서 炭水化物的 變動은 呼吸과 關係가 있는 듯 하며 乾燥 種子에서는 催芽操作中인 種子에서 보다 窒素化合物의 變動이 작으므로 發育에 必要한 物質構成이 不足한 것으로 볼 수 있는데 이 點에 對해서는 더 깊은 研究가 必要하다.

後熟期間 中에 增加되는 Lipid-P는 그 構成成分인 glycerine과 脂肪酸이 脂肪質의 加水分解로 供給되고, 磷酸과 含窒素物質은 後熟中에 增加하는 IOP와 蛋白質 加水分解物로 부터 供給되는 것으로 볼 수 있다. IOP의 增加와 Nucleic-P와 Prot-P의 增加 趨勢는 後熟 中の 活潑한 物質代謝를 말해주고 있으며 특히 Palladin<sup>78)</sup>은 暗所에서 發芽中인 小麥에서 胃液으로 消化 안되는 蛋白質(이것은 nucleoprotein量과 거의 같다)이 增加된다고 하였는데, 後熟 中の 胚의 成長에 따라 Nucleic-P와 Prot-P가 增加 趨勢인 것은 興味있는 일이다.

後熟中에는 胚의 形態의 成長과 여러 가지 細胞內容物의 轉移가 일어나고 있는데 發芽하기에 充分한 水分을 吸收하고 있으며 貯藏脂肪, 蛋白質, 澱粉의 減少와 糖分, 磷脂質, Nucleic-P, Prot-P, IOP의

增加가 나타내며 Sol-N의 增加를 보이고 있어 發芽에 必要한 物質의 蓄積을 보이고 있고 이에 따른 酵素의 合成, 物質의 分散 및 貯藏物質의 移動이 있는 것으로 보인다.

本 實驗 遂行에 있어 아낌없는 指導 鞭達과 모든 便宜를 提供하여 주신 全北大學校 農科大學 黃鍾奎 博士에게 感謝를 드리고 實驗 操作에 誠心誠意로 助力하여 준 白源台, 全載哲君을 비롯한 本 研究室의 여러분에게 깊은 謝意를 表하는 바이다.

## 摘 要

人參 種子の 結實과 催芽過程中에서 일어나는 物質代謝의 基本的 素因을 알고저 花器形成初期로 부터 開花期까지, 結實初期 부터 紅熟期까지, 그리고 催芽過程中 化學成分의 變化를 追求하였다.

1. 花蕾에서는 減數分裂期 以前까지 新鮮重, 乾物重, 炭水化合物, 窒素化合物의 變動은 그리 크지 않으며 TCA可溶性磷, 特別히 有機態磷의 增加가 顯著하였다.

2. 減數分裂期로 부터 小孢子期에 이르는 期間 동안 新鮮重, 乾物重이 急激히 增加되고 全窒素量이 增加하는데 不溶性 窒素區分은 이 時期 부터 그 量이 늘어나 蛋白質이 合成되는 것을 意味하고 있으며 不溶性 窒素가 全窒素의 62~70%를 차지하고 있다. 또한 可溶性 糖分이 急激하게 增加되어 還元糖, 非還元糖이 모두 增加하나 澱粉의 增加는 볼 수 없고 全磷에 對한 TCA可溶性磷이 85.4%, TCA不溶性磷이 14.6%로 花蕾成長中 各各 最高, 最少值를 나타내고 있다.

3. 花粉成熟期 以後와 開花期에서 特別히 乾物重의 增加가 顯著하고 不溶性窒素도 繼續 增加되어 總窒素의 67%에 이른다. 또한 두드러진 有機態磷의 低下와 갑작스런 粗澱粉의 增加를 볼 수 있고 無機態磷量이 有機態 磷量을 凌駕하게 된다.

4. 結實期 부터 紅熟期까지에 있어서는 新鮮重量의 90%가 結實 後 3週間에 增加하는데,

1) 全窒素量은 7倍로 增加되었고 成熟되어 갈수록 全窒素에 對한 不溶性窒素의 量이 커져서 65%에서 80%以上으로 上昇되고 한편 可溶性窒素의 比率는 35%에서 20% 以下로 低下되었다.

2) 全磷量도 8倍로 增加되는데 紅熟이 始作되는 時期에 最高에 이르고 이때에 全磷酸에 對한 TCA可溶性磷의 比率도 가장 커서 90%에 이른다. 有機態磷도 紅熟이 始作될 때까지 29배나 增加되며 脂質態

磷, 核酸態磷, 蛋白態磷이 모두 增加되고 있다.

3) 炭水化物的 增加는 新鮮重의 增加와 類似한데 結實한지 3週 後에 最高量에 達하고 그 後는 事實上 增加하지 않으며 可溶性糖도 3週 後에 最高에 達했다가 一時 減少하며 紅熟期에 若干 增加하나 먼저 水準에는 이르지 못하며 粗澱粉은 漸次 增加되어 紅熟되기 一週 前에 最高量에 達하나 全 乾物量의 2.36% 밖에 되지 못한다. 炭水化物中 可溶性糖이 차지하는 比率이 훨씬 크며 完熟期에서는 可溶性糖分中 約 80% 以上이 非還元糖으로 되어 있어 人蔘 種子의 主要 炭水化물을 이루고 있다.

4) 한편 完熟된 種子의 胚乳中에는 60% 以上の 脂肪을 含有하고 있어 人蔘 種子의 貯藏物質은 蛋白質이나 炭水化物이거 보다는 主로 脂肪이다.

5. 催芽操作中에는 胚가 11月中旬의 播種期까지 4.2~4.7mm로 發育하며 充分히 吸水하여 50~60%에 이르고, 貯藏脂肪, 蛋白質, 澱粉이 加水分解하여 可溶化되고 糖分, 無機態磷, 磷脂質, 核酸態磷, 蛋白態磷과 可溶性窒素의 增加를 보이고 있어 細胞內容物의 轉移가 일어나 發芽에 必要한 物質을 蓄積하고 있다.

## 引用文獻

1. Afansiev, M. and M. Cress. 1942. Changes within the seeds of *Juniperus copulorum* during the process of after-ripening and germination. Jour. Forestry 40 : 798-801
2. 相見靈三. 村上高. 藤卷和子. 1956. 水稻의 登熟 機構에 關する 生理學的研究. 日作紀, 25 : 124-127
3. 相見靈三. 村上高. 1964. イネ의 登熟機構에 關する 生理學的研究 (1) 種實에 於ける 澱粉의 生成と 蓄積에 關する 細胞生理的研究, 農技研報 D-12 : 1-36
4. 相見靈三. 昆野昭晨. 1957. 作物의 登熟機構에 關する 生理的研究——稻 種實內에 於ける 磷酸化合物의 動態에 關하여——日作紀, 26 : 228-230
5. 相見靈三. 藤卷和子. 1960. 作物의 登熟機構에 關する 生理的研究——水稻 種實內에 於ける 리ん酸의 組織的分布와 登熟에 伴う 消長および「りん酸小體」에 關하여——日作紀, 29 : 11-14
6. Allen, R.J.L. 1940. The estimation of phosphorus. Biochem. J. 34 : 858-865
7. A.O.A.C. 1955. Official method of analysis of the A.O.A.C., p.805 8th., ed. (Association of official Agricultural chemists)
8. Beevers, L. and R. Poulson. 1972. Protein synthesis in Cotyledons of *Pisum sativum* L. I. Changes in Cell-free Amino acid incorporation capacity during seed development and maturation. Plant Physiol. 49 : 476-481
9. Bonner, J.(山田登譯) 1955. 植物生理學. p.30. 朝倉書店. 東京
10. Brachet, J. 1957. Biochemical cytology. Academic press, Inc., New York.
11. Brown, C.M., E.J. Weber, and C.M. Wilson. 1970. Lipid and Amino acid composition of developing Oats. (*Avena sativa* L. cultivar Brave) Crop Sci. 10 : 486-491
12. Buell, K.M. 1952. Developmental morphology in *Dianthus*. II. Starch accumulation in ovule and seed. Amer. Jour. Bot. 39 : 458-467
13. Chen, S.S.C. and J.E. Varner. 1970. Respiration and Protein synthesis in dormant and after-ripened seeds of *Avena fatua*. Plant Physiol. 46 : 108-112
14. Crocker, W. 1916. Mechanics of dormancy. Amer. Jour. Bot. 3 : 99-120
15. Devine Verona. 1950. Embryology of *Lychnis alba*. Amer. Jour. Bot. 37 : 197-208
16. Duvick, D.N. 1952. Free amino acids in the developing endosperm of maize. Amer. Jour. Bot. 39 : 656-661
17. Eckerson, S. 1913. A physiological and chemical study of after-ripening. Bot. Gaz. 55 : 286-299
18. Ergle, D.R. and G. Guinn. 1959. Phosphorus compounds of cotton embryos and their changes during germination. Plant Physiol. 34 : 476-481
19. Evans, J.W. 1941. Changes in the biochemical composition of the corn kernel during development. Cereal Chem. 18 : 468-473.
20. Flemion, F. 1931. After-ripening, germination, and vitality of seeds of *Sorbus aucuparia* L. Contrib. Boyce Thompson Inst. 3 : 413-439
21. Flemion, F. 1933. Physiological and chemical studies of after-ripening of *Rhodotypos kerrioides* seeds. Contrib. Boyce Thompson Inst. 5 : 143-159
22. Flemion, F. 1934. Dwarf seedlings from non-after-ripened embryos of peach, apple and hawthorn. Contrib. Boyce Thompson Inst. 6 : 205-209
23. Flemion, F. 1934. Physiological and chemical changes preceding and during after-ripening of



- Symphoricarpos racemosus* seeds. Contrib. Boyce Thompson Inst. 6 : 91-102
24. Fujiwara, A. and K. Ohira. 1951. Studies on the nitrogen nutrition of rice plant. Tohoku J. Agri. res. II: 141-152
25. Fukui, T. and Z. Nikuni. 1956. Degradation of starch in the endosperms of rice seeds during germination. J. Biochem. Japan 43 : 33-40
26. Graham, J.S.D., A.C. Jennings, R.K. Morton, B.A. Palk, and J.K. Raison. 1962. Protein bodies and protein synthesis in developing wheat endosperm. Nature 196 : 967-969
27. Guinn, G. 1971. Changes in Sugars, starch, RNA, Protein, and Lipid-soluble phosphate in leaves of cotton plants at low temperatures. Crop Sci. 11 : 262-265
28. 韓昶烈, 1964. 高麗人蔘에 관한 知見補遺. 東湖李徵載 博士 華甲記念論文集 : 173-176
29. 韓昶烈, 黃鍾奎. 1963. 高麗人蔘의 胚 및 胚乳 形成에 관한 研究. 全北大論文集 Vol. 5 : 293-295
30. 韓昶烈, 黃鍾奎. 1963. 高麗人蔘의 雌性配偶體 形成에 관한 研究. 한국식물학회지 Vol. 6, No. 2 : 3-6
31. Harlan, H.V. 1920. Daily development of kernels of Hannchen barley from flowering to maturity at Aberdeen, Idaho. J. Agr. Research 19 : 393-430
32. Hoseney, R.C. and K.F. Finney. 1967. Free amino acid composition of flours milled from wheats harvested at various stages of maturity. Crop Sci. 7:3-5
33. 細川定治, 津田周彌, 武田竹雄. 1963. てん茶の 雄性不稔現象に關する組織化學的研究. (葯組織の水素イオン濃度, 炭水化物及びアミノ酸消長について) 日育雜 13:117-124
34. 黃鍾奎. 1966. 高麗人蔘의 胚發生에 관한 研究. 全北大論文集. Vol.8:213-217
35. 黃鍾奎. 1969. 人蔘의 種間雜種(*Panax ginseng* × *P. quinquefolium*)의 發生學的研究——특히 結實不能의 原因에 關하여——韓作誌 5:69-86
36. 黃鍾奎, 宮澤洋一. 1967. 美國人蔘의 形態 및 發生學的研究. 全北大論文集 Vol. 9:177-194
37. 黃鍾奎, 梁熙天. 1973. 人蔘種子 形成에 對한 生理化學的 研究. I. 花器 및 種子形成 過程에 있어서의 遊離 아미노酸의 消長. 韓國育種學會誌. Vol.5. No.1:37-45
38. 黃鍾奎, 梁熙天. 1973. 人蔘種子 形成에 對한 生理化學的 研究. II. 催芽過程에 있어서의 遊離 아미노酸의 消長. 육종지. 5:69-78
39. 黃鍾奎, 梁熙天. 1973. 人蔘種子 形成에 對한 生理化學的 研究. III. 美國人蔘 및 竹節人蔘의 花器 및 種子 形成 過程에 있어서의 遊離 아미노酸의 消長. 육종지. 5:84-90
40. 黃鍾奎, 梁熙天. 1973. 人蔘種子 形成에 對한 生理化學的 研究. IV. 高麗人蔘과 美國人蔘 및 高麗人蔘과 竹節人蔘 F<sub>1</sub>의 花器 및 種子 形成 過程에 있어서의 遊離 아미노酸의 消長. 韓作誌. Vol.14: 165-172
41. 今村靉. 1938. 人蔘의 種間雜種에 關する件. 人蔘史. 第6卷. 朝鮮總督府 專賣局 : 453-456
42. Ingle, J., D. Beitz, and R. H. Hageman. 1965. Changes in composition during development and maturation of maize seeds. Plant Physio. 40:835-839
43. 伊藤延男, 佐竹徹夫. 1969. 水稻葯および花粉の 發育に伴うアミノ酸代謝の動態と低温の影響. 日作紀. 38(別號 1):65-66
44. 岩崎文雄, 塚田元尙, 細田友雄. 1969. 菜類における 花器の 發育の 形態的, 組織化學的 研究. 育種誌. 19:431-436
45. Jennings, A.C. and R.K. Morton. 1963. Changes in carbohydrate, protein, and non-protein nitrogenous compounds of developing wheat grain. Aust. J. Biol. Sci. 16:318-331
46. Jones, H.A. 1920. Physiological study of maple seeds. Bot. Gaz. 69:127-152
47. Jones, W.W. 1938. The physiology of oil production in the Macadamia (*Macadamia integrifolia*, Maiden et Betché). Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 35(1937):239-245
48. Jones, W. W. and L. Shaw. 1943. The process of oil formation and accumulation in the Macadamia. Plant Physiol. 18:1-7
49. 片山英雄. 1949. にんじん屬種間雜種の細胞學的研究. 日作紀. Vol.19. No.1-1:209-213
50. Koblét, R. 1940. Untersuchungen über die stofflichen Veränderungen in wachsenden und reifenden weizenkorn. Ber. Schweiz. Bot. Gesell. 50:99-232; Abstr. in Biol. Abstr. 15:19851, 1941.
51. 昆野昭晨. 1971. 大豆からみた登熟の生理. 農業技術 V26-No.8:361-366

52. 河野恭度, 大橋建男. 1967. 水稻子實の發育初期における組織發生と多糖類の動態. 日作紀, 36:448-455
53. 河野恭度, 山田記正. 1969. 水稻根における皮層崩壞の發育生理學的研究. 日作紀, 38:477-488
54. Lacroix, L.J. and A.S. Jaswal. 1965. Changes in metabolism during the after-ripening of dormant seed. *Plant Physiol.* 40:viii
55. Lacroix, L.J. and A.S. Jaswal. 1965. Changes in after-ripening seed of *Prunus cerasus*. *Plant Physiol.* 42:470-480
56. MacGillivray, J.H. 1926. Importance of phosphorus in the production of seed and non-seed protein of tomato fruit. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 22:374-379
57. Marre, E., F.G. Teubner, and A.E. Murneek. 1954. Growth and phosphorus metabolism in tomato ovaries. I. Changes in phosphorus fraction. *Amer. Jour. Bot.* 41:722-726
58. Matsushita, S. 1956. On the protein formation and the changes of amounts of RNA ribonuclease activity in the grains during ripening process of wheat. *Mem. Res. Inst. Food Sci., Kyoto Univ. Japan* 19:1-5
59. McCrieady, R.M., J. Guggolz, V. Silveira, and H. S. Owens. 1950. Determination of starch and amylose in vegetables. *Anal. Chem.* 22:1156-1158
60. McKee, H.S. 1958. Protein metabolism in ripening and dormant seeds and fruits. *Encyclop. Plant Physiol.* 8:581 W. Ruhland, ed. Springer Verlag, Berlin.
61. McKee, H.S. 1962. Nitrogen metabolism in plant. (storage and transport of nitrogenous substances) Clarendon Press, Oxford:p.415-422
62. McKee, H.S. 1962. Nitrogen metabolism in plant. Clarendon Press, Oxford:p.423-424
63. McKee, H.S. 1962. Nitrogen metabolism in plant. Clarendon Press, Oxford:p.425-430
64. Miller, E.C. 1938. *Plant physiology*. 2nd ed. McGrawHill Book Co., Inc., New York: p. 1201
65. 宮澤洋一. 1963. 藥用人蔘試驗成績. 長野縣農試北御牧 藥用人蔘試驗地: 27-28
66. 宮澤洋一. 1965. 試驗成績. 長野縣園試北御牧特作試驗地: 83-91
67. 宮澤洋一. 1965. 試驗成績. 長野縣園試北御牧特作試驗地: 92-99
68. 水島宇三郎, 村上寛一, 北條良夫. 1955 稻胚發生時までの異常環境の影響について I. 正常胚發生の組織化學的觀察. 育種 5:6-14
69. 盛永俊太郎. 1939. 藥用人蔘の細胞學的研究. 人蔘史. 第6卷 朝鮮總督府 專賣局: 461-462
70. 村上登, 吉野寛, 大島正男, 塚原貞雄, 川原奇裕司. 1955. 水稻の生育に伴う炭水化物の集積に関する研究. 農技研報 B4:123-166
71. 中村道雄. 1950. 磷酸の比色定量法. 日農化. 24:1-5
72. 大平行次. 1969. V. 必須元素. 高橋英一他著. 作物營養學. 朝倉書店. 東京
73. O'kelley, J.C. 1955. External carbohydrates in growth and respiration of pollen tubes in vitro. *Amer. Jour. Bot.* 42: 322-327.
74. 太田行人. 1954. めばその生長と蛋白合成. 科學 24: 554-550
75. 折谷隆志, 葭田隆治. 1967. 作物の窒素代謝に関する研究. 第1報 組織の核酸定量法について. 日作紀. 36: 503-508
76. Pack, D.A. 1921. After-ripening and germination of Juniperus seeds. *Bot. Gaz.* 71: 32-60
77. Pack, D.A. 1921. Chemistry of after-ripening, germination and seedling development of Juniperus seeds. *Bot. Gaz.* 72: 139-150
78. Palladin, W. 1866. Recherches sur la correlation entre la respiration des plantes et les substances azotees actives. *Rev. Gen. Bot.* 8: 225-248
79. Poddubnaya-Arnoldi, V.A. 1959. Study of fertilization and embryogenesis in certain angiosperms using living material. *Amer. Nat.* 43 (870): 161-169
80. Pollock, B.M. and H.O. Olney. 1959. Studies of the rest period. I. Growth, translocation and respiratory changes in the embryonic organs of the after-ripening cherry seed. *Plant Physiol.* 34: 131-142
81. Pons, W.A. Jr., M.F. Stansbury, and C.L. Hoffpauir. 1953. An analytical system for determining phosphorus compounds in plant materials. *Jour. Assoc. Official Agr. Chemists.* 36: 492-504
82. Rosenbrook, R.W. and R.H. Andrew. 1970. Variation in carbohydrate composition in the endosperm of sweet corn (*Zea mays* L.) in relation

- to maturity. *Crop Sci.* 10 : 332-335
83. Samotus, B. and S.Schwimmer. 1962. Effect of maturity and storage on distribution of phosphorus among starch and other components of potato tuber. *Plant Physiol.* 30 : 519-522
84. 澤田義康. 1960. 花粉の生理形態學的研究. 第18報 トウモロコシの花粉の窒素代謝について. *植物學雜誌* 73 : 252-257
85. Schneider, W.C. 1945. Phosphorus compounds in animal tissues. I. Extraction and estimation of deoxypentose nucleic acid and of pentose nucleic acid. *J. Biol. Chem.* 161 : 293-303
86. Schumacher, W. 1931. Über Eiweissumsetzungen in Blütenblättern. *Jb. wiss. Bot.* 75 : 581.
87. Scott, G.E., E.G. Heyne, and K.F. Finney, 1957. Development of the hard red winter wheat kernel in relation to yield, test weight, kernel weight, moisture content, and milling and baking quality. *Agron. J.* 49 : 509-513
88. Sell, H.M., F.A. Johnson, Jr. and F.S. Lagasse. 1946. Changes in the chemical composition of the tung fruit and its component parts. *Jour. Agric. Res.* 73 : 319-334.
89. 志佐誠. 加藤幸雄. 1966. 植物生殖生理學 p.121. 誠文堂. 新光社. 東京
90. Sodek, L. and C.M. Wilson. 1971. Metabolism of  $^{14}\text{C}$ -amino acid in developing endosperm of corn. *Plant Cell Physiol.* 12 : 889-893.
91. Somogyi, M. 1952. Notes on sugar determination. *J. Biol. Chem.* 195 : 19-23
92. 高橋昇. 大隈敏夫. 1942. 朝鮮人蔘の自然交雑とその防止法について. *日作紀.* Vol. 14. No. 1 : 15-20
93. 竹中要. 1937. 人蔘細胞の染色體に関する研究. *朝鮮博物誌.* Vol. 22 : 59-61
94. 田口亮平. 1969. 植物生理學の諸問題〔16〕C. 花熟の生理. *農業および園藝.* 44 : 1153-1156
95. 武岡洋治. 1970. 水稲の雄ざい始原體における Histogenesis (豫報) その1. 花粉母細胞および葯の組織分化. *日本作物學會 東海支部 第59回 研究發表梗概* : 9-12
96. 菜村修吾. 霜垣行夫. 黒澤眞一. 小武キミ. 1972. 食味の異なる米の品種の米粒の虫白質の種類について. *日作紀.* 41(別號 1) : 61
97. Thor, C.J.B. and C.L. Smith. 1935. A physiological study of seasonal changes in the composition of the pecan fruit development. *Jour. Agric. Res.* 50 : 97-121
98. Thor, C.J.B. and C.L. Smith. 1939. A physiological study of the prefilling period of fruit development in the pecan. *Jour. Agric. Res.* 58 : 905-910
99. Toole, H. and V.K. Toole. 1941. Progress of germination of seed of *Digitaria* as influenced by germination temperature and other factors. *J. Agr. Res.* 63 : 65-90
100. 上田潔. 1970. 核酸, 藤田秋活他編. 栄養學. 食品學を主とした生物化學. 東京 養賢堂 : p.332
101. 上山泰. 1964. 小麥の品質に関する研究. 第2報 登熟期間中における小麥粒内の炭水化物および窒素化學物の變化. *日作紀.* 33 : 221-225
102. Vasil, I.K. 1960. Studies on pollen germination of certain Cucurbitaceae. *Amer. Jour. Bot.* 47 : 239-247
103. Vickery, H.B., G. W. Pucher, H.E. Clark, A.C. Chibnall, and R.G. Westfall. 1935. The determination of glutamine in the presence of asparagine. *Biochem. Jour.* 29 : 2710-2720
104. 渡邊篤二. 渡邊修. 安永隆. 上村光男. 堀口知子. 1956. 内地小麥の製粉加工上からみた性質に関する研究. 第1報 熟期を異にする小麥の性質について. (その 1) 中間質小麥の場合. *日農化.* 31 : 443-449
105. 渡邊篤二. 渡邊修. 安永隆. 上村光男. 堀口知子. 1956. 内地小麥の製粉加工上からみた性質に関する研究. 第2報 熟期を異にする小麥の性質について. (その 2) 硬質小麥の場合. *日農化.* 32 : 163-167
106. William, C. and L.V. Barton. 1957. Physiology of seeds. p.162. Waltham, mass., U.S.A.
107. 山口 禎. 1973. 浮稻に関する研究. 第3報 水位の上昇が生育および炭水化物含量におよぼす影響. *日作紀.* 42 : 29-34
108. 山田記正. 1972. 水稻花粉の發育生理學的研究 第1報 花粉の構造變化とその物質代謝について. *日作紀.* 41(3) : 320-331